

ESTUDO COMPARADO
DA MONÇÃO CHUVOSA INDIANA E AFRICANA

Em climatologia tropical, as monções ocupam um lugar de relevo, devido às suas características específicas, à sua diversidade e à sua variabilidade. Constituem o principal ritmo de grande parte das regiões tropicais, ao qual, quando perturbado, ficam associados muitos pro-

(⁵) *Finisterra*, vol. XXIII, n.º 46, Lisboa 1988, p. 316.

(⁶) «Edifícios monumentais, como grandes prédios para bancos e casas comerciais, arranha-céus e fábricas fumegantes».

blemas económicos e sociais. Basta pensar que mais de metade da população mundial vive nas regiões de monções.

Esta circulação alternada dos ventos na Índia e no Oceano Índico, em monção chuvosa de Verão e em monção seca, continental, de Inverno, afecta também a Ásia do Sueste, parte da Austrália, e existe na África ocidental.

Num livro que retoma de uma forma sintética grande parte dos principais resultados expostos numa tese de doutoramento apresentada na Universidade de Dijon (França), em Junho de 1989, BERNARD FONTAINE ⁽¹⁾ propõe justamente uma comparação das monções indiana e oeste africana.

Estas duas regiões, subcontinente indiano e África ocidental, são, de facto, caracterizadas pela nítida oposição geográfica meridiana, de uma parte e de outra do equador, de vários factores necessários para a alternância estacional dos ventos:

- um oceano austral, berço de altas pressões (Oceano Índico/anticiclone das Mascarenhas; Atlântico Sul/anticiclone de Sta. Helena);
- uma massa continental com um comportamento térmico estacional diferenciado, favorecendo a construção de depressões térmicas nas baixas camadas no Verão (depressão indo-paquistanesa, depressão sariana), e de altas pressões no Inverno (prolongamentos meridionais do anticiclone siberiano; anticiclone sariano).

Dada a complexidade das circulações associadas ao regime de monção, e da análise da sua variabilidade espacial e temporal, B. FONTAINE escolheu estudar só os problemas ligados à monção chuvosa de Verão na área africano-indiana.

O livro comporta duas partes. A primeira apresenta os grandes traços da repartição média (ou «normal») da chuva e das circulações de monção. A segunda parte trata do problema das suas flutuações, da sua variabilidade interanual e das relações que a monção chuvosa tem com a circulação geral da atmosfera e do oceano. O próprio B. FONTAINE caracteriza o seu estudo como «ensaio de climatologia diagnóstica global aplicado às regiões tropicais». De facto, ao longo do estudo, ele tenta mostrar que os mecanismos físicos associados às anomalias de funcionamento das monções chuvosas dependem do sistema global Terra-Atmosfera-Oceano.

A primeira parte abre com um capítulo sobre a metodologia adoptada. O material de base da análise é constituído pelos dados normalmente observados ou calculados nas estações meteorológicas da rede sinóptica. O período mensal é privilegiado e os parâmetros seleccionados, organizados em ficheiros de escala planetária ou regional (Índia/Oceano Índico, e África ocidental/Atlântico), são a pressão à superfície, os geopotenciais em altitude, a temperatura do ar, a chuva e a tempe-

⁽¹⁾ FONTAINE, B. (1990) — *Étude comparée des moussons indienne et ouest africaine: caractéristiques, variabilité et téléconnexions*, Centre de Recherches de Climatologie, U. R. A. 909, C. N. R. S., Dijon, Vol. I (texte et tableaux), 233 p.; Vol. II (figures), 277 p.

ratura da água do oceano. Os ficheiros obtidos, de dimensão variável em função do parâmetro (1901-1980, 1951-1980, 1960-1984...), foram submetidos à análise estatística habitualmente utilizada em climatologia. No caso presente, era preciso obter uma descrição de natureza estatística dos fenómenos, uma confirmação ou uma tomada de posição sobre certas hipóteses do funcionamento das monções. Os desenvolvimentos teóricos e técnicos foram reduzidos ao mínimo no primeiro capítulo. O estudo apresentado incide sobretudo na interpretação dos resultados da análise estatística dos parâmetros e da confrontação dos ficheiros escolhidos.

