

PARTICIPAÇÃO DA MASSA POLAR ATLÂNTICA NA DINÂMICA DOS SISTEMAS ATMOSFÉRICOS NO CENTRO SUL DO BRASIL

participation of the Atlantic polar mass in the dynamics of the atmospheric systems in Brazil's South Center

Victor da Assunção Borsato *
Francisco de Assis Mendonça **

Resumo

O presente artigo resulta da análise da participação, quantificação e espacialização da massa Polar atlântica no Centro Sul do Brasil. O objetivo foi quantificar a espacialização da participação estacional e interanual desse sistema atmosférico no estado do tempo para essa região. Os sistemas foram identificados por meio da análise das cartas sinóticas e das imagens de satélite a partir de quatro localidades: Campo Mourão PR, Cáceres MT, Brasília DF e Caparaó MG. A massa Polar possui grande importância para o clima do país, mais especificamente no Centro Sul do país, tanto pelo tempo cronológico de participação quanto pelos estados do tempo que ela proporciona. Trata-se de sistema transiente; ela invade o território brasileiro a partir do Sul e em duas rotas principais, uma pelo interior do continente e a outra pelo litoral/oceano Atlântico. Nos meses mais quentes, os tipos de tempo são dominados pelos sistemas continentais, a massa Polar atlântica recua e avança preferencialmente pelo oceano. Durante os meses mais frios, o relativo resfriamento continental favorece a ampliação da participação dos sistemas de alta pressão atmosférica e há redução nas condições de instabilidade. Nessa estação do ano, a massa Polar avança preferencialmente pelo interior do continente e impõe suas características, baixas temperaturas e estabilidade atmosférica. Nas estações de transição, como o outono e a primavera, a participação é variável: há anos em que a participação se aproxima da verificada no inverno, e às vezes é até superior.

Palavras chave: Climatologia Geográfica; Estado do tempo; Massas de ar.

Abstract

This article is the result of the analysis of participation, quantification and spatialization of the Atlantic Polar mass in Brazil's South Center. The objective was to quantify the spatialization of seasonal and interannual participation of this atmospheric system in the state of weather for that region. The systems were identified through analysis of synoptic maps and satellite images from four locations: Campo Mourão PR, Cáceres MT, Brasília DF and Caparaó MG. The Polar mass has great significance for the climate of Brazil, more specifically in Brazil's South Center, both by chronological time of participation and the states of weather it provides. This air mass is a transient system; it invades the Brazilian territory from the South by two main routes, one through the interior of the continent and the other along the Atlantic coast. In the hottest months, the weather types are dominated by continental systems, and the Polar mass retreats and advances mainly by the ocean. During the colder months, the relative continental cooling favors the widening of high pressure systems participation, and there is a reduction in the instability conditions. In this season, the Atlantic Polar mass advances mainly by the interior of the continent and imposes its characteristics, low temperature and atmospheric stability. In the transition seasons, like autumn and spring, participation is variable: there are years in which it is approximated to the participation verified in winter, and sometimes it is even higher.

Key words: Geographical Climatology; State of weather; Air masses.

Resumen

Este artículo es el resultado del análisis de la participación, la cuantificación y la espacialización de la masa polar Atlantic Center en el sur de Brasil. El objetivo fue cuantificar la distribución espacial de la participación del sistema atmosférico estacional e interanual en este clima de esa región. Los sistemas fueron identificados a través de análisis de los mapas sinópticos e imágenes satelitales de cuatro localidades: Campo Mourao PR, Cáceres MT, DF Brasília y Caparaó MG. La masa polar tiene una gran importancia para el clima de Brasil, más concretamente en el Centro Sur de Brasil, tanto por la participación de tiempo cronológico por los estados, siempre y cuando ella proporciona. Es un sistema transitorio, invade el territorio de Brasil en América del Sur y dos rutas principales, uno por el interior del continente y el otro a lo largo de la costa / Atlantic. En los meses más cálidos, los tipos de tiempo están dominadas por los sistemas continentales, retiros masivos polares del Atlántico y los avances de preferencia por el océano. Durante los meses más fríos, el pariente continental refrigeración favorece la ampliación de la participación de los sistemas de alta presión y ninguna reducción en condiciones de inestabilidad atmosférica. En esta temporada, el bateador avanza Polar Atlántico preferiblemente en interior e impone sus características, baja temperatura y estabilidad atmosférica. En las temporadas de transición como el otoño y la primavera, la participación es variable: desde hace años donde los enfoques de participación que se ven en invierno, y en ocasiones es incluso mayor.

Palabras clave: Climatología geográfica; Clima; Masas de aire.

(*) Prof. Dr. da Faculdade de Ciências e Letras de Campo Mourão - Av. Comendador Norberto Marcondes, CEP: 87303-100, Campo Mourao (PR), Brasil. Tel (+ 55 44) 35181880 - victorb@fecilcam.br

(**) Bolsista Produtividade do CNPq e Prof. Dr. da Universidade Federal do Paraná - Centro Politecnico, Jardim das Américas, CEP: 81531990, Curitiba (PR), Brasil. Tel: (+ 55 41) 33613458 - chico@ufpr.br

INTRODUÇÃO

A Climatologia Geográfica é nova no Brasil. Ela evoluiu a partir 1962, com as publicações dos trabalhos do Professor Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro. Até então, a grande maioria dos trabalhos em clima eram produzidos utilizando-se somente as abordagens generalizadoras, fundamentadas em valores totais e nas médias, sem considerar a dinâmica atmosférica. Essas abordagens tiveram como fonte precursora a climatologia tradicional e clássica, definição formulada por Julius Hann (1839-1921): “Lê climat est l’ensemble des phénomènes météorologiques qui caractérisent l’état moyen de l’atmosphère em um point de la surface terrestre” (HANN, apud PÉDELABORDE, 1970 p. 18). Monteiro (1962, p.69) acredita “na necessidade de recorrer à dinâmica atmosférica, não apenas esporadicamente, na interpretação de fatos isolados, mas com a devida ênfase na própria definição climática regional”. O estudo da dinâmica das massas de ar possibilita a compreensão da gênese dos tipos de tempo.

A partir de Monteiro, surgiu uma nova vertente, sem que se abandonasse a climatologia tradicional. Por meio do estudo publicado no ano de 1962, Monteiro inicia sua caminhada rumo à sistematização dos estudos climáticos à luz do método dinâmico, dando origem à “escola de climatologia geográfica brasileira” (ZAVATTINI, 2009, p. 4).

Para o estudo da dinâmica dos sistemas atmosféricos no Centro Sul do Brasil, adotou-se a definição de Sorre (1934): “On appelle climat la série des états de l’atmosphère, au-dessus d’un lieu dans leur succession habituelle” (SORRE, apud PÉDELABORDE, 1970, p. 19).

O Centro Sul do Brasil é a região Geoeconômica mais dinâmica do País e, para estudar o clima em seu conjunto, e fundamentado na Climatologia Dinâmica, é necessário abordá-lo na escala sinótica: grandeza dos movimentos atmosféricos que compreende fenômenos cuja dimensão horizontal é de 1000 km ou mais, cujas escalas de tempo variam entre dias e até semanas. Massas de ar ciclônicas e anticiclônicas são exemplos de fenômenos nessa escala, denominada na climatologia como secundária. A primeira grandeza se refere à circulação geral da atmosfera terrestre.

A dinâmica atmosfera no Centro Sul do Brasil foi estudada a partir dos sistemas atmosféricos que atuam nessa região. Estudou-se a série histórica 2002 a 2010 a partir das quatro localidades: Campo Mourão no Paraná, Cáceres no Mato Grosso, Brasília no Distrito Federal e Caparaó em Minas Gerais. Para cada uma das localidades, foram quantificadas as massas de ar a partir da análise das Cartas Sinóticas da Marinha do Brasil e das imagens de Satélite no canal infravermelho (PÉDELABORDE, 1970; BORSATO, 2006).

A massa Polar atlântica é um sistema anticiclônico. Ela tem o seu centro de origem no Atlântico Sul, nas proximidades da Patagônia. Por essas razões, ela é uma massa de ar de alta pressão, baixa temperatura e baixa umidade.

A dinâmica atmosférica do Centro Sul do Brasil começou a ser conhecida e estudada a partir de Schröder (1956), Serra (1945, 1971a, 1971b e 1972), Serra e Rastisbonna, (1941 e 1942), Nimer (1966, 1971 e 1979), Monteiro (1971), Titarelli (1972), Tarifa (1972), Conti (1975), Zavattini (1982, 1983 e 1990), Sant’Anna Neto (1995), Sette (2000), e Borsato (2006), além de outros. A grande maioria desses autores abordou em seus estudos um Estado da Federação, uma sub-região e, na maioria, até pelas dificuldades de se abordar uma série ampla, estudaram episódios ou intervalos de tempo relativamente curtos, não sendo possível, por isso, se fazer uma caracterização pormenorizada da dinâmica das massas de ar nessa macrorregião. Na íntegra desta proposta, estudou-se a dinâmica dos sistemas atmosféricos que atuaram no Centro Sul do Brasil na série histórica 2002 a 2010, quantificando a participação de cada um dos sistemas a partir das quatro localidades. Neste artigo, o recorte apresenta os resultados da participação da massa Polar atlântica para a série em questão.

