

A DINÂMICA ATMOSFÉRICA NO CENTRO SUL DO BRASIL E A ESTACIONALIDADE

Victor da Assunção BORSATO¹

RESUMO

O presente artigo é o resultado da análise das participações e quantificação dos sistemas atmosféricos que atuaram no Centro Sul do Brasil para a série histórica de 2002 a 2010. O principal objetivo foi quantificar e espacializar os sistemas atmosféricos para o Centro Sul do Brasil e analisar as principais consequências no estado do tempo e as oscilações estacionais. Ao comparar a participação de cada sistema atmosférico para cada uma das quatro localidades e para as quatro estações, caracteriza-se a dinâmica atmosférica para o Centro Sul do Brasil. Verificaram-se que no inverno prevaleceram os sistemas de alta pressão, embora, a participação dos sistemas de alta na estação do outono foi, às vezes próximo e/ou acima dos verificados para o inverno. Os sistemas foram identificados por meio das análises das cartas sinóticas e das imagens de satélite a partir de quatro localidades: Campo Mourão - PR, Cáceres - MT, Brasília - DF e Caparaó - MG. O principal sistema, considerando o tempo de atuação e as mudanças causadas nos tipos de tempo, foi a massa Polar atlântica, esse sistema atmosférico é transiente e anticiclônico; ela invade o território brasileiro a partir do Sul e impõe suas características nos tipos de tempo, queda na temperatura e estabilidade atmosférica. O Sistema frontal é, principalmente, para a Região de Campo Mourão, responsável pelas mudanças do tempo e pelos episódios de chuvas frontais, sobretudo, no inverno. O segundo sistema, considerando o tempo de atuação, foi a massa Tropical atlântica, principalmente para a borda leste do Centro Sul do Brasil, também anticiclônico; frequentemente, ela avança para o interior do Brasil e causa estabilidade atmosférica. O terceiro sistema foi a massa Tropical continental; ela se expande a partir do centro de origem “Grande Chaco” e o estado do tempo se caracteriza pelas elevadas temperaturas e baixa pluviosidade. A massa Equatorial continental, também quente e de baixa pressão, atua mais intensamente na estação de verão.

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

¹ Mestre em Geografia pelo UEM; Doutor em Ecologia de Ambientes aquáticos Continentais, Nupelia UEM; Pós-Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Paraná. Professor de Climatologia na Unespar – Campus de Campo Mourão. Pesquisador em Climatologia Geográfica e Dinâmica, sócio da AbClima.

THE ATMOSPHERIC DYNAMICS IN THE SOUTH CENTER OF BRAZIL AND THE SEASONALITY

ABSTRACT

The present paper is the result of the analysis of the participation and quantification of the atmospheric systems which acted in the South Center of Brazil for the historical series ranging from 2002 to 2010. The main objective was to quantify and spatialize the atmospheric systems in the region and analyze the main consequences in the state of the weather and the seasonal oscillations. As a result of comparing the participation of each atmospheric system for each of the four locations for the four seasons, the atmospheric dynamics for the South Center of Brazil was characterized. We found that in the Winter the high pressure systems prevail, although the participation of the systems of high pressure in the Fall was eventually near and / or above those found in the Winter. The systems were identified by analyzing both synoptic charts and satellite images from four locations as follows: Campo Mourão - PR, Cáceres - MT, Brasília - DF and Caparaó - MG. The main system, considering the period of action and the changes caused in the types of weather was the Atlantic Polar mass. Such atmospheric system is transient and anticyclonal; It enters the Brazilian territory from the South and imposes its characteristics to the types of weather - temperature drop and atmospheric stability. The frontal system is, mainly for the region of Campo Mourão, responsible for the changes in the weather and for the episodes of frontal rains, mainly in the Winter. The second system, considering the period of action, was the tropical Atlantic mass, mainly for the eastern border of the South Center of Brazil, also anticyclonal; It often moves into the interior of Brazil and causes atmospheric stability. The third system was the continental Tropical mass; It expands from the origin located at "Grande Chaco" and the weather conditions are characterized by high temperatures and low rainfall levels. The continental Equatorial mass, also hot and of low pressure, takes place more intensely in the Summer.