Ao longo dos três capítulos seguintes, B. FONTAINE apresenta os traços fundamentais da repartição da chuva e das circulações de monção nas duas regiões referidas. As conclusões a reter são:

— O fenómeno de monção depende de factores de escala planetária, pois é originado no aquecimento diferencial, que reflecte a heterogeneidade da superfície terrestre e, em particular, os contrastes térmicos oceano-continente. Depende portanto da localização e da intensidade das fontes e dos sumidouros de energia.

— Fontes e sumidouros de calor sensível são fenómenos que perduram no tempo. Quase estacionários no espaço estão, acima de tudo, ligados às reacções diferentes das heterogeneidades da superfície terrestre relativamente ao movimento zenital do Sol. Assim, a monção pode representar uma resposta estacional da atmosfera ao regime de *forcing* solar e aos contrastes geográficos.

— A localização e a intensidade das fontes de calor latente são, por sua vez, transitórias e dependem de uma excitação interna da atmosfera. Uma outra definição possível da monção é então proposta: a monção é um sistema que redistribui regionalmente, sob a forma de pulsações, a energia radiactiva recebida de maneira contínua num largo fuso geográfico.

Estas características obrigam a admitir que o fenómeno de monção chuvosa não pode ficar reduzido a um banal fluxo de superfície. Fica associado a uma circulação troposférica global de tipo celular, com um ritmo estacional, mas que apresenta também uma variabilidade interanual. A organização celular manifesta-se essencialmente pela presença de uma corrente de leste forte nas altas camadas da troposfera: o *Jet* Tropical. Esta corrente de jacto interfere com as circulações celulares tropicais de Hadley (meridiana) e de Walker (zonal). É esta última que assegura toda a coesão ao sistema de circulação tropical estival na região africano-indiana.

A monção indiana, chuvosa, é sem dúvida o maior acontecimento climatológico anual das baixas latitudes. A cadeia montanhosa dos Himalaias, os planaltos do Tibete, os relevos da África oriental mantêm, no Verão, condições dinâmicas e térmicas favoráveis ao estabelecimento de uma circulação de monção, mas as advecções de ar quase saturado oriundas do Oceano Índico só provocam precipitações abundantes quando existe uma instabilização dinâmica generalizada. Facto que se verifica em permanência acima de certas regiões privilegiadas, como os Gates occidentais, a vertente meridional dos Himalaias, o fundo do Golfo do

Bengala. Assim, a repartição espacial das chuvas de Verão no subcontinente indiano é bastante complexa e apersenta uma variabilidade infra-estacional acentuada.

A monção oeste africana tem características diferentes. Mais modesta, parece ser um fenómeno sobretudo sensível às interacções de escala regional e local. A própria forma do continente africano, em «L invertido» penetrando profundamente no Hemisfério Sul, modifica a intensidade dos contrastes meridianos. A consequência directa deste facto é a criação de um *Jet* de leste, tipicamente africano, circulando na média troposfera, acima da África ocidental. O Sara, como todos os desertos quentes, tem um balanço energético negativo (fortes perdas em infravermelho para o espaço) e comporta-se como um sumidouro de calor, cujo *déficit* é contrabalançado, por um lado, pela forte subsidência que provoca o aquecimento das camadas médias da troposfera e, por outro lado, pelas advecções de calor e de massa oriundas da Ásia, e transportadas em parte pelo *Jet* Tropical na troposfera superior.

Quanto ao vapor de água transportado pelo fluxo da monção, ele não provém exclusivamente do Atlântico tropical mas também da água evaporada a partir das florestas e savanas africanas. É esta reciclagem que, pouco a pouco, e na presença de uma corrente de jacto africana instável na média troposfera, explica a organização das massas nebulosas em linhas de borrascas migradoras de leste para oeste na África ocidental. A repartição espacial da chuva é assim talvez mais simples do que na Índia, com uma organização mais zonal, mas também muito mais aleatória, dependente da realimentação local em água do fluxo da monção no seu percurso continental. Os fenómenos de convergência dinâmica são essenciais para a criação de condições propícias a ascensões, mas também a manutenção da alimentação em vapor de água do fluxo da monção deve ser assegurada para que as chuvas convectivas possam cair na zona sudano-saheliana.