O objetivo foi caracterizar o padrão climático da região Centro Sul do Brasil ao norte do trópico de Capricórnio, por meio da dinâmica dos sistemas atmosféricos, e também estabelecer a área e período de maior e de menor atuação da massa Polar atlântica, assim como verificar os estados do tempo que ela proporciona para essa grande região.

O enfoque foi a caracterização da mPa para a estação do inverno, considerando que a dinâmica dessa massa de ar nessa estação é por meio dos sucessivos avanços pelo interior do continente sul-americano e intensificada. Por outro lado, no verão, as incursões acontecem preferencialmente pelo litoral e interior do Atlântico, com poucos reflexos no estado do tempo no interior da região.

Nas estações intermediárias, a dinâmica desse sistema acompanha o movimento aparente do Sol. Ela se intensifica na medida em que o Sol caminha do Equador em direção ao trópico de Câncer e se desintensifica à medida que ele caminha do Equador ao trópico de Capricórnio. Por isso, no início do outono, a dinâmica é próxima das verificadas no verão, e, no final dessa estação, a dinâmica já se assemelha às verificadas no inverno. No início da primavera, já é próxima às verificadas no inverno, e no final da mesma, semelhantes às verificadas no verão.

A manifestação de cada elemento do tempo é o resultado da interação de vários elementos e fatores que sobre ele influenciam, e que por ele também podem ser influenciados, assim como sua intensidade. Portanto, esse entendimento fornece subsídio para considerar que, a partir da observação ou mensuração de um elemento do tempo, entende-se a dinâmica pela qual ele está revestido.

Com o objetivo de detalhar os tipos de tempo, Sartori (2003) relacionou as características evolutivas dos sistemas atmosféricos para o Rio Grande do Sul aos tipos de tempo resultantes. Os resultados mostraram que foram observadas diversas tipologias para cada fase evolutiva dos sistemas que lá atuaram.

Considerando a escala abordada e a complexidade para determinar e classificar os tipos de tempo, adotamos o adjetivo “estado do tempo”. Embora genérico, quando se trata de um estudo na escala sinótica, e que envolve uma grande região, parece ser mais adequado, até porque a atuação dos sistemas atmosféricos com suas características gera determinados estados no tempo que são próprios daquele sistema.

METODOLOGIA

Na Climatologia Geográfica, adota-se a concepção dinâmica de clima proposta por Sorre (1951), ajustada à “Análise Rítmica”, desenvolvida por Monteiro (1971), e a participação dos sistemas atmosféricos (PÉDELABORDE, 1970).

A circulação sinótica é uma grandeza espacial que se estende de centenas a milhares de quilômetros quadrados, com duração de dias. Isso caracteriza a dinâmica dos campos ou sistemas barométricos. Nas cartas, é representada pelas isóbaras, linhas que unem os pontos de igual pressão. As isóbaras são geralmente plotadas a partir dos dados da pressão atmosférica, corrigidos para a temperatura de 0°C e à altitude zero.

Os sistemas atmosféricos foram quantificados a partir da leitura e interpretação das cartas sinóticas da Marinha do Brasil, disponível em <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>, metodologia proposta por Pédelaborde (1970) e nas técnicas desenvolvidas por Borsato (2006). As imagens de satélite Goes no canal infravermelho foram utilizadas como suporte para a identificação do sistema atuante (CPTe – INPE. Disponível em http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes_antiores.jsp) e nos dados mensais e diários dos elementos do tempo, disponibilizados pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) e Instituto Tecnológico Simepar® 2012 - Centro Politécnico da UFPR - Curitiba - Paraná - Brasil.

Os sistemas atmosféricos considerados foram aqueles que atuaram no Centro-Sul do Brasil, ou seja: sistema frontal (SF), massa Tropical continental (mTc), massa Tropical atlântica (mTa), massa Polar atlântica (mPa), massa Equatorial continental (mEc) (VIANELLO 2000; VAREJÃO-SILVA 2000; FERREIRA 1989; BISCARO 2007).

Para o registro dos sistemas atmosféricos, foram elaboradas tabelas em planilha anuais subdivididas em unidades mensais, com uma linha para cada dia e colunas para os sistemas atmosféricos atuantes nas estações climatológicas de Campo Mourão, Cáceres, Brasília e Caparaó. Atribuem-se valores numéricos (24) para o dia em que um único sistema atuou na região, e às vezes (12) para



cada um, quando a região esteve sob a confluência entre dois sistemas. Os valores foram somados e convertidos em porcentagens, e estas, por sua vez, em histogramas e cartogramas.

O artigo em questão é a análise específica da participação da massa Polar atlântica na dinâmica climática. Para tanto, foi necessário verificar a dinâmica no conjunto, ou seja, contabilizar a participação de todos os sistemas que atuaram na região de estudo.

As porcentagens das participações dos sistemas atmosféricos foram especializadas em cartogramas por meio do Sistema de Informação Geográfica Sufer® 7, programa de computador especial para representar o relevo, embora ele apresenta um aplicativo que permite que o relevo seja representado através de isolinhas, as quais, para esse caso, representaram as porcentagens das participações dos sistemas atmosféricos.

Para apresentar a participação da mPa no estado do tempo, utilizou-se um recorte do mapa do Brasil, com destaque para o Centro Sul e ao norte do trópico de Capricórnio, limitando-se ao norte com o paralelo -15° . A partir desse mapa esboço, foram plotadas as isolinhas, as quais mostram a distribuição espacial por meio das porcentagens da participação da mPa no estado do tempo.

ANÁLISES E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Massas de ar

O estado do tempo no dia-a-dia em um determinado local é consequência das características do ar prevalecente, ou seja, da massa de ar ou da interação de duas ou mais massas de ar. Os tipos de tempo, dentro de uma massa de ar, fria ou quente,

úmida ou seca, depende da temperatura, da umidade relativa e da sua estrutura. Estes elementos serão alterados pelas condições locais, mas tendem a manter as características originais daquela da massa de ar. Quando uma massa de ar afasta-se da sua região de origem, as suas características serão modificadas, mas as mudanças resultantes nos tipos de tempos são graduais no espaço e no tempo. Quando uma massa de ar dá lugar a outra em uma região, o tempo pode mudar abruptamente, às vezes com ventos violentos de velocidade elevadas, como acontece na passagens de um sistema frontal.

As massas de ar podem ser definidas como um corpo de ar com milhares de quilômetros de diâmetro e com características uniformes. As massas de ar são grandes células de ar na troposfera, por isso na circulação secundária. Dentro dessas células há uma uniformidade na temperatura e na umidade relativa, e uma gradativa variação na pressão a partir de um centro ciclônico ou anticiclônico. Umas são semi-fixas, outras migratórias.

A região onde uma massa de ar adquire as suas propriedades e características de temperatura e umidade é chamada de região de origem. As áreas mais comuns de origens são as grandes massas líquidas, regiões geladas, polares, e as grandes extensões continentais.

Aquelas massas de ar migratórias tendem a adquirir as características correspondentes às áreas por onde se deslocam, o frio das regiões polares, o calor dos trópicos, a umidade dos oceanos ou a secura dos continentes. O estado do tempo dentro de uma massa de ar varia localmente e diariamente, devido ao aquecimento ou arrefecimento, ou ainda, à precipitação ao longo do tempo cronológico. Mas, na zona onde duas massas de ar de características térmicas diferentes se convergem, como não se misturam, o limite é bastante distinto em ambas. Essa zona é denominada de frente. Na zona frontal, o ar mais leve é forçado a subir pelo mais denso, por isso desestabiliza a atmosfera.

Massa Polar Atlântica

É um sistema de alta pressão e geradora de estabilidade atmosférica, exceto na zona frontal. No verão, sua participação nos tipos de tempo é pouco frequente para o interior do Centro Sul do Brasil. Nessa estação, ela avança pelo interior do Atlântico e depois da linha do trópico se funde com a massa Tropical atlântica. É comum, durante a sua trajetória, cristas avançarem para o

interior da região Sul do Brasil e causarem dias ensolarados com pouco reflexo na temperatura. No inverno, ele avança em dois ramos principais. Um deles avança pelo interior do continente, aproveitando-se da calha do Rio da Prata. Dependendo das condições, intensidade e dos bloqueios oferecidos pelos outros sistemas atmosféricos, ele poderá chegar ao sul da Amazônia. O ramo que avança pelo litoral associa-se com a mTa que atua em grandes extensões do litoral brasileiro, do Sul ao Nordeste do Brasil.

Pelo interior, isto é, pelo seu ramo continental, o avanço da FPA também varia latitudinalmente conforme a época do ano.

Durante o inverno, quando as condições da FC são mais acentuadas, os avanços tornam-se mais vigorosos, atingindo comumente o norte de Mato Grosso (lat. 8°S), podendo, não raro, alcançar o alto Amazonas, provocando, em casos excepcionais de grande intensidade a chamada friagem. Esta consiste numa invasão, durante o inverno, de vigoroso anticiclone frio de massa polar, cuja trajetória ultrapassa praticamente o equador (NIMER, 1979 p. 16).