Keywords: Geographic climatology. Weather conditions. Air masses.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país de dimensões continentais, e a Climatologia Geográfica ainda está longe das fronteiras Norte e Oeste, seja no sentido figurado ou prático. O Sul e o Sudeste são as áreas onde esse ramo da Geografia mais evoluiu, embora, ainda haja campo a ser investigado. Para a região Centro Oeste, foram feitas algumas investidas por meio dos trabalhos de Zavattini (1990 e 2009) e Sette (2000), principalmente. Todavia, há mais a ser investigado, principalmente na perspectiva fundamentada nos recursos disponibilizados pelo sensoriamento remoto. O arcabouço já produzido é fundamental, e complementá-lo tem sua importância, para ampliar os pontos e áreas que ainda não foram estudadas, como também ampliar a resolução daquelas que já foram.

Para o estudo da dinâmica dos sistemas atmosféricos no Centro Sul do Brasil, adotou-se para o clima a definição de Sorre (1934): “clima é chamado a série de estados da atmosfera, acima de um lugar na sua sucessão habitual” (SORRE, apud PÉDELABORDE, 1970, p. 19).

O Centro Sul do Brasil é a região Geoeconômica mais dinâmica do Brasil e, para estudar o clima em seu conjunto, 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 fenômeno nessa escala, que é considerada na Climatologia como secundária. A primeira grandeza se refere à circulação geral da atmosfera terrestre.

A dinâmica atmosférica do Centro Sul do Brasil começou a ser conhecida e estudada a partir de Serra e Rastisbonna (1941 e 1942), Serra (1945, 1971a, 1971b e 1972), Schröder (1956), Nimer (1966, 1979), Monteiro (1969 e 1971), Titarelli (1972), Tarifa (1972 e 1975), Conti (1975), Zavattini (1982, 1983 e 1990), Sant’Anna Neto (1995), Sette (2000), e Borsato (2006), além de outros. A grande maioria desses pesquisadores 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 de se fazer uma caracterização pormenorizada da dinâmica das massas de ar nessa grande região. Buscou-se na literatura climatológica pesquisas que abordasse a participação das massas de ar para as regiões das localidades abordadas nesta pesquisa e não se encontrou. Dessa forma os resultados das participações são inéditos.

Neste artigo, o recorte apresenta os resultados da dinâmica para a estação do inverno na série estudada, embora os resultados foram comparados com os obtidos nas demais estações, sendo notória sua variabilidade estacional. Para o ano com os maiores desvios também foi executada a análise rítmica, não apresentada neste artigo por uma questão de brevidade.

Para caracterizar a dinâmica dos sistemas atmosféricos no Centro Sul do Brasil, foi necessário quantificar a participação dos sistemas atmosféricos para as quatro estações do ano e comparando-se com o inverno.

A estação do inverno é a mais seca para a região, apresentando, de forma geral, os menores valores para a umidade relativa e a atuação dos sistemas anticiclônicos são mais persistentes. Por outro lado, na estação do verão, prevalecem os sistemas de baixa pressão e a massa Equatorial continental é a mais atuante para a região de Cáceres e Brasília, regiões que recebe o máximo de precipitação, segundo Reboita et al. (2010), devem-se aos sistemas de monções Sul-Americano.

2 METODOLOGIA

A dinâmica atmosférica no Centro Sul do Brasil foi investigada a partir dos sistemas atmosféricos que atuam nessa região. Nesse recorte, 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 (Figura 01). Para cada uma das localidades foram quantificadas as massas de ar a partir da análise das Cartas Sinótica da Marinha do Brasil e das imagens de Satélite no canal infravermelho (PÉDELABORDE, 1970; BORSATO, 2006).

A caracterização da dinâmica climática para as estações foram realizada por meio da análise rítmica (MONTEIRO, 1971) e pelo estudo das massas de ar e dos tipos de tempo (PÉDELABORDE, 1970; BORSATO, 2006). As análises foram fundamentadas nos dados dos elementos do tempo e registrados nas estações climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) de Campo Mourão, Cáceres, Brasília e Caparaó. Essas quatro localidades estão circunscritas na região, Figura 1. A escala de abordagem temporal foi a diária e a climática na secundária, fundamentadas nas análises das imagens de satélite *Góes*, canal infravermelho do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos do Instituto

Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC-INPE), e nas cartas sinóticas da Marinha do Brasil - Centro de Hidrografia da Marinha - Informações Meteorológicas.

