

## Contribuições para o conhecimento do clima de Cabo Verde

EZEQUIEL CORREIA

Assistente de investigação do Centro de Geografia do Instituto de Investigação Científica Tropical

(Recebido em 1995-02-23)

A bibliografia sobre o clima de Cabo Verde é já relativamente vasta, ascendendo a cerca de duas centenas de títulos, se considerarmos os trabalhos que, dedicados a outros temas, incluem notas sobre aspectos climáticos (Ezequiel Correia *et al.*, 1995).

Apresenta-se aqui uma síntese da evolução dos conhecimentos sobre o clima do arquipélago desde o início das observações meteorológicas, referindo-se trabalhos e autores cujo contributo parece mais relevante. Em diversos trabalhos, como os de H. Amorim Ferreira (1966), Humberto D. Fonseca (1967) e Suzanne Daveau (1969), podem encontrar-se referências e análises dos conteúdos das descrições que remontam ao período dos Descobrimentos Portugueses.

The bibliography concerning the climate conditions of Cabo Verde is presently vast, reaching almost two hundred titles, if we consider all the studies, even the ones dedicated to other subjects, that include notes about climatological aspects (Ezequiel Correia *et al.*, 1995).

In this paper we present a synthesis of the evolution about the climate conditions knowledge of this archipelago since the beginning of the meteorological observations, referring to studies and authors whose contribution seems more relevant. In some papers, as those of H. Amorim Ferreira (1966), Humberto D. Fonseca (1967) and Suzanne Daveau (1969), is possible to find descriptions and analysis of informations remounting to the period of the Portuguese Discoveries.

Climatologia / Investigação / Bibliografia / Cabo Verde.

Climatology / Research / Bibliography / Cabo Verde.

### 1 — Os primeiros trabalhos sobre o clima de Cabo Verde

Constituem sobretudo compilações de dados e descrições gerais, por vezes muito qualitativas. Resultaram, naturalmente, da necessidade de conhecer os traços gerais do clima do arquipélago e, em particular, as condições de salubridade para a colonização europeia que, nos finais do século XIX, adquiriria uma grande importância.

Segundo H. Amorim Ferreira (1966, p. 8), a organização de um serviço regular de observações

meteorológicas em Cabo Verde remonta à segunda metade do século XIX, após a publicação de uma portaria régia, de 1 de Abril de 1857, em que era determinado por «sua Majestade El-Rei que nas capitanias das possessões do ultramar, de Cabo Verde, Angola e Índia, e na cidade de Macau se estabeleçam postos meteorológicos».

Apesar de estabelecida a vontade institucional e de as colónias terem sido dotadas de equipamentos, segundo aquele autor, apenas em 1864 começou a funcionar um posto meteorológico em Cabo Verde, instalado no hospital militar da cidade da Praia e

dirigido pelo farmacêutico Manuel J. Leyguarda Pimenta. No entanto, já se tinham levado a cabo observações, com regularidade ou não, em diversos pontos do arquipélago.

O próprio H. Amorim Ferreira (*ob. cit.*, p. 12) refere que no «*Diário do Governo*, de 19 de Dezembro de 1854, estão publicados os resultados das observações meteorológicas feitas pelo tenente Fernando Maria Gama Lobo a bordo do cúter de guerra *Andorinha* nos meses de Maio a Agosto daquele ano no porto da vila da Praia (ilha de Santiago) e nas ilhas Brava e de São Vicente». Segundo este autor, são estas as mais antigas observações efectuadas em Cabo Verde.

Na ilha do Sal foram feitas observações regulares entre 1862 e 1866 por J. V. Botelho da Costa (1882b, 1883). Auguste Chevalier (1935) refere a utilização de fontes, como «une brochure de Carlos Nogueira Ferrão [de 1898] datant d'une quarantaine d'années» com observações efectuadas em Santo Antão. Existem também observações regulares realizadas entre 1872 e 1875, na vila da Ribeira Grande. Na cidade do Mindelo foram feitas observações entre 1872 e 1873, e em 1875, embora só em 1883 se tenha instalado um posto meteorológico. Compreende-se, assim, a necessidade de compilação e publicação dos resultados de todas estas observações.

No tomo 5 do *Jornal de Ciências Mathemáticas, Physicas e Naturais*, de 1874, pp. 128-129, encontra-se um quadro com os valores médios mensais das observações efectuadas pelo médico Frederico F. Hopfer no seu consultório na Ribeira Grande, em Santo Antão, entre Dezembro de 1873 e Novembro de 1874. Jacinto A. Medina, facultativo do quadro de saúde, designado para dirigir o serviço meteorológico em 1876, apresenta, no *Boletim da Sociedade de Geografia de Lisboa*, de 1880, n.ºs 2 e 3, uma compilação das observações efectuadas na Praia entre 1875 e 1879. Na mesma publicação encontram-se artigos de J. V. Botelho da Costa (1882a, 1882b e 1883) que contam com observações efectuadas no Mindelo e em Santa Maria. Estes trabalhos, no entanto, contêm já a intenção de uma análise descritiva.

Vivendo na ilha do Sal entre 1853 e 1866, onde exerceu inicialmente as funções de director da Alfândega e depois as de administrador, J. V. Botelho da Costa efectuou, em Santa Maria, observações regulares entre 1862 e 1866, «as únicas que existem por onde se possa avaliar a constituição climatérica da ilha do Sal, e são mesmo o primeiro trabalho feito com certa regularidade em Cabo Verde» (1882b, p. 656).

A análise desses dados, apesar de sumária, é relativamente rica pela variedade de elementos

utilizados. Constam os valores médios mensais da pressão (que mereceram uma correcção em artigo de 1883), temperatura, vento, e frequência de dias de chuva e chuveiro, «relâmpagos» e «trovões», nebulosidade, e o estado do mar. A descrição assenta na análise do rumo dominante do vento durante o ano e em algumas considerações sobre a precipitação, com destaque para a sua irregularidade, o reduzido número de dias de chuva e o seu ritmo diurno.

Sobre São Vicente, onde foi colocado como administrador em 1872, publicou dois relatórios, nos quais procurou «reunir a maior cópia de esclarecimentos e dados estatísticos relativos à ilha de São Vicente de Cabo Verde» (J. V. Botelho da Costa, 1882a, p. 80).

Dedicando algumas páginas à «*Geographia physica*», incluiu aí uma breve descrição do clima da ilha, com base apenas nas observações efectuadas pelo delegado da Junta de Saúde, em «casa e à sombra», entre Março de 1872 e Setembro de 1873, e de três meses de 1875 (Janeiro a Março), estas ao ar livre. «Consta-nos que em tempos mais afastados se fizeram em São Vicente observações meteorológicas com certa regularidade. Taes observações não sabemos, porém, onde existam» (*ob. cit.*, 1882a, p. 120). Com base nestes registos apresenta valores médios da temperatura máxima e mínima registadas às seis e catorze horas, e o número de dias de «chuviscos» e «chuvas».

A estes elementos juntou, certamente, a sua vivência para traçar um quadro do ritmo estacional do clima de São Vicente. O tipo de descrição pode ser ilustrado com um extracto do que afirma sobre a precipitação: «A chuva n'esta ilha é incerta e muito irregular, quasi sempre de noite, ordinariamente de agosto a dezembro. Annos há em que começa mais cedo, e são geralmente esses annos pouco felizes para a agricultura. Dias, porém, propriamente de chuva são cousa rara, que, embora caíam fortissimos chuviscos, pouco depois está o tempo estiado» (*ob. cit.*, pp. 120-121).

Através de Ezequiel de Campos (1922), fica a saber-se que Julius Haan dedicou algumas páginas do seu *Handbuch der Klimatologie* (1) a Cabo Verde. Infelizmente não foi possível consultá-lo (2), mas as considerações feitas por Ezequiel de Campos fazem crer que este poderá ter sido o primeiro trabalho de

(1) Haan, Julius (1897) — *Handbuch der Klimatologie*. s. 1. Bibliothek Geographischen Handbücher.

(2) Apenas foi possível aceder ao 1.º volume, traduzido para inglês por Robert de Courcy Ward (1903) — *Handbook of Climatology*, New York, Macmillan. Pelo conteúdo, deduz-se que os aspectos regionais se encontram tratados nos outros dois volumes da edição alemã.

sistematização das condições climáticas do arquipélago e de enquadramento climático num espaço regional mais vasto.

Apenas em 1916 se voltou a publicar uma obra contendo uma análise do clima de Cabo Verde. Da responsabilidade de Ernesto J. C. Vasconcellos (1916), o trabalho dedicado à «Geographia phisica, economica e politica» de Cabo Verde inclui uma descrição geral do clima com base nos valores médios dos elementos registados na Praia e no Mindelo, entre 1894 e 1905, os únicos locais que, segundo o autor, contavam com observações efectuadas regularmente.

Aqui encontra-se já uma descrição enquadrada por elementos explicativos e uma caracterização das condições de circulação atmosférica na região de Cabo Verde. O autor preocupou-se em definir um quadro rigoroso do ritmo estacional, em função do regime dos elementos climáticos e das modificações sazonais das condições de circulação atmosférica.

Considerou sobretudo a existência de duas estações distintas, o «tempo das brisas» e o «tempo das águas», adoptando a terminologia popular.

A primeira, de Novembro a Julho, com o arquipélago sob a influência do vento geral de nordeste, tal como deduziu da frequência de dias de vento de NE e E à superfície. Dentro deste período, apontou ainda a grande frequência de «lestadas» em Janeiro e Fevereiro, segundo ele devidas ao desvio da trajectória marítima dos ventos gerais pelo continente.

O «tempo das águas» corresponde à estação das chuvas. «N'esta quadra a atmosfera torna-se pesada, o céu forra-se de nuvens, a temperatura aumenta, chegando por vezes a 33° e ha maior humidade, chovendo abundantemente» (*ob. cit.*, p. 66). É o período do ano em que o arquipélago se encontra sob a influência das calmas equatoriais e, apesar de se encontrar «no limite da chamada monção de sudoeste», é a este fluxo que se fica a dever a chuva. A comprová-lo, «na Praia as maiores quantidades de chuva caem com ventos do quadrante de SW [...]». Com ventos de entre NE e E é pouco vulgar chover» (*ob. cit.*, p. 67). Assim justificava, também, o facto de as ilhas de Sotavento serem mais chuvosas, recorrendo, para o demonstrar, à maior frequência de dias com vento do quadrante SW na Praia, em comparação com o Mindelo.

Os traços gerais da circulação descritos por Ernesto J. C. Vasconcellos manter-se-iam válidos por muitos anos. Contudo, a importância dos diversos factores do clima no desencadeamento da precipitação seria alvo de contestação por parte de Ezequiel de Campos (1922).

Preocupado com a possibilidade de sucesso de uma intervenção humana no combate à desertificação e à aridificação, nomeadamente através da arborização, debruçou-se sobre as condições de ocorrência de precipitação e sua distribuição no arquipélago.

Embora de acordo com as condições de circulação expostas por Ernesto J. C. Vasconcellos, contestou a importância atribuída à monção, e para justificar os seus argumentos deu relevo à diversidade regional, ao contraste na distribuição da precipitação entre as ilhas montanhosas e as ilhas «rasas» e entre as fachadas oriental e ocidental das ilhas de relevo acidentado, realçando a importância dos factores geográficos. São aspectos que mereceram grande atenção nos estudos que marcaram o final desta primeira fase.

Segundo Ezequiel de Campos, não se devia imputar «só, ou predominantemente, ao factor geral do vento do Sul a maior pluviosidade nos grupos das Ilhas de Cabo Verde, nem a sua distribuição em cada Ilha» (*ob. cit.*, p. 320). Até porque a oscilação do «encontro dos alíseos» atinge a sua posição mais setentrional em Agosto-Setembro, mas permanece sempre a sul do arquipélago, e nota-se mesmo uma mudança do vento para norte, de Julho a Setembro. Para ele a geografia das ilhas e o fluxo de nordeste eram os factores determinantes.

Com base em registos da precipitação de 1914 e 1915, ocorrida em São Vicente, Santo Antão, Fogo e Santiago, e outros elementos registados na Praia e no Mindelo, observou que «nos dias de chuva de qualquer das ilhas [...] muitas vezes soprará o vento do quadrante norte, embora em alguns dias anteriores tivesse soprado do quadrante sul. A frequência na quadra das chuvas do vento do quadrante norte, na Praia, que está tão favorecida para sentir o vento sul, é muitíssimo maior que a de monção do quadrante sul [...]. Os dias de maior chuva na ilha de Santiago não raro têm vento do quadrante norte» (*ob. cit.*, p. 320).

Por outro lado, considerou que «o tributo dos factores locais aos gerais do clima é que decide a quantidade de chuva regional e a sua frequência, sobre ou não o vento do sul» (*ob. cit.*, p. 319). Factores que eram: a «grandeza» das ilhas (dimensão e forma), a altitude e a exposição. Exemplificou o seu efeito comparando a precipitação que se registou nesses anos naquelas estações, acompanhada mesmo de «mapas» com a localização das estações, que realçavam a exposição e a altitude.

A comparação da precipitação registada nas duas fachadas das diversas ilhas, nos grupos de Barlavento e de Sotavento, e entre ilhas montanhosas e não montanhosas, conduziu-o a essa conclusão. E re-

sumiu as ideias sobre os mecanismos desta forma: «O fenómeno da chuva, na sua quadra, nas Ilhas de Cabo Verde deve ser explicado pela injunção do factor local relevo nos factores gerais do clima: as calmas vêm para mais perto das Ilhas de Julho a Outubro; e então o ar do Arquipélago humedece-se naturalmente pelo alastramento da humidade das calmas, e tornado mais húmido, basta o relevo insular (de tanto maior influência quanto mais alto e mais extenso estiver de través ao vento) para às vezes provocar a chuva com vento do rumo do alíseo, ficando claramente com maior chuva as encostas de Barlavento ao alíseo de nordeste» (*ob. cit.*, p. 321).

Opinião sem dúvida polémica, particularmente em relação ao papel da «monção» e do alíseo no desencadeamento da precipitação durante a estação das chuvas, nunca perfilhado por outros autores. Já em relação à importância dos factores geográficos, é pacífica a ideia de que desempenham um papel fundamental, merecendo a atenção dos trabalhos que se seguiram.

F. X. da Silva Telles (1924), por exemplo, destacou igualmente o papel dos factores geográficos, em particular da posição geográfica das ilhas. «La pluviosité n'est pas parfaitement cyclique et régulière. Les îles sont situées aux proximités de zones différentes de pluviosité; au NO la précipitation est fréquente au cours de presque toute l'année; à l'Est les pluies sont très irrégulières; au S et SO il n'y a qu'une seule époque pluvieuse» (p. 44). Apesar da escassez de dados, efectuou uma breve descrição e comparação das características climáticas das diversas ilhas (à excepção do grupo oriental: Sal, Boavista e Maio), que viria a ser aprofundada por Auguste Chevalier (1935).

Este naturalista francês dedicou uma parte do seu trabalho de caracterização da biogeografia do arquipélago à descrição da variação espacial dos elementos climáticos nas diversas ilhas, contribuindo notavelmente para um maior conhecimento da diversidade climática de Cabo Verde e contrariar algumas ideias feitas. Empreendeu igualmente a investigação de alguns elementos pela primeira vez.

Deu bastante destaque à temperatura, procurando caracterizar o regime térmico e contrariar a ideia, segundo ele instalada, da existência de um clima tórrido em Cabo Verde. Com dados de Santa Maria, Praia e Mindelo, aprestou-se a desfazer essa ideia, justificando as condições de forte calor que se podem fazer sentir durante alguns períodos do ano, não pela temperatura, mas antes pela sua conjugação com vento fraco e humidade elevada. Ainda assim, nem em todas as áreas, pois «de ces centres au climat

réputé malsain (à tort je crois), comme aussi de S. Filipe capitale de Fogo, il suffit de se rendre à quelques kilomètres de la cité et de s'élever de 300 à 500 m d'alt. pour retrouver une température très agréable la nuit et une grande partie du jour» (*ob. cit.*, p. 765). Aliás, como ele salientou, a altitudes elevadas podem mesmo sentir-se temperaturas muito baixas no Inverno, referindo situações de geada e temperaturas negativas no Fogo, na área de Chã das Caldeiras, a cerca de 1700 m, e em Covão, a 1200 m, na ilha de Santo Antão.