Para Monteiro (1968), a massa Polar atlântica é um sistema dotado de umidade em função da área de sua origem.

(...), A Massa Polar Atlântica é mais potente nos seus avanços do sul para o norte. Mantém no Brasil Meridional uma interferência muito importante durante todo o ano, enquanto sobre outras regiões brasileiras seja mais expressiva no inverno. É uma massa fria e úmida, mercê de sua origem marítima. Segundo a classificação internacional de Bergeron, é sempre representada com mP. Quando, em cartas sinópticas brasileiras, é sinalizada como cP, isto significa apenas que sua trajetória é mais sobre o continente do que sobre o oceano (MONTEIRO, 1968, p. 122).

Nimer (1966) a considera como um anticiclone e, pela natureza física dos anticiclones, zonas de alta pressão e, por isso, dispersoras de ar, as chuvas ocorrem na passagem, ou seja, na zona frontal (grifo nosso).

(...). Originam-se na zona subantártica ocupada pelo “pack” e outros gelos flutuantes levados pelas correntes antárticas. Trata-se de uma zona de transição entre o ar polar e o tropical. Dessa zona partem os anticiclones subpolares que periodicamente invadem o continente sul-americano, com ventos de SW a W. Estas massas quase não possuem subsidência, o que permite a distribuição, em altitude, do calor e umidade colhida na superfície quente do mar, aumentando à proporção que a massa caminha para o trópico. Em decorrência de sua temperatura baixa, chuvas mais ou menos abundantes assinalam a sua passagem (NIMER, 1966, p. 234).

Vanhoni Jorge (2009), em sua dissertação de mestrado, demonstrou mais preocupação com os aspectos que caracterizam a sua origem a partir das interações da massa Polar Pacífica e a Polar atlântica. Ele, em função da origem, também considerou que se trata de um sistema úmido.

A orientação meridiana da cordilheira andina cria duas massas: a MPa, a que se fez referência e a Polar Pacífica (MPp), as quais, tendo a mesma gênese, estão intimamente relacionadas. Quando em avanço na vertente ocidental dos Andes, a MPp encontra oposição da Massa Tropical Pacífica (o que gera frontogênese na Frente Polar Pacífica), estabelece um fluxo dirigido do SW para NE que, conseguindo transpor a cordilheira, nestas latitudes já bem menos elevadas, vem reforçar a Massa Polar Atlântica. Graças a este reforço e às facilidades do relevo na vertente oriental dos Andes, a Massa Polar Atlântica é mais potente nos seus avanços do sul para o norte. Mantém no Brasil Meridional uma interferência muito importante durante todo o ano, enquanto sobre outras regiões brasileiras é mais expressiva no inverno. É uma massa fria e úmida, mercê de sua origem marítima (VANHONI JORGE, 2009 p. 29).



Galvani e Azevedo (2012) estudaram “a frente Polar atlântica e as características de tempo associadas: estudo de caso”, para o período de 21 a 27 de maio de 2003. Para eles, a massa Polar é desprovida de umidade. Veja as considerações:

(...), a massa polar atlântica não transporta umidade, mas, seu deslocamento em direção aos trópicos, sim, gera condições necessárias para a ocorrência de chuvas. Boa parte da umidade que resulta em chuva, de fato, estava presente no ar do sistema tropical “invadido” pelo ar polar. Este fato pode ser verificado pouco depois da passagem da frente polar (GALVANI e AZEVEDO, 2012, p. 2).

Hoje, com imagens de satélites disponíveis em intervalos de até ¼ de horas, é possível acompanhar toda a evolução dos sistemas atmosféricos e identificar nela até os tipos básicos de nuvens. As cartas sinóticas, tanto as disponibilizadas pelo CPTEC/INPE como as da Marinha do Brasil, caracterizam as zonas ciclônicas e anticiclônicas pela natureza física dos movimentos verticais que as caracterizam. Não resta dúvida sobre as características hídricas da massa Polar atlântica.

Espacialização temporal da mPa

a) Campo Mourão

É a localidade mais meridional dentre as estudadas, $-24,05^\circ$ de latitude e $-52,37^\circ$ de longitude. Por isso, recebe mais intensamente a mPa que avança a partir do sul. No verão, é raro ela avançar pelo interior do continente e, quando avança, um ou dois dias depois, já deixou o continente ou perdeu suas características devido ao intenso aquecimento propiciado pela perpendicularidade dos raios solares na estação. É comum, na estação do verão, cristas do anticiclone polar avançarem para o interior do continente, mais particularmente na região Sul do Brasil, com poucos reflexos na temperatura, diminuindo a umidade relativa e a nebulosidade.

Na estação mais fria, ela avança geralmente em dois ramos, um pelo interior do continente e outro pelo oceano. O ramo continental às vezes chega ao sul da Amazônia. O maior ângulo de incidências dos raios solares e a diminuição das horas de brilho refletem no menor aquecimento continental e, por isso, as características impostas pela mPa se manifestam por vários dias consecutivos, de 3 a 7 dias. Em Campo Mourão, a participação média no inverno foi de 50,9% do tempo cronológico, e no verão, 21,4% (Tabela 1). A participação no outono também foi ampla, 49,2%, e na primavera caiu para 32,4%.

Tabela 1 – Participação média para a mPa nas estações do ano em Campo Mourão para o período de 2002 a 2010

anos/estações	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	média
verão	27,7%	28,0%	34,0%	24,7%	10,4%	17,6%	17,9%	17,4%	15,2%	21,4%
outono	42,6%	52,9%	54,9%	32,6%	64,1%	47,3%	47,3%	48,6%	52,4%	49,2%
inverno	52,8%	64,7%	46,8%	49,5%	45,2%	45,4%	45,4%	59,4%	48,6%	50,9%
primavera	25,7%	37,6%	36,6%	29,1%	31,9%	28,1%	34,3%	30,1%	29,6%	31,4%
média	37,2%	45,8%	43,1%	34,0%	37,9%	34,6%	36,2%	38,9%	36,4%	38,2%

b) Cáceres

Considerando a continentalidade, Cáceres é a localidade mais interiorana. A latitude é $-16,05^\circ$ e a longitude $-57,68^\circ$. Essa posição continental favorece a atuação dos sistemas continentais, por isso, a mPa é a massa de ar que menos atua e, na maioria dos episódios de atuação, pouco se reflete no estado do tempo. A longa área percorrida, impondo as suas características e assimilando as da área, modifica-a substancialmente. Por isso, somente no inverno se verifica queda na tempera-

tura, principalmente no período noturno, e diminuição da nebulosidade. Nas demais estações, são perceptíveis alterações nas características higras, ou seja, diminuição da umidade e da nebulosidade.

Na série estudada, a participação média foi de 18,5%. O inverno foi a estação com mais participação, 35,8%, seguido pelo outono com 28,5%, pela primavera com 7,0% e pelo verão com apenas 2,9% (Tabela 2).

Tabela 2 – Participação média para a mPa nas estações do ano em Cáceres para o período de 2002 a 2010

anos/estações	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	média
Verão	0,0%	0,0%	5,6%	6,0%	0,5%	1,1%	5,5%	3,4%	3,8%	2,9%
Outono	18,7%	14,1%	37,5%	20,1%	37,5%	27,4%	28,0%	35,9%	37,5%	28,5%
Inverno	34,0%	35,7%	31,4%	43,5%	33,3%	40,8%	22,2%	36,3%	44,7%	35,8%
Primavera	2,2%	5,1%	8,9%	7,8%	7,2%	5,1%	3,9%	7,3%	15,2%	7,0%
Média	13,7%	13,7%	20,8%	19,4%	19,7%	18,6%	14,9%	20,7%	25,3%	18,5%

c) Brasília

A Capital Federal, localizada no Planalto Central Brasileiro, recebe mais intensamente a mEc, sistema continental de baixa pressão e úmida, e a mTa, oceânica e anticiclônica. A pressão média no verão foi de 1011,4hPa; no outono, 1014,2hPa; no inverno, 1015,6hPa; e na primavera, 1011,1hPa. A mPa é o sistema atmosférico que menos tempo cronológico atuou: a média na série foi de 9,6%. A exemplo de Cáceres, a mPa percorre grandes extensões continentais até chegar no Planalto Central. No trecho, ela assimila as características e, por isso, modifica-se, causando pequenas alterações nos estados do tempo. As mais perceptíveis são a diminuição da nebulosidade e pequeno resfriamento noturno.

A variação interanual é grande, considerando a porcentagem das participações. O ano com menos participação foi 2002, com 5,4%, e o ano com mais foi 2010, com 16,3% (Tabela 3). A variação estacional é ampla e se justifica, considerando que, durante o inverno, há um tímido aquecimento continental, comparado com o verão, em que, além da verticalização da incidência dos raios solares, o fotoperíodo se amplia. Por essas razões, no verão, os sistemas continentais se intensificam. Por outro lado, no inverno há mais facilidade para o avanço, pelo interior do continente, dos sistemas de alta pressão, justificando, dessa forma, a maior participação na estação do inverno.