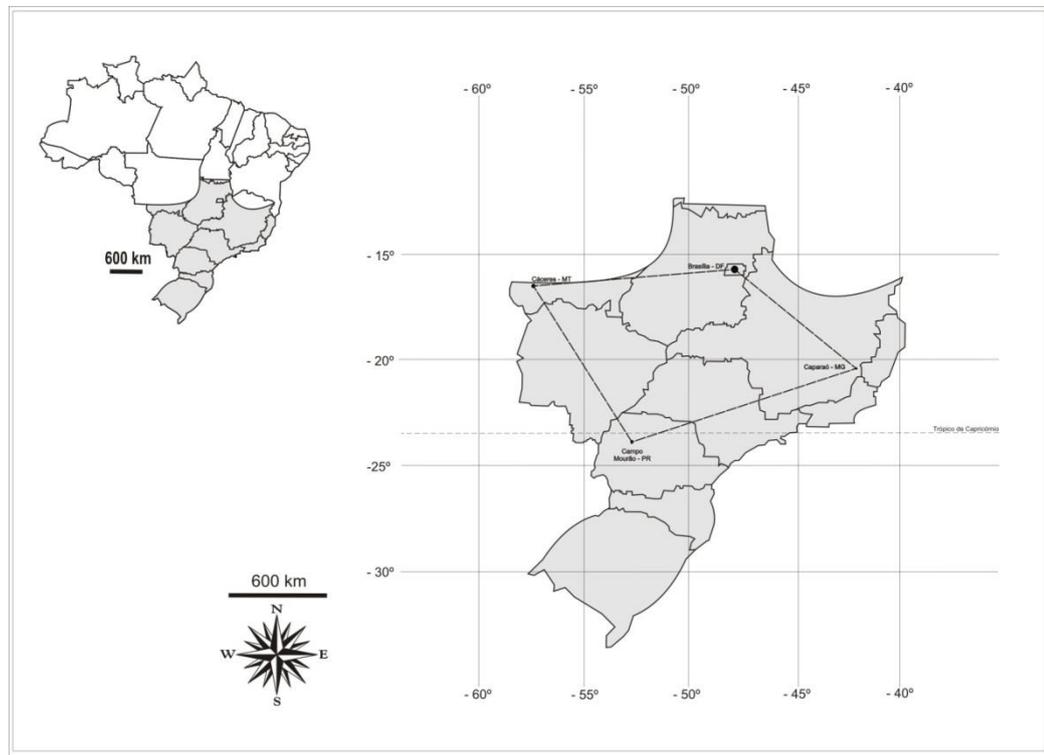


Figura 01 – Localização da área de estudo: esboço do Centro Sul do Brasil com a localização de Campo Mourão PR, Cáceres MT, Brasília DF e Caparaó MG.
Organização – autores.

A circulação atmosférica representada nas cartas sinóticas pelas isóbaras, linhas que unem os pontos de igual pressão. Elas são geralmente plotadas a partir dos dados da pressão atmosférica, corrigidos para a temperatura de 0°C e à altitude zero.

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) (NIMER, 1979; VIANELLO, 2000; VAREJÃO-SILVA, 2000; FERREIRA, 1989; BISCARO, 2007).

Para o registro dos sistemas atmosféricos, foram elaboradas tabelas em planilhas anuais subdivididas em unidades mensais, com uma linha para cada dia e colunas para os sistemas atuantes nas quatro estações climatológicas. Atribuiu-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.

As porcentagens das participações dos sistemas atmosféricos foram especializadas em cartogramas por meio do Sistema de Informação Geográfica Sufer® 7, *software* especial para representar o relevo por meio de isolinhas, as quais, para o caso, representaram a porcentagem das participações dos sistemas atmosféricos apresentados em um recorte do mapa do Brasil, com destaque para o Centro Sul e ao norte do trópico de Capricórnio. A partir desse mapa esboço, foram plotadas as isolinhas. Elas mostram a distribuição espacial por meio da porcentagem das participações dos sistemas no estado do tempo.

3 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Atuam no Brasil cinco massas de ar e o sistema frontal. Nesse estudo, não se verificou a atuação da massa Equatorial atlântica (mEa) para a região de estudo. Participaram ativamente a massa Polar atlântica (mPa), a massa Tropical continental (mTc), a massa Tropical Atlântica (mTa), a Equatorial continental (mEc) e o sistema Frontal (SF).

