

A CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA REGIONAL E OS PRINCIPAIS TIPOS DE SUCESSÃO DO TEMPO NO INVERNO DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

Maria da Graça Barros Sartori

Departamento de Geociências - Centro de Ciências Naturais e Exatas.
UFSM - Santa Maria, RS.

RESUMO

O mecanismo de atuação dos sistemas atmosféricos extratropicais e intertropicais no Rio Grande do Sul, Brasil, durante o inverno, reflete as condições de abastecimento de ar polar nas latitudes subantárticas, o equilíbrio de forças entre os centros de ação, a eficiência das frontogêneses e as trajetórias das frentes polares. Desses fatores de natureza dinâmica, surgem combinações de tipos de tempo que podem ser agrupadas em três modelos de sucessão típicas do inverno sul-rio-grandense, obtidos através da técnica de análise rítmica e da interpretação de cartas sinóticas e de imagens de satélite meteorológico.

SUMMARY

BARROS SARTORI, M. G., 1991. The regional atmospheric circulation and the typical successions of weather during the winter of the Rio Grande do Sul State, Brazil.

The mechanism of action of the extra-tropical and inter-tropical atmospheric systems during the winter in the Rio Grande do Sul State, Brazil, reflect the conditions of provisioning of polar air in the subantartic latitudes, the equilibrium of forces between the action centers, the efficiency of frontogenesis and the trajectories of polar fronts. From these factors of dynamic nature, appear combinations of types of wether grouped in three typical succesions models to the sul-rio-grandense winter. These models were obtained through the tecnique of rhythmic analysis and interpretation of sinothic maps and meteorological satellite images.

INTRODUÇÃO

O dinamismo de atuação das massas de ar e seus conflitos sobre a Região Sul geram condições atmosféricas que repercutem em sucessões típicas de tempo mais características e comuns. Estas são, portanto, detectadas pelas correlações entre os estados de tempo e sua seqüência típica na região, obtida pela análise de uma série de variáveis climáticas que, associativamente, revelam-se eficientes ao fim proposto.

Neste sentido, MONTEIRO (1969:13) esclarece que

"(...) é pela sucessão que se percebem as diferentes combinações dos elementos climáticos entre si e suas relações com os demais elementos do quadro geográfico. É a seqüência que conduz ao ritmo, e o ritmo é a essência da análise dinâmica."

Ritmo significa o retorno mais ou menos regular e previsível aos mesmos estados atmosféricos já ocorridos, e possível de ser determinado pela análise contínua, em seqüência diária, dos elementos atmosféricos.

A proposta de sucessões de tipos de tempo no inverno sul-rio-grandense aqui apresentada repousa, assim, na análise dinâmica, sequencial e contínua dos estados atmosféricos obtida pela técnica de "análise rítmica" e sinótica. Os exemplos foram selecionados a partir de dados meteorológicos e da observação empírica na região de Santa Maria e está, de certa forma, embasada em trabalhos anteriores (BARROS SARTORI, 1979-198-1981). Os exemplos de encadeamentos de tipos de tempo de inverno devem ser vistos como os mais típicos e freqüentes na região, e não como os únicos que possam ocorrer, oferecendo uma boa aproximação da realidade.

O enfoque geográfico do trabalho reside na caracterização do clima regional como variável importante na organização do espaço, constituindo-se num recurso vital básico às atividades agropecuárias e ao bom funcionamento do sistema econômico.

METODOLOGIA E MATERIAL UTILIZADO

O fundamento da análise foi a freqüência e variação espacial dos sistemas atmosféricos regionais e a evolução rítmica dos estados do tempo, nos caracteres que lhes são mais essenciais. Para tal, utilizou-se a técnica de "análise rítmica" (Monteiro, 1971) realizada em unidades diárias de tempo, tendo como indicador espacial da observação a região de Santa Maria, localizada no centro geográfico do Rio Grande do Sul. Esta posição privilegiada permite se fazer inferências sobre as condições de tempo e sobre o domínio dos sistemas atmosféricos no Estado, razão pela qual torna-se importante ponto de observação.

O segmento temporal de análise (1968-1991) baseou-se nos invernos do ano-base de 1973, tido como representativo do padrão habitual no Estado, e dos anos subsequentes até 1991, sob a forma de observação instrumental, sinótica e empírica. Os dados meteorológicos e sinóticos diário utilizados para a análise rítmica foram obtidos junto à Estação Meteorológica de Santa Maria e ao Departamento Nacional de Meteorologia (DNEMET), lançando-se mão, também, de imagens do satélite meteorológico GOES.

Para expressar os fatos observados nas cartas sinóticas e imagens de satélite, usou-se mapas

sintetizados com o objetivo de detectar a variação espacial do domínio dos sistemas atmosféricos em escala zonal e consequente tipo de tempo na região de análise; para definir a variação temporal recorreu-se a gráficos de encadeamento sequencial diários de representação concomitante dos dados climáticos associados à circulação atmosférica.

Os invernos analisados foram suficientes para ilustrar combinações e seqüências especiais de tipos de tempo, das quais selecionou-se três exemplos identificados como representativos das sucessões de estados de tempo mais comuns para o período hibernal no Rio Grande do Sul.

OS SISTEMAS ATMOSFÉRICOS NO SUL DO BRASIL E O RITMO DE SUCESSÃO DOS TIPOS DE TEMPO NO INVERNO

A análise geral e sazonal da circulação atmosférica regional resultou, num primeiro trabalho, em proposta de classificação de tipos de tempo, agrupados em Famílias, segundo seu vínculo genético com os sistemas atuantes no Sul do Brasil, conforme encontra-se em BARROS SARTORI (1981: 101-110)

A partir da individualização dos estados de tempo na região central do Rio Grande do Sul, evoluiu-se para a identificação dos seus encadeamentos mais comuns, vinculados às variações de ritmo e de impulso dos sistemas extratropicais e intertropicais. Dessas variações resultam as trocas horizontais na atmosfera que repercutem na escala local e/ou regional, em diferentes condições de tempo de duração variável.

Do mecanismo de atuação e da intensidade dos sistemas atmosféricos regionais durante o ano, resultam situações sazonais específicas que definem várias combinações entre os tipos de tempo e a circulação do ar. Assim, tem-se situações típicas de inverno por exemplo, quando os fluxos polares são mais intensos e desempenham papel fundamental na definição dos estados da atmosfera. Da mesma forma, no verão e primavera os fluxos de origem intertropical tendem a aumentar seu valor de frequência na região pelo enfraquecimento na intensidade dos fluxos polares, motivado pela redução dos gradientes térmicos latitudinais e pelo aquecimento do Hemisfério. Ainda assim, os sistemas intertropicais tem participação relativamente pequena no controle de tempo no Rio Grande do Sul, e são mais importantes pelo confronto e pela alternância com os sistemas extratropicais do que pelo domínio do espaço, já que é do confronto que se produzem os choques frontais reguladores do ritmo de sucessão dos tipos de tempo no Brasil Meridional.

A partir da análise da frequência e variação tempo-espacial dos sistemas atmosféricos, definiram-se várias articulações entre estes e os tipos de tempo que ocorrem na região central do Rio Grande do Sul, características das situações de inverno, verão, primavera e outono. Neste primeiro trabalho, são propostos três exemplos de sucessões de tipos de tempo que ocorrem no

inverno gaúcho e, para entendê-los, deve-se partir da dinâmica de atuação dos sistemas atmosféricos regionais nesta época do ano.

O inverno sul-rio-grandense reflete bem as condições de menor concentração espacial de energia solar e de insolação características da estação na latitude em que se localiza. O Hemisfério Sul, como um todo, encontra-se menos aquecido repercutindo, geralmente, em eficientes acúmulos de ar, extremamente frios, nas latitudes sub-polares, onde as temperaturas médias atingem valores inferiores a -20°C . Isto origina poderosos Anticiclones Migratórios, responsáveis pelas chamadas "ondas de frio" que invadem o continente americano. Por outro lado, os Anticiclones do Atlântico e do Pacífico encontram-se, também, mais próximos do continente e mais ativos, se constituindo em obstáculos dinâmicos à penetração das massas polares. Como resultado, ocorrem intensas frontogêneses (FPA) muito bem definidas.