A segunda parte propõe um estudo comparado da variabilidade das monções chuvosas, indiana e Oeste africana, e uma análise das suas eventuais conexões funcionais através da circulação geral. A nosso ver, é a parte mais inovadora do estudo de B. FONTAINE. Fundada sobre a análise multivariada dos dados observados à superfície e em altitude nas duas regiões, e à escala do Globo, este estudo da variabilidade climática dá uma real contribuição à modelização do fenómeno de monção. Mesmo se os modelos estatísticos utilizados, não directamente acessíveis ao leitor, não parecem ser sempre suficientes para descrever o conjunto das flutuações verificadas no funcionamento das duas monções, indiana e africana, a tentativa é original e pertinente, e muitos dos resultados apresentados permitem uma melhor percepção das anomalias de circulação ligadas às flutuações pluviométricas dos últimos 25 anos e verificadas na Ásia e no Sahel, para as quais dispomos de muitas informações

Os potenciais factores da variabilidade climática postos em evidência são de escala planetária (actividade solar, oscilação bienal da estratosfera equatorial, a temperatura do oceano mundial e o fenómeno da

oscilação austral), e de escala regional (movimento da convergência intertropical, albedo e humidade dos solos, campo de pressão à superfície).

As variações interanuais da chuva nas duas regiões não têm o mesmo ritmo e parecem pouco correlacionadas entre elas porque não respondem aos mesmos fenómenos de *forcing* do sistema Terra-Oceano-Atmosfera.

As irregularidades infra-estacionais da pluviosidade indiana estariam associadas a ritmos de 10-20 dias e de 30-50 dias, enquanto a variabilidade interanual seria mais sensível à oscilação estratosférica bienal.

As anomalias pluviométricas na África ocidental responderiam às variações térmicas do oceano mundial, e sobretudo a oposições térmicas do oceano nos dois hemisférios.

Depois de numerosos trabalhos sobre o assunto, B. FONTAINE sublinha, entre os factores de variabilidade de escala regional, o papel fundamental da posição da zona de convergência intertropical atlântica na variabilidade pluviométrica da África ocidental e da intervenção activa das mudanças ocorridas na distribuição do albedo e da humidade dos solos para explicar a persistência actual da deficiência em chuva da zona sudano-saheliana.

Esquemáticamente, a análise estatística de B. FONTAINE mostra que:

— As monções indianas deficitárias ficam associadas a:

- uma fase de ventos de leste na oscilação bienal,
- altos geopotenciais sobre o Mar Cáspio a partir de Abril,
- um talvegue persistente nos ventos de Oeste extratropicais sobre o Canadá oriental,
- um *Jet Tropical* deficiente no Verão,
- uma situação de ENSO (El Niño/Southern Oscillation) planetário responsável por uma alteração da circulação de Walker do Pacífico,
- uma deficiência da Corrente da Somália.

— As monções africanas deficitárias ficam associadas a:

- um enfraquecimento do anticiclone de Sta. Helena,
- uma anomalia térmica positiva do Atlântico austral,
- uma deficiência da Corrente de Benguela,
- um enfraquecimento da célula de Walker Oeste-africana,
- um reforço do *Jet* africano,
- uma acentuação dos contrastes meridianos da temperatura, do albedo e da humidade dos solos sobre a África ocidental e central.

Os factos invertem-se em situação de excedentes pluviométricos.

Em conclusão, podemos dizer que, respondendo a lógicas semelhantes, as monções chuvosas indiana e oeste africana têm um funcionamento próprio, intimamente ligado à circulação geral de escala planetária na primeira, a fenómenos regionais na segunda, e no qual é bastante delicado tentar identificar a causa e o efeito. Foi isso que

B. FONTAINE tentou apresentar numa síntese actualizada acompanhada de numerosos diagramas e figuras que ajudam o leitor a perceber a cadeia de retroacções em jogo.

DENISE DE BRUM FERREIRA