

## Sistemas de Circulação Atmosférica Atuantes no Sudeste Brasileiro

Para o entendimento do clima de uma região, é de fundamental importância a análise da dinâmica atmosférica atuante. Para tanto, a compreensão não só da forma de atuação, mas também de sua gênese e desenvolvimento sobre o território são imperativo.

A região sudeste brasileira sofre influência de ventos que sopram de E a NE e que têm origem nas altas pressões subtropicais, isto é, no anticiclone semifixo do Atlântico Sul. Esta massa de ar possui temperaturas elevadas, trazendo esta característica térmica para a região quando de sua atuação. O Sudeste brasileiro é afetado por vários fatores associados à circulação de larga escala e locais. São eles: sistemas de Sul e Sudeste associados a vórtices ciclônicos ou cavados em altos níveis; sistemas organizados no Sul e Sudeste do Brasil com intensas convecções associadas às instabilidades causadas pelo jato subtropical; sistemas geralmente vindos do Pacífico e que se reorganizam no Sul do Brasil, resultado de frontogênese ou ciclogênese e sistemas convectivos resultantes do aquecimento continental.

A circulação oceânica, combinada com a circulação dos ventos no lado oriental das altas subtropicais<sup>2</sup>, próximas às costas ocidentais dos continentes nas latitudes tropicais, produz águas superficiais frias para as latitudes tropicais - ressurgência. Esse fenômeno é observado na costa oeste da América do Sul, no Peru, Equador e norte do Chile. Este padrão, entretanto é perturbado quando as temperaturas da superfície do mar (TSM) nesta região apresentam anomalias positivas. Esta perturbação é amplamente conhecida como El Niño e tem sua fase madura por volta de dezembro a março. Os efeitos do El Niño se manifestam globalmente, através de teleconexões (propagação de energia). Ele enfraquece o sistema de monções na Índia, inibindo as chuvas de verão nessa região. Constata-se também o aumento de enchentes no oeste dos Estados Unidos em função da alteração de um padrão atmosférico que ocorre no Hemisfério Norte conhecido como PNA (Pacific North America), e a intensificação da seca no sudeste da África. (WMO, 1985). No Brasil tais efeitos se fazem sentir em diferentes regiões e estações do ano (Ropelewski e Halpert, 1987), provocando chuvas intensas no Sul e intensificando a seca no Nordeste. Constata-se que têm sido realizados estudos abordando a variabilidade climática com ênfase no ENOS (El Niño Oscilação Sul) mencionados anteriormente, sobre o Nordeste e Sul do Brasil. Entretanto, pouco se conhece sobre seus efeitos nas demais regiões do país. Ropelewski e Halpert (1992) verificaram uma anomalia positiva da temperatura do ar à superfície na região Sudeste do Brasil no mês de abril associado ao fenômeno ENOS. Abreu et al. (1992) constataram que em três eventos de El Niño (82/83, 86/87 e 91/92) a temperatura do ar foi acima da média nos meses de inverno no Sudeste. Eles sugerem que nesta situação o Sudeste do Brasil deve experimentar maior advecção de ar quente continental. Porém, diferentemente de Ropelewski e Halpert

(1992), o máximo de aquecimento por eles observado ocorreu no mês de junho. Outras observações indicam que os invernos de 1993 e 1994 foram anormalmente quentes e secos no Sudeste (Cavalcante, 1996), sendo que, no Estado de São Paulo, registraram-se inúmeras ocorrências de incêndios naturais. Estes dois anos foram excepcionalmente atípicos, pois o El Niño de 91/92 se prolongou até o verão de 1994.