Quanto às posições médias dos centros de ação que mais diretamente controlam o mecanismo de atuação das massas de ar no inverno, MONTEIRO (1963:133) afirma que:

"O anticiclone semifixo do Atlântico, em virtude das temperaturas menos elevadas no continente, avança sobre o mesmo, aproximadamente até os meridianos de 50° e 55° W Gr., dominando sua face leste... Seus avanços e recuos pelo interior são regulados pelos sistemas de depressões reinantes ao longo da FPA. A depressão do Chaco, devido ao processo de resfriamento do continente, a não ser quando agravado dinamicamente pela FG na FPA, permanece, o mais das vezes, como uma simples calha, associando-se a outras que se formam ocasionalmente pelo interior do Brasil. O anticiclone do Pacífico, também mais próximo do continente, entra em choque, frequentemente, com o anticiclone migratório polar em seus avanços para o norte, o que implica em grande atividade para a FPP e conseqüente reforço do anticiclone que... ficará capacitado a investir com maior punjança e frequência para o norte, produzindo, no Brasil, as intensas ondas de frio do sul que, agravadas pelos fenômenos frontológicos, dão a nota característica da estação."

As análises sinóticas realizadas ao longo do ano base (1973) e em outros subsequentes até 1991, mostraram certa alteração no que se refere a participação efetiva das massas tropicais na definição do tempo das fases transnacionais e pré-frontais. Isto significa que exames pormenorizados das cartas sinóticas e, mais recentemente, das imagens de satélite meteorológico (GOES) evidenciaram que, na maioria dos casos, as fases pré-frontais no inverno do Rio Grande do Sul são dominadas pelas massas polares em processo de tropicalização, pelo aquecimento sobre latitudes mais baixas (Polar Velha ou subtropical, e não massas tropicais (TA ou Tc), como se acreditava).

Constatou-se, também, que o domínio da Massa Tropical Atlântica na maior parte da Região Sul é efêmero e só acontece quando se dá a fusão entre o Anticiclone Migratório Polar e o do Atlântico, originada pela identidade de características das massas de ar de ambos os centros de ação. Isto determina a dissipação da Frente Fria (FPA) no oceano favorecendo a definição das "Ondas de leste" ao longo do litoral das regiões Sudeste e Nordeste do Brasil.

SUCESÕES TÍPICAS DO TEMPO NO INVERNO DO RIO GRANDE DO SUL

De acordo com sua posição latitudinal em relação aos avanços das massas polares e a ampliação eventual da área de domínio das massas tropicais, o ritmo de evolução dos estados atmosféricos no inverno sul-rio-grandense é complexo, resultando em evidentes diferenças nas características e duração dos tipos de tempo.

Com base nas afirmações de MONTEIRO (1963:134), o mecanismo de sucessão dos tipos se manifesta através de "ciclos" compreendendo fases de duração variável.

Mantendo-se a perspectiva de "ciclo", os períodos analisados ilustram combinações especiais de seqüências de tipos de tempo através de três exemplos selecionados que, acredita-se, sejam os mais comuns de ocorrerem no inverno do Rio Grande do Sul. Estes episódios serão descritos em fases sucessivas de acordo com o comportamento dos sistemas atmosféricos regionais e a evolução das características do tempo.

PRIMEIRO EXEMPLO

Este exemplo, retirado do mês de agosto de 1973 e com duração de mais ou menos 10 dias, ilustra muito bem o que deveria ser o avanço normal e característico de uma Frente Polar Atlântica (FPA) sobre a região com posterior domínio das massas polares, marítima ou continental, que acabam se tropicalizando antes da chegada da nova frente fria.

Demonstra, assim, como deveria ser a seqüência habitual caracterizadora dos mecanismos da Circulação Regional que configuram o modelo de sucessão dos tipos de tempo de inverno no Rio Grande do Sul, associado principalmente às condições máximas de abastecimento de ar polar, no extremo sul do continente americano, e definido pelo fluxos polares, designados por MONTEIRO (1969:54), como "contínuo e dominante". A participação dos Sistemas Intertropicais no controle direto das condições de tempo é muito pequena nesta época do ano.

Os dias anteriores ao período enfocado (8 a 17/8/73), estiveram submetidos à Massa Polar Continental ou Marítima com grandes amplitudes térmicas, geadas e nevoeiros, que com a permanência sobre as latitudes mais baixas, aqueceu-se. Deve-se esclarecer, porém, que quanto à superfície de origem, as massas polares da América do Sul não são continentais, mas marítimas.

A denominação de Massa Polar Continental, caracteristicamente mais fria e mais seca, deve-se a intensificação do ramo que se define mais pelo interior do continente, quando a Massa Polar Atlântica recebe reforço do ar polar da vertente do Pacífico.

1ª FASE: PRÉ-FRONTAL

Esta fase, com duração de 1 a 3 dias, caracteriza-se pelo aquecimento pré-frontal com tipo de tempo muito bem definido: pressão atmosférica em declínio contínuo e gradativo, ventos do quadrante norte (N ou NW), refletindo a atração exercida pelas baixas pressões da descontinuidade frontal sobre os fluxos de ar da massa dominante (polares ou tropicais), com velocidades variáveis ou calmas, temperaturas máximas (maior de 20 °C) e mínimas em elevação podendo produzir uma "onda de calor", declínio acentuado da umidade relativa das 15 horas (< 50%) e aumento gradativo da nebulosidade até o céu tornar-se totalmente encoberto com nuvens Sc, Ns, Cb, que indicam chuva (Figura 1 A). Este estado da atmosfera caracteriza mais comumente o Tempo Anticiclônico Polar em Tropicalização (BARROS SARTORI, 1981) determinado pelo domínio da Massa Polar Velha ou Subtropical (Massa Polar aquecida pelo contato prolongado com superfícies mais quentes de latitudes baixas).

Neste caso, o quadro sinótico mais comum mostra o centro do Anticiclone Polar Atlântico (já enfraquecido pelo aquecimento basal) posicionado sobre o litoral brasileiro desde o Paraná até o sul da Bahia, no Oceano ou abrangendo parte do continente, tendo a sua dianteira uma Frente Fria (FPA) em dissipação no nordeste (Figura 1 B). O Anticiclone do Atlântico encontra-se deslocado para nordeste nas proximidades da África.

Entretanto, pode ocorrer a dissipação total dessa Frente Fria o que acarretaria a fusão do A.P.A. e do Anticiclone do Atlântico (subtropical) e o domínio da massa tropical no Sudeste e Sul do Brasil, definindo o Tempo Anticiclônico Tropical Marítimo ou o Tempo Anticiclônico Tropical Continentalizado (domínio da M.T.A.c quando a massa tropical amplia sua área de influência e chega ao Rio Grande do Sul após trajetória mais pelo interior do continente).

A Frente Polar Atlântica (FPA) que passou sobre o Estado em dias anteriores encontra-se, portanto, em frontólise no litoral do SE ou do NE e uma nova FPA, em frontogênese sobre a Argentina (Estuário do Prata) ou Uruguai, desloca-se em direção ao Sul do Brasil. A nova frente resulta da intensificação do ramo atlântico do novo Anticiclone Migratório Polar com o reforço advindo do seu ramo pacífico ao transpor os Andes no Chile Meridional.

Associados aos fluxos de direção predominantemente N e NW, podem ainda ocorrer precipitações pré-frontais provocadas por linhas de instabilidades (I.T.) ou calhas induzidas no corpo da massa de ar que domina, sejam polares ou tropicais, já que é fase de forte aquecimento.

Essas instabilidades deslocam-se lentamente de NW para SE ou de W para E ao longo de uma linha perpendicular ao eixo frontal (FPA).