Tabela 3 – Participação média para a mPa nas estações do ano em Brasília para o período de 2002 a 2010

anos/estações	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	média
verão	0,0%	0,0%	0,6%	1,6%	0,0%	1,1%	1,1%	1,1%	0,0%	0,6%
outono	8,2%	13,6%	23,8%	11,1%	28,8%	21,2%	9,1%	27,2%	29,9%	19,2%
inverno	11,9%	15,6%	17,6%	11,5%	11,3%	12,8%	10,1%	19,1%	32,4%	15,8%
primavera	1,7%	1,7%	2,0%	3,9%	4,7%	1,1%	3,9%	2,2%	2,8%	2,7%
média	5,4%	7,7%	11,0%	7,0%	11,2%	9,0%	6,1%	12,4%	16,3%	9,6%

d) Caparaó

Caparaó é uma cidade localizada no leste de Minas Gerais, e é a mais próxima do Atlântico, considerando as quatro estudadas. As coordenadas são $-20,52^\circ$ de latitude e $-41,90^\circ$ de longitude. Próxima do Atlântico e do centro de ação da mTa, ela recebe mais intensamente as influências desse sistema atmosférico. A pressão média na série confirma esse domínio, 1016,6hPa.

A mPa atua intensamente na região de Caparaó. É o segundo mais importante sistema atmosférico, considerando apenas o tempo de participação. A participação média na série foi de 25,9%. O outono e o inverno foram as duas estações de maior participação. A mPa avança de sul para norte em



seus dois ramos, o oceânico e o continental. O ramo continental, à medida que ela se desintencifica, escoar para o leste, por isso atua por mais tempo cronológico em Caparaó.

Na estação do verão, o intenso aquecimento continental desfavorece a permanência desse sistema sobre o interior do continente. É por isso que a participação dela no verão foi reduzida, 8,6% do tempo cronológico. Para as estações intermediárias, o tempo de participação se amplia. A tabela 4 mostra a participação na série e nas estações do ano. Verifica-se que a variação interanual é relativamente pequena.

Tabela 4 – Participação média para a mPa nas estações do ano em Caparaó para o período de 2002 a 2010

anos/estações	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	média
verão	5,0%	10,4%	14,4%	18,7%	2,2%	6,0%	13,2%	5,1%	2,2%	8,6%
outono	28,1%	38,0%	43,5%	28,8%	42,9%	40,9%	45,7%	40,6%	41,8%	38,9%
inverno	28,7%	54,8%	32,4%	34,4%	19,9%	25,5%	37,2%	31,4%	41,0%	33,9%
primavera	11,2%	24,4%	27,6%	17,2%	20,6%	22,7%	29,3%	20,0%	25,3%	22,0%
média	18,3%	31,9%	29,5%	24,8%	21,4%	23,8%	31,3%	24,3%	27,6%	25,9%

A análise das cartas e das imagens, assim como a contabilização da participação da mPa no estado do tempo na série estudada, evidenciou que esse anticiclone, à medida que avança pelo interior do continente, escoar para o Atlântico, e mesmo quando avança pelo Atlântico, cristas estendem-se para o interior do continente e impõem as suas características, claro, com menor intensidade. Essa observação justifica a gradativa diminuição da sua participação no tempo cronológico do sul para o norte no recorte analisado. A Figura 1 é o recorte do mapa do Centro Sul do Brasil com as isolinhas representando as porcentagens médias da participação da mPa mostradas nas tabelas 1, 2, 3 e 4.

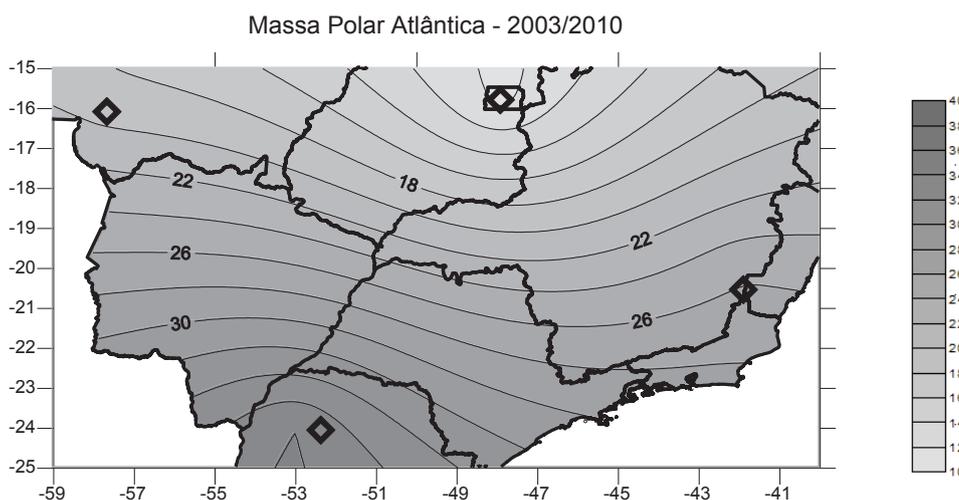


Figura 1 – Esboço do mapa da Região Centro Sul do Brasil. As isolinhas indicam a porcentagem da participação da mPa na média para a série 2002/2010.

Na análise não foi considerada a intensidade, e sim o tempo cronológico da participação. Por essa razão, constata-se que a mPa se tropicaliza das bordas para o centro do anticiclone e, quanto à sua transição, ela escoar de oeste para leste. Esse escoamento é evidenciado depois que a mesma avançou pelo interior do continente. Esse movimento de escoamento para o leste segue a dinâmica da atmosfera na escala global.

As isolinhas mostram que, para a longitude de -46° a -50° , há uma resistência ao avanço da mPa que se acentua do sul para o norte a partir do -20° de latitude. A observação reforça o que foi constatado por Serra e Ratisbonna (1942), Monteiro (1969) e Tarifa (1975) sobre a dinâmica desse sistema no território brasileiro.

Dinâmicas Estacionais

A variação estacional é ampla, também já mostrada nas tabelas 1, 2, 3 e 4. A estação do inverno, com os avanços do front da mPa pelo interior do continente, tem a sua participação ampliada. Às vezes, ela permanece sobre o continente por um período superior a uma semana. Nesse intervalo de tempo, ela vai se aquecendo e escoando para leste/sudeste enquanto uma nova massa polar avança, ou é a vez da massa Tropical continental se expandir a partir do seu centro de origem.

Sua origem está intimamente ligada às ondulações da frente polar que se verifica nas latitudes médias e a subsequente dissipação do setor setentrional dessa frente, sempre que esta, vinda de SW, transpõe a cordilheira dos Andes. Entretanto, parece que este mecanismo não é o único fator dinâmico ligado à gênese desta baixa: a fusão de várias linhas de depressão das baixas latitudes do interior do Brasil, se não entram na sua origem, certamente concorrem para o seu fortalecimento. Outro fator que certamente concorre para a existência deste centro negativo é o forte aquecimento do interior do continente, daí advém sua maior importância durante o verão austral.

Sendo portanto, de origem termodinâmica, esta baixa é extremamente móvel. Porém, é possível reconhecer que sua posição média reside sobre a região do Chaco nos limites Brasil-Bolívia. Entretanto, durante o inverno ela se encontra mais frequentemente sobre o Peru-Acre-Rondônia e durante o verão sobre a região do Chaco Argentino (NIMER, 1971, p. 11).

Em Campo Mourão, a participação média na série para a estação do inverno foi de 50,9%. O ano com mais participação foi 2003, com 64,7%, e o ano com menos foi 2006, com 45,2%.

A região de Cáceres experimenta a atuação da mPa nos meses mais frios, embora, ao avançar, a mPa imponha as suas características e assimile as do território percorrido. Para o final da estação do outono, ela avança com frequência até a região de Cáceres. Como a atmosfera e os elementos da superfície armazenam calor do verão, ela não consegue alterar as características da temperatura, causando no máximo um leve abaixamento da temperatura no período noturno.

Na série estudada, nos anos de 2004, 2006 e 2008, a participação da mPa na estação do outono foi superior à verificada no inverno. As análises mostraram que nesses invernos, a mTa se ampliou, e cristas avançaram para o interior do Centro Sul do Brasil e bloquearam os avanços da mPa, que, por sua vez, desviava-se para o Atlântico.

A participação média para a série em Cáceres foi de 35,8% (Figura 2). O ano com mais participação foi 2010, com 44,7%, e o ano com menor foi 2008, com 22,2%.

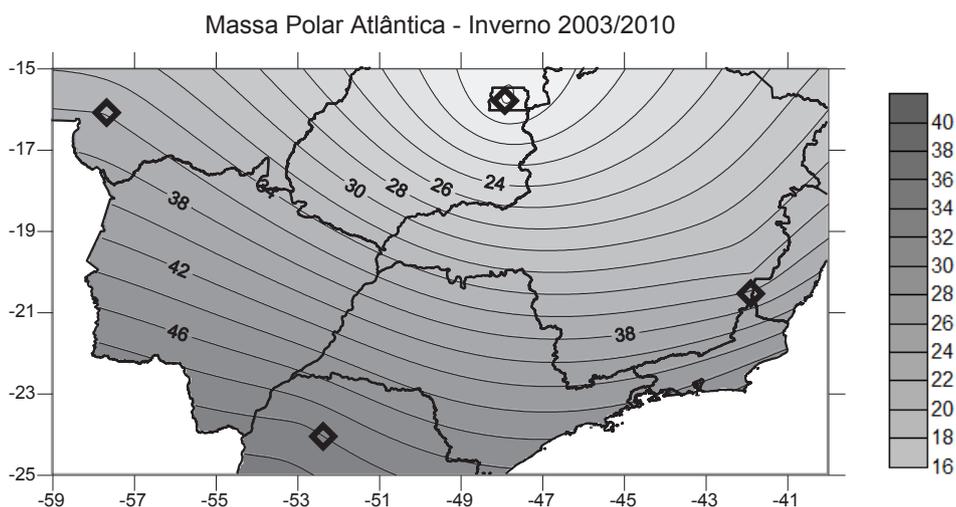


Figura 2 – Esboço do mapa da Região Centro Sul do Brasil. As isolinhas indicam a porcentagem da participação da mPa média para a estação do inverno na série 2002/2010.



A mPa é o sistema atmosférico que menos atua na região de Brasília, localizada no Planalto Central Brasileiro. Ela recebe mais intensamente a mEc e a mTa.

A mesma observação feita para Cáceres se aplica para Brasília. No inverno, a mTa se instala na região e bloqueia os avanços da mPa. Por isso, a participação foi maior no outono, 19,1%, contra 15,8% no inverno.

Das quatro localidades analisadas, Caparaó está na região como a segunda área com mais participação da mPa. Mesmo considerando que ela avança com dois ramos, um pelo interior do continente e o outro pelo oceano. Essa constatação é válida para o front.

A área dominada pela mPa avança das bordas orientais dos Andes e se estende até o interior do Atlântico Sul.

A configuração também se particulariza para cada episódio de avanço desse sistema. Às vezes, ele se configura de forma mais alongada, outras, de forma mais circular. As cartas sinóticas A e B da Figura 3 mostram, em A, a forma alongada, e em B, a forma mais esférica.

Na série estudada, todos as mPa que avançaram com seu front pelo interior se propagaram também pelo litoral, apesar do atraso de às vezes 24 a 36h.

No avanço, a massa Polar divide-se em dois ramos e, ao chegar ao Rio Grande do Sul, um ramo avança pelo litoral e o outro pelo vale do rio Paraná, atingindo o Oeste Paulista pelo Pontal do Paranapanema, principalmente a partir do outono (BOIN, 2000, p. 72).

Em Caparaó, a mPa atuou em 33,9% na estação do inverno para a série. O ano com mais participação foi 2003, com 54,8%, e o ano com menos foi 2006, com apenas 19,9%. Os mesmos motivos verificados para Cáceres e Brasília são válidos para Caparaó, ou seja, nessa região, a participação da mPa no outono foi maior do que a verificada no inverno.

A interação entre o relevo e a configuração dos sistemas favorecem, de forma mais acentuada no inverno, os avanços do front da mPa pelo interior do continente sul-americano. As inflexões nas isolinhas, mostradas na Figura 3, para o interior de estado de São Paulo, oeste de Minas Gerais e Goiás, corroboram para interpretar como sendo exclusivamente influências do relevo.

Na estação do verão, o Sol, em seu movimento aparente, transita do Trópico de Capricórnio à linha do Equador, ou seja, é a estação na qual a iluminação do Sol é perpendicular à região de estudo. Por essa razão, o aquecimento continental é intenso, e isso favorece a ampliação dos sistemas de baixa pressão, a mEc e a mTc. Mesmo assim, a mPa continua atuando, porém menos intensificada, e a rota preferencial é a oceânica. Frequentemente, uma crista avança para o interior do continente e ao sul da linha do trópico, causando dias ensolarados e de baixa nebulosidade e de atmosfera estável.

Como a região de Campo Mourão está ao sul do trópico, ela é a mais afetada pela atuação da mPa. Na série, ela atuou em 21,4% do tempo cronológico. O estado do tempo proporcionado nessa estação são dias ensolarados, quentes e leve queda da temperatura no período noturno. A Tabela 5 e a Figura 4 mostram todos os sistemas que atuaram em Campo Mourão no mês de Janeiro de 2009. No painel têmporo-espacial da figura, observa-se a variação diária por meio da amplitude na temperatura em função do sistema atuante.

Na região de Campo Mourão, a média da participação da mPa na série 2002-2009 para o verão é de 21,4%. O ano com mais participação foi 2003, com 28,0%, e o ano com menos foi 2006, com apenas 10,4% (Figura 5).

Na estação do verão, é raro o avanço da mPa até a região de Cáceres, por isso a participação desse sistema no estado do tempo é baixa. Na série, foi contabilizada a participação em apenas 2,9% do tempo cronológico. O ano com mais participação foi 2005, com 6,0%.



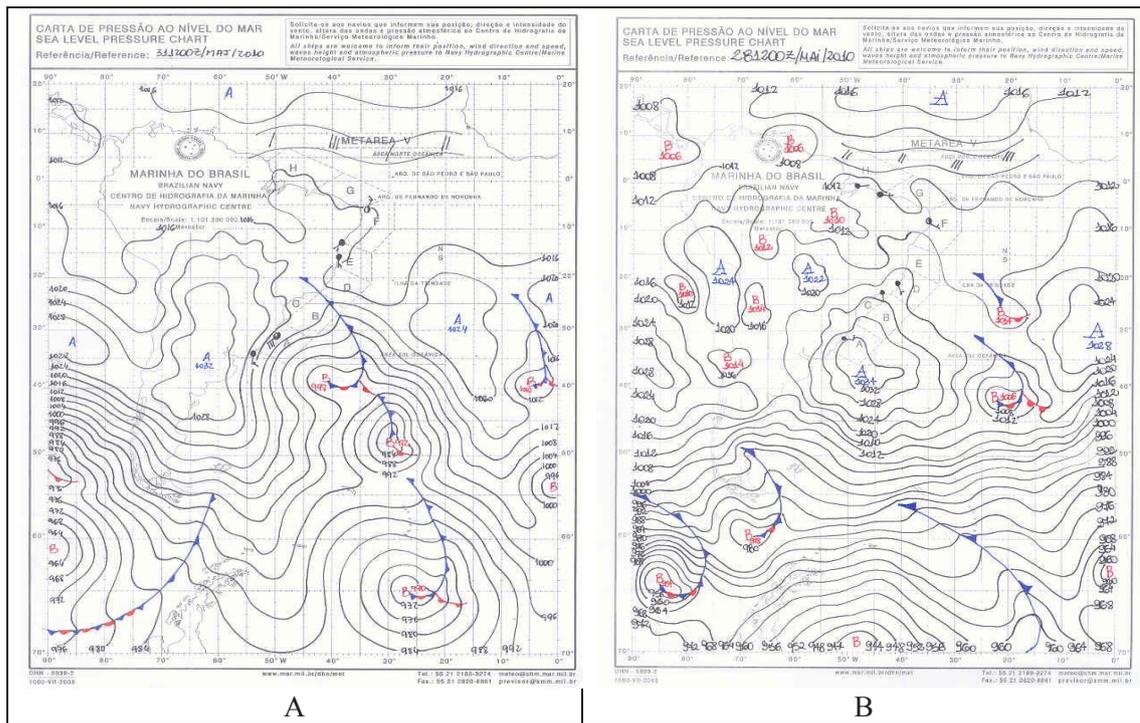


Figura 3 – A carta em “A” mostra as condições sinóticas do dia 31 de maio de 2010. Sobre o Norte da Argentina, Paraguai, Sul e Centro-Oeste do Brasil, avança uma massa Polar com 1032hPa. O seu eixo norte-sul é maior, por isso ela tem a forma alongada. A carta em “B” mostra as condições sinóticas do dia 28 de maio de 2010. Sobre o litoral dos estados do Sul do Brasil e Atlântico, avança uma mPa com 1034hPa. Esta, por sua vez, apresenta a forma circular.

Tabela 5 – Atuação dos sistemas atmosféricos em Campo Mourão em janeiro de 2009. Valores obtidos por meio da leitura das Cartas Sinóticas e das imagens de satélite Goes, no infravermelho.

Data	Pressão hPa	SF	mPa	mTa	mTc	mEc	Sistema
1/1/2009	1008	12				12	SF/mEc
2/1/2009	1008					24	mEc
3/1/2009	1008	24					SF
4/1/2009	1008	12				12	SF/mEc
5/1/2009	1008		12			12	mPa/mEc
6/1/2009	1012		12		12		mP/mTc
7/1/2009	1012				24		mTc
8/1/2009	1012				24		mTc
9/1/2009	1012				12	12	mTc/mEc
10/1/2009	1012	12				12	SF/mEc
11/1/2009	1012	24					SF
12/1/2009	1011	12	12				SF/mPa
13/1/2009	1008	24					SF
14/1/2009	1010	12				12	SF/mEc
15/1/2009	1010					24	mEc
16/1/2009	1009					24	mEc
17/1/2009	1008					24	mEc
18/1/2009	1009					24	mEc



19/1/2009	1008	12				12	SF/mEc
20/1/2009	1008	12	12				SF/mPa
21/1/2009	1012	12	12				SF/mPa
22/1/2009	1016		24				mPa
23/1/2009	1018		24				mPa
24/1/2009	1015		24				mPa
25/1/2009	1012				12	12	mTc/mEc
26/1/2009	1012					24	mEc
27/1/2009	1012					24	mEc
28/1/2009	1010					24	mEc
29/1/2009	1010	12			12		SF/mTc
30/1/2009	1012	12	12				SF/mPa
31/1/2009	1010				12	12	mTc/mEc
Σ	31332,0	192,0	144,0	0,0	108,0	300,0	//
Média	1010,7hPa	25,8%	19,4%	0,0%	14,5%	40,3%	//

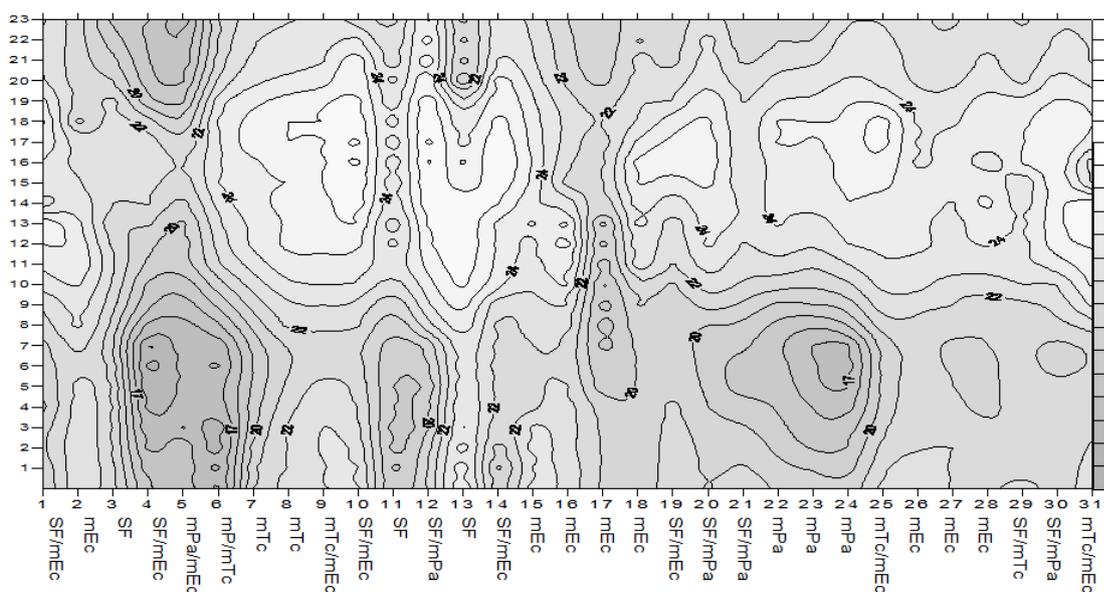


Figura 4 – Painel ttemporo-espacial com as termoisopletas para o mmes de janeiro de 2009 para Campo Mourão. Na abscissa, lê-se os dias do mmes e os sistemas atmosféricos, e na ordenada, as horas do dia. A mPa atuou integralmente na região de Campo Mourão nos dias 22, 23 e 24. Nesse período, a temperatura mínima foi de 17,0°C e a máxima 28,0° (Instituto Tecnológico Simepar® 2012).

Fonte – SIMEPAR. Organização - autores

No dia 02 de fevereiro de 2005, uma massa Polar avançou pelo interior do continente e dominou o estado do tempo nos dias 03, 04 e 05. As Figuras 6 A e B mostram as cartas sinóticas da Marinha do Brasil dos dias 02 e 03 de fevereiro de 2005 das 12h TMG. Elas mostram a mPa sobre o interior do continente sul americano. Em Cáceres, a pressão lida na Carta foi de 1016hPa.

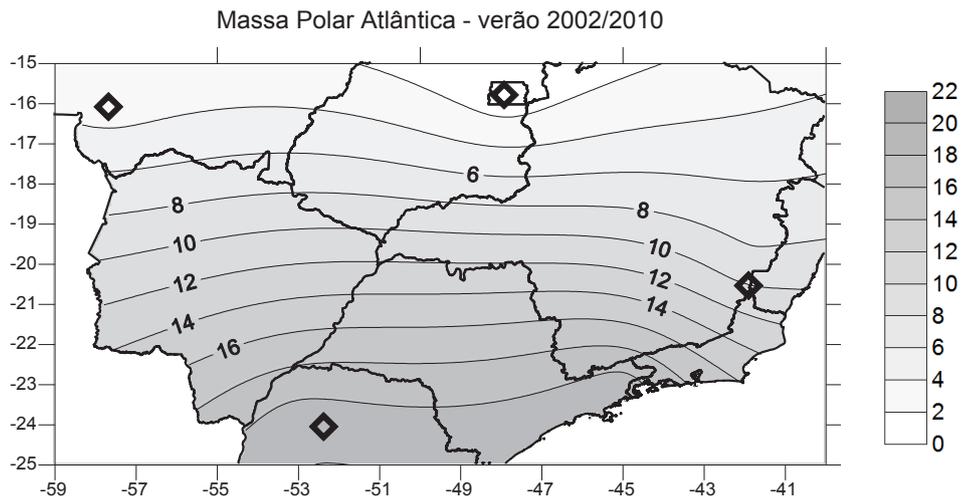


Figura 5 – Esboço do mapa da Região Centro Sul do Brasil. As isolinhas indicam a porcentagem da participação da mPa média para a estação do verão na série 2002/2010.

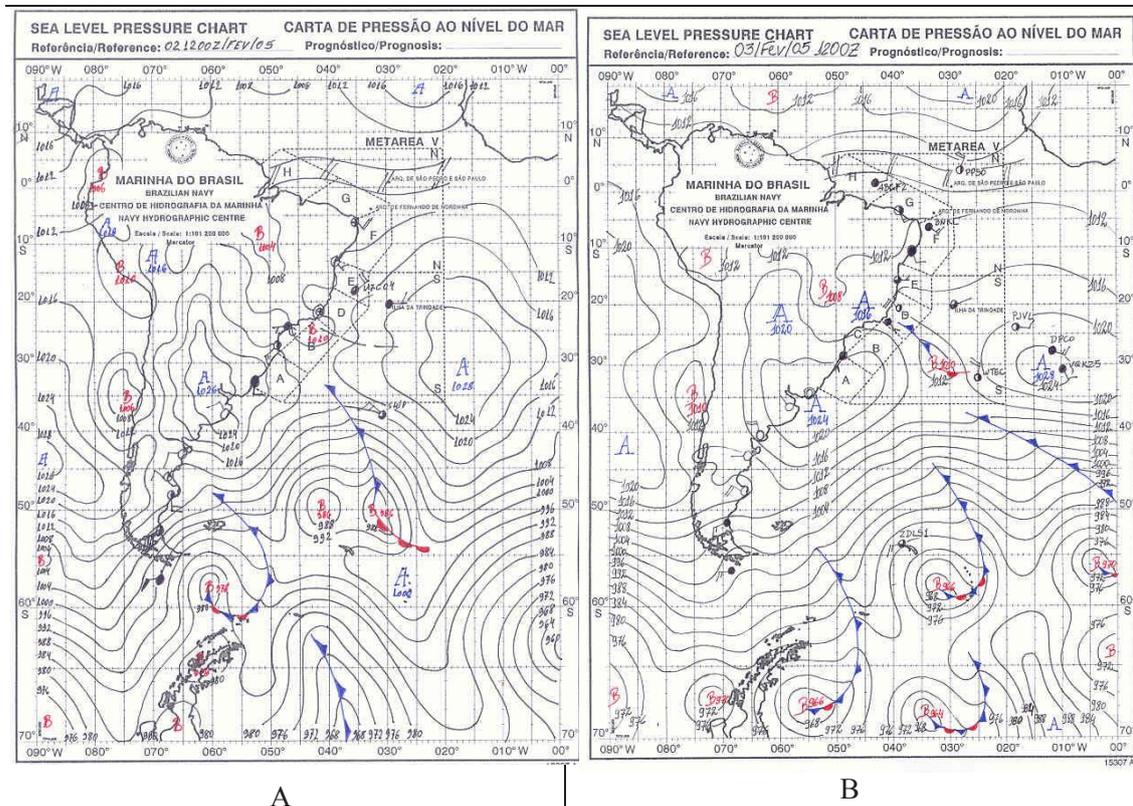


Figura 6 – As cartas A e B mostram as condições sinóticas nos dia 02 e 03 de fevereiro de 2005. No dia 02, a mPa avançou pelo interior do continente com 1026hPa; para o dia 03, ela se desintencificou e a pressão caiu para 1024hPa, e verificou-se um ligeiro deslocamento para o leste.

Para os anos de 2002 e 2003, não houve a participação da mPa para Cáceres, e em 2006, a participação foi de apenas 0,5% (os valores para a série foram mostrados na tabela 2).

Para a região de Brasília, a participação foi de apenas 0,6% (ver Tabela 3).