A zona frontal é uma faixa onde os ventos são convergentes, o ar mais quente ascende e se desestabiliza, por isso, as chuvas frontais são frequentes. Na retaguarda do sistema, avança a mPa, que, no verão, raramente ultrapassa a latitude do trópico de Capricórnio no interior do continente, pelo oceano, pode atingir latitudes inferiores à do trópico. No inverno, as frentes podem avançar até latitude inferior a -15° e pelo interior do continente.

No Brasil, os sistemas frontais avançam a partir do Sul, no sentido sudoeste-nordeste, e frequentemente ultrapassam a linha do trópico de Capricórnio. No período mais quente, na latitude do trópico, a grande maioria dos sistemas Polares que avançam na retaguarda das frentes já deixaram o continente e se encontram no Atlântico Sul. Sendo assim, na maioria dos sistemas frontais se encontram no estágio de frontólise (BORSATO, 2006).

O Sul do Brasil, também é uma região de frontogênese, ou seja, em determinadas condições, há sobre a região a evolução dos ciclogêneses: “Ciclogênese é o processo de abaixamento da pressão atmosférica em superfície com conseqüente formação de circulação ciclônica” (CAMARGO e FREDIANI, 2004). Segundo os autores op cit, na América do Sul e Atlântico Sul (até 30° W), metade das ciclogêneses se manifestam ao norte de 35° S. A maior frequência ocorre sobre o oceano e na estação do verão e sobre o continente no inverno.

Na estação do inverno, na série estudada, a participação dos sistemas frontais nos estados do tempo seguiu o esperado para a estação, ou seja, frequentes avanços pelo interior

do continente por vezes ultrapassando a latitude de Cáceres (latitude $-16,05^\circ$, longitude $-57,68^\circ$).

Campo Mourão foi a região em que o SF mais atuou, 18,4% do tempo cronológico, seguido por Caparaó, 11,3%. A grande maioria dos sistemas frontais, ao avançar pelo interior, desloca-se para leste e às vezes atua até a região de Caparaó. Cáceres, dada a sua localização na borda sul da Amazônia, recebeu a atuação do sistema frontal em apenas 5,7%. Como é relativamente comum ocorrer um retrocesso do sistema frontal logo após ultrapassar a latitude do trópico (Sistemas reflexos), a participação na região de Brasília foi inferior à verificada para Cáceres, 4,2%. A figura 02 mostra a espacialização em porcentagem dos sistemas frontais que atuaram de 2002 a 2010 na média para o Centro Sul do Brasil. Como as isolinhas mostram a porcentagem, elas estão distribuídas perpendicularmente à direção dos avanços.

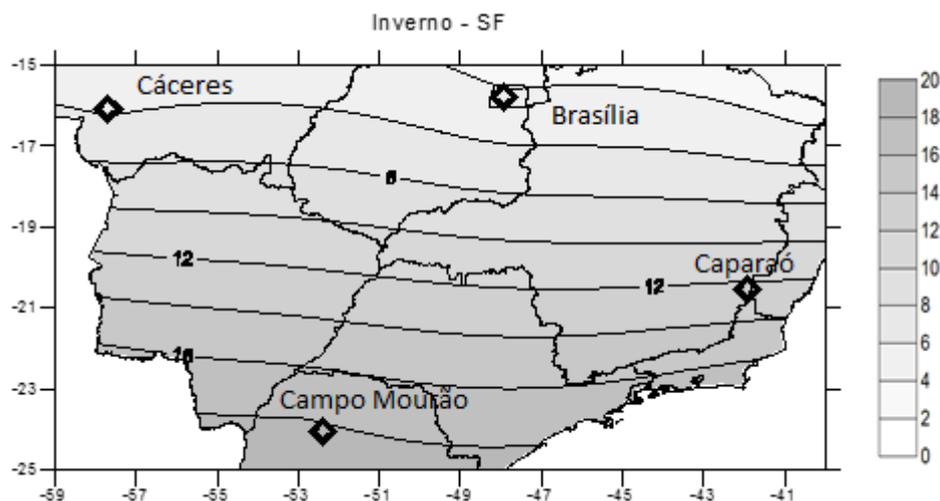


Figura 02 – Esboço do mapa da Região Centro Sul do Brasil. As isolinhas indicam a porcentagem da participação dos sistemas frontais na média para o inverno na série 2002/2010. Organização – autores.