2ª FASE: FRONTAL

Define-se pela passagem da FPA sobre o Estado que fica sob o domínio desta descontinuidade frontal (Figura 1C) impondo-lhe tipo de tempo característico. Não há vento de direção e velocidade bem definidos (variáveis), a pressão atmosférica alcança os valores mínimos do episódio, o céu apresenta-se encoberto com nuvens Sc, Ns e Cb e precipitações (que podem não ocorrer), determinando pequena amplitude térmica pela ausência de insolação direta e fraca radiação terrestre (Figura 1 A). É o típico Tempo Frontal de Sudoeste (BARROS SARTORI, 1981).

A Frente Polar, em frontólise no litoral do Sudeste ou Nordeste do Brasil na fase anterior, desloca-se para o Oceano Atlântico onde, se houver dissipação total, provocará a fusão do APA e do AA, com o domínio da MTA em toda região Nordeste, Sudeste, parte da Centro-Oeste e Sul (Paraná e Santa Catarina). Em geral, a passagem Frontal é rápida provocando trovoadas e chuvas fortes espaçadas devido a potencialidade do avanço da Massa Polar Atlântica graças a continuidade no abastecimento e acúmulo de ar frio no Anticiclone Migratório à sua retaguarda.

Apesar de que habitualmente ocorrem chuvas fortes, há episódios em que elas podem ser tão pouco significativas em termos de volume acumulado que não são suficientes para repor necessidades hídricas do solo, principalmente se acontecer seqüência de vários "ciclos" semelhantes (exemplo: invernos de 1980, 1981, 1988, 1989).

As pressões no Anticiclone Polar são muito altas (> 1030 mb) determinando forte gradiente barométrico latitudinal e significativas diferenças em relação ao Anticiclone do Atlântico (1024 mb nesta época) o que facilita o avanço da massa polar que poderá atingir baixas latitudes, tanto pela trajetória do interior como pela litorânea.

3ª FASE: DOMÍNIO-POLAR

Corresponde às condições de tempo impostas pelo domínio absoluto da Massa Polar Atlântica no Rio Grande do Sul, após o mau tempo provocado pela passagem da F.P.A., resultante do deslocamento contínuo e sem interrupção da descontinuidade frontal até baixas latitudes (Figura 1 D). Estas características de circulação determinam rápido e amplo domínio da massa polar refletindo-se em significativos declínios das temperaturas máximas e mínimas na região, que podem atingir valores negativos. Há elevação da pressão atmosférica (domínio do A.M.P.), calmas ou ventos do quadrante sul (S, SE e SW) ou oeste, com céu totalmente limpo o que permite inversões de temperatura à noite favorecendo a ocorrência de geadas, orvalho, nevoeiro e até mesmo neve nas

regiões mais elevadas (Figura 1 A).

Estes estados da atmosfera correspondem aos principais tipos de tempo de origem polar: Anticiclônico Polar Continental, Anticiclônico Polar Típico ou Anticiclônico Polar Marítimo, claramente distinguidos por BARROS SARTORI (1981:104). A distinção entre eles se faz por uma série de diferenças no comportamento das variáveis climáticas, especialmente temperaturas mínimas, geadas, umidade e ventos, determinadas pelo abastecimento de ar e trajetória do Anticiclone Polar (pelo interior litoral ou oceano).

Assim, por exemplo, o tempo Anticiclônico Polar Continental caracteriza-se por apresentar temperaturas e umidade mais baixas, ventos de oeste e sudoeste de fracos a moderados ("vento Minuano") e grandes geadas, resultante da trajetória da massa polar pelo interior do continente ao receber reabastecimento de ar da MPP ao transpor os Andes meridionais para a Patagônia.

4ª FASE: TRANSICIONAL

Representa uma fase de transição entre o domínio da massa polar típica com suas baixas temperaturas e nova fase pré-frontal com seu correspondente aquecimento. Caracteriza-se, assim, pelo domínio da massa polar modificada pelo aquecimento basal sobre latitudes mais baixas (Polar Velha ou Tropicalizada) em função do tempo de permanência do ar frio na região. Pela natureza da superfície e insolação facilitada pela limpeza do céu, a massa polar é mais intensamente modificada no interior do continente apresentando-se, aí, mais quente e seca.

Sinoticamente, a Frente Polar Atlântica que atingiu a região na 2ª fase (eixo reflexo da FPA, segundo Monteiro, 1968:135) mantém-se pelo ramo litorâneo na latitude do Trópico de Capricórnio, mais avançada pelo interior onde entra em processo de dissipação. O sistema frontal estende-se quase sempre ao longo de uma direção geral NW-SE, separando a Massa Tropical Atlântica, que domina nas regiões NE, C-O e parte do SE, da Massa Polar Velha, cujo Anticiclone acha-se na latitude da Região Sul, posicionado no continente ou no oceano. A nova F.P.A. já começa a definir-se sobre a Argentina, mas permanecendo em frontólise visto que o acúmulo de ar no Anticiclone Migratório, posicionado na latitude da Patagônia, não ser ainda suficiente para a frontogênese (Figura 1 E).

Essa situação provoca tipo de tempo caracterizado por ventos leves de E e NE devido a circulação anticlinal (anti-horária), calmas, céu limpo favorecendo a elevação das temperaturas máxima e mínima com grandes amplitude térmica, formação de orvalho e declínio da umidade relativa. As pressões apresentam-se mais ou menos altas pela proximidade do centro do Anticiclone Polar (Figura 1A). Esse estado atmosférico corresponde aos que BARROS SARTORI (1981:105) definiu como Tempo Anticiclônico Polar em tropicalização (centro do APA no oceano) ou Tempo

Anticlonal Aquecido (APA centrado sobre a região).

A cadeia de tipos de tempo apresentada neste primeiro exemplo é a ideal para as necessidades hídricas, térmicas e de insolação das culturas de inverno no Estado, visto que ocorrem boas precipitações na fase frontal e ótima insolação nas demais fases, bem como grande resfriamento no domínio polar e elevação significativa da temperatura na fase pré-frontal. Estas condições favorecem o crescimento vegetal e o desenvolvimento dos grãos dando boa produtividade nas lavouras e maior densidade de massa verde, nas pastagens artificiais, pelo favorecimento da fotossíntese.

LEGENDA DAS FIGURAS 1 · 2 · 3

DIREÇÃO E VELOCIDADE DO VENTO (m/seg.)



1 Borbeto = 5,0 m/seg

NEBULOSIDADE (%)



0,0 - 2,0

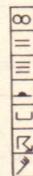
2,1 - 4,0

4,1 - 6,0

6,1 - 8,0

8,1 - 10,0

FENÔMENOS DIVERSOS



NÉVOA SECA

NÉVOA ÚMIDA

NEVOEIRO

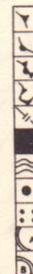
ORVALHO

GEADA

TROVOADA

VENTANIA

SISTEMAS ATMOSFÉRICOS



FRENTE POLAR ATLÂNTICA

FRENTE QUENTE

FRENTE ESTACIONÁRIA

CICLOGÊNESE (CICLONE FRONTAL

FRONTÓLISE

MASSA POLAR ATLÂNTICA

MASSA POLAR ATLÂNTICA VELHA OU AQUECIDA

MASSA TROPICAL ATLÂNTICA

MASSA TROPICAL ATLÂNTICA OU CONTINENTALIZADA

CENTRO DE ALTA PRESSÃO (mb)

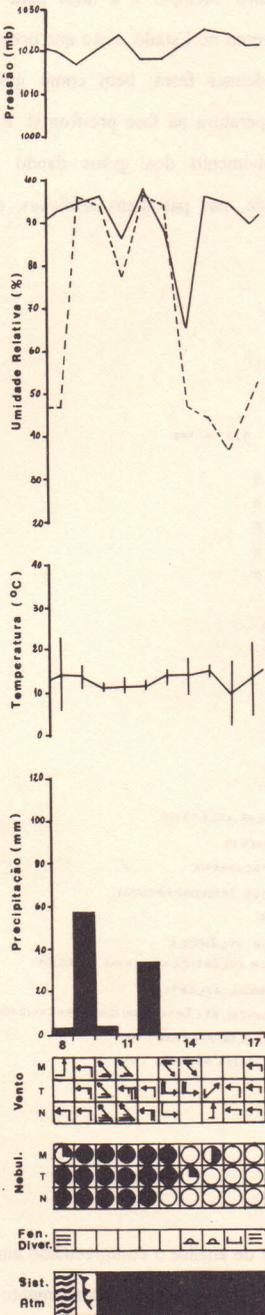
CENTRO DE BAIXA PRESSÃO (mb)