Abreu et. al., 1998, Lucio et. al., 1998, estudaram a variabilidade climática em Belo Horizonte – MG, sugerem que o El Niño afeta esta região do estado provocando invernos quentes. Isto pode ser explicado pela intensa advecção de ar quente continental devido ao bloqueio dos sistemas frontais no sul do País. Cupolillo e Abreu, 1998a e Cupolillo e Abreu, 1998b sugerem que os episódios de veranico (período de seca dentro da estação chuvosa) no Estado de Minas Gerais também são intensificados pelos El Niño, o que afeta o semi-árido mineiro. Vale ressaltar que os efeitos associados à fase fria do fenômeno ENOS – La Niña, são pouco conhecidos sobre Minas Gerais. Melo Filho, 1999, identificou em seus estudos de variabilidade climática para o semi-árido mineiro, uma mudança no padrão de precipitação, também detectando a ocorrência de veranicos em várias localidades no mês de fevereiro, sobretudo após o ano de 1980.

COELHO, DRUMOND, SAMPAIO e AMBRIZI (1999) em estudos referentes aos episódios extremos da oscilação sul apontam em seus resultados, para influência deste fenômeno de larga escala nas anomalias de precipitação registradas no nordeste de Minas Gerais. No verão, em anos de El Niño de forte a moderado, as anomalias negativas chegam a 100 mm. Em anos de La Niña de forte a moderada, as anomalias negativas chegam a 200 mm. No outono, em episódios de El Niño e La Niña de forte a moderados e La Niña fraca, as anomalias negativas chegam a 50 mm. No inverno, as anomalias são positivas, podendo chegar a 100 mm, quando há um evento de La Niña fraca. Na primavera, quando há um El Niño fraco, as anomalias de precipitação, podem chegar a níveis negativos de até 100 mm.

## **Climatologia do Sudeste**

Para NIMER, a circulação atmosférica sobre o Sudeste do Brasil, resulta da influência do que o autor chama de “correntes perturbadas”. Atualmente, estudam-se as características do clima buscando estender a dinâmica da atmosfera que se manifesta no comportamento médio das

variáveis meteorológicas observadas nas estações climáticas. Uma das variáveis mais facilmente percebidas pelo meteorologista, pelo climatólogo e mesmo pelo observador comum é o vento. De fato, do ponto de vista da dinâmica atmosférica, esta variável é de suma importância, pois ela está relacionada à origem dos fenômenos climáticos observados (ex.: precipitação, frentes ou estiagem).

Assim, quando Nimer utiliza a expressão “correntes perturbadas” ele está se referindo à observação da predominância dos ventos numa dada região, que resulta em padrões climáticos.

No Sudeste, Nimer observou que “correntes perturbadas de sul” estão relacionadas com uma queda de temperatura sobre a região de sua atuação. Este anticiclone caracteriza uma massa de ar polar, seco e estável (apresentando forte inversão térmica<sup>3</sup>). Atualmente sabe-se que este anticiclone se origina da formação de um sistema frontal, em latitudes médias e que quanto maior sua intensidade maior é o contraste térmico produzido entre esta massa fria e a quente, tropical que predomina sobre a América do Sul. Este contraste resulta na frontogênese (formação de frentes frias) e quanto mais intenso maior a quantidade de chuva que pode ser formada, caso haja umidade disponível no continente.

Até chegar na região sudeste, em sua trajetória de SW para NE, este anticiclone absorva calor e umidade. Com estas características o anticiclone pode chegar ao sudeste brasileiro, ocasionando fortes quedas de temperatura na região. No inverno o continente apresenta baixa umidade e a presença da frente fria associada ao anticiclone geralmente não causa chuvas na região Sudeste. Estas ocorrem na primavera e no verão, quando a frente alimentada pela umidade continental, origina chuvas, apesar de nestas estações o anticiclone polar estar enfraquecido. Este enfraquecimento do anticiclone pode resultar na estacionalidade da frente durante 2 a 7 dias. Portanto, no Estado de Minas Gerais chove na primavera e verão devido à atuação das frentes, mas o inverno é seco. Esta situação é o que Nimer descreve como atuação das “correntes perturbadas de sul”.