A variação no tempo de participação é ampla. Para Campo Mourão, o inverno com menor participação foi 2003, com 12,8%, e a maior foi 2008, com 28,7%. Para Cáceres, também houve ampla variabilidade interanual, foram dois anos com menos participação, 2002 e 2003, apenas 3,2%, e o ano com maior atuação foi 2009, com 10,8%. Para Brasília, o ano com menos participação foi 2004, com 2,0%, e o ano com mais foi 2007, com 6,7%. Caparaó seguiu a mesma dinâmica com ampla variação na porcentagem interanual, o ano com menos participação foi 2010, com 8,0%, e o ano com mais foi 2009, com 17,0%. Verifica-se que não houve uma homogeneidade de participações interanuais para as quatro localidades; em cada uma, o ano com mais ou com menos participações foi diferente. Por outro lado, não se

encontraram pesquisa que abordasse a participação dos sistemas frontais para essas localidades do Brasil.

Cáceres e Brasília raramente assistem à manifestação desse sistema nos estados do tempo. Ao avançar pelo território brasileiro, na latitude do trópico, a grande maioria deles já se desviou para o interior do Atlântico ou se dissipou, considerando que a energia que a sustenta é proveniente do gradiente de pressão, gerado entre os sistemas continentais que se encontram no seu percurso e o da massa Polar que avança na retaguarda.

A localidade de Campo Mourão apresenta uma grande homogeneidade, considerando a média nas quatro estações, que foi de 17,8%; a menor participação foi de 16,5%, verificada na estação do verão, e a maior foi 19,5%, na primavera. Considerando a série histórica, a maior participação foi 28,7% para o inverno de 2008, e a menor, 11,6% no verão de 2004 (Figura 03).

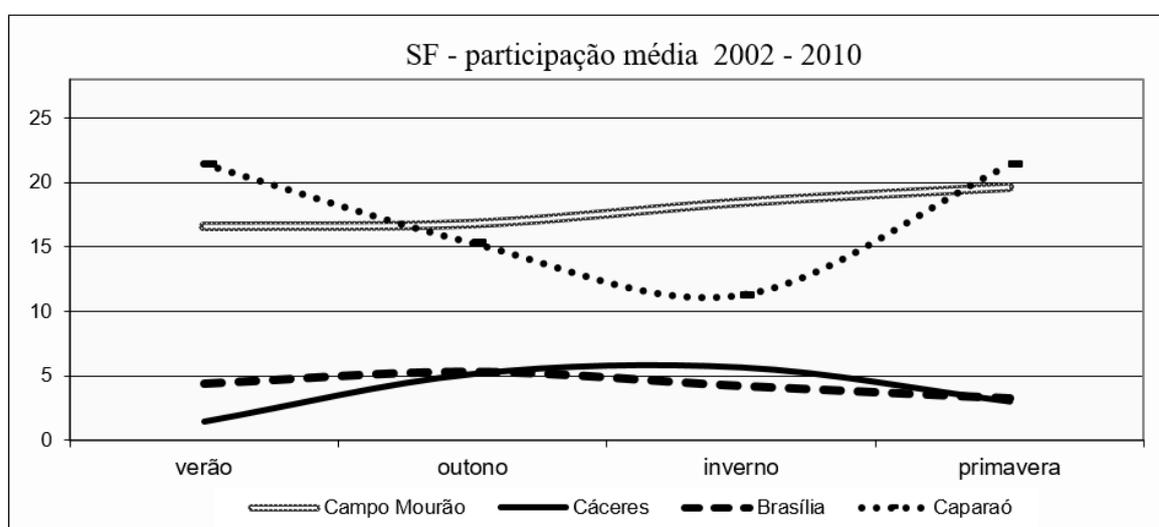


Figura 03 – participação média dos Sistemas Frontais na série 2002 a 2010 em Campo Mourão PR, Cáceres MT, Brasília DF e Caparaó MG. Organização – autores.

Os resultados mostram que para a região de Campo Mourão, o tempo cronológico de participação dos sistemas frontais na estação do inverno apresenta uma pequena oscilação e o que se pode observar na análise das cartas para a série é que para a estação do verão há episódios de avanços em que os sistemas se encontram em frontólise para essa região ou mesmo no estágio de dissipação, por isso o tempo e atuação se amplia. Na estação do inverno a incidência de SF é maior, porém, sua permanência/passagem pela região é mais rápida/dura menos tempo.