SANTA MARIA (RS)

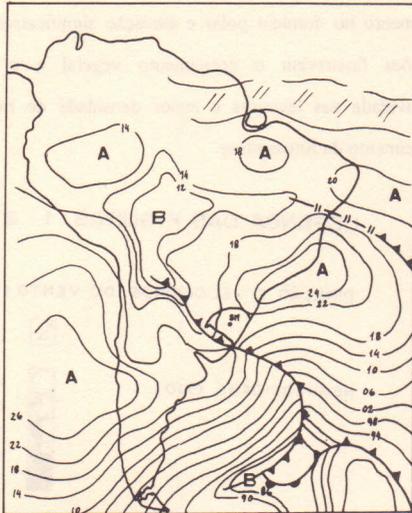
SM

SEGUNDO EXEMPLO

O segundo exemplo selecionado tem como período-base de análise o compreendido entre 8 e 19 de julho de 1973, enriquecido e complementado em detalhes pelo acompanhamento das



AGOSTO 1973



Cartas sinóticas das 12 horas GMT dos dias 8/8/73 (acima) e 10/8/73 (abaixo)

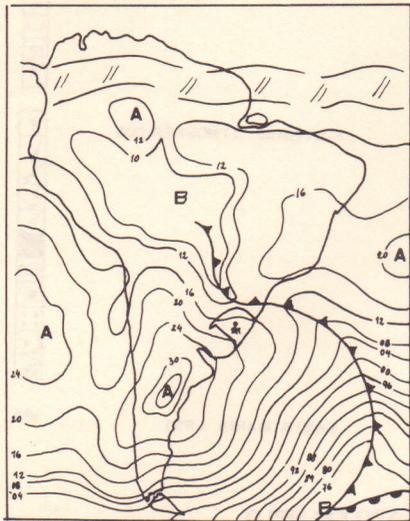


FIGURA 1 A - Os tipos de tempo e a organização dos sistemas atmosféricos na América do Sul - Período: 8 a 17 de agosto de 1973.

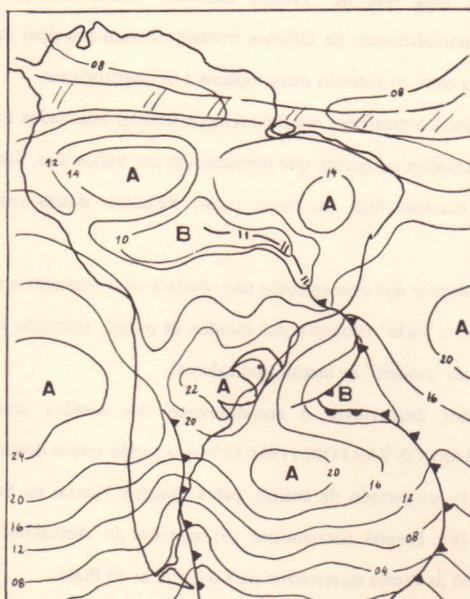


FIGURA 1 B · Organização dos sistemas atmosféricos na América do Sul no dia 15 de agosto de 1973.

condições do tempo diariamente realizadas.

Merece destaque por mostrar o encadeamento de vários tipos de tempo que ocorrem no inverno do Rio Grande do Sul com duração de, no máximo, dois dias resultante da participação alternada de domínio das massas de ar polares e tropicais e das correntes perturbadas de Sul (FPA) e de Oeste (IT).

Uma vez que BARROS SARTORI (1980:) afirma que cerca de 90% dos dias do ano são dominados pelos sistemas de origem polar (massas de ar e frentes), o ritmo de propagação das invasões polares é que determina as diferenças deste exemplo comparado ao anterior, o que acarreta um maior número de dias envolvidos desde a fase pré-frontal até a transicional. Portanto, os tipos de fluxos polares que explicam este caso podem ser o FRACO, o INTERROMPIDO, ou o ALTERNADO, conforme as características propostas por MONTEIRO (1969:54-5).

O modo de sucessão dos vários estados de tempo em superfície parece indicar, para observadores leigos, uma certa paralização da circulação do ar dando idéia de indefinição do tempo. Na realidade, são situações de grande dinamicidade da atmosfera resultante de avanços das Frentes Polares que, ao se chocarem com as massas tropicais mais ativas, recuam como Frentes Quentes.

Origina-se, assim, uma fase de "Frentes indecisas" (MONTEIRO, 1969:48) que avançam favorecendo o desenvolvimento de ciclones frontais no eixo principal da FPA, o que indica um equilíbrio de forças entre os sistemas extratropicais e os intertropicais.

Desta dinâmica atmosférica resultam tempos frontais associados a Frente Fria (com ou sem ciclogênese), estacionária ou quente que permanecem por vários dias, demorando, assim, para que se estabeleça o domínio final da massa polar. Resultam destas condições altos índices de precipitação.

Deve-se salientar que esse episódio não obedece rigorosamente a sequência típica de quatro fases que compõe, o "ciclo" evolutivo dos estados de tempo, enfocado no exemplo anterior, visto não se enquadrar no "modelo" de mecanismo habitual.

Para melhor desenvolver o encadeamento dos estados atmosféricos e seguindo a terminologia de BARROS SARTORI (1981:105-6), a região esteve dominada entre os dias 5 e 8 de julho, antecedentes ao período de análise, pelos Tempos Frontal de Sudoeste (5), Anticiclônico Polar Marítimo (6), Frontal Estacionário (6) seguido do Anticiclônico Tropical Marítimo (7), resultante do recuo da Frente estacionária para o Estuário do Prata.

FASE PRÉ-FRONTAL

O Anticiclone Tropical Atlântico domina a maior parte do território brasileiro, estando seu centro (1022 mb) sobre a região Sudeste (RJ, ES e MG) e Oceano Atlântico, e a F.P.A. posicionada sobre o território uruguaio. A região fica assim, submetida aos efeitos da M.T.A.c. (Figura 2 B) que provoca abaixamento das pressões, ressecamento acentuado (U.R. das 09:00 horas < 60% e da 15:00 horas < 50%), céu limpo com grande insolação resultando em aumento das temperaturas mínimas (>15 °C) e máximas (> 30 °C). Os ventos quentes predominantemente dos quadrantes norte e oeste, de moderados a fortes, são motivados pelos fluxos provenientes do interior do continente, mas associados ao Anticiclone do Atlântico que se impõe sobre a região nesta fase (Figura 2 A). É o domínio do tempo Anticiclônico Tropical continentalizado em que o forte aquecimento no interior do Brasil provoca a formação de Calhas Induzidas no corpo da massa de ar que afetam a região (dia 8).

Salienta-se, entretanto, que dependendo da posição do A.A. em relação ao continente, a massa tropical que mais frequentemente chega à região é a MTA e, neste caso, as condições de aquecimento, ressecamento e abaixamento da pressão são menos acentuados do que na situação de fluxo mais continental (MTac).

FASE FRONTAL para PÓS-FRONTAL (FPA)

Após a fase pré-frontal de curta duração (dia 8), as condições do tempo modificam-se, no dia seguinte. O céu encoberto, somado ao comportamento dos demais indicadores climáticos referidos na fase equivalente do primeiro exemplo, garante a presença da FPA sobre o RS com ocorrência de precipitação de intensidade variável (Figura 2 C).

O Anticiclone do Atlântico, com centro de 1022 mb, permanece na mesma situação da fase anterior (SE e no Oceano) estendendo-se para o interior do continente, o que determina o domínio da MTAc ou da MTA nas regiões Sudeste e Centro-Oeste e nos Estados de Santa Catarina e Paraná. O Anticiclone Polar Atlântico apresenta-se ainda incipiente e com pouca atividade em função do fraco abastecimento de ar, comprovado pelos baixos valores de pressão de seu centro (1014 mb), posicionado próximo ao Rio Grande do Sul (Figura 2 C). A situação de fraca atividade do centro de ação polar é que determinou o anterior recuo da frente estacionária para o Estuário do Prata no dia 6, antecedente a este período, permitindo o avanço e domínio da MTA sobre a região. Ao eixo principal da frente fria (FPA), em condições de Frontólise, avança lentamente em direção ao Sul do Brasil, deixando-o sob as condições de "Tempo Anticiclônico Polar Pós-Frontal", que vai dominar no dia 10, conforme nomenclatura adotada por BARROS SARTORI (1981:104). Isto pode ser comprovado pela análise do comportamento das variáveis atmosféricas na Figura 2 A.

As características do Tempo Anticiclônico Polar Pós-Frontal resultam do domínio incipiente e não total da MPA sobre o RS, já que nesta situação a FPA acha-se posicionada na fronteira com Santa Catarina, enquanto os sistemas de Altas Pressões (APA e ATA) mantém suas posições mais ou menos como as do dia anterior. O tempo apresenta-se, assim, com aumento da pressão atmosférica, declínio das temperaturas máxima e mínima mas pequena amplitude térmica, ventos do quadrante E de fracos a regulares que permitem advecção de ar marinho sobre o continente, provocando grande umidade do ar e a permanência do céu encoberto com ocorrência de chuva, neblina ou nevoeiro; esta situação mantém-se apenas por um dia (Figura 2 A).

FASE FRONTAL DE NORDESTE para PRÉ-FRONTAL

Após a rápida situação pós-frontal (dia 10), a FPA, ainda em frontólise ao norte do Estado, recua em direção ao Uruguai como Frente Quente, passando pela região no início do dia 11, onde provoca chuvas leves e declínio na pressão atmosférica. O recuo dos sistemas polares deve-se a maior potência barométrica do ATA (1024 mb) em relação ao APA (1020 mb), centrados no oceano na latitude do Rio de Janeiro e do Estuário do Prata, respectivamente. As condições do Tempo Frontal de Nordeste perduram poucas horas já que ao final do dia o Rio Grande do Sul já se

encontra sob o domínio da MTA, pela expansão do ATA (Figuras 2 A e 2 D). O tipo de tempo passa a ser, no dia 12, claramente identificado como Anticiclônico Tropical Marítimo, que deixa a região novamente em situação pré-frontal com declínio da pressão atmosférica e da umidade relativa (41%), elevação significativa da temperatura (máxima > 30 °C), ventos do quadrante norte (NE) leves a regulares ou calmas e céu limpo.

FASE FRONTAL ESTACIONÁRIA ou SEMI-ESTACIONÁRIA

É a fase de maior duração desse exemplo já que permanece de 13 a 16 de julho. Caracteriza-se por novo avanço da FPA que recuara para o Uruguai (dia 12) e que agora instala-se sobre o Rio Grande do Sul (dia 13).

A situação frontal se mantém por mais de 3 dias, em média, sem grande alteração de posição devido ao estacionamento da FPA sobre a região (Figura 2 E). A sua retaguarda acha-se o APA e à sua dianteira o ATA com pressões equivalentes (neste caso 1024 mb), o que sugere equilíbrio de forças entre os dois sistemas de Alta, impedindo o avanço mais efetivo da FPA com estacionamento frontal (dias 13-14 e 15). O tempo caracteriza-se por pressão baixa, ventos de E e SE de fracas a regulares, temperaturas relativamente baixas (de 5 a 18 °C) e chuvas contínuas de intensidade variável (Figura 2A). Essas condições de Tempo Frontal Estacionário (BARROS SARTORI, 1981:106) se mantém enquanto a FPA permanecer sobre o Estado, o que pode perdurar por uma semana ou mais. A principal consequência são os altos índices pluviométricos registrados (Figura 2 A) e responsáveis pelas enchentes na Região Sul, mas que se explicam, também, por outras causas.

Nestas condições de circulação atmosférica regional em que há equilíbrio de forças entre os sistemas extratropicais e intertropicais, é comum ocorrer o desenvolvimento de ciclones frontais (ciclogênese) ao longo do eixo da FPA, que podem posicionar-se sobre o Estado ou sobre o oceano.

Na primeira situação, que corresponde ao exemplo ora analisado (Figuras 2 A e 2 E), o RS fica submetido às baixas pressões da ciclogênese que acarreta, principalmente, um agravamento do mau tempo representado por ventos N, NW e W até fortes e intensas chuvas, às vezes provocando os chamados "vendavais". São condições atmosféricas que caracterizam o tempo Frontal Ciclônico de Atuação Direta que, de certa forma, reflete a intensificação da APA por reabastecimento de ar resultando em dinamização da FPA.

DOMÍNIO POLAR

A situação frontal é substituída pelo domínio da Massa Polar (17-18) devido ao fortalecimento da APA, pois é reabastecido pelo APP que, ao transpor os Andes, intensifica o fluxo

de ar frio pelo interior do continente que consegue atingir o sul da Amazônia (Figura 2 F). A FPA assim dinamizada avança mais rapidamente atingindo baixas latitudes, tanto pelo interior como pela rota litorânea, com ciclogênese ainda ativa sobre o Oceano.

O Estado fica então submetido à MPc (ou MPa) cujo Anticiclone Polar, neste exemplo centrado ao norte da Argentina (Figura), envia fluxos continentais de W, NW e SW de regulares a leves, determinando o Tempo Anticiclônico Polar Continental (BARROS SARTORI, 1981:104). Nesta condições atmosféricas, as temperaturas abaixam significativamente registrando-se mínimas negativas e formação de geadas, favorecidas pela limpeza do céu (Figura 2 A). O domínio do APA provoca a elevação máxima da pressão e um declínio da umidade relativa (< 60%).

Salienta-se, porém, que nem sempre após os tempos frontais estacionário e ciclonal domina uma massa polar com fluxo continental, como neste exemplo. Na maioria dos casos, esta fase caracteriza-se pelo domínio da MPa, cujas condições de tempo diferenciam-se das da MPc, principalmente pela menor intensidade no abaixamento das temperaturas, na direção do vento que são de S e SE e na umidade do ar maior.

FASE TRANSICIONAL

Após o domínio polar, a massa de ar sobre latitudes mais baixas aquece-se rapidamente entrando em fase de transição (dia 19) para as características das massas tropicais. A duração desta fase pode ser extremamente curta (como também mais longa) evoluindo rapidamente para condições pré-frontais e para novo avanço da FPA. Isto pode ser explicado pelo fato de que os fluxos polares não cessam e o tempo gasto nesta seqüência foi grande (12 dias).

O comportamento do tempo e da circulação atmosférica assemelha-se, neste caso, aquele que ocorre na fase transicional do primeiro exemplo, não sendo, dessa forma, recomendável descrevê-lo.

A sucessão dos 10 diferentes tipos de tempo, de duração variável, que compõem este segundo exemplo pode ser assim encadeada:

- Tempo Anticiclônico Tropical continentalizado ou marítimo;
- Tempo Frontal de Sudoeste de fraca atuação;
- Tempo Anticiclônico Polar Pós-Frontal;
- Tempo Frontal de Nordeste;
- Tempo Anticiclônico Tropical Marítimo;
- Tempo Frontal Estacionário;
- Tempo Ciclonal de atuação direta;
- Tempo Anticiclônico Polar Marítimo ou continental;

- Tempo Anticiclônico Polar em tropicalização.

Como consequência, há repercussão na produção primária, devido aos problemas enfrentados pelos agricultores nas suas lavouras de inverno. Como o período de chuvas é muito longo pela seqüência dos vários tipos de tempo Frontais o resultado é a significativa baixa na produtividade agrícola (rendimento por hectare e qualidade do grão) e na densidade de massa verde nas pastagens artificiais e naturais (mais tempo para a engorda e menor nº de cabeças por hectare). Estes fatos devem-se ao excesso hídrico no solo, à lixiviação e erosão física e química das camadas superficiais pelo escoamento pluvial, à redução da fotossíntese pela falta de insolação por vários dias.

TERCEIRO EXEMPLO

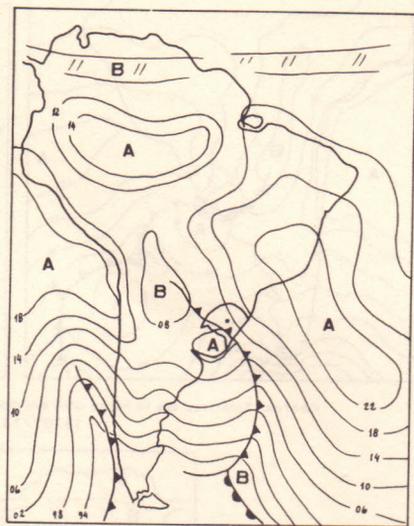
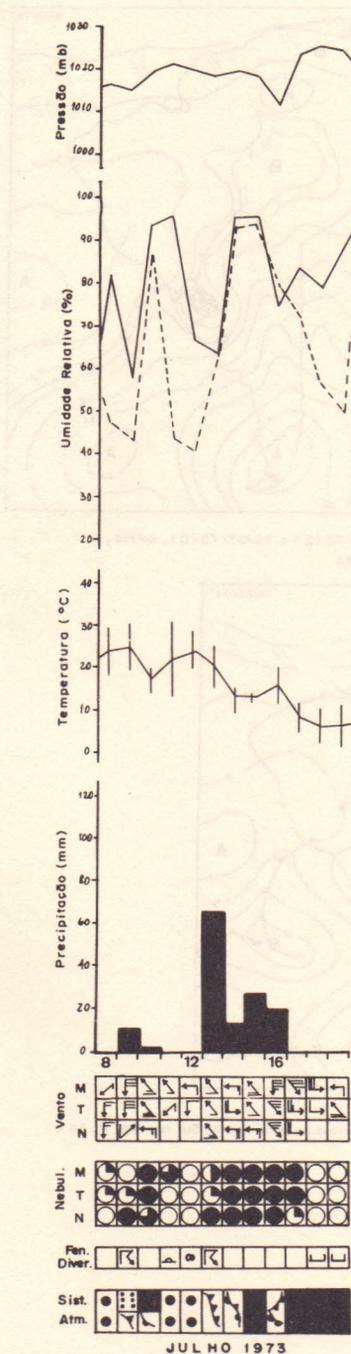
O terceiro exemplo a salientar baseia-se num período de pouco mais de um mês (fins de julho e agosto de 1990) cujas características do tempo, impostas pela circulação atmosférica regional, mostraram-se diferentes dos exemplos anteriores. O segmento temporal escolhido para sustentar esta terceira cadeia de tipos de tempo estende-se de 6 a 13 de agosto de 1990.

Como nos casos anteriores, o comportamento da circulação atmosférica e as resultantes condições de tempo acontecidas no referido período, foram comparadas e complementadas por elementos recolhidos das observações de vários episódios que se sucederam nos últimos 20 anos e cujas características mostraram-se semelhantes.

O destaque deste exemplo está no fato de que, especialmente no mês de agosto, ocorreram frontogêneses sobre a Patagônia, provocando situações pré-frontais bem definidas na região, apesar dos anticlones polares móveis (APA) serem pouco profundos em função das condições mínimas de abastecimento de ar. As frontogêneses fracas e seus desvios para o Oceano Atlântico permitiram rápida dissipação da FPA, favorecendo o domínio de massas tropicais nas fases pré-frontais. Isto proporciona, como consequência, uma sucessão de dias com tempo bom, ensolarado e de temperaturas elevadas para o inverno, de duração prolongada, já que as chuvas frontais não acontecem, resultando em longos períodos de estiagem.

Esta situação está confirmada no periódico Climanálise do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (1990, 8:1-3) que apresenta o Rio Grande do Sul e sul de Santa Catarina com desvios negativos de precipitação, sendo que na região central, onde se localiza Santa Maria, chegaram a ser superiores a 100 mm.

Segundo a mesma fonte (1990, 8:23), a causa dinâmica responsável pela fraca atividade e atuação polar neste período (fins de julho e agosto de 1990) foi a "forte confluência da Corrente do



Cartas Sinóticas das 12 horas GMT dos dias 8/07/73 (g cima) e 10/07/73 (abaixo)

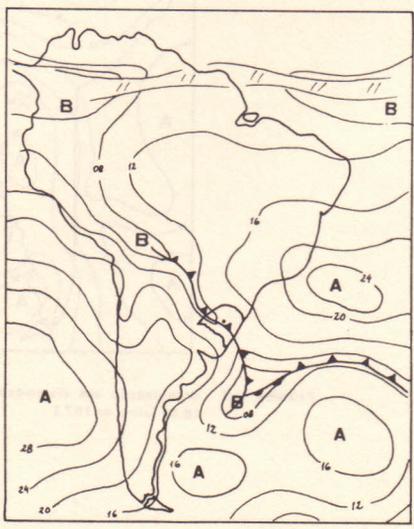
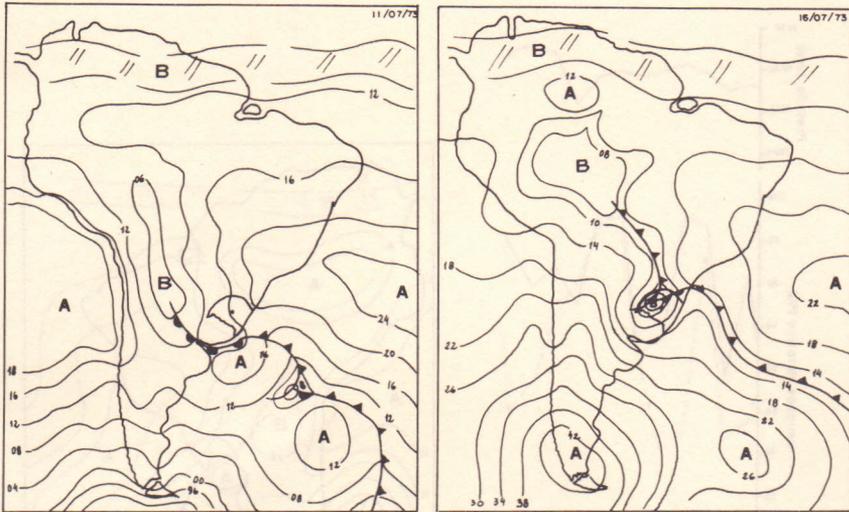


FIGURA 2 A - Os tipos de tempo e a organização dos sistemas atmosféricos na América do Sul - Período: 19 de julho de 1973



Cartas Sinólicas das 12 horas GMT dos dias 11/07/73 (E) e 16/07/73 (D), acima, e 18/07/73, abaixo.



FIGURA 2 B - Organização dos sistemas atmosféricos na América do Sul nos dias 11, 16 e 18 de julho de 1973

Jato sobre São Paulo e Rio de Janeiro" que bloqueou a circulação de superfície provocando o desvio das massas polares para o Oceano Atlântico.

Por outro lado, as massas de origem polar que dominam após as passagens frontais têm permanência relativamente longa (mais de 5 dias) e apresentam-se com maiores temperaturas que o habitual para os meses de inverno. Resultam da participação de fluxos polares "fracos" e "nulos", definidos por MONTEIRO (1969:56), provocadas pelas pressões relativamente baixas do APA e a carência quase completa de acúmulo de ar frio no extremo sul do continente. Por vários dias, o tempo apresenta-se com elevadas temperaturas (max. e min.) dando idéias de "veranico" em pleno inverno.

Neste terceiro caso, também não há sucessão das quatro fases típicas e mais ou menos previsíveis do primeiro exemplo. O episódio enfoca fase pré-frontal bem definida, seguida de fase frontal insipiente com chuvas fracas e isoladas, quando ocorrem. O domínio polar é muito curto (máximo um dia) e confunde-se com a fase transicional (maior duração) no que se refere ao comportamento dos elementos atmosféricos. Por esse motivo optou-se por uma denominação que melhor defina essa última fase, qual seja "Domínio Polar Transicional".