Caparaó, em função de sua proximidade com o Atlântico, favorece o avanço das mPa, principalmente aquelas que na estação do verão avançam além do trópico de Capricórnio. A participação média no verão foi de 8,6%. O ano com mais participação foi 2005, 18,7%, e o ano com menos foi 2010, apenas 2,2%. As isolinhas da Figura 06 mostram a espacialização da mPa na estação do verão no Centro Sul do Brasil, ao norte do trópico de Capricórnio.



Para as estações intermediárias, outono e primavera, a variabilidade verificada foi ampla e a dinâmica seguiu o mesmo padrão. A região de Campo Mourão é a que apresenta a maior participação da mPa; na sequência, Caparaó, Cáceres e finalmente Brasília. Embora, na estação do outono, as porcentagens das participações se aproximem e às vezes ultrapassem as verificadas no inverno, na primavera se aproximam às do verão. As tabelas 1, 2, 3 e 4 mostram as participações na série e nas estações do ano, e as figuras 7 e 8, mostram a espacialização nas duas estações.

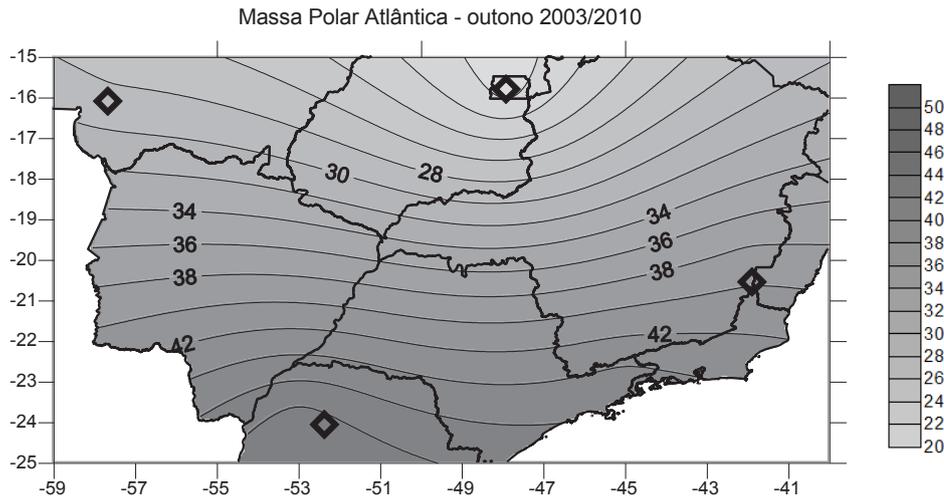


Figura 7 – Esboço do mapa da Região Centro Sul do Brasil. As isolinhas indicam a porcentagem da participação da mPa média para a estação do outono na série 2002/2010.

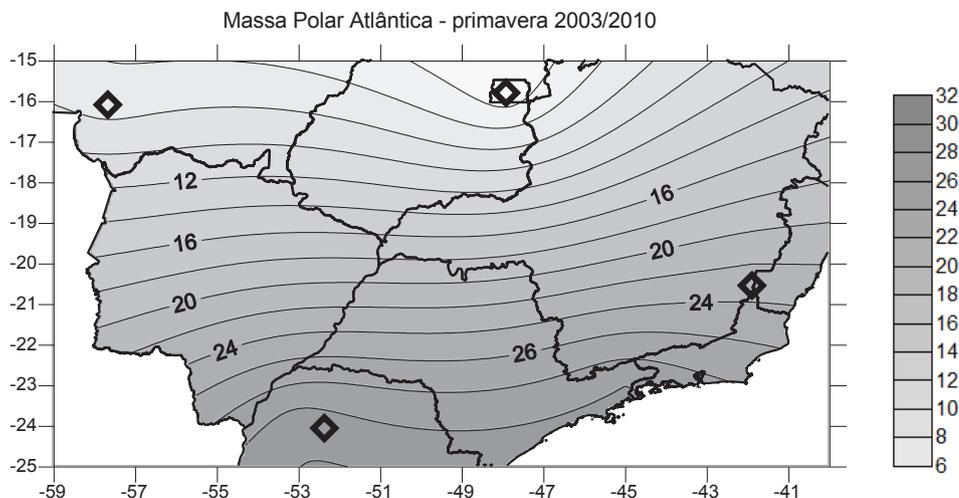


Figura 8 – Esboço do mapa da Região Centro Sul do Brasil. As isolinhas indicam a porcentagem da participação da mPa média para a estação da primavera na série 2002/2010.

O estado do tempo

O Território estudado possui extensão continental, e com a atuação simultânea de diversas massas de ar, cada uma com suas características originais e sendo influenciadas pelas características geográficas locais. Por isso, elas se modificam no espaço e no tempo, à medida que assimilam as características higrótérmicas dos trechos por elas percorridos. Características resultantes da rugosidade da superfície, da cobertura do solo, das horas do dia e, da ação da temperatura resultante da maior ou da menor perpendicularidade dos raios solares. Todas essas interações resultam em tipos de tempo. Por isso, é complexo particularizar tipos de tempo, mesmo que seja de forma breve.

Além de toda a dinâmica que o reveste, o estudo feito também é qualitativo, considerando que a observação considera, num primeiro momento, a sensibilidade daquele que o observa.

Nessa ótica, deve ser considerada a vestimenta, a qualidade do abrigo humano. Por isso, o resultado é abstrato e há uma fuga do foco “tipos de tempo”. Ele deixa de ser um conceito ou uma abstração, e passa a ser uma condição.

Considerando toda essa complexidade para determinar e classificar os tipos de tempo, adotamos o adjetivo “estado do tempo”. Embora genérico, quando se trata de um estudo na escala sinótica e que envolve uma grande região, parece ser mais adequado, até porque a atuação dos sistemas atmosféricos com suas características gera determinados estados no tempo que são próprios daquele sistema.

Mesmo considerando o estado do tempo, há complexidade. As características térmicas dependem da intensidade do sistema, da trajetória e da estacionalidade, e principalmente da localidade, considerando sua latitude, altitude e feições do relevo.

Para a região de Campo Mourão, onde a mPa atua com mais frequência e intensidade, o estado do tempo mais característico para a estação do inverno são dias ensolarados, consequência da estabilidade proporcionada pela ação anticiclônica da mPa. As temperaturas seguem abaixo da média do mês e declinam no período noturno, e, frequentemente, a temperatura da relva cai aquém da temperatura do congelamento da água.

Na estação da primavera, o estado do tempo é semelhante aos verificados no inverno, embora seja rara a formação de geadas noturnas.

Para o verão, logo depois da passagem do sistema frontal, verifica-se uma elevada cobertura de nuvens, quase sempre por estratocumulus, também conhecida como “cumulus de bom tempo”. O aquecimento diurno gera às vezes cúmulos com algum desenvolvimento vertical e sem precipitação. Esse padrão de estado do tempo segue no outono.

À medida que a mPa avança para o norte, as suas características se alteram. Mesmo assim, para os episódios mais intensos, ela chega ao sul da Amazônia e há queda brusca na temperatura. Nessa condição, ela pode cair em média até 10°C em Cáceres. A nebulosidade, quando observada, diminui no período de atuação da mPa. Isso porque, na grande maioria dos dias, a nebulosidade é zero. No intervalo de dois ou três dias, a mPa se tropicaliza e se modifica completamente. Para essa estação, a região central do Brasil apresenta nebulosidade baixa, e sucessivos dias de céu sem nuvens. Os movimentos anticiclônicos agravam a concentração de poluentes a ponto de reduzir a visibilidade horizontal.

Na estação do verão, nas esporádicas vezes que a mPa avança até a região de Cáceres, ela apenas bordejia a região e as alterações no estado do tempo não se manifestam a ponto de se distinguir dos demais dias da estação. A relativa estabilidade afasta a possibilidade de chuva, o aquecimento mais intenso causa a elevação da temperatura e em um ou dois dias a pressão volta às condições anteriores.

O estado do tempo em Brasília segue o mesmo padrão verificado em Cáceres.

Para Caparaó, o estado do tempo apresenta características particulares. A maior altitude proporciona temperaturas mais baixas e a condensação matinal nos vales e encostas são frequentes. Os dias iniciam com temperatura baixa. Para as altitudes superiores a 1000m, a mínima durante a permanência da mPa é inferior a 10,0°C, e a máxima sempre acima de 20,0°C na estação do inverno.

Para os meses mais quentes, a temperatura mínima é sempre superior a 18,0°C. Como a umidade relativa é mais elevada nessa estação, há presença de nuvens, principalmente cumulus, caracterizando o estado do tempo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A massa Polar atlântica é um anticiclone transiente que participa ativamente do estado do tempo na região. A sua participação decresce a partir de Campo Mourão para o norte e nordeste. A estação do inverno é o período em que esse sistema preserva por mais dias as suas características.



Verificou-se que os avanços da mPa pelo interior do Centro Sul do Brasil se dão nos mesmos moldes verificados por Nimer (1979a).