Para Caparaó, a participação média na série histórica foi de 17,4% do tempo cronológico, e a estação com mais participação foi o verão, 21,5%; a menor foi no inverno,

11,3%. A oscilação interanual é grande. A maior participação ocorreu no verão de 2004, com 29,4%, e a menor foi no outono de 2002 e no inverno de 2005, com apenas 8,2% em cada.

As análises das cartas sinóticas mostram que, para a região de Caparaó, os sistemas frontais encontram-se em estágios de frontólise, ao passo que para a estação do inverno, eles avançam para latitudes inferiores à dessa região.

3.1 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. Nessa estação, ela avança pelo interior do Atlântico e, depois da linha do trópico, se funde com a massa Tropical atlântica. No inverno, as frentes avançam com mais vigor e pelo interior do continente, encaixando-se na calha do Rio da Prata - Paraná. Dependendo das condições, intensidade e dos bloqueios oferecidos pelos outros sistemas atmosféricos, ela poderá chegar ao sul da Amazônia.

Nos meses mais frios, a massa Polar atlântica pode avançar até a linha do equador e causar na Amazônia o fenômeno da friagem (SERRA e RATISBONNA, 1945). Para a região de Campo Mourão, nessas ocasiões, a onda de frio é intensa e pode causar o fenômeno da geada. No período estudado, não foi contabilizado o número de sistemas que avançaram até a Amazônia.

Na estação do inverno, prevalece, para a região de Campo Mourão, a atuação da mPa, embora as baixas temperaturas são intensificadas na entrada dos sistemas. A partir do segundo dia de atuação, ela começa a ganhar energia térmica e a temperatura se eleva gradativamente. Depois da segunda metade do inverno, é comum se estabelecer um sistema de bloqueio na região central do Brasil, e as massas polares não conseguem se impor. Com isso, a massa Tropical continental se intensifica e atua por vários dias e, por isso, as temperaturas se elevam e a umidade do ar cai a níveis críticos em toda a região de estudo.

A participação da mPa decresce para o norte no tempo de atuação e na intensidade, por essa razão, a maior participação efetiva é para a localidade de Campo Mourão. A participação média para o período do estudo foi de 50,9% para a estação do inverno. O ano com maior participação na série foi 2003, com 64,7%, e com a menor foi 2006, com 45,2%. Essa variabilidade já foi verificada em estudos semelhantes para o Auto da Bacia Hidrográfica do Rio Paraná (BORSATO, 2006).

Para Cáceres, a participação foi significativamente ampla, embora o tempo cronológico tenha sido elevado, a intensidade do sistema é baixa. O longo trecho que os ventos percorrem contornando o anticiclone até a latitude de Cáceres, impondo as suas características e assimilando as características da área percorrida favorece as suas modificações. A participação média foi de 35,8%; o ano com mais participação foi 2010, com 44,7%, e o ano com menos participação foi 2008, com 22,2%. Zavattini (2009) encontrou valores semelhantes para o Mato Grosso do Sul, embora esse autor classifica o sistema em Polar velha e Polar continentalizada.

A participação da mPa no estado do tempo em Brasília decresce em comparação com Cáceres e a principal razão é a dinâmica dos sistemas. As análises das cartas sinóticas evidenciaram que os sistemas avançam pela depressão do interior do continente sul-americano, atingem o sul da Amazônia, e às vezes retrocede para depois deslocarem para o leste e atingirem a região central do Brasil. A participação média foi de 15,8%, o ano com maior participação foi 2010, com 32,4%, e a menor participação foi em 2008, com apenas 10,1%.

Observa-se, na figura 04 a espacialização da participação da mPa no Centro Sul do Brasil na estação do inverno, por meio dos valores médios para a série estudada. As isolinhas mostram que, a partir de Campo Mourão em direção a Brasília, as porcentagens decrescem mais rapidamente se comparadas com as posições a leste e a oeste na mesma latitude. Isso mostra que os anticiclones polares avançam preferencialmente pelo interior e pelo oceano ou conforme Monteiro (1968), um ramo avança pelo interior outro pelo litoral do Atlântico.

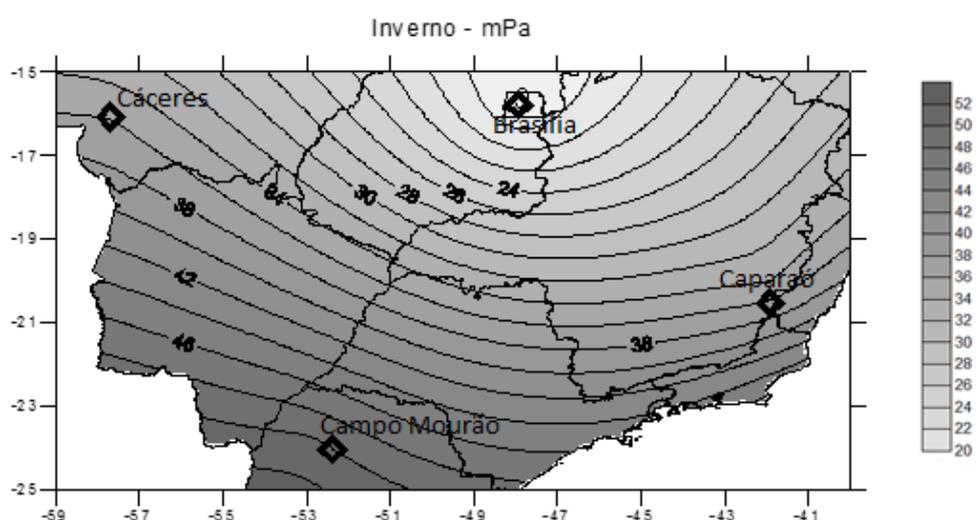


Figura 04 – Esboço do mapa da Região Centro Sul do Brasil. As isolinhas indicam a porcentagem da participação da massa Polar atlântica na média para o inverno na série 2002/2010. Organização – autores.

Caparaó é, dentre as quatro localidades, a mais próxima do Atlântico, sendo assim, recebe mais intensamente a ação dos sistemas oceânicos, principalmente da mTa e da mPa. Esses dois sistemas atuam o ano todo, embora a mPa se intensifique durante os meses mais frios e prevaleça sobre a região (MONTEIRO, 1969). Na série, a participação da mPa foi de 33,9%, o ano com mais participação foi o de 2003, com 54,8%, e com menos foi 2006, com apenas 19,9%.

A mPa é o sistema mais característico, considerando-se que os tipos de tempo se caracterizam pela sua presença ou ausência, principalmente nas proximidades da linha do trópico. À medida que ela avança para o interior do Brasil, perdem intensidade, modificam suas características e diminui o tempo cronológico de participação (mostrado na Figura 04).

No período de abril a junho, as temperaturas declinam significativamente, a maioria das estações meteorológicas apresentam diferenças superiores a 2°C a cada mês. Esse declínio é resultante da invasão das massas de ar frias, que se tornam gradativamente mais intensas à medida que o inverno se aproxima.

A massa Polar atlântica é o principal sistema atmosférico, pelo tempo cronológico de participação nos tipos de tempo, pelas mudanças que ocorrem com a sua invasão e também com seu afastamento da região. Os principais episódios de chuva no Centro Sul do Brasil estão diretamente condicionados às suas incursões nos meses mais frios, por meio das chuvas frontais, ou ao seu desvio para o Atlântico, favorecendo a ampliação dos sistemas continentais e das chuvas convectivas.

A localidade de maior participação efetiva foi Campo Mourão, com 38,2% na série histórica e a estação foi a do inverno com 50,9%, seguido pelo outono, com 49,2%, pela primavera, com 31,4%, e pelo verão, com 21,4%.

Caparaó, em Minas Gerais, foi a segunda localidade com a maior participação efetiva da mPa. Na série estudada, a média foi de 25,9% do tempo cronológico e para a estação foi o outono, com 38,9%, seguido pelo inverno, com 33,9%, pela primavera, com 22,0%, e finalmente pelo verão, com 8,6%. A Figura 05 mostra a porcentagem da atuação da mPa nas quatro estações.

Verificaram-se que na estação do outono, as massas polares avançam, preferencialmente pelo litoral e alguns dias depois são assimiladas pela mTa na latitude do Sudeste. Por outro lado, no inverno a rota preferencial é pelo interior do continente e como o seu envelhecimento e escoamento para o interior do Atlântico. Em função disso, a participação em Caparaó foi menor na estação do inverno.