FASE PRÉ-FRONTAL

O episódio inicia com domínio do ATA (fusão do AMP com o A.A) em quase todo o território brasileiro que fica sob os efeitos da Massa Tropical Atlântica durante os dias 6 e 7 de agosto de 1990. Como pode ser visto na figura 3 B, que representa um síntese da imagem do satélite GOES no dia 6, o tempo apresenta-se bom com alguma nebulosidade em quase todas as regiões brasileiras, inclusive a Sul, esta já em fase de aquecimento pré-frontal com presença de Frente Fria (FPA) sobre a Argentina, próximo ao Estuário do Prata. Esta organização sinótica é responsável pela ocorrência no estado do RS do tipo de tempo "Anticiclônico Tropical Marítimo (ou Anticiclônico Tropical Atlântico continentalizado), caracterizado por ventos do quadrante norte cuja velocidade pode variar de fracos a moderados, por temperaturas elevadas (19 a 35 °C), céu limpo e ressecamento gradativo do ar, definido pelas umidades relativas baixas (40% a 58%). Este comportamento dos elementos atmosféricos pode ser detectado no gráfico de análise rítmica (Figura 3 A) nos dias dominados pela Massa Tropical Atlântica.

FASE FRONTAL

No dia 8, a frente que posicionava-se sobre a Argentina e Uruguai nos dias anteriores (6 e 7), desloca-se para o RS, deixando-o sob condições de tempo Frontal, conforme mostra a figura 3 C, montada a partir da imagem das 18 h do satélite GOES. A maior parte do Brasil permanece sob a

influência da Massa Tropical Atlântica. Apesar da presença da FPA sobre o Estado, as chuvas não ocorrem ou são insipientes e esparsas devido a fraca atividade frontogenética do sistema, motivada pela pouca intensidade da Massa Polar Atlântica à retaguarda da frente, pela falta de contrastes significativos (especialmente temperatura e umidade) entre ela e a massa tropical com a qual confronta e pelo bloqueio proporcionado pelos sistemas tropicais do interior do Brasil.

A frontogênese mal desenvolvida sobre a região não permite boa definição do sistema de nuvens associado à superfície frontal e nem o abaixamento das temperaturas. Este fato pode ser comprovado no Boletim Climanálise (1990, 8:23) que evidencia que o primeiro sistema frontal do mês de agosto "causou somente nebulosidade sobre o Rio Grande do Sul e, no dia seguinte dissipou-se sobre o litoral do Rio de Janeiro". As pressões declinam pela presença da faixa de descontinuidade, a UR das 15 horas não se aproxima ou alcança a das 9 horas (não chove) e ambas são inferiores a 70%. Estas tendências no comportamento dos elementos meteorológicos podem ser observados na Figura 3 A (dia 8) e caracterizam o Tempo Frontal de Sudoeste de fraca atuação (BARROS SARTORI, 1981:106) que, apesar de registrar pouca ou nenhuma precipitação, pode desenvolver nebulosidades locais intensas capazes de ocasionar chuvas irregularmente distribuídas no espaço.

FASE DE DOMÍNIO POLAR TRANSICIONAL

Após a passagem da FPA sobre o Estado, domina a Massa Polar Atlântica ou a Massa Polar Velha (tropicalizada ou aquecida) trazida pelo Anticiclone Polar Atlântico com pouco acúmulo de ar frio, identificado pelos baixos valores de pressão (máx. 1009 mb), temperaturas máximas elevadas (30 °C) e grande amplitude térmica diária, como constam da Figura 3 A, correspondente ao período de 9 a 13 de agosto.

As imagens do satélite meteorológico GOES (18 h), sintetizadas nas Figuras 3 D e 3 E, mostram que a FPA tornou-se melhor definida e com rápido deslocamento em direção ao Oceano Atlântico e ao litoral Sudeste e Nordeste do Brasil. No dia 9, a frente posiciona-se na costa paulista, no dia 10 já estava no litoral do Espírito Santo e Bahia, entrando a seguir em processo de dissipação sobre os estados litorâneos do NE e oceano, mas ainda provocando chuvas nessas áreas. Em outras situações semelhantes, pode a FPA desviar-se de sua trajetória habitual de SW para NE e deslocar-se totalmente em direção ao Oceano Atlântico, dissipando-se, sem afetar as regiões Sudeste e Nordeste do Brasil, nem ao longo de seus litorais.

Durante este período, as regiões Sul e Sudeste ficam dominadas principalmente pela Massa Polar Velha com o APA situado no Atlântico, o que provoca bom tempo, com céu limpo sem queda

significativa das temperaturas apesar de ser inverno (mínimo 10 °C e máxima 30 °C), conforme se pode constatar na Figura 3 A. Nos dias 10, 11 e 12 registram-se nevoeiros e névoa úmida, identificados pela nebulosidade elevada, resultantes dos intensos processos de insolação diurna e de radiação noturna proporcionados pela limpeza do céu. Os ventos são predominantemente de leste, de leves a moderados, com ocorrência também de calmarias e a umidade relativa das 15 horas decresce significativamente (30% dia 13), bem como a pressão (1004 mb). Estas características são próprias do Tempo Anticiclônico Polar em tropicalização ou do Anticicloneal Aquecido, definidos por BARROS SARTORI, (1981:105), e prenunciam nova fase pré-frontal.

Apresentou-se neste terceiro exemplo, uma sucessão de estados atmosféricos que pode ser restringida a três tipos principais assim encadeados: Tempo Anticiclônico Tropical marítimo ou continentalizado (6 e 7), Tempo Frontal de Sudoeste de Fraca atuação (8) e Tempo Anticiclônico Polar em tropicalização (9 à 13).

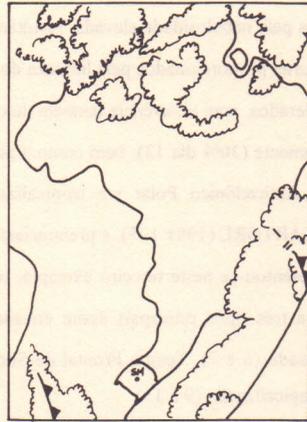
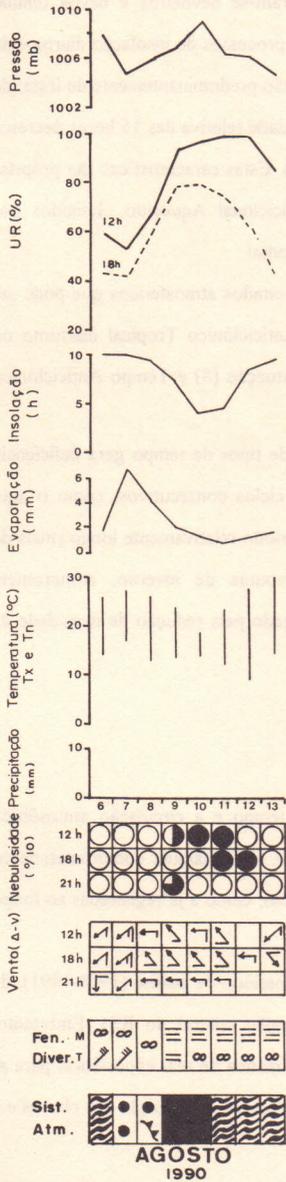
Em oposto ao exemplo anterior, essa seqüência de tipos de tempo gera deficiência hídrica no solo pela ausência de precipitações durante vários ciclos consecutivos, como o aqui descrito. A repetitividade de situações como essa durante um período relativamente longo (mais de um mês), em época de germinação das sementes nas lavouras de inverno, compromete significativamente sua produtividade, bem como a engorda do gado pela redução de densidade da massa verde nas pastagens artificiais e naturais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

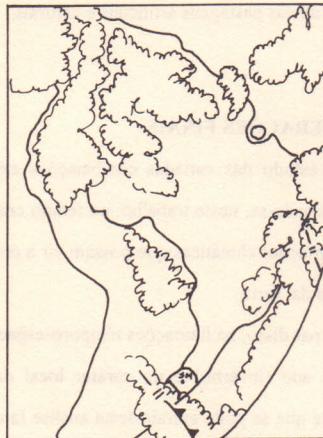
O estudo das variadas combinações entre os tipos de tempo e a circulação atmosférica regional prende-se, neste trabalho, ao tempo cronológico presente, sem qualquer comprometimento com as variações climáticas que possam vir a ocorrer a longo prazo, como a já registradas ao longo da história da Terra.

A par disso, há limitações têmporo-espaciais advindas do período de análise (1968-1991), da época do ano (inverno) e do caráter local da observação (região central do RS). Entretanto, acredita-se que se pode extrair desta análise fatos de natureza climática de real importância para as atividades humanas e econômicas do Estado, como aqueles associados à distribuição das chuvas e o comportamento das temperaturas durante o inverno.

Os procedimentos metodológicos adotados permitiram o acompanhamento da evolução rítmica do tempo, surgindo as articulações entre os sistemas de circulação regional e as sucessões de estados atmosféricos mais comuns de ocorrerem na região central do Rio Grande do Sul, representadas pelos três exemplos selecionados.

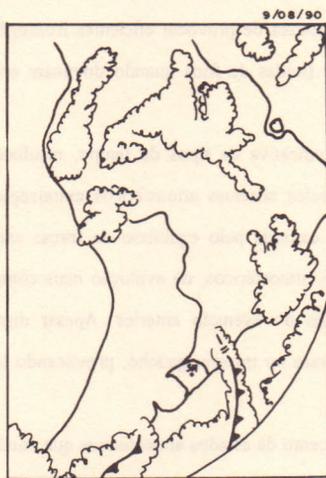


Fonte: Imagem do Satélite GOES - 7 dia 7/08/90

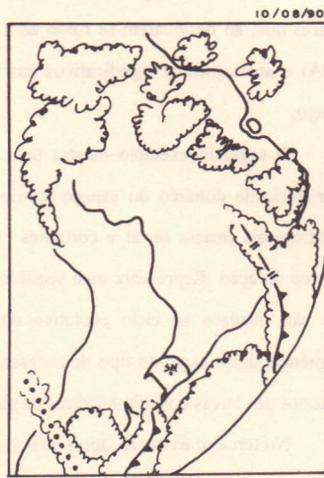


Fonte: Imagem do Satélite GOES - 7 dia 8/08/90

FIGURA 3 A - Os tipos de tempo e a organização dos sistemas atmosféricos na América do Sul. Período: 6 a 13 de agosto de 1990



Fonte: Imagem do Satélite GOES 7 - dia 9/08/90



Fonte: Imagem do Satélite GOES 7 - dia 10/08/90



Fonte: Imagem do Satélite GOES 7 - dia 13/08/90

FIGURA 3 B - Organização dos sistemas atmosféricos na América do Sul nos dias 9, 10 e 13 de agosto de 1990

No primeiro exemplo, tem-se um modelo de evolução sequencial de tipos de tempo que considerou-se como o mais habitual no inverno no sul do Brasil, representado pelo "ciclo" de quatro fases típicas e perfeitamente diferenciadas pelo comportamento dos elementos meteorológicos: Pré-Frontal, Frontal, Dominio Polar e Transicional. Corresponde a uma sucessão de tempos associados

às condições de abastecimento máximo de ar polar nas latitudes subantárticas, originando massa polares que, ao deslocarem-se rumo ao Estado, são capazes de provocar eficientes frontogêneses (FPA) e abaixamentos significativos nas temperaturas (ondas de frio) quando dominam sobre o espaço.

O segundo exemplo mostra uma variação significativa de tipos de tempo, resultante da alternância de domínio do espaço sul-rio-grandense pelos sistemas atmosféricos extratropicais e intertropicais (massa de ar e correntes perturbadas) causada pelo equilíbrio de forças entre os centros de ação. Representa uma seqüência de estados atmosféricos, de evolução mais complexa, que não obedece ao ciclo evolutivo das quatro fases do exemplo anterior. Apesar disso, a frequência desse segundo tipo de sucessão não é tão rara no inverno gaúcho, provocando longos períodos de chuvas com altos índices de pluviosidade.

No terceiro exemplo, apresenta-se um encadeamento de estados atmosféricos que conduzem a longos períodos de tempo bom e estiagem no Estado, resultante de fluxos polares de fraca intensidade em função das condições mínimas de abastecimento de ar nas latitudes subantárticas. Neste caso, também não se verifica o ciclo das quatro fases bem diferenciadas, já que as frontogêneses fracas provocam mais nebulosidade do que chuvas, que são insignificantes ou ausentes além de mal distribuídas no espaço, ao mesmo tempo em que as temperaturas associadas ao domínio da massa polar subsequente não são caracteristicamente baixas para o inverno.

Dos três modelos de sucessões típicas do tempo no inverno do Rio Grande do Sul apresentados, pode-se afirmar que o primeiro modelo é, com certeza, o único ideal para satisfazer as necessidades hídricas, térmicas e de insolação para as culturas dessa época do ano.

Em face dos resultados obtidos, acredita-se que, se de um lado houve comprovação do mecanismo de circulação atmosférica regional, de outro acrescentou-se novos elementos à interpretação dinâmica dos estados de tempo, contribuindo-se assim a uma compreensão do clima do Estado mais objetiva.

Para complementar o estudo ora iniciado, pretende-se propor, em breve, sucessões típicas do tempo para as demais estações do ano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS SARTORI, M. G. **O clima de Santa Maria: do regional ao urbano**. São Paulo, Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, 1979. 167 p. (Dissertação de Mestrado).

_____. Balanço Sazonário da participação dos sistemas atmosféricos em 1973, na região de Santa Maria, RS. Santa Maria, In: **Ciência e Natura**. (2):41-53, 1980.

_____. A circulação atmosférica regional e as famílias de tipos de tempo identificadas na região central do Rio Grande do Sul. Santa Maria, In: **Ciência e Natura**. (3):101-10, 1981.

INPE/CPTEC. Climanálise - Boletim de Monitoramento e Análise Climática, 5 (8): 1-35, São José dos Campos, São Paulo, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/ Centro de Previsão de Tempos e Estudos Climáticos.

MONTEIRO, C. A. de F. O clima da Região Sul. In: **Geografia Regional do Brasil, Grande Região Sul**. Rio de Janeiro, IBGE, v. 4., Tomo I, 1963.

_____. **A Frente Polar Atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil**. São Paulo, Instituto de Geografia da USP, 1969. Série Teses e Monografias, 1.

_____. **Análise rítmica em climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e chegadas para um programa de trabalho**. São Paulo, Instituto de Geografia da USP, 1971, 21 p. Série Climatologia, 1.

ABREVIATURAS

DNEMET - Departamento Nacional de Meteorologia

RIO GRANDE DO SUL e RS - Rio Grande do Sul

FPA - Frente Polar Atlântica

FG e FL - Frontogênese e Frontólise

MTA, MTa ou TA - Massa tropical Atlântica

MTC ou Tc - Massa Tropical Continental

MPA, MPa ou PA - Massa Polar Atlântica

MPP ou MPp - Massa Polar Pacífica

MPc - Massa Polar continental

MPv - Massa Polar velha

MTAc - Massa Tropical Atlântica continentalizada

APA - Anticiclone Polar Atlântico

AMP - Anticiclone Migratório Polar

APP - Anticiclone Polar Pacífico

AA ou ATA - Anticiclone do Atlântico ou Anticiclone Tropical Atlântico

IT - Instabilidade Tropical

UR - Umidade Relativa

Ci, Sc, Ns e Cb - Nuvens Cirrus, Stratocumulus, Nimbostratus e Cumulonimbus

S, SE e SW - Sul, Sudeste e Sudoeste

N, NE e NW - Norte, Nordeste e Noroeste

E e W - Leste e Oeste

C-O - Centro-Oeste