Embora a intensidade não tenha sido considerada na análise, fica evidente que aqueles sistemas que avançaram com intensidade baixa não conseguem alcançar as latitudes mais baixas. Outra evidência importante para os sistemas que avançaram pelo interior do continente é que, depois de atingir o máximo, eles iniciam o seu escoamento a partir do oeste e noroeste. Por esse motivo, o tempo de atuação diminui a partir do noroeste da região. Assim, Cáceres apresenta participação bastante baixa.

Em Brasília, a participação é também muito baixa. Isto porque o recuo da mPa segue de noroeste para sudeste.

Os estados do tempo refletem as características higrótérmicas dos sistemas. Por isso, onde e quando a intensidade é baixa, como no limite norte do sistema, as condições do tempo se mostram pouco alteradas com o domínio da mPa. Para Cáceres e Brasília, o estado do tempo mais comum durante a permanência desse sistema é uma ligeira queda na temperatura no período noturno, ou seja, um pouco mais acentuado, comparando com os dias com o domínio da mTa, baixa nebulosidade e umidade, considerando que esse sistema é anticiclônico.

Como a mPa é um sistema anticiclônico e de baixa umidade, a partir do momento em que ele se intensifica e avança para o interior do continente, a umidade relativa baixa, a mEc, se retrai, e a estabilidade aumenta ao norte do trópico. A partir de então, os principais episódios de chuva ao norte da linha do trópico são consequência dos avanços dos sistemas frontais. Para o período observado, a primeira mPa a avançar pelo interior do continente ocorre na estação do outono, mais especificamente nos meses de abril ou maio. Para o mês de maio, foram comuns os avanços pelo interior do continente. Por outro lado, os últimos sistemas avançam em outubro. Para os meses de novembro a março, é raro ela avançar pelo interior do continente.

A volta das chuvas convectivas também está condicionada a essa dinâmica. A partir de setembro, com o aquecimento mais intenso do continente, a mPa se desintensifica e a mEc se amplia, e, por isso, as correntes perturbadas de noroeste se estendem para o Centro Sul. A última região a receber as chuvas convectivas é, então, Caparaó.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BOIN, M. N. **Chuvas e erosões no oeste paulista: uma análise climatológica aplicada**. 2000. 264 p. Tese (Doutorado em Geografia, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. Geociências e meio ambiente.

BORSATO, V. A. **A participação dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia do Alto Rio Paraná no período de 1980 a 2003**. 2006. 129 p. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Nupélia, UEM, Maringá.

BISCARO, G. A. **Meteorologia Agrícola Básica**, 1ª edição, UNIGRAF - Gráfica e Editora União Ltda. Cassilândia - Mato Grosso do Sul, 2007, 87p.

CONTI, J. B. **Circulação secundária e efeito orográfico na gênese das chuvas na região leste-nordeste paulista**. Série Teses e Monografias, São Paulo, n. 18, 1975. 82 p.

FERREIRA, C.C. **Ciclogêneses e ciclones extratropicais na Região Sul-Sudeste do Brasil e suas influências no tempo**, INPE-4812-TDL/359, 1989. INPE - 4812 - TDL/359, 93p.

GALVANI, E. e AZEVEDO, T.R. (2012) A Frente Polar Atlântica e as características de tempo associadas: estudo de caso. **Textos do Laboratório de Climatologia e Biogeografia** – Departamento de Geografia / FFLCH / USP – Série TA – Texto 018 disponível em: <http://www.geografia.ffe.usp.br/inferior/laboratorios/lcb/az/TA018.pdf>, consultado em 10/09/2012.

MONTEIRO, C. A. de F. Da necessidade de um caráter genético à classificação climática (algumas Considerações metodológicas a propósito do estudo do Brasil Meridional). **Revista Geográfica**. Rio de Janeiro, v. 31, n. 57, p. 29-44, 1962.

MONTEIRO, C.A. de F. Clima. In **Geografia do Brasil: Grande Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE. v.4, TOMO 1, p-114-166. 1968.

- MONTEIRO, C.A. de F. **A frente polar atlântica e as chuvas de inverno na fachada Sul-oriental do Brasil**. Contribuição metodológica à análise rítmica dos tipos de tempo no Brasil. São Paulo: IGEO/USP, Série teses e monografias, n. 1, 1969, 68p.
- MONTEIRO, C.A. de F. Análise rítmica em climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. **Climatologia**. São Paulo, n.1, 21p, 1971.
- NIMER, E. Circulação atmosférica do Brasil (Comentários) Contribuição ao estudo da Climatologia do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro: IBGE, setembro de 1966. p. 232 – 250.
- NIMER, E. Climatologia da Região Sul do Brasil: Introdução à Climatologia Dinâmica, subsidio à Geografia Regional do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, ano 33 – 4 1971, p 3 – 64.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais n 4, 1979. 32 p.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979a. 422p.
- PÉDELABORDE, P. **Introduction a l'étude scientifique du climat**. Paris: Sedes, 1970.
- TARIFA, J. R. **Balço de energia em seqüência de tipos de tempo**: uma avaliação no oeste paulista (Presidente Prudente) – 1968/69. São Paulo: USP-IG, 1972.
- SANTA'ANNA NETO, J. L. **As chuvas no Estado de São Paulo**: contribuição da variabilidade e tendência da pluviosidade na perspectiva da análise geográfica. 1995. 235 p. (Tese de Doutorado). São Paulo: FFLCH/USP,
- SARTORI, M. da G.B., A dinâmica do clima do Rio Grande do Sul: indução empírica e conhecimento científico. **Terra Livre**. Mudanças Climáticas Globais e Locais. Ano 19 – V.1 nº 20 jun/jul 2003. São Paulo/SP. p. 27 – 50.
- SCHRÖDER, R. **Distribuição e curso anual das precipitações no estado de São Paulo**. Bragantia, Instituto Agrônomo de Campinas, v.15, n.18, 1956.
- SERRA, A. Meteorologia do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de geografia**. Ano VII, Julho-Setembro 1945, n 3. Tese para a IV Assembléia Geral do Instituto Pan-americano de Geografia e História p. 257 - 444.
- SERRA, A. Circulação no Hemisfério Sul (as chuvas de inverno e de primavera). **Boletim Geográfico** (Rio de Janeiro), Fundação IBGE, ano 30, n.224, 1971a.
- SERRA, A. Circulação no Hemisfério Sul (chuvas de verão). **Boletim Geográfico** (Rio de Janeiro), Fundação IBGE, ano 30, n.225, 1971b.
- SERRA, A. Circulação hemisférica (chuvas de outono). **Boletim Geográfico** (Rio de Janeiro), Fundação IBGE, ano 31, n. 226, 1972.
- SERRA, A. e RATISBONNA, L. As ondas de frio da bacia Amazônica. **Boletim Geográfico**, ano III, nº 26, maio 1945 - Transcrição. Serviço de meteorologia. Ministério da Agricultura, 1941, p 172 – 206.
- SERRA, A. e RATISBONNA, L. **As massas de ar na América do Sul**. Rio de Janeiro. Ministério da Agricultura, 1942, 57 p.
- SETTE, D.M. **O Holorritmo e as interações trópico-extratropical na gênese do clima e as paisagens do Mato Grosso**. 2000. 394 p. Tese (Doutorado em Geografia). Pós-Graduação em Geografia Física, Universidade de São Paulo (FFLCH-USP).
- SORRE, M. Le Climat. In: SORRE, M. **Les Fondements de la Géographie Humaine**. Paris: Armand Colin, 1951. Chap. 5, p.13-43.
- VANHONI JORGE, F. **Fachada Atlântica Sul do Brasil: dinâmica e tendências climáticas regionais no contexto das mudanças globais**. Dissertação de Mestrado em Geografia da Universidade Federal do Paraná, 2009. 179 p.
- TARIFA, J. R. **Fluxos Polares e as chuvas de primavera/verão no Estado de São Paulo**. São Paulo, Série Teses e Monografias, n.19. IGEOG/USP, 1975, 93 p.
- TITARELLI, A. H. V. **A onda de frio de abril de 1971 e sua repercussão no espaço geográfico brasileiro**. São Paulo: USP-IG, 1972.
- VAREJÃO-SILVA M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Instituto Nacional de Meteorologia Brasília, DF, 2000 p 515.



VIANELLO, R. L. **Meteorologia básica e aplicações**. Universidade Federal de Viçosa. Editora UFV 2000. p 450

ZAVATTINI, J. A.; ZAVATTINI, L. I. As fortes massas polares de julho de 1981 e seus efeitos no Brasil Centro-Sul (MS, MG, SP, PR, SC e RS). **Anais do 5º ENG** (Porto Alegre), v. I, 1982.

ZAVATTINI, J. A. et al. Ritmo pluvial do inverno de 1983 no extremo oeste paulista. **Caderno Prudentino de Geografia** (Presidente Prudente), n.6, 1983.

ZAVATTINI, J. A. **A dinâmica atmosférica e a distribuição das chuvas no Mato Grosso do Sul**. São Paulo, 1990. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

ZAVATTINI, J. A. **As Chuvas e as Massas de ar no Estado de Mato Grosso do Sul** – Estudo Geográfico com vista à regionalização climática, Editora da UNESP Cultura Acadêmica 2009. 212 p. – São Paulo.

Trabalho enviado em março de 2015

Trabalho aceito em abril de 2015