A região Sudeste é entre meados da primavera a meados do outono, atingida regularmente por ventos de W a NW. A origem dessa circulação está associada às linhas de instabilidade tropicais (IT), que por sua vez pertence à massa equatorial continental, que tem seu centro de ação na Amazônia. São alongadas depressões barométricas induzidas em pequenas dorsais de altas. É uma região que o ar convergente atinge de 60 a 90 Km/h. No interior do Brasil este fenômeno é percebido com regularidade, sobretudo no verão, quando há uma queda geral da pressão devido ao forte aquecimento do continente. Admite-se que sua origem está ligada ao movimento ondulatório verificado na frente polar (FP) em contato com o ar quente da zona

tropical. A norte da frente polar e a partir desta ondulação, forma-se uma ou mais IT sobre o continente. Apesar de algumas vezes a IT permanecer estacionária, na maioria das ocasiões esta se desloca com grande mobilidade; pode atingir até 60 Km/h. As IT's assumem a direção E ou mais comumente SE, a medida em que a FP caminha para o Equador. A associação destes mecanismos atmosféricos é acompanhada por pesadas nuvens e chuvas tipicamente tropicais. Estas características observadas por Nimer, foram denominadas por ele de "correntes perturbadas de oeste".

Com maior frequência, estas chuvas são verificadas no fim da tarde e no início da noite, graças ao forte aquecimento diurno que intensifica a radiação telúrica e, por conseguinte as correntes convectivas. Estas são as chamadas chuvas de verão, que têm como principal característica a duração de poucos minutos. Quando de sua ocorrência, temos uma sucessão de tipos de tempo: pela manhã a cobertura de nuvens é quase inexistente, porém com o forte aquecimento diurno surgem com rapidez cúmulos, primeiramente sobre as serras, e ao passar da tarde ocorrem cúmulo-nimbos que encobrem o céu e tornam de 5/10 e, no início da noite, esta cobertura já é quase total, sobre calmaria. Finalmente dá-se a precipitação, que pode ser intensa ou não. Depois de sua curta duração, as chuvas cessam inteiramente, e com leve brisa as nuvens somem, deixando o céu estrelado. Na manhã seguinte, o forte aquecimento retorna devido ao aquecimento solar.

A circulação de E para W, que freqüentemente chegam à região Sudeste, não são suficientemente estudada, para que se tenha uma idéia exata de sua dinâmica. Sabe-se, no entanto, que é característica do litoral das regiões tropicais atingidos por alísios. Porém, há concordância de que este fenômeno ocorre no seio dos anticiclones tropicais sob a forma de ondas que têm a direção W, constituem pseudofrentes, sobre as quais desaparece a inversão térmica superior, permitindo assim, a mistura do ar das duas camadas horizontais dos alísios e, conseqüentemente, chuvas mais ou menos abundantes anunciando sua passagem. Este comportamento atmosférico foi observado por Nimer e denominado de "correntes perturbadas de oeste".

Este fenômeno pode está relacionado com um reforço do ar polar nos alísios, com anticiclone polar de posição marinha. A esse respeito foi escrito: "Novas ondas de leste se formam principalmente nos dias em que a pressão cai a um mínimo, na zona equatorial, voltando a subir. Correspondem, portanto, à situação de chegada de frentes frias ao trópico, em geral quando houver formação ciclônica (ondulação) no Rio de Janeiro. Os respectivos movimentos para oeste acompanham os avanço de SW da frente fria, sem ramo interior, e não ultrapassam o meridiano de 40º (oeste de Pernambuco). Movem-se porém para leste, sob ação de uma frente fria que avança pelo interior até Mato Grosso e o centro de ação (alta subtropical) se afasta para o oceano".

Muita atenção pessoal para este tipo de vôo

Abraços a todos

E bons vôos conscientes.

[Veja outras informações sobre nuvens na sessão Meteorologia aqui no Guia 4 Ventos](#)