É claro que a disponibilidade de água não lhe poderia ser indiferente, e para além da caracterização da precipitação, onde chama a atenção para a grande variabilidade, concentração e intensidade, e para dissimetrias inter e intra-ilhas, abordou o problema da humidade do ar e das precipitações ocultas.

Este parece ser o primeiro estudo a tratar explicitamente o assunto. Embora de forma qualitativa, constatou que as precipitações ocultas desempenham um papel importante no fornecimento de água, sobretudo nas vertentes expostas ao alíseo de NE, gerando, a nível local, condições bastante favoráveis ao desenvolvimento da vegetação.

O contraste de humidade entre as vertentes exposta e abrigada do alíseo de NE levou-o mesmo a introduzir um elemento na explicação da diversidade em função da exposição. «Enfin il semble que sur les hautes cimes de l'Archipel au versant S et SE souffle parfois un vent sec de montagne comparable au foehn des Alpes» (*ob. cit.*, p. 772).

O problema da seca não mereceu uma atenção particular nesta primeira fase dos estudos sobre o clima de Cabo Verde. À excepção de Ezequiel de Campos (1992), cuja análise dos mecanismos gerais e factores do clima de Cabo Verde visava, sobretudo, compreender as razões de frequentes períodos de seca para sustentar acções de combate à desertificação, os outros estudos contêm sobretudo referências limitadas à escassez e concentração da precipitação registada nos anos analisados.

Deve, no entanto, realçar-se o estudo efectuado por C. J. Senna Barcellos (1904), dedicado à análise comparada «das fomes, ou crises alimentícias, desde a mais antiga, de que há memória, com a de 1903» (p. 1).

Encontra-se neste trabalho um levantamento sistemático dos anos, desde o início do século XVIII, em que se registaram graves problemas na produção agrícola, com consequências gravosas para o abastecimento alimentar gerando situações de fome. Embora seja uma abordagem histórica, contém um registo dos anos secos, nalguns casos complementados com descrições qualitativas sobre o decurso da

estação das chuvas, que o levam a concluir: «As ilhas de Cabo Verde atravessam grandes calamidades, devidas a estiagens. Quase sempre aparecem as primeiras chuvas em fins de Julho e com uma duração apenas de 3 meses, isto é, em Novembro cessam ellas por completo. Em grande parte do ano não há, portanto, culturas, pois além das sementeiras de milho, feijão e batatas, que se fazem na estação pluviosa, há mais algumas nos valles, que são sustentadas pelas nascentes d'água. Para que, pois, haja boas colheitas, carece-se de chuvas abundantes, e que ellas caiam com intervallos regulares de dias» (*ob. cit.*, p. 39).

## 2 — O início dos estudos regionais e da investigação sobre as condições sinópticas. A escassez pluviométrica no centro das preocupações

Na década de 40, beneficiando de um maior conjunto de dados de superfície e do início das observações de altitude, surgem estudos marcados por um maior rigor descritivo e analítico e os primeiros trabalhos de carácter regional.

Agostinho P. Natário, engenheiro geógrafo, meteorologista da «Estação Central de São Vicente», publicou em 1943 um estudo sobre «o clima de São Vicente».

Embora dispusesse apenas das observações do Mindelo, procurou caracterizar o clima da ilha com base nos regimes médios dos diversos elementos — temperatura, humidade, evaporação, pressão, vento e precipitação — e no seu ritmo diurno. Mas, para além da descrição de *per si* de cada um dos elementos, analisou a sua evolução conjunta ao longo do ano, de modo a definir com maior rigor o ritmo estacional e as características do tempo em cada uma das estações.

Formulou, a partir daí, um outro quadro do ritmo estacional, diferente do apresentado por Ernesto J. C. Vasconcellos (1916). Julgou ser possível definir três estações: estação seca, de Março a Junho, marcada por pressões mais elevadas, temperaturas mais suaves, alguns dias de céu limpo, mas com cacimbo frequente; estação das chuvas, Agosto e Setembro, com pressões mais baixas, temperaturas elevadas, dias de céu coberto e algumas trovoadas; e uma estação de transição, considerando o autor que o período de Outubro a Fevereiro, «[...] pode e deve chamar-se época de transição com um menor número de dias de chuva, temperaturas mais suaves, os ventos mais fortes e com bastantes dias de nevoeiro» (Agostinho P. Natário, 1943a, p. 22).

Apenas em 1954 se publicou um outro estudo contemplando o clima de uma ilha. Da responsa-

bilidade de Orlando Ribeiro (1954), a monografia geográfica sobre a ilha do Fogo conta com uma descrição das características do seu clima, ou como o autor preferiu designar, dos seus climas, pois, «a ilha do Fogo é, como todas as ilhas montanhosas, um mostruário de climas locais, determinados essencialmente pela exposição e pelo relevo» (*ob. cit.*, p. 67).

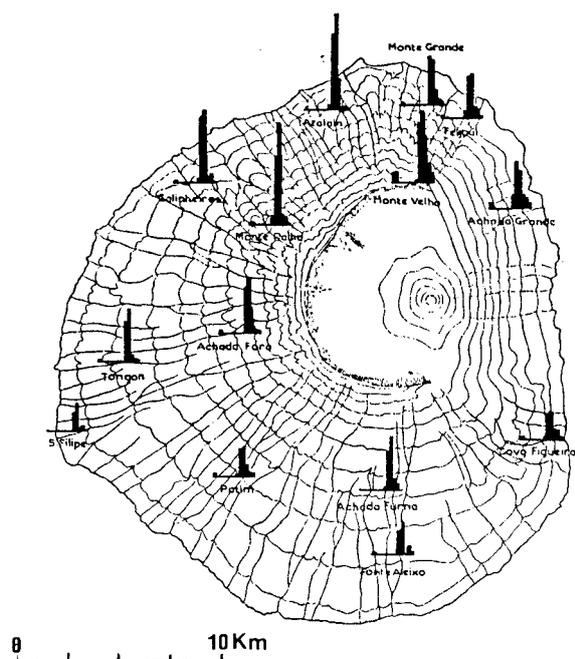
Ao contrário do trabalho de Agostinho P. Natário (1943a), muito condicionado por uma perspectiva meteorológica e, sobretudo, pela existência de apenas uma estação meteorológica na ilha de São Vicente, nesta monografia encontra-se uma abordagem geográfica do espaço de uma ilha.

Analisando os regimes pluviométrico e térmico, a quantidade de precipitação em diversos pontos da ilha (fig.1), e ultrapassando a escassez ou inexistência de observações em alguns pontos através da análise das características da vegetação (como Auguste Chevalier, 1935), Orlando Ribeiro traçou um quadro completo do «mosaico» climático insular. A comparação entre os diversos pontos da ilha é um elemento sempre presente: o quadro geográfico local — exposição, morfologia, altitude — e/ou a componente atmosférica, forneceram-lhe elementos para justificar a diversidade.

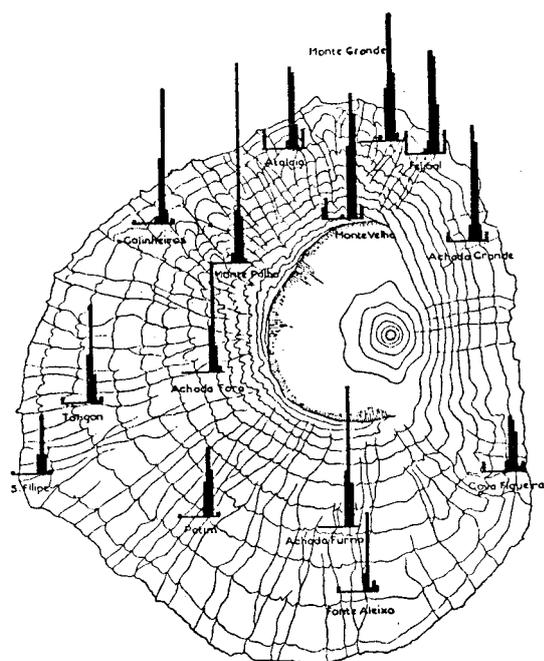
Foi neste período, aliás, com um maior número de estações meteorológicas e postos pluviométricos em funcionamento, que a diversidade regional e local começou a ser descrita com maior rigor e se intensificou o recurso à componente atmosférica para a sua explicação, com base já em elementos das sondagens aerológicas efectuadas no arquipélago.

As características gerais da circulação atmosférica, como se viu, não eram de todo desconhecidas e as referências frequentes. No entanto, decorriam apenas do enquadramento do arquipélago nas condições da circulação geral na zona intertropical descritas em obras gerais, as quais eram confrontadas com observações de superfície, nomeadamente o regime do vento, que poderiam reflectir essas condições. A estrutura da atmosfera na área de Cabo Verde, ou mesmo a análise de situações sinópticas reais, apenas começou a ser investigada nesta altura.

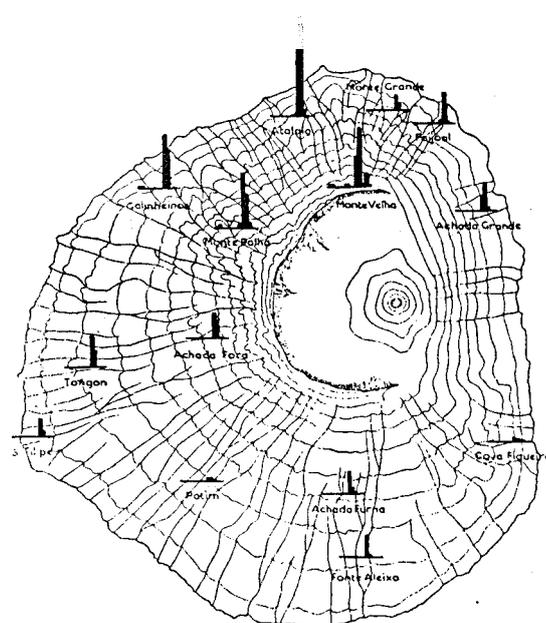
As sondagens aerológicas ter-se-ão iniciado em 1935, e de forma regular a partir de 1939, na cidade do Mindelo. Agostinho P. Natário (1943a) efectuou pela primeira vez a exploração desses dados, complementando a análise do vento à superfície com dados sobre o seu rumo em altitude. As condições de circulação começaram também a ser definidas a uma escala mais restrita, tentando caracterizar-se em torno das ilhas as situações características das várias épocas



A) Média 1941-1950



B) Num ano chuvoso (1950)



C) Num ano seco (1947)

Figura 1 — A precipitação na ilha do Fogo, segundo Orlando Ribeiro (1954)

do ano. Este autor procurou definir as «prováveis condições isobáricas, que dão origem às precipitações de chuvas» (Agostinho P. Natário, 1945, p. 24), a partir da configuração do campo de pressão.

Mas foi Humberto D. Fonseca quem definiu um quadro mais completo da circulação em torno de Cabo Verde, introduzindo novos conceitos e processos de análise na literatura científica sobre o arquipélago.

Preocupado com as possibilidades de uma intervenção humana no processo de desencadeamento da precipitação, debruçou-se sobre as condições meteorológicas mais propícias ao sucesso desse tipo de acções, estudando por isso as condições meteorológicas. Destacou as massas de ar, os centros de acção, os tipos de tempo e os mecanismos da precipitação, de forma a determinar as situações responsáveis pela chuva em Cabo Verde e definir a época e as condições mais favoráveis a uma intervenção artificial<sup>(3)</sup>.

Segundo este autor, é do confronto entre o «alisado» e o «harmatão», por um lado, e a «monção», por outro, que dependem as características do tempo em Cabo Verde, introduzindo o conceito de Frente Intertropical (o «encontro dos alíseos» em Ezequiel de Campos, 1922) e perturbações associadas, como elemento explicativo da época das chuvas em Cabo Verde: «Pode-se afirmar que as chuvas no nosso arquipélago, na época Julho-Outubro, são devidas à massa de ar do Atlântico Sul, ou monção do Atlântico Sul, fazendo-se quasi sempre acompanhar da passagem da Frente Intertropical (FIT) para norte das ilhas onde esteja chovendo» (Humberto D. Fonseca, 1950b, p. 9).

As dúvidas levantadas por Ezequiel de Campos (1922) são, de certa forma, esclarecidas quando Humberto D. Fonseca, transpondo conceitos da escola norueguesa «que actualmente domina a meteorologia sinóptica» (1956a), analisou detalhadamente a estrutura da FIT sobre Cabo Verde, o tipo e a amplitude da sua oscilação latitudinal, as perturbações associadas, e os tipos de tempo característicos dos vários sectores da «frente» (fig. 2). Denominou as situações perturbadas de Verão como «surtos episódicos da monção de sudoeste precedidos da frente intertropical» (Humberto D. Fonseca, 1950b). Alargou a descrição das situações responsáveis pela precipitação em outros períodos do ano, nomeadamente às que ocorrem de Novembro a Fevereiro, e atribuiu a sua origem a profundas incursões para sul do ar frio instável residual das invasões de ar polar na região de

Portugal-Madeira-Canárias (Humberto D. Fonseca, 1956b).

O quadro geral das condições de circulação da atmosfera que afectam Cabo Verde aparece descrito de igual modo em trabalhos de técnicos do Serviço Meteorológico Nacional (SMN, 1954) e por Orlando Ribeiro (1954). As ideias, de um modo geral, coincidem. Também Orlando Ribeiro afirmou que «as posições do anticiclone dos Açores e da frente intertropical determinam principalmente a sucessão dos tipos de tempo que constitui o clima das ilhas» (*ob. cit.*, p. 59). Mas, indo além dos períodos de chuva, considerou existirem quatro situações típicas em Cabo Verde: no «tempo das águas», a situação de monção, e no «tempo das brisas», as situações de alíseo, harmatão e de invasão de ar polar.

Nos anos 40-50 foram desenvolvidos alguns estudos directamente relacionados com a seca e as crises de fome generalizada que, com alguma frequência, afectaram Cabo Verde. De certo, não lhes será estranho o facto de nos anos 40 terem ocorrido duas crises de grande gravidade. Segundo Ilídio do Amaral (1986), na crise de 1941-1943 o Fogo perdeu 31 % da sua população e São Nicolau 28 %; na crise de 1946-1948, Santiago perdeu cerca de 65 % da população.

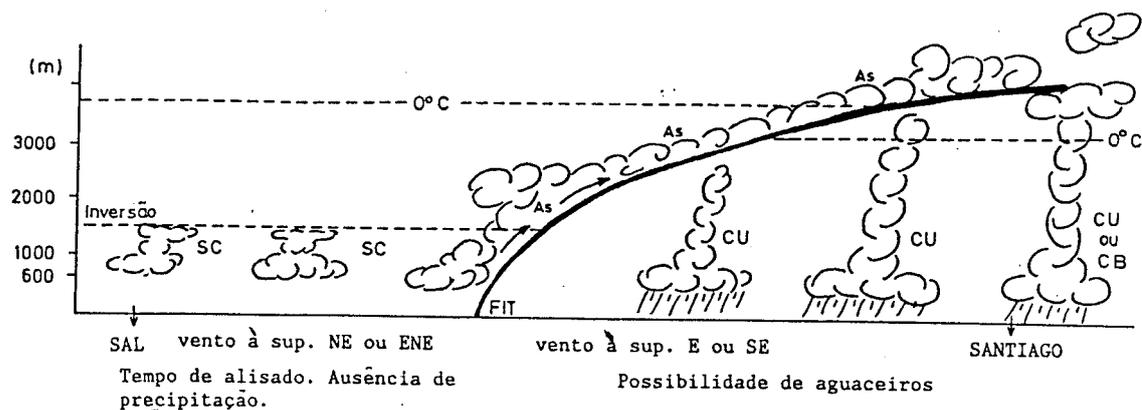
Agostinho P. Natário e Humberto D. Fonseca foram os autores que mais se distinguiram neste tipo de estudos.

O trabalho de Agostinho P. Natário, *Periodicidade Pluviométrica em Cabo Verde*, 1945, constitui o primeiro estudo dedicado à análise da evolução da precipitação. Procurou aí estabelecer um padrão de evolução temporal que pudesse conduzir à previsão das situações de seca (na base das situações de crise alimentar), de forma a desencadearem-se antecipadamente acções de prevenção.

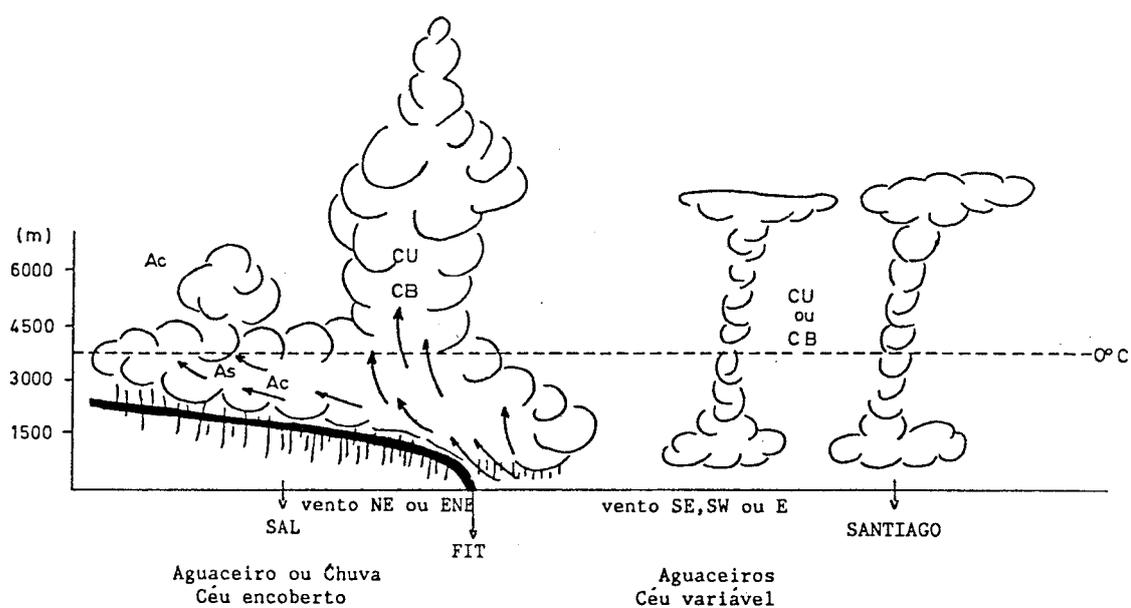
Inspirado por trabalhos do género realizados no Índico, na África do Sul e na Austrália, que associavam as secas à actividade solar, analisou a relação entre a evolução da precipitação média anual nas estações da Praia e Mindelo, de 1885 a 1943, e as datas de ocorrência dos máximos e mínimos das manchas solares. Tendo em conta a informação histórica sobre a ocorrência das crises em Cabo Verde, concluiu que as grandes secas, que conduziram a crises gerais<sup>(4)</sup>, tinham tido lugar com uma periodicidade de cerca de 20 anos, podendo registar-se crises parciais<sup>(4)</sup>

(3) Abordado inicialmente em artigos de divulgação na revista *Cabo Verde*, em 1950, desenvolveu este assunto mais profundamente em *Garcia de Orta* (1956a e 1956b).

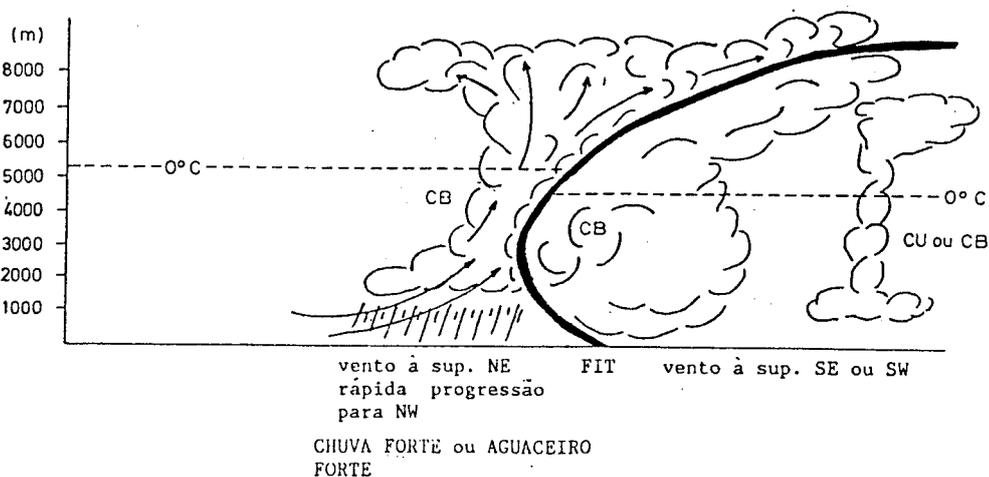
(4) Agostinho P. Natário (1945) distinguiu dois tipos de crises: **crises parciais**, «têm a duração de um ano, excepcionalmente dois, com maiores devastações nas ilhas de São Nicolau, Fogo, Boa Vista e Santiago»; **crises gerais**, «com a duração de dois a três anos, resultam as maiores privações para as populações» (p. 16).



A) Alíseo sobreposto à monção



B) Monção sobreposta ao alíseo



C) Passagem rápida da FIT

Figura 2 — Condições atmosféricas associadas à passagem da Frente Intertropical, segundo Humberto D. Fonseca (1956a)

14 anos depois, embora com menor regularidade, o que estaria de acordo com a actividade solar.

Humberto D. Fonseca viria também a interessar-se pelo assunto, começando por propor uma classificação das crises, não em função da duração, mas antes com base na distribuição das áreas afectadas e a relação com as áreas atingidas pela FIT. Distinguiu assim (Humberto D. Fonseca, 1950b): **crises gerais** — anos em que a FIT não atinge ou raramente passa a norte do arquipélago; **crises de Barlavento** — quando a FIT não ultrapassa o grupo de Barlavento; o regime de alisado domina nas ilhas de Barlavento, e a monção a Sotavento, recebendo estas ilhas algumas chuvas; **crises parciais** — associadas sobretudo a características das ilhas, nomeadamente ao relevo, e ao carácter aleatório da chuva do tipo aguaceiro, característica da FIT; podem ocorrer em anos chuvosos, mas são frequentes em ilhas de Sotavento durante as crises de Barlavento; **crises locais** — crises em locais dentro de uma ilha, mesmo em anos chuvosos; devem-se à localização aleatória da queda de aguaceiros.

Apresentou uma distribuição das áreas afectadas aparentemente mais coerente com o que se conhecia sobre a circulação geral, embora permaneçam algumas dúvidas em relação ao conceito de crise e às causas das crises locais, atribuídas apenas ao carácter aleatório da precipitação.

Igualmente convencido da existência de uma periodicidade e da importância das causas astronómicas, analisou a evolução da precipitação anual e a hipotética periodicidade das crises, com base na média móvel de 5 anos dos dados do Mindelo entre 1884 e 1955. Chegaria a uma fórmula de previsão das crises assente na «correlação entre os mínimos da curva I (fig. 3) e as crises registadas, a correlação entre a curva I e a curva do número relativo de manchas solares, a circunstância de estas inverterem a sua polaridade magnética de 23 em 23 anos, a coincidência do período crítico 1813-1833 com certas características solares que reapareceram em 1922 e ainda a alternância da gravidade observada nas crises dos últimos tempos» (Humberto D. Fonseca, 1956b, p. 18), chegando a resultados diferentes.

Admitiu uma periodicidade de 23 anos para as crises, confirmando os resultados com as descrições históricas reunidas por C. J. S. Barcellos (1904) e os relatos mais recentes<sup>(5)</sup>. Agostinho P. Natário (1945) propôs uma periodicidade de 20 anos.

(5) Nem sempre coincidentes com as datas indicadas por Ilídio do Amaral (1986, 1991).

Tal como Agostinho P. Natário (1945), introduziu também uma diferenciação em relação ao tipo de crise, estabelecendo uma fórmula para a determinação de «crises benignas»<sup>(6)</sup>. Humberto D. Fonseca constatava que 11 anos após uma «crise grave» se registava uma «crise benigna», o que corresponderia ao semiperíodo das manchas solares.

Este tipo de estudos não teve continuidade, nem mesmo o da evolução da precipitação tem sido feito no sentido da determinação de tendências, ciclos, etc., à semelhança do que recentemente tem sido ensaiado noutros países. Na verdade, a preocupação com a escassez da precipitação conduziu antes ao desenvolvimento de estudos mais vocacionados para a procura de processos alternativos de captação de humidade atmosférica, como a chuva artificial e a captação de água do nevoeiro, ou para a compreensão dos mecanismos da seca na sua vertente bioclimática, como viria a acontecer nos anos 80.

Ainda durante este período levantou-se a hipótese de uma intervenção humana no processo de desencadeamento de precipitação. Rudolfo Azevedo (1950) foi o primeiro a apresentar num artigo a hipótese de uma intervenção artificial, descrevendo experiências desenvolvidas nos Estados Unidos e o método aí aplicado. No entanto, foi Humberto D. Fonseca que desenvolveu mais aprofundadamente o assunto. Em vários artigos (1950a, 1950b, 1956a e 1956b) explicou conceitos e o método, e analisou detalhadamente as consequências e os hipotéticos resultados para Cabo Verde, a partir da análise das condições reais em dois anos particulares: 1941 — ano de «crise geral», e 1944 — ano de «crise de barlavento».

O tema não mais seria retomado e outras hipóteses de suprir a falta de água só vieram a desenvolver-se com os estudos dos anos 60, da Missão de Estudos Agronómicos do Ultramar, em particular de F. Reis Cunha, sobre a captação da água do nevoeiro.

### 3 — O aprofundamento de temas específicos. A centralização dos estudos na ilha de Santiago

No início da década de 60 surgiram os primeiros trabalhos de um período que se prolongou até à independência de Cabo Verde, caracterizado por uma

(6) Sem que o autor precise o significado do termo, fica-se na dúvida: significará, tão-só, a ocorrência de situações de carência sem mortalidade, ou coincidirá com datas intermédias referidas pelas fontes como crises?

maior ênfase na investigação de temas específicos ou de um elemento climático, em detrimento das descrições gerais.

A ilha de Santiago, reflectindo a sua crescente importância sócio-económica e o facto de possuir uma rede de observações mais densa, tornou-se objecto da maior parte dos estudos.

Neste período foi publicada uma monografia geográfica da ilha de Santiago, da responsabilidade de Ilídio do Amaral (1964), onde se encontra a primeira descrição do clima da ilha na sua globalidade. Seguindo o esquema usual em monografias deste tipo, Ilídio do Amaral fez uma análise exaustiva dos elementos do clima, onde determinou o seu ritmo mensal e diurno, e a sua distribuição espacial, revelando aspectos particulares da diversidade climática da ilha.

A análise da temperatura, por exemplo, permitiu-lhe detectar um «esquema de repartição térmica», que poderia sustentar uma classificação das várias áreas da ilha em: «climas de litoral», «climas de altitude», «climas de vertente não exposta ao aliseo» e «microclimas no interior de alguns vales».

Através do regime do vento e do ritmo diurno da pressão revelou, pela primeira vez, a importância dos ventos locais como factor de diferenciação climática. «Embora não haja para Santiago estudos sobre as brisas e suas influências, é natural que as calmas da noite estejam ligadas, em parte, à acção da brisa de terra, que contrabalança o efeito do aliseo, em especial nas regiões expostas aos ventos dominantes»

(*ob. cit.*, p. 30). Na vertente não exposta, durante a noite, registar-se-ia brisa de leste; de dia, ocorreria brisa do mar, reforçada pela brisa do vale nas vertentes não expostas.

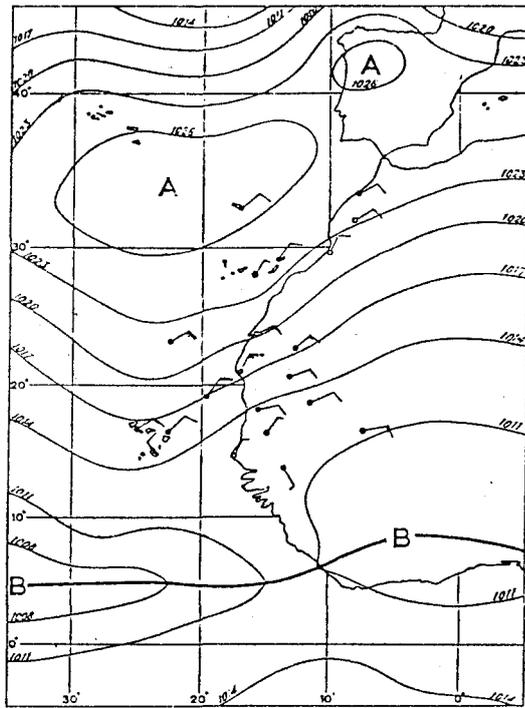
Chamou a atenção também para outros aspectos, alguns dos quais só mereceram um tratamento mais profundo nos finais dos anos 80. Por exemplo, a necessidade de se ter em consideração a interacção oceano-atmosfera na análise dos factores do clima do arquipélago, dada a presença da corrente fria das Canárias, segundo o autor, elemento da maior importância na explicação de alguns aspectos. «A insularidade no meio de mares frios influencia também as características da precipitação. Basta comparar a Praia a outras estações de latitudes quase análogas: enquanto esta, uma estação na margem oriental do Atlântico, recebe 270 mm de água, Pointe-à-Pitre, no extremo ocidental, rodeado de mares quentes, recebe 1500 a 1600 mm de água; St. Louis, na costa de África, recebe 400 a 500 mm» (p. 47).

Dedicando um capítulo às «Massas de ar e tipos de tempo», analisou a estrutura da atmosfera e descreveu as características essenciais da circulação tropical, particularmente na faixa dos aliseos, e a sua incidência nos tipos de tempo, em Cabo Verde, propondo um novo quadro do ritmo estacional do clima, ilustrado com situações sinópticas características (fig. 4). Segundo Ilídio do Amaral, deve considerar-se: a estação «das brisas», entre Dezembro e Junho, em que ocorrem três tipos de tempo — «invernada»

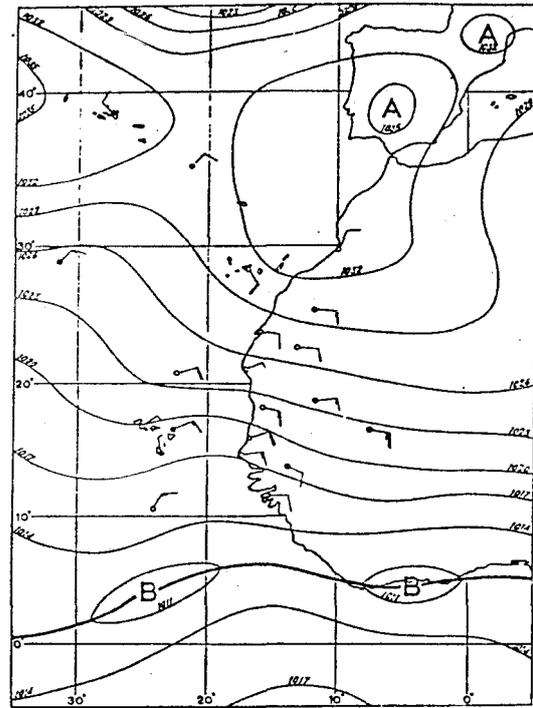


Figura 3 — Evolução da precipitação no Mindelo, segundo Humberto D. Fonseca (1956b)

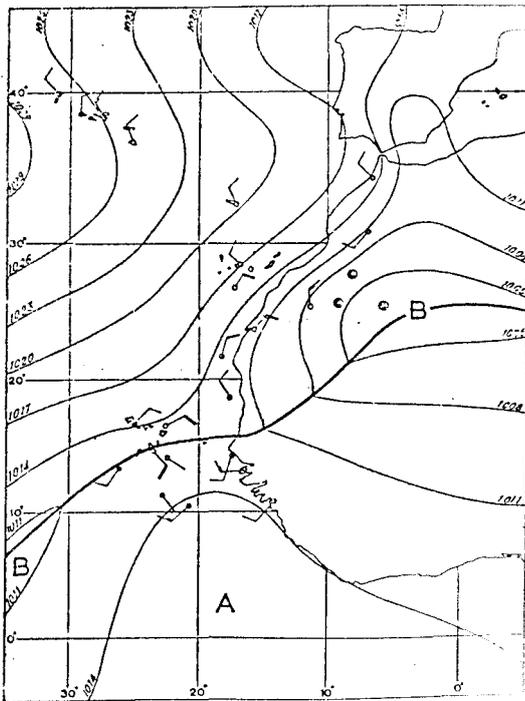
1) Média móvel, 5 anos; 2) Máximos relativos.



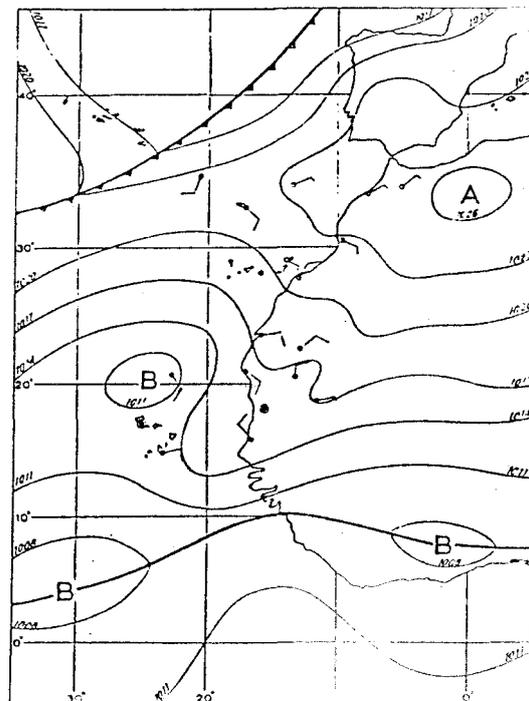
A) Situação de tempo seco



B) Situação de lestada



C) Situação de tempo de chuva



D) Situação de ivernada

Figura 4 — Situações sinópticas características dos principais tipos de tempo, segundo Ilídio do Amaral (1964)

A — Centros de alta pressão; B — Centros de baixa pressão; a traço reforçado a posição da CIT.

(de Dezembro a Março), «lestada» e «tempo seco»; a estação «das águas», de Agosto a Outubro, sendo os meses de Julho e Novembro de transição, com «tempo de chuva», «invernada» (em Novembro) e «depressões tropicais».

A investigação das condições sinópticas seria enriquecida com trabalhos do Serviço Meteorológico, sediado no Sal. Em 1968 publicou-se uma «memória descritiva das condições climatológicas gerais na região do aeroporto do Sal, à superfície e em altitude» (SMN, 1968), com base em observações efectuadas entre 1951 e 1960. Embora contendo uma descrição sumária dos elementos de superfície, a parte mais substancial do trabalho é dedicada às condições de altitude.

Encontra-se aí uma descrição com base nos valores médios e extremos dos elementos de altitude, a níveis padrão. Em função desses elementos e, sobretudo, da posição e intensidade do anticiclone dos Açores ao longo do ano, é proposta uma outra classificação do ritmo estacional, relativamente semelhante ao quadro definido por Agostinho P. Natário (1945). Consideraram a existência de três períodos: a estação seca, de Abril a Junho, dominada por situações de «anticiclone dos Açores» e de «bruma»; a estação das chuvas, de Julho a Outubro, com «depressões associadas à Zona de Convergência Intertropical» e situações de «anticiclone dos Açores»; uma estação de transição, entre Novembro e Março, de novo com situações de «anticiclone dos Açores», de «bruma» e de «vale em altitude».

Renato A. C. Carvalho (1973), que já havia participado neste trabalho, retomá-lo-ia em 1973 e publicaria um estudo mais vasto, onde, acrescentando elementos de superfície de quase todo o arquipélago, pretendeu descrever as «[...] condições climáticas à superfície e em altitude na região do arquipélago de Cabo Verde» (*ob. cit.*, p. 3). Contando com dados de 16 estações e 18 postos udométricos distribuídos por oito ilhas (apenas não incluiu observações da ilha do Maio), constitui o trabalho mais global sobre as características do clima de Cabo Verde.

Apesar da descrição sucinta e da análise dos elementos ser feita de uma forma separativa, encontram-se aqui considerações que permitem formular uma imagem das condições médias e extremas do clima do arquipélago, e alguma da evidente diversidade inter e intra-ilhas que todos os autores referem.

Em relação às condições de altitude acrescentou, em relação ao trabalho anterior (SMN, 1968), sobretudo um maior desenvolvimento na análise desses valores, e a análise das características da inversão térmica típica do aliseo e do rumo e velocidade do vento sobre a ilha do Sal.

A par do desenvolvimento da investigação sinóptica, este período foi marcado pelo aprofundamento do estudo das características da precipitação e o aparecimento de trabalhos sobre as relações entre o clima e a agricultura.

Apesar de a precipitação ter merecido desde sempre uma grande atenção, só nos anos 60, particularmente através de F. Reis Cunha, se começou a estudar detalhadamente o seu regime e distribuição. Os trabalhos anteriores centraram-se, essencialmente, na análise da precipitação anual, dos regimes médios e do número médio de dias de precipitação, com base em uma ou duas estações, normalmente a Praia e o Mindelo (apenas Orlando Ribeiro, 1954, alargou a análise ao espaço de toda uma ilha e se preocupou com a sua distribuição). O interesse do seu estudo estava intimamente associado ao estabelecimento do ritmo estacional ou, como nos anos 40-50, à previsão das secas.

Na década de 60 começou a ganhar corpo a necessidade de se definirem as áreas mais aptas para a agricultura pluvial, de avaliar os recursos hídricos e de determinar processos mais racionais para a sua utilização. O estudo da precipitação passou a estar associado a outras motivações, reflectindo-se na forma de abordagem.

F. Reis Cunha, agrónomo com especialidade em Agroclimatologia, introduziu novos métodos de análise, procurando definir detalhadamente o ritmo estacional e a repartição espacial da precipitação e adequar as práticas agrícolas às características da precipitação.

Incidindo preferencialmente sobre a ilha de Santiago, a mais importante em termos agrícolas, dedicou o seu primeiro trabalho (1960a) à distribuição da precipitação na ilha e à sua variabilidade interanual, e elaborou a primeira carta da precipitação média anual, complementada com a distribuição dos valores da sua variabilidade. Este estudo baseou-se não apenas nas médias anuais, mensais e diárias, mas sobretudo na sua dispersão e na probabilidade de ocorrência, aprofundando a análise estatística.

A variabilidade interanual, a concentração estacional, a intensidade da precipitação diária e, mesmo, a análise da «quantidade máxima de precipitação em dias seguidos», foram aspectos abordados pelo autor para diversos postos pluviométricos distribuídos pela ilha, materializando a imagem da diversidade pluviométrica através da comparação entre eles, complementada com a correlação estatística da precipitação anual registada nos vários postos e a determinação de gradientes altitudinais.

Este trabalho foi complementado por um outro estudo (F. Reis Cunha, 1960b), onde procurou definir as datas de início e fim da estação das chuvas, pois, como afirma, «seria de grande utilidade saber quando, em geral, se inicia a precipitação, para assim se poderem elaborar planos para o melhor aproveitamento possível da pouca precipitação que geralmente cai, em especial nas regiões do litoral, nomeadamente para a rápida germinação das sementes e crescimento inicial das plantas; e, por outro lado, saber até quando se pode contar com a precipitação» (*ob. cit.*, p. 941).

Para isso, determinou as frequências de ocorrência das primeiras e últimas chuvas entre Julho e Novembro, na cidade da Praia, num período de 50 anos de registos (fig. 5), adoptando como escala de análise o período de dez dias. Mas não é este o único elemento inovador que aqui se encontra. Introduziu também a discussão em torno dos limiares de precipitação diária a considerar, em função do objectivo do estudo, tendo subjacente um conceito de utilidade da precipitação — no caso, para a agricultura.

Abordou a estação das chuvas sob dois pontos de vista: um, meramente meteorológico, considerando todos os dias com precipitação, independentemente do seu valor; o outro, tendo em conta a sua eficácia para a

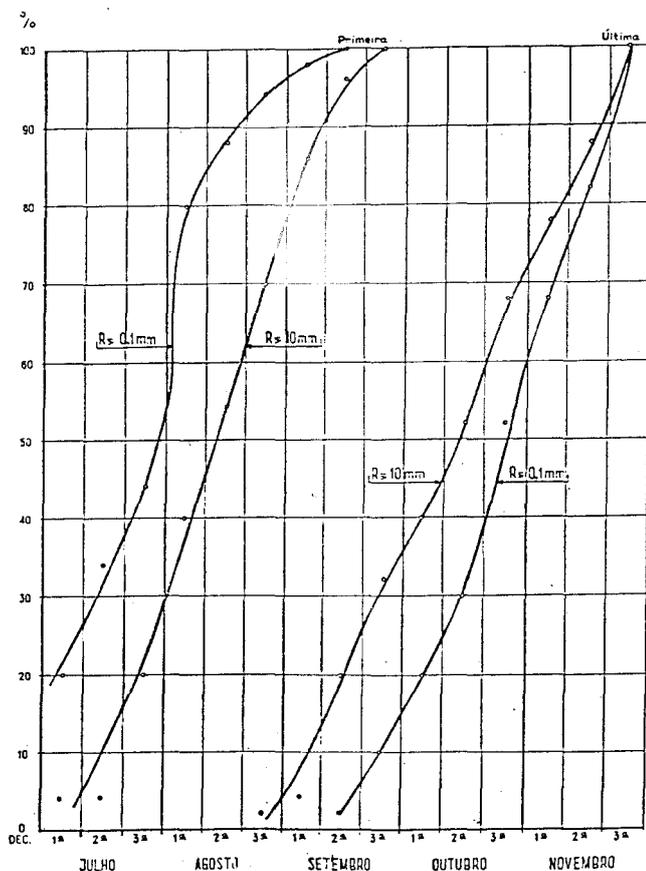


Figura 5 — Probabilidade do período de ocorrência da primeira e última precipitação da época chuvosa na Praia, segundo F. Reis Cunha (1961ob)

agricultura, considerando apenas os dias com 10 mm ou mais de precipitação, pois, as «[...] pequenas quantidades iniciais caídas pouco valor têm em face do estado de grande secura das terras e da intensa evaporação, sobretudo se não tiverem continuidade» (*ob. cit.*, p. 942).

O conhecimento das características da precipitação seria enriquecido com um trabalho de J. M. Rocha Faria (1974) sobre os valores máximos anuais da precipitação diária, onde determinou os valores de precipitação correspondentes a diversos períodos de retorno para vários pontos do arquipélago. Este autor divulgou ainda um pequeno estudo (1973) dedicado à comparação da precipitação anual registada entre 1967 e 1973 em Cabo Verde e os valores médios, que evidencia o início do período de grave escassez pluviométrica que o arquipélago conhece desde 1968.

F. Reis Cunha, em trabalhos posteriores (1961, 1962, 1964) aprofundou o estudo do clima como condicionante da actividade agrícola, integrando os vários elementos climatológicos que determinam as disponibilidades hídricas, analisando o contributo da precipitação oculta e propondo mesmo um esquema de zonagem climática.

Calculou o balanço hídrico para diversos locais da ilha de Santiago (F. Reis Cunha, 1961a) para condições médias e dois anos extremos (seco e chuvoso) e esboçou a distribuição da deficiência e excesso anual de água nas três situações (fig. 6), que o levaram a concluir que «a deficiência de água, embora grande em toda a ilha, diminui do litoral para o interior, sendo mínima nas regiões mais altas da ilha — Pico da Antónia e Serra da Malagueta — e sendo as diferenças um pouco pronunciadas no ano chuvoso» (*ob. cit.*, p. 374). Já no ano seco as diferenças regionais esbatem-se, generalizando-se a aridez a toda a ilha.

Com base nestas constatações e no seu profundo conhecimento do arquipélago, e nas «Cartas Agrícolas» de A. J. Silva Teixeira e L. A. Grandvaux Barbosa (1958), definiu um esquema de zonagem climática (F. Reis Cunha, 1961b). Considerando como factores fundamentais a posição e extensão geográfica das ilhas, o relevo e exposição, a profundidade do lençol freático e a possibilidade de receberem água de outras regiões, definiu as seguintes «regiões hidroclimáticas»:

- «Zona de altitude de exposição norte e nordeste, entre aproximadamente 500 m e 1000 m de altitude».
- «Zona húmida de altitude, aproximadamente acima de 1000 m».
- «Zona árida de altitude quase exclusivamente representada em Santo Antão onde abrange a

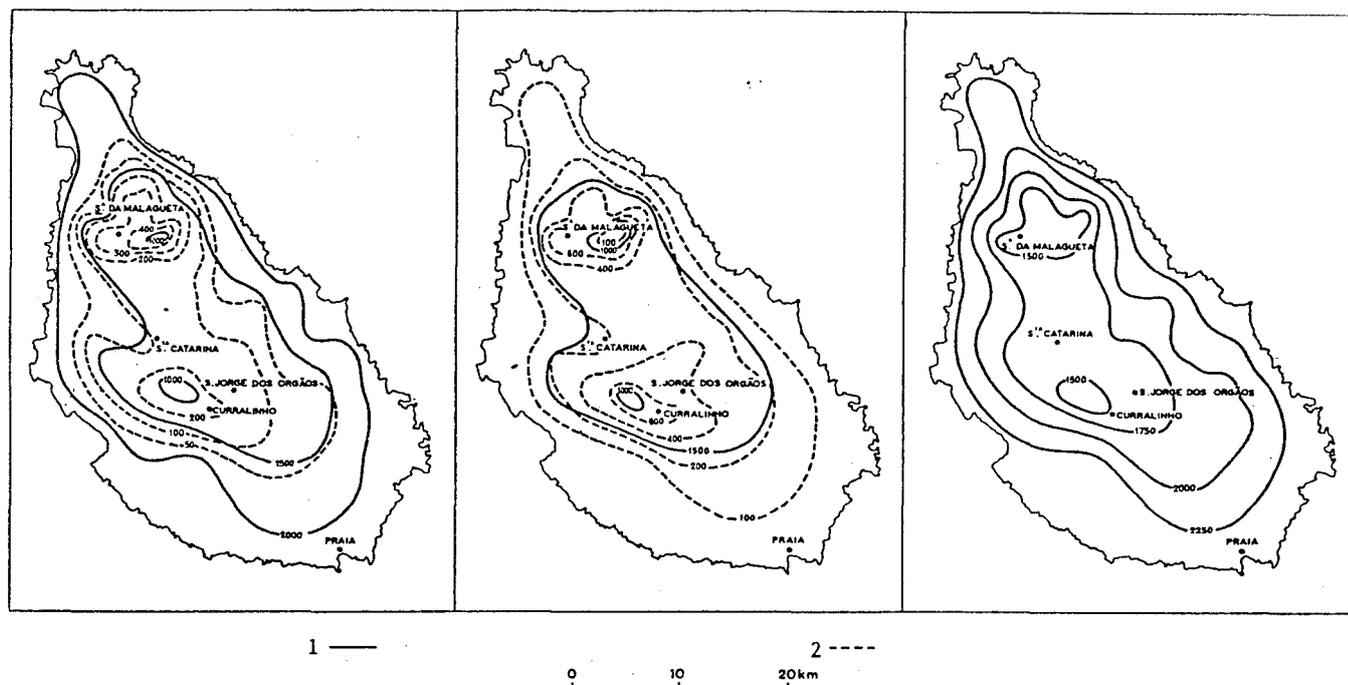


Figura 6 — Deficiência e excesso anual de água em Santiago, segundo F. Reis Cunha (1961a). Extraído de Ilídio do Amaral (1964)

1) Deficiência de água; 2) Excesso de água.

maior parte da região mais alta da vertente sudoeste da ilha».

- «Zonas do litoral e das encostas opostas aos ventos dominantes nas ilhas montanhosas e ilhas de relevo pouco acentuado»; onde distinguiu as «ribeiras que recebem água das regiões pluviosas de altitude», as «regiões em que o lençol freático está próximo da superfície e cuja água é susceptível de ser aproveitada para rega» e as «regiões que somente recebem água directa das chuvas».
- «Regiões de transição entre as zonas áridas do litoral e húmidas de altitude».

Este autor publicou ainda um trabalho pioneiro sobre a importância da precipitação oculta e a possibilidade de ser aproveitada para abastecimento doméstico (F. Reis Cunha, 1964). Sintetizou o programa de captação de água do nevoeiro que foi iniciado em 1961 pela Missão de Estudos Agrónomicos do Ultramar, descrevendo resultados das experiências levadas a cabo em Cabo Verde (?) e apresentou um «Plano de captação de água do nevoeiro para abastecimento de populações em Cabo Verde».

(?) Esses resultados foram complementados com uma publicação recente (M. Mayer Gonçalves e F. Reis Cunha, 1991).

sustentado pela investigação das condições locais, com a delimitação de áreas propícias à captação de água do nevoeiro em várias ilhas (fig. 7).

Apesar de demonstrar que é possível desta forma «captar quantidades de água com interesse para o abastecimento das populações e animais nas encostas viradas a norte e nordeste das ilhas montanhosas de Santo Antão, São Vicente, São Nicolau, Brava, Fogo e Santiago» (*ob. cit.*, p. 748), só muito recentemente o estudo desta potencialidade foi retomado.

Humberto D. Fonseca realizou também estudos sobre as potencialidades do clima para a agricultura (1962a, 1962b), adoptando, no entanto, uma perspectiva diferente de F. Reis Cunha. Enquanto este centrou a sua atenção na avaliação das disponibilidades hídricas independentemente das necessidades específicas das culturas, Humberto D. Fonseca adoptou a perspectiva inversa. Analisou as necessidades hídricas da cultura e procurou observar as possibilidades de sucesso da cultura em função da distribuição e volumes da precipitação

Inspirado nos princípios e resultados da investigação sobre o milho, feita em Itália, e à luz do comportamento fenológico aí descrito, analisou as possibilidades de sucesso de duas variedades na ilha de Santiago em face da distribuição da precipitação durante vinte anos (1941-1960) registada em duas estações meteorológicas, Praia e Santa Catarina.



Uma análise prévia dos valores da precipitação levaram-no a concluir que as sementeiras só deveriam ter lugar em Agosto, já que «não podemos contar com a chuva de Julho numa planificação séria do problema do milho de sequeiro» (Humberto D. Fonseca, 1962b, p. 53). Desta forma, admitindo um «equivalente de seca», segundo o método do agrónomo italiano C. Azzi, entre 31 mm e 50 mm para Cabo Verde, analisou as hipóteses de sucesso da cultura através da precipitação que ocorreu no mês do período crítico da cultura.

Constatou, assim, que no caso de o período crítico ocorrer em Outubro, como no caso da variedade «milho de terra», uma das mais difundidas em Cabo Verde, os resultados seriam desastrosos, particularmente no litoral. «Mesmo em Santa Catarina as condições de exploração não são brilhantes, embora já não seja ruínosa a sua cultura» (*ob. cit.*, p. 55). Já com uma variedade como o milho «pintcheirinha» ou o de «Altmira», de ciclo mais curto, a cultura teria obtido maior sucesso, e na região de Santa Catarina as condições teriam sido mesmo excelentes.

Apesar de o milho ser a base da alimentação em Cabo Verde e do seu enorme peso na economia familiar, estes foram os primeiros estudos dedicados à análise das relações entre a cultura e o clima, e esta vertente de investigação agronómica e/ou bioclimática apenas seria retomada no final da década de 80 e início dos anos 90.

#### 4 — Desenvolvimento de abordagens «hidroclimatológicas» e de estudos de bioclimatologia

Após a independência de Cabo Verde (1975), não alheios aos efeitos da grande seca que desde 1968 atingiu ao longo de vários anos os países do Sahel, o Governo e as instituições cabo-verdianas fizeram da «Conservação do solo e água» uma prioridade nacional nos domínios da investigação técnico-científica e da execução de planos de ordenamento, estimulando o desenvolvimento de estudos subordinados às duas grandes vertentes subjacentes ao problema: a implementação de medidas de combate à erosão e o aproveitamento dos recursos hídricos.

Cabo Verde, admitido no CILSS (Comité Permanente Inter-Estados para a Luta contra a Seca no Sahel) e beneficiando das acções do programa AGHRYMET, viu reforçar-se a cooperação técnico-científica internacional e melhorada a rede de observações, assistindo-se a um incremento dos estudos dedicados ao ambiente biofísico, dados a conhecer, sobretudo, sob a forma de relatórios técnicos

das missões de cooperação, a maior parte dos quais de divulgação restrita.

No início dos anos 80 publicaram-se diversos estudos sobre aspectos do clima, que continuaram a privilegiar a ilha de Santiago.

São trabalhos desenvolvidos sobretudo por hidrólogos e técnicos de hidrologia, chamados a intervir no planeamento e execução de planos e obras de hidráulica de conservação e protecção do solo, e onde, naturalmente, a precipitação ocupa lugar de destaque. Merecem uma referência especial os nomes de Ingo Dittrich, Christiaan M. Mannaerts, J. Olivry e Rui Silva.

Geralmente são estudos marcados por um forte componente de cálculo e análise estatística, em que a lei matemática e a extrapolação se sobrepõem à análise geográfica, menosprezando-se a diversidade regional, que anteriormente outros autores se esforçaram por evidenciar. Aliás, refira-se que, em grande parte deles, desenvolvidos por autores de língua não portuguesa, são ignorados os estudos portugueses anteriores.

Aplicando tendências mais recentes de caracterização estatística dos elementos climáticos, recorrem à determinação de parâmetros de tendência central e de dispersão, ao cálculo de probabilidades e a determinação de períodos de retorno, à análise de valores extremos para a quantidade de precipitação anual, mensal e diária. Mas a estatística quase parece constituir um fim em si mesma, deixando-se frequentemente ao leitor a interpretação dos dados. Por outro lado, a quantidade de precipitação, qualquer que seja a escala temporal, é o principal objecto, e a sua análise é feita, sobretudo, tendo em vista o dimensionamento das estruturas hidráulicas.

Ingo Dittrich e Rui Silva, por exemplo, parecem reflectir bastante este tipo de abordagem. A análise geográfica, o recurso à comparação espacial são diminutos e nalguns casos efectuados de uma forma demasiado generalista. Por exemplo, Rui Silva (1981), a propósito da influência da altitude na distribuição da precipitação estabeleceu um gradiente altitudinal para os valores anuais e mensais, de Agosto a Outubro, a partir da regressão linear simples entre vários postos da ilha de Santiago. Ignorou, desta forma, a diversidade e a ausência de linearidade nessa relação demonstrada por F. Reis Cunha (1960).

J. Olivry (1981), num estudo da precipitação em São Nicolau, apresentou já uma abordagem diferente, em que a análise estatística é complementada com a caracterização da distribuição espacial. Realçando as particularidades de cada área, fez sobressair a grande diversidade em função de factores locais.

Em Christiaan M. Mannaerts (1983) encontra-se um trabalho mais amplo, em que procurou estabelecer

uma zonagem climática da parte meridional da ilha de Santiago a partir de valores registados entre 1958 e 1976. Ciente da importância do relevo como factor de diversidade regional e local, adoptou como método: divisão da região em faixas de altitude; estabelecimento dos gradientes pluviométrico e térmico; cálculo da evapotranspiração potencial e cálculo de índices de aridez para as diferentes faixas.

Chegou, assim, à seguinte classificação: clima árido — áreas inferiores a 50 m; semiárido — entre 150 m e 750 m; e sub-húmido — áreas acima dos 750 m.

Abordagens mais integradas encontram-se também em J. Olivry (1989) sobre a ilha de São Nicolau e em M. C. Babau *et al.* (1983), Luís M. Alves (1986) e D. Brum Ferreira (1986, 1987, 1989) sobre Santiago.

O trabalho de J. Olivry (1989) é dedicado à definição do balanço hidrológico da ilha de São Nicolau. A caracterização da precipitação publicada em 1981 é completada com uma análise da temperatura, da humidade e da precipitação oculta, tendo mesmo, para este fim, instalado captadores em dois pontos da ilha (fig. 8). No entanto, o estudo pormenorizado utiliza a precipitação para entender o comportamento hidrológico das bacias hidrográficas da ilha, os riscos de cheias rápidas e de erosão das vertentes.

Numa mesa-redonda sobre as potencialidades e problemas para o desenvolvimento em Cabo Verde, M. C. Babau *et al.* (1983) apresentaram uma comunicação onde reuniram elementos de caracterização climática do arquipélago, em particular da ilha de Santiago, onde está patente a sua preocupação em

analisar as disponibilidades hídricas, contemplando quer o ramo atmosférico, como a componente terrestre do ciclo hidrológico.

O tipo de abordagem não se afasta significativamente do descrito inicialmente, embora dediquem algumas notas ao contraste bioclimático entre as partes oriental e ocidental das ilhas, introduzindo mesmo um elemento novo no «debate» sobre essa dissimetria. Nomeadamente, contrariam a ideia geral sobre a distribuição da precipitação. Segundo os autores, é a vertente ocidental, a vertente abrigada, a mais chuvosa. Apesar da escassez de pontos de observação, deduzem esse facto das características da rede hidrográfica «on constate que la capacité de transport des rivières est beaucoup plus importante que sur l'autre versant» (*ob. cit.*, p. 46) e do facto de estar mais exposta à monção de SW<sup>(8)</sup>. A maior exuberância da vegetação do lado oriental é explicada pelo facto de beneficiar durante a estação seca da humidade transportada pelo alíseo de NE, que devido ao efeito de «foehn» não atinge a vertente oposta.

Não deixa de ser paradigmática do tipo de abordagem a afirmação a propósito dos resultados do cálculo da probabilidade de precipitação mensal para vários pontos da ilha: «Il est laissé aux Agronomes le souci d'analyser ce tableau en fonction de leurs calendriers culturaux» (*ob. cit.*, 46).

<sup>(8)</sup> Opinião algo polémica que não tem em linha de conta a diversidade litológica, estrutural e morfológica entre os dois sectores da ilha.

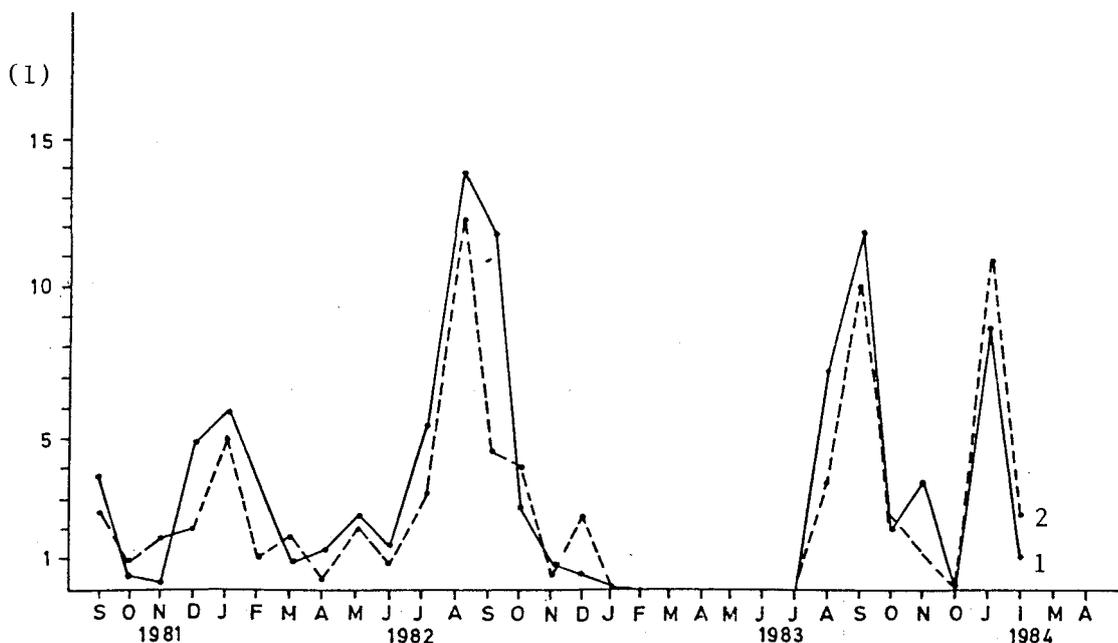


Figura 8 — Quantidade de água recolhida em dois captadores de neveiro em São Nicolau, segundo J. C. Olivry (1989)

1) Caminho, altitude: 800 m; 2) Casa, altitude: 1000 m.

O trabalho é concluído com uma avaliação dos recursos hídricos a partir do cálculo do balanço hídrico para diversos níveis altitudinais. Refira-se que isto é feito de uma forma bastante discutível, já que os elementos climáticos foram obtidos por estimativa, a partir de gradientes altitudinais definidos através de uma regressão linear simples entre os valores de todas as estações, independentemente da sua posição; acrescente-se que a evapotranspiração potencial foi calculada pelo método de Thornthwaite, considerado, pelos autores, mais adequado porque quando comparado com o método de Penman sobrestima o seu valor, e assim confere uma maior margem de segurança — ao contrário do que concluiu F. Reis Cunha (1961a) para Cabo Verde, e outros autores em áreas com climas semelhantes, em particular no Sahel.

Os trabalhos de maior profundidade sobre o clima de Cabo Verde devem-se a Denise B. Ferreira. Em 1986 publicou um estudo sobre as características da aridez e das secas em Cabo Verde, em particular na ilha de Santiago, onde desenvolveu uma abordagem integradora das várias vertentes do problema.

Sendo a seca uma consequência directa do clima, debruçou-se inicialmente sobre o «quadro climático da seca» e traçou o quadro das condições atmosféricas, analisando o ritmo estacional da circulação e os tipos de tempo que afectam Cabo Verde. Este assunto mereceu um tratamento aprofundado num trabalho posterior (Denise B. Ferreira, 1989) <sup>(\*)</sup>, em que foi feita uma análise exaustiva das características da troposfera sobre Cabo Verde e dos mecanismos da circulação que explicam o ritmo climático do arquipélago.

O estudo da precipitação é, naturalmente, um dos aspectos que merece grande destaque. Mas o estudo das suas características ultrapassa as perspectivas «hidrológicas» e «meteorológicas» que caracterizam outros estudos. Efectuou uma abordagem que evidencia a necessidade de conciliar uma perspectiva meteorológica com uma óptica bioclimática.

Debruçou-se inicialmente sobre as principais características da distribuição espacial e temporal da precipitação na ilha, analisando a sua variabilidade, o seu regime provável, a concentração estacional e diária, a sua intensidade; tal como F. Reis Cunha, abordou o problema da estação das chuvas e a questão da sua definição em função da eficácia da precipitação diária, propondo outros limiares e adoptando a escala diária.

Na análise da escassez pluviométrica propôs o aprofundamento do seu estudo a partir da «análise de sequências», dado os efeitos nefastos de períodos consecutivos de escassez. Tratou, por isso, à escala mensal, o número de meses «sem chuva mensurável» e/ou «volume útil», e à escala diária, a dimensão das sequências de dias sem precipitação eficaz.

A análise da precipitação foi complementada com a abordagem do comportamento de outros elementos que contribuem para situações de *stress* hídrico na alimentação das plantas e permitem traçar as características da *secura* nas diversas vertentes implicadas no problema

Calculou os balanços hídricos de diversos pontos da ilha, representativos de vários andares bioclimáticos, e analisou os elementos que integram o seu cálculo, com realce para a evapotranspiração potencial (calculada pelo método de Penman), explicando a sua variação mensal a partir da relação com os principais elementos do clima (fig. 9).

Apesar da importância da *secura* no clima do arquipélago e dos efeitos dos longos períodos de seca, particularmente do período iniciado em 1968, não foram muitos os autores que nos últimos anos se dedicaram ao estudo da variabilidade da chuva.

M. C. Babau (1983) divulgou um pequeno estudo sobre a evolução da precipitação anual na cidade da Praia, de 1885 a 1983. Mas limitou-se a determinar, segundo uma perspectiva meramente meteorológica, períodos deficitários e períodos excedentários, a partir da comparação com o valor médio (média deduzida da distribuição teórica, tendo considerado a Lei de Galton).

Este valor médio constitui o eixo que separa anos secos e húmidos, mas o próprio autor reconhece que se utilizasse a mediana como parâmetro central, francamente mais baixa, a relação anos deficitários/anos húmidos se alteraria.

J. Olivry (1981) dedicou algumas notas a este assunto, utilizando também valores brutos e a média móvel de 5 anos. Rui Silva (1987) procurou efectuar a *Caracterização da Seca de 1968-1979 na Ilha de Santiago (Cabo Verde)*.

Comparou os valores médios registados neste período em 10 postos pluviométricos, com séries de duração mais longa, complementada com a identificação dos períodos em que ocorreram os valores absolutos mais baixos e a média de 2, 5 e 10 anos.

Denise B. Ferreira (1987, 1989) debruçou-se também sobre as características deste período. A análise da evolução da precipitação passou, no entanto, pela observação da modificação não só dos

(\*) Esta obra retoma e amplia as considerações desenvolvidas nos estudos publicados em 1986 e 1987.

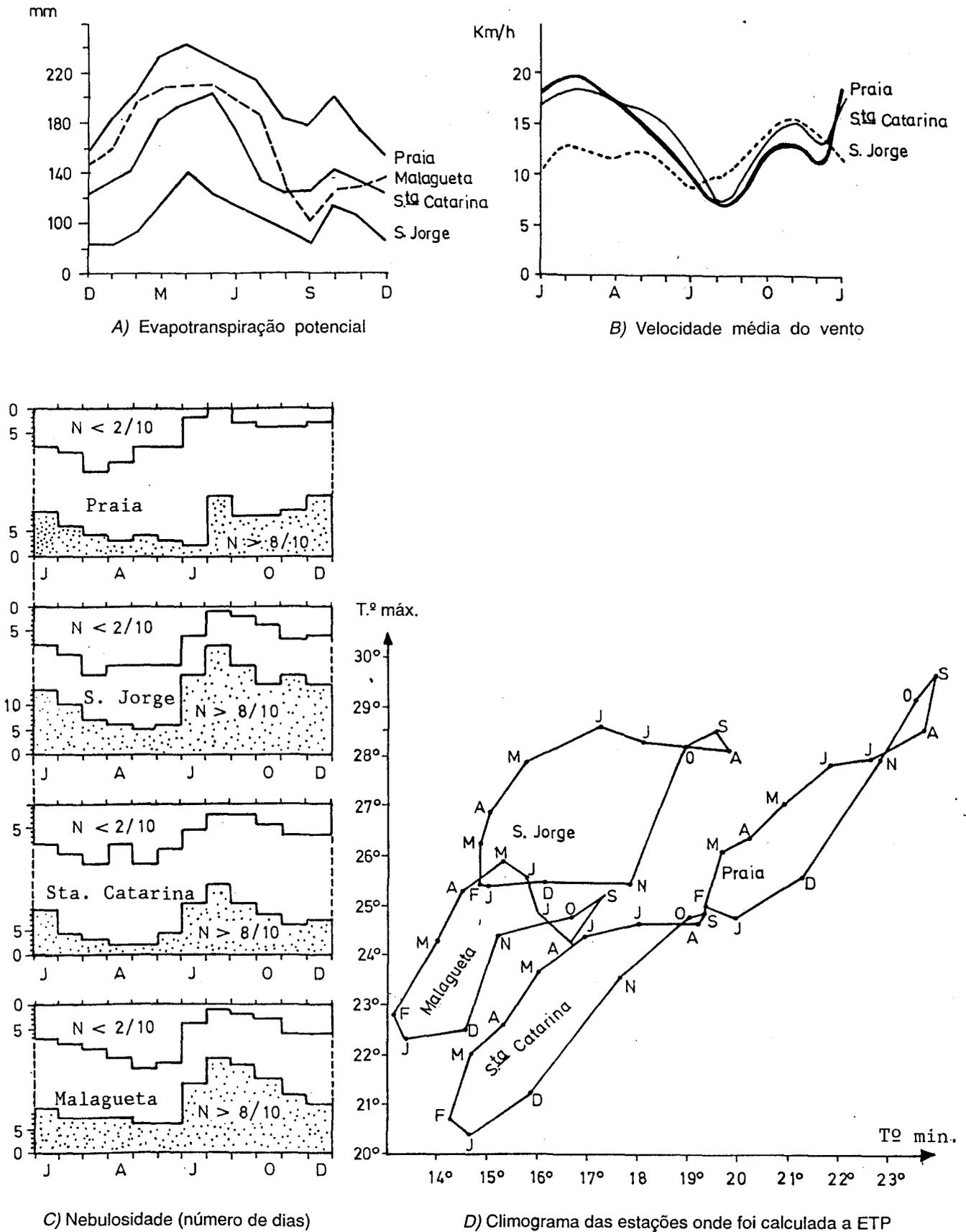


Figura 9 — Evapotranspiração potencial e alguns elementos que a condicionam em Santiago (médias 1941-1960), segundo Denise B. Ferreira (1986)

valores anuais mas, também, mensais e diários, e pelo recurso a outros parâmetros estatísticos para além da média, como a mediana, os desvios à mediana e os decis.

Desta forma foi-lhe possível constatar, a partir de 1968, não só a alteração do volume de precipitação, mas também uma modificação das características da precipitação, observando-se uma alteração da fisionomia da estação das chuvas (fig. 10). A análise estendeu-se a outros elementos como a temperatura, a nebulosidade, tipo de nuvens e mecanismos atmosféricos (fig. 11).

Analisou, por fim, a evolução do balanço hídrico e, em particular, o *stress* hídrico, através da relação ETR/ETP, entre 1950 e 1979, dando uma outra perspectiva sobre as características do período seco (fig. 12).

Introduziu definitivamente um outro tipo de abordagem, que confere aos estudos de climatologia uma perspectiva de aplicação, com forte ligação à bioclimatologia vegetal e, em particular, à agroclimatologia.

A análise da precipitação e dos outros elementos é fortemente condicionada pelo ritmo vegetativo das culturas, em particular do milho, a principal cultura. Veja-se, por exemplo, a discussão em torno dos limiares da precipitação diária a adoptar na análise, tendo em conta o conceito de chuva eficaz; ou a preocupação em analisar as sequências de dias secos/húmidos, dado os seus efeitos no desenvolvimento das plantas; o estudo da dimensão da estação das chuvas comparada com a duração do ciclo vegetativo; as áreas mais adequadas para a cultura em função do clima; a deficiência de água, etc.

Nos seus trabalhos propõe mesmo uma metodologia de análise da evolução das condições climáticas para o estado das culturas, em particular do milho e do feijão, onde faz intervir os diversos elementos, que sintetiza em artigo de 1988, onde analisa um ano particular.

Este assunto, apesar da sua importância, não parece ter merecido ainda a devida atenção por parte dos investigadores. Na verdade, apenas Luís M. Alves, J. M. Lopez e Ezequiel Correia desenvolveram trabalhos neste domínio. O primeiro, contudo, abordou ainda o problema de uma forma superficial, sem desenvolver uma investigação exaustiva. Para além de umas notas gerais sobre as possibilidades de sucesso da cultura do milho em função da precipitação mensal (1986a), incluiu como exercício num trabalho de estágio (1986b) sobre a utilização de técnicas agrometeorológicas e de imagens de satélite para o acompanhamento das culturas uma aplicação a Cabo Verde.

Pode aí encontrar-se a aplicação de um método para avaliar a evolução da satisfação das necessidades hídricas da cultura do milho, a partir da determinação das suas necessidades ao longo do seu período vegetativo (afectando a ETP com «coeficientes culturais») e da disponibilidade hídrica, a partir da precipitação e do balanço hídrico, calculado através de um método proposto pela FAO.

J. M. Lopez (1990a, 1990b) desenvolveu um trabalho mais profundo tendo em vista um melhoramento dos meios de previsão do rendimento do milho em Cabo Verde. Constatando que a relação entre o rendimento e a precipitação anual em Cabo Verde não é perfeitamente segura, propôs um modelo de previsão «basé sur la modélisation du bilan hydrique utilisant une fonction d'évapotranspiration réelle, l'humidité du sol et la demande évaporative» (J. M. Lopez, 1990a, p. 17). Desenvolveu para esse fim uma importante investigação no terreno, de avaliação das características agropedoclimáticas em diversos pontos da ilha de Santiago, que lhe permitiram discutir os vários parâmetros do balanço hídrico, e introduziu no cálculo das necessidades hídricas e da sua satisfação elementos relacionados com a fenologia da planta.

Adoptou para o cálculo do balanço hídrico o modelo BIPODE, desenvolvido para os países do CILSS no quadro do programa AGHRYMET, e propôs um modelo de previsão baseado numa regressão linear dependente do valor de um indicador determinado pela taxa de satisfação hídrica da cultura no seu período crítico e pelas necessidades globais de água.

Embora tendo subjacente igualmente os problemas que se colocam ao normal desenvolvimento da cultura do milho em Cabo Verde, no estudo desenvolvido por Ezequiel Correia (1994), a editar brevemente pelo IICT, encontra-se antes uma abordagem «que pretende aprofundar o conhecimento das características da precipitação na ilha de Santiago, numa perspectiva agroclimática» (p. 1). Procura-se efectuar uma caracterização exaustiva da estação das chuvas, à escala compatível com o desenvolvimento da cultura, contendo uma noção dos riscos e potencialidades do regime da precipitação que possa servir como ponto de partida para uma melhor planificação do calendário cultural.

Servindo-se do balanço hídrico sequencial, aplicando um modelo baseado em metodologia proposta pela FAO, analisa as características dos constrangimentos hídricos que afectam a cultura, através da comparação entre as exigências da cultura e as características da estação das chuvas. Esta é

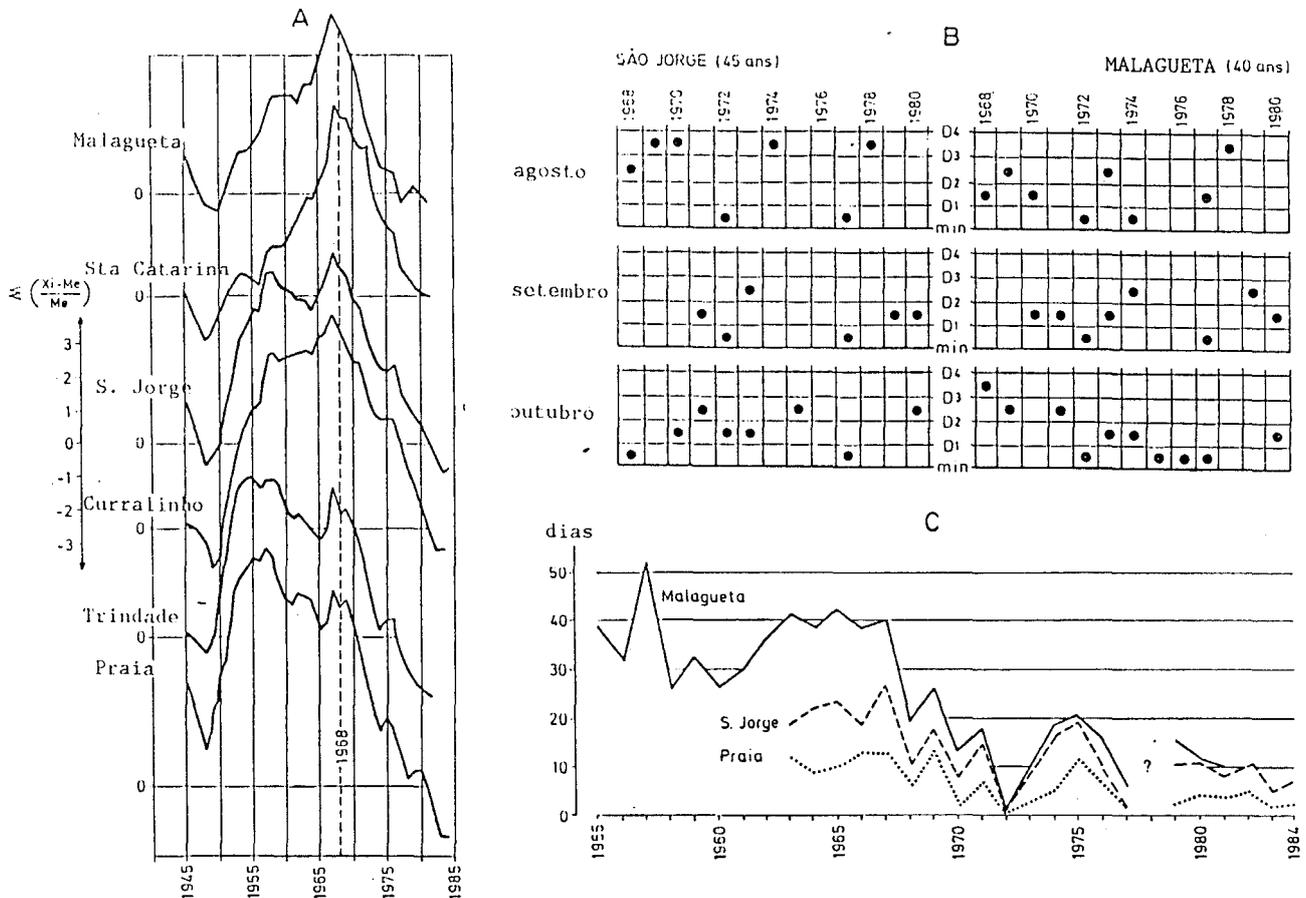


Figura 10 — Aspectos pluviométricos da crise climática actual, segundo Denise B. Ferreira (1987)

A) Desvios acumulados à mediana das precipitações anuais. B) Gravidade da seca dos meses de Agosto, Setembro e Outubro; apenas foram indicados os meses cuja precipitação foi inferior ao 4.º decil. Para cada estação consta o número de anos que serviram de base ao cálculo dos decis. C) Número de dias de chuva superior a 5 mm durante a estação das chuvas.

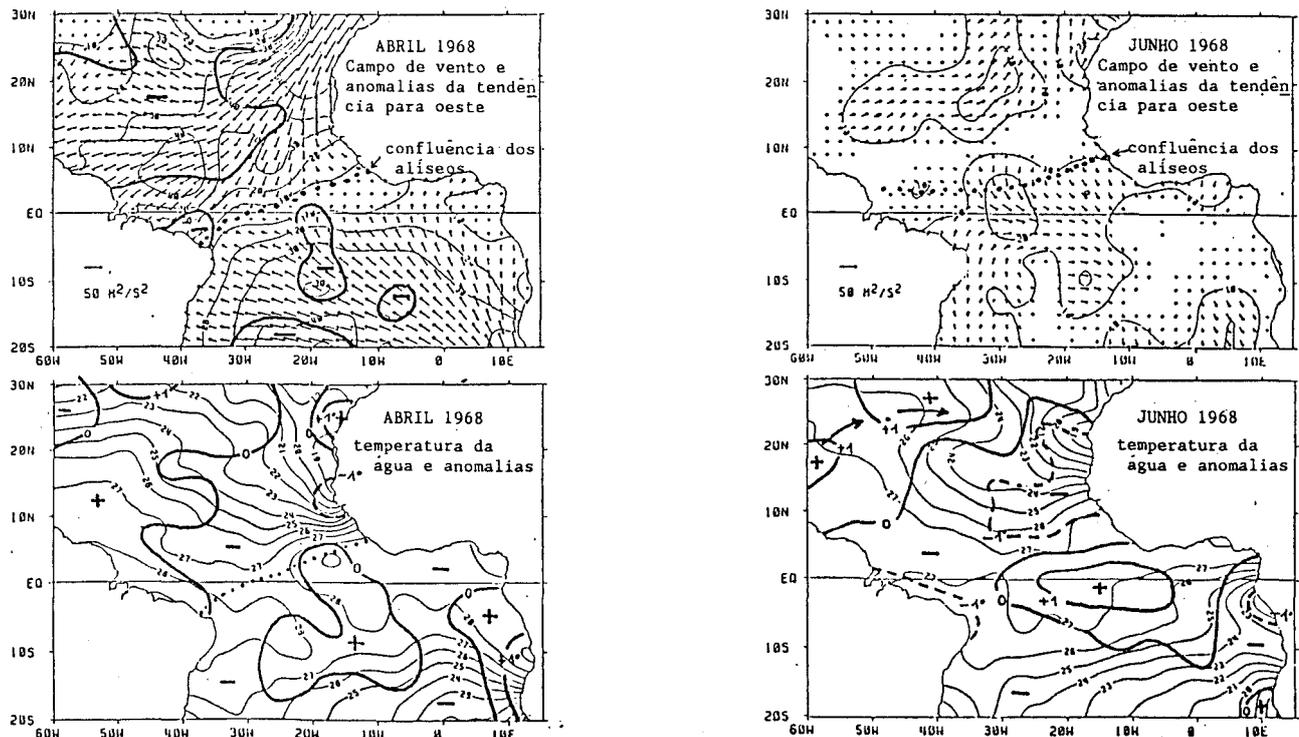


Figura 11 — Condições meteo-oceanográficas sobre o Atlântico, associadas à deficitária estação das chuvas de 1968 em Cabo Verde, segundo Denise B. Ferreira (1989)

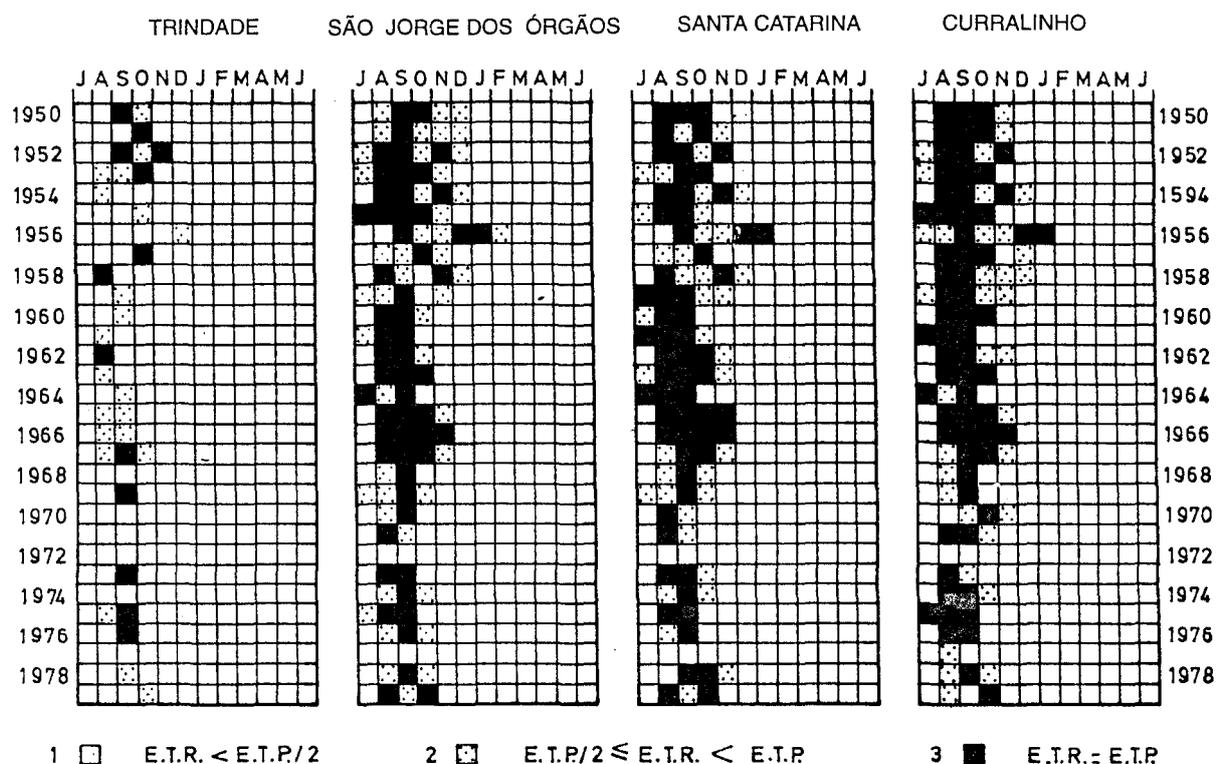


Figura 12 — Variabilidade das condições de humidade na ilha de Santiago durante o período 1950-1979, segundo Denise B. Ferreira (1987)

Tipologia dos meses: 1) Seco; 2) De transição; 3) Húmido.

apreciada não só em função do volume mas, sobretudo, da sua duração, datas limite e distribuição da precipitação ao longo dela. Procedendo à análise da probabilidade de ocorrência de chuva útil para a planta e de sequências secas (fig. 13), traça-se um quadro dos riscos para a cultura em determinados momentos e, igualmente, do «período adequado» para o seu desenvolvimento (fig. 14).

### 5 — Considerações finais

Além dos estudos já referidos, outros existem, dedicados a temas diferentes, a que não se fez alusão, por constituírem abordagens isoladas, sem continuidade. É o caso, por exemplo, de algumas tentativas de classificação climática, em que se destacam os trabalhos de Firmino A. Soares (1956), que ensaiou a aplicação de diversos índices em vários pontos do arquipélago, de Ruy J. Gomes (1966), sobre os problemas do conforto térmico, em que a cidade da Praia mereceu alguma atenção, e de um breve ensaio metodológico sobre as condições climáticas para o turismo litoral na parte meridional da ilha de Santiago (Ezequiel Correia, 1993). A língua é também uma barreira que impediu a análise de algumas obras, como no caso de Heinz Klug (1973, 1980), publicadas em alemão.

A evolução dos estudos sobre o clima de Cabo Verde está estreitamente relacionada, não só com as tendências científicas dominantes que marcaram determinados períodos e com a formação científica e técnica dos seus autores, mas sobretudo com as vicissitudes impostas pelas suas características às actividades humanas.

Um facto de assinalar é que a ilha de Santiago tem centrado sobre si a maior parte dos estudos sobre o clima de Cabo Verde, sobretudo a partir dos anos 60, dando azo mesmo, por vezes, a generalizações simplistas sobre o clima do arquipélago. Certamente que não será estranha a este facto a sua importância política, sócio-demográfica e económica, e a existência das melhores infra-estruturas meteorológicas, e mesmo de outra índole.

Para além de Santiago, apenas as ilhas do Fogo e São Nicolau contam com estudos de maior profundidade, de caracterização global, que ultrapassam as meras referências pontuais a um ou outro elemento, em estudos de conjunto. Apesar de alguns esforços de síntese das características do clima do arquipélago, sobressai a ausência de uma obra geral, dedicada ao arquipélago no seu conjunto.

A componente sinóptica da investigação climática é um dos aspectos relevantes nos estudos sobre Cabo Verde. Tendo-se iniciado na década de 40, sobretudo com os estudos de Humberto D. Fonseca, e

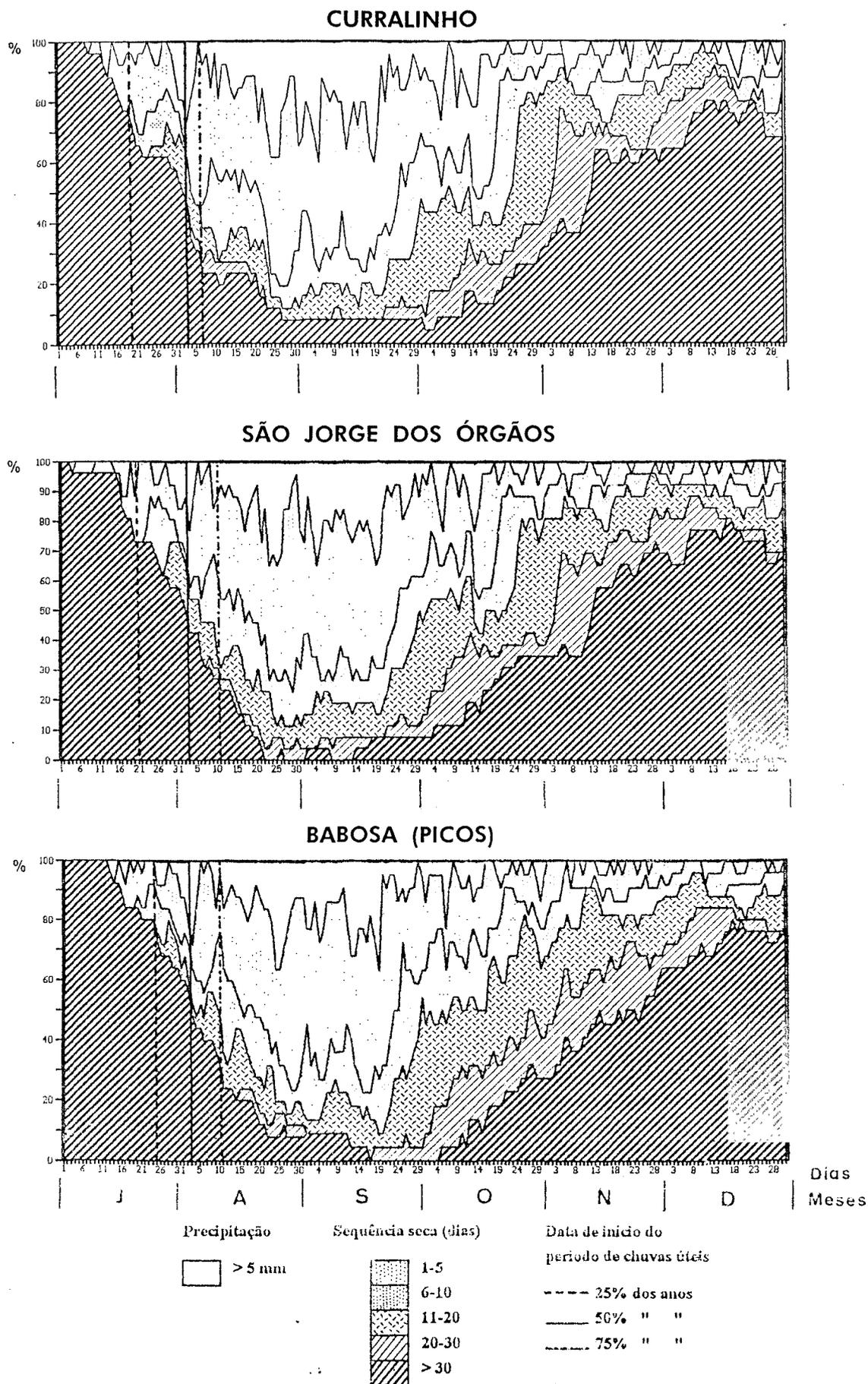


Figura 13 — «Probabilidade» de um dia registar chuva útil e de pertencer a uma sequência seca e data de início do período de chuvas úteis no maciço do Pico da Antónia, segundo Ezequiel Correia (1994)

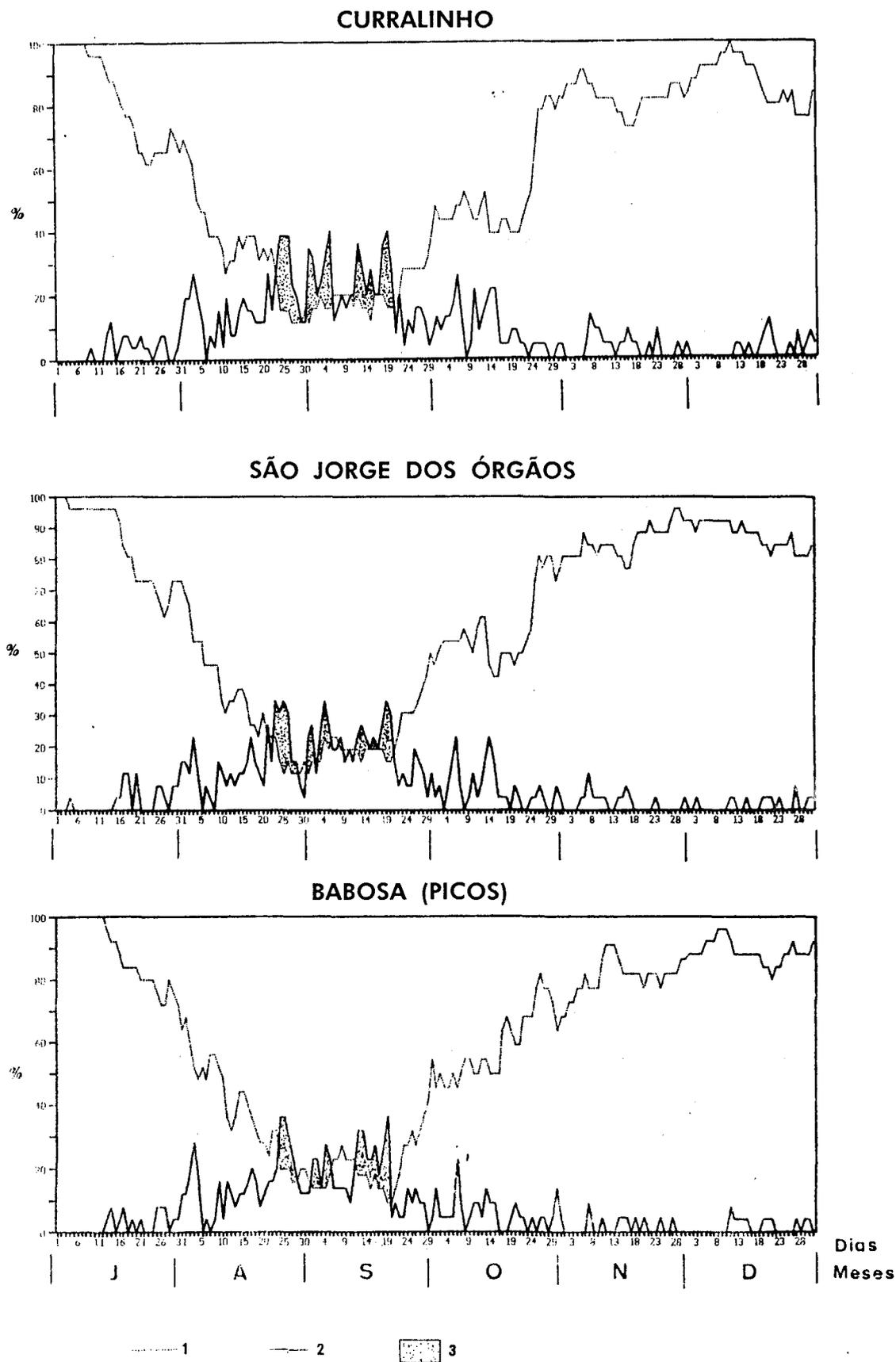


Figura 14 — «Período adequado» para a cultura do milho no maciço do Pico da Antónia, segundo Ezequiel Correia (1994)

- 1) Probabilidade diária de ocorrência de chuva útil;
- 2) Probabilidade de o dia pertencer a uma sequência seca superior a 10 dias;
- 3) Período adequado.

aprofundado no final dos anos 60, início da década de 70, com trabalhos do Serviço Meteorológico, consolidou-se com a exaustiva investigação das características da troposfera de Cabo Verde e a sua inserção nos mecanismos da circulação da zona intertropical na obra de Denise B. Ferreira (1989).

Sendo a aridez uma característica fundamental do clima do arquipélago, é natural que se tenham centrado sobre a precipitação e as disponibilidades hídricas a maior parte dos estudos. No entanto, notam-se diversas perspectivas de abordagem: a análise «meteorológica» e/ou «climatológica» que se encontra nas obras de descrição geral e em trabalhos de meteorologistas, sobretudo até aos anos 70, preocupada em descrever a sua distribuição espacial e temporal; uma abordagem «hidrológica», que, como se viu, marca os anos 80, com o tratamento estatístico aprofundado, sobretudo do seu volume e intensidade; e uma análise «bioclimática», como nos trabalhos dos anos 60 de F. Reis Cunha e Humberto D. Fonseca, e nos estudos mais recentes, onde sobressai o interesse do estudo das suas

características em função da sua relação com as necessidades hídricas da vegetação.

O problema da aridez e da ocorrência de períodos críticos de seca é algo subjacente em quase todos os estudos, e objecto de estudos específicos. Inicialmente, dando origem a trabalhos de pesquisa de alternativas para a suprir, como as tentativas para a sua previsão, de provocação de chuva artificial e de captação de água do nevoeiro; mais recentemente, sendo ensaiada a sua caracterização bioclimática, envolvendo todos os elementos que contribuem para as situações de seca agroclimática.

Dada a extrema dependência da maior parte da actividade agrícola das condições climáticas, estranha-se, aliás, que a agroclimatologia tenha sido relativamente ignorada até há pouco tempo. De facto, a investigação nesta área da climatologia, apesar de se ter esboçado já nos anos 60, com F. Reis Cunha e Humberto D. Fonseca, só nos últimos anos ganhou novo impulso, com Denise B. Ferreira, J. M. Lopez e Ezequiel Correia.

## BIBLIOGRAFIA

- ALVES, Luís Monteiro (1983) — *Rôle de l'agrométéorologie dans le développement socio-économique de la République du Cap Vert*. Arlon, Fondation Universitaire Luxembourgeoise, Centre Universitaire des Sciences de l'Environnement, 137 p. (Mémoire de Maîtrise en Sciences de l'Environnement).
- (1986a) — «Condições climáticas de Cabo Verde: seu reflexo na produção agrícola de sequeiro». *Revista de Investigação Agrária*, série A, 2, pp. 21-23.
- (1986b) — *Les techniques agroclimatiques et les techniques de télédétection utilisées par la NOAA/NESDIS/AISC. Evaluation speciale de l'impact climatique sur les cultures et les paturages au Cap Vert*. Washington, University of Missouri, 151 p. (polic.).
- AMARAL, Ilídio do (1964) — *Santiago de Cabo Verde. A Terra e os Homens*. Lisboa, Junta de Investigações do Ultramar, 444 p., il. (Memórias, 2.<sup>a</sup> série; 48).
- (1986) — «Fronteiras do Sahel: alguns aspectos geográficos». *Garcia de Orta, Série de Geografia*, Lisboa, 11 (1-2), pp. 1-54.
- (1991) — «Cabo Verde: introdução geográfica», in ALBUQUERQUE, Luís de & SANTOS, Maria Emília Madeira (coord.) — *História Geral de Cabo Verde*. Volume I. Lisboa / Praia, Instituto de Investigação Científica Tropical / Direcção-Geral do Património Cultural, pp. 1-22.
- AZEVEDO, Rodolfo (1950) — «O problema das chuvas em Cabo Verde». *Cabo Verde*, 1 (10), p. 5.
- BABAU, M. C. (1983) — *Evolution de la pluie annuelle de 1885-1983 a la station de Praia, Ile de Santiago*. [São Jorge dos Órgãos], Centro de Estudos Agrários, 14 + 7 p.
- BABAU, M. C., ALVES, L. M. & SILVA, R. (1983) — «Les conditions générales au Cap Vert», in Abreu, A. Trigo de & Soares, Horácio (coord.) — *Desenvolvimento e pesquisa no longo prazo em Cabo Verde. Mesa-redonda*. Oeiras, Instituto Gulbenkian de Ciência, Centro de Estudos de Economia Agrária, pp. 33-109.
- BARCELLOS, C. J. Senna (1904) — *Alguns apontamentos sobre as fomes em Cabo Verde desde 1719 a 1904*. Typ. da Cooperativa Militar, Lisboa, 108 p.
- CAMPOS, Ezequiel de (1922) — «Memória acerca de um caso de perturbação climática». *O Instituto*, 69 (7), pp. 312-325.
- CARVALHO, Renato A. C. (1973) — *Meteorological conditions in the Cape Verde Islands*. Lisboa, Serviço Meteorológico Nacional, 60 p. (polic.).
- CHEVALIER, Auguste (1935) — «Les îles du Cap Vert: géographie, biogéographie, agriculture. Flore de l'archipel». *Revue de Botanique Appliquée et d'Agriculture Tropicale*, 15, pp. 733-1090.
- CORREIA, Ezequiel (1993) — «Condições climáticas para o turismo balnear em Santiago (Cabo Verde): aplicação de duas classificações». *Garcia de Orta, Série de Geografia*, Lisboa, 14 (1-2), pp. 41-56.
- (1994) — *Estudo agroclimático da cultura do milho na ilha de Santiago (Cabo Verde)*. Lisboa, Faculdade de

- Letras da Universidade de Lisboa, 195 p. (polic.) (dissertação de mestrado em Geografia Física e Regional).
- CORREIA, Ezequiel, GONÇALVES, António & AMARAL, Ilídio do (1995) — *Bibliografia Geográfica de Cabo Verde*. 1.º vol. Lisboa, Instituto de Investigação Científica Tropical, 173 p. (Comunicações, Série de Ciências da Terra, 5).
- COSTA, Joaquim Vieira Botelho da (1882a) — «A ilha de São Vicente de Cabo Verde». *Boletim da Sociedade de Geografia de Lisboa*, 3.ª série (2), pp. 80-128.
- (1882b) — «A ilha do Sal de Cabo Verde». *Boletim da Sociedade de Geografia de Lisboa*, 3.ª série (11), pp. 656-689.
- (1883) — «A ilha do Sal de Cabo Verde. Rectificação». *Boletim da Sociedade de Geografia de Lisboa*, 4.ª série (8), pp. 404-406.
- CUNHA, Fernando Reis (1960a) — «A variabilidade da precipitação na ilha de Santiago (Cabo Verde)». *Garcia de Orta*, Lisboa, 8 (4), pp. 887-899.
- (1960b) — «Probabilidade do período de ocorrência do início e do fim da precipitação da 'estação chuvosa' na cidade da Praia (Cabo Verde)». *Garcia de Orta*, Lisboa, 8 (4), pp. 941-945.
- (1961a) — «O balanço hidrológico na ilha de Santiago (Cabo Verde)». *Garcia de Orta*, Lisboa, 9 (2), pp. 359-379.
- (1961b) — *Relatório dos trabalhos de Meteorologia Agrícola realizados na Província de Cabo Verde durante o ano de 1961*. Lisboa, Missão de Estudos Agronómicos do Ultramar, 39 p. (dact.).
- (1964) — «O problema da captação da água do nevoeiro em Cabo Verde». *Garcia de Orta*, Lisboa, 12 (4), pp. 719-754.
- DAVEAU, Suzanne (1969) — «La découverte du climat d'Afrique Tropicale au cours des navigations portugaises (xv<sup>ème</sup> siècle et début du xvi<sup>ème</sup> siècle)». *Bulletin de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire*, série B, Sciences humaines, 31 (4), pp. 953-988.
- DITTRICH, Ingo (1980) — *Détermination des crues de projet pour le barrage Baía (Projet Achada Baleia) et considérations probabilistiques de remplissage de barrage*. Praia, MDR/DGCARN, 10 p. (dact.).
- (1981a) — *Essai d'une estimation des précipitations maximales journalières pour l'île de Santiago*. Praia, Ministério do Desenvolvimento Rural, 6 p. (dact.).
- (1981b) — *La normalité des sommes annuelles et la distribution de probabilité des déficits cumulés de la pluviométrie à l'île de Santiago*. Praia, Ministério do Desenvolvimento Rural, Gabinete de Estudos e Planeamento (dact.).
- (1982a) — *Informations sur les conditions pluviométriques et hydrologiques à l'île de Boavista*. Praia, Ministério do Desenvolvimento Rural, 27 p. (dact.).
- (1982b) — *Les précipitations maximales possibles aux îles du Cap Vert: une estimation*. Praia, Ministério do Desenvolvimento Rural, Gabinete de Estudos e Planeamento (dact.).
- (1982c) — *Une délimitation des composants du bilan hydrique pour Santiago. Un modèle semi-déterministique*. Praia, Ministério do Desenvolvimento Rural, 21 p.
- FARIA, J. M. da Rocha (1973) — *Precipitação em Cabo Verde [comparação dos valores da precipitação (mm) de 1967 a 1973 com os valores médios]*. Lisboa, Serviço Meteorológico Nacional, 8 p. (dact.).
- (1974) — «Análise da frequência dos maiores valores anuais da quantidade de precipitação diária em alguns locais do Ultramar», in *Colectânea de Estudos Hidrológicos*. Lisboa, Direcção-Geral das Obras Públicas e Comunicações, pp. 359-392.
- FERREIRA, Denise de Brum (1983) — *Étude de la convection au-dessus de l'Atlantique Tropical au large de l'Afrique Occidentale*. Lisboa, Centro de Estudos Geográficos, 37 p. (polic.) (Linha de Acção de Geografia Física, 16).
- (1987) — «La crise climatique actuelle dans l'archipel du Cap Vert: quelques aspects du problème dans l'île de Santiago». *Finisterra*, 22 (43), pp. 113-152.
- (1988) — «Les vicissitudes des cultures pluviales en 1984 dans l'île de Santiago (Cap Vert)», in *Climats et Climatologie. Volume d'hommage offert au Professor Pierre Pagny*. Dijon, Université de Bourgogne, pp. 99-105.
- (1989) — *Le climat de l'Atlantique Orientale des Açores aux îles du Cap Vert*. Paris, Université de Paris-Sorbonne, Paris IV, 1657 p. (thèse de Doctorat d'État).
- FERREIRA, H. Amorim (1966) — *Esboço histórico das actividades meteorológicas nos territórios portugueses de África*. Lisboa, Serviço Meteorológico Nacional, 32 p. (dact.) (Memórias do SMN, RT 897/Mem. 207).
- FONSECA, Humberto Duarte (1950a) — «Algumas notas sobre as chuvas em Cabo Verde e a possibilidade duma intervenção artificial». *Cabo Verde*, 1 (5), pp. 5-8.
- (1950b) — «As chuvas em Cabo Verde e a possibilidade duma intervenção artificial». *Cabo Verde*, 1 (11), pp. 9-15.
- (1956a) — «As crises de Cabo Verde e a chuva artificial». *Garcia de Orta*, Lisboa, 4 (1), pp. 11-30; 4 (2), pp. 191-213.
- (1956b) — «Sobre as crises de Cabo Verde dos próximos cem anos». *Cabo Verde*, 8 (85), pp. 17-21.
- (1961) — «Considerações em torno da problemática das crises de Cabo Verde». *Garcia de Orta*, Lisboa, 9 (1), pp. 17-26.
- (1962a) — «Considerações preliminares em torno do magno problema cabo-verdiano — o milho». *Cabo Verde*, 13 (154), pp. 4-12.
- (1962b) — «Contribuição para o estudo do problema bioclimático do milho em Cabo Verde». *Cabo Verde*, 13 (156), pp. 44-57.
- (1967) — «Contribuição para o conhecimento da evolução climática da região circum-cabo-verdiana». *Geographica*, 3 (11), pp. 73-82.
- GOMES, Ruy José (1966) — «O problema do conforto térmico em climas tropicais e subtropicais». *Fomento*, 4 (2), pp. 145-186.
- GONÇALVES, M. Mayer & CUNHA, F. Reis (1991) — «Captação de água do nevoeiro. Uma achega para o abastecimento familiar em Cabo Verde». *Agros*, 1, pp. 33-39.
- HOPFER, Frederico F. (1874) — «Observações meteorológicas feitas na ilha de Santo Antão em 1873-1874». *Jornal de Ciências Matemáticas, Physicas e Naturais*, 5, pp. 128-129.
- KLUG, Heinz (1973) — «Beiträge zur Geographie der mittelatlantischen Inseln. Die Inselgruppe der Kapverden». *Schriften des geographischen Institutes der Universität Kiel*, 39, pp. 169-204.
- (1980) — «Zur klimageographie der Kapverdischen Inseln». *Tübinger Geographische Studien*, 80 (13), pp. 51-72.
- LOPEZ, J. M. (1991a) — *Contribution à l'élaboration de modèle agrométéorologique simple de prévision de rendement pour la culture du maïs au Cap Vert*. Montpellier, CIRAD/INIA, 59 p. + anexos.

- (1991b) — *Evaluation et suivi de la production agricole en fonction du climat et de l'environnement*. Montpellier, CIRAD/INIA, 15 p. + anexos.
- MANNAERTS, Christiaan M. (1983) — *Utilisation des eaux de ruissellement par des peuplements forestiers en zones arides et semi-arides*. S. l., FAO (dact.).
- MEDINA, Jacinto Augusto (1880a) — «Observações meteorológicas feitas no posto da cidade da Praia de S. Tiago (Cabo Verde) nos anos de 1875 a 1879». *Boletim da Sociedade de Geografia de Lisboa*, 2.<sup>a</sup> série (2), pp. 107-115; 2.<sup>a</sup> série (3), pp. 238-249.
- (1880b) — «Posto meteorológico da ilha de São Vicente». *Boletim da Sociedade de Geografia de Lisboa*, 2.<sup>a</sup> série (4), pp. 326-327.
- NATÁRIO, Agostinho Pereira (1943a) — «O clima de São Vicente». *Boletim Económico de Cabo Verde*, série especial (1), pp. 1-22.
- (1943b) — «Subsídios para estudo do clima de Cabo Verde». *Boletim Económico de Cabo Verde*, série especial (2), 23 p.
- (1945) — *Periodicidade Pluviométrica em Cabo Verde*. Praia, Divisão de Propaganda da Secção dos Serviços de Estatística da Colónia de Cabo Verde, 27 p.
- OLIVRY, J. C. (1981) — *Estudo das Precipitações em São Nicolau (República das Ilhas de Cabo Verde)*. Bondy, ORSTOM, 55 p.
- (1989) — *Hydrologie de l'archipel du Cap Vert. Etude de l'île de São Nicolau*. S. l., ORSTOM.
- PORTUGAL, SMN (1954) — *Condições Meteorológicas em Cabo Verde*. Lisboa, Serviço Meteorológico Nacional, pp. 1-4 (dact.) (Memórias do SMN, RT 144/Mem. 32).
- (1966) — *O Clima de Cabo Verde*. Serviço Meteorológico Nacional, Lisboa, 1 p. (dact.) (Memórias do SMN, RT 899/Mem. 208).
- (1968) — *Climatologia Aeronáutica de Portugal: Aeroporto do Sal*. Lisboa, Serviço Meteorológico Nacional, 39 p. (Climatologia Aeronáutica de Portugal, fascículo II).
- RIBEIRO, Orlando (1954) — *A Ilha do Fogo e as Suas Erupções*. Lisboa, Junta de Investigações do Ultramar, 319 p. (Memórias, série Geográfica).
- SILVA, Rui (1981) — *Analyse des précipitations mensuelles pour six stations pluviométriques de l'île de Santiago*. Praia, Ministério do Desenvolvimento Rural, 6 + 15 p. (Programme Agrhymet, Note Technique n° 1).
- (1987) — «Caracterização da seca de 1968-1979 na ilha de Santiago (Cabo Verde). 1.<sup>as</sup> Jornadas sobre os Recursos Hídricos em Cabo Verde, São Jorge dos Órgãos, 9 de Junho de 1987. [Praia], Junta dos Recursos Hídricos, 30 p.
- (1988) — *Generalidades sobre o Regime Hidrológico em Cabo Verde*. Praia, Junta dos Recursos Hídricos, 6 p.
- (1992a) — «O clima e o regime hidrológico de Cabo Verde», in 1.<sup>as</sup> Jornadas sobre a Agricultura de Cabo Verde (Lisboa, 22 a 28 de Outubro de 1988). Lisboa, Instituto de Investigação Científica Tropical, pp. 29-35.
- (1992b) — «Recursos hídricos e irrigação na ilha de Santiago», in 1.<sup>as</sup> Jornadas sobre a Agricultura de Cabo Verde (Lisboa, 22 a 28 de Outubro de 1988). Lisboa, Instituto de Investigação Científica Tropical, pp. 37-46.
- SOARES, Firmino António (1956) — «O clima de Cabo Verde segundo as classificações climáticas». *Agros*, 39 (5), pp. 272-286; 39 (6), pp. 347-379.
- TEIXEIRA, António José da Silva & BARBOSA, Luís Augusto Grandvaux (1958) — *A Agricultura do Arquipélago de Cabo Verde. Cartas Agrícolas. Problemas Agrários*. Lisboa, Junta de Investigações do Ultramar, 178 p. (Memórias, 2.<sup>a</sup> série, n.º 2).
- TELLES, Francisco Xavier da Silva (1924) — *Rapport sur la climatologie inter-tropicale et les climats des colonies portugaises*. Bruxelas, Établissement Généraux d'Imprimerie.
- VASCONCELLOS, Ernesto J. de C. (1916) — *Archipelago de Cabo Verde. Estudo elementar de Geographia phisica, economica e politica*. Lisboa, Centro Typographico Colonial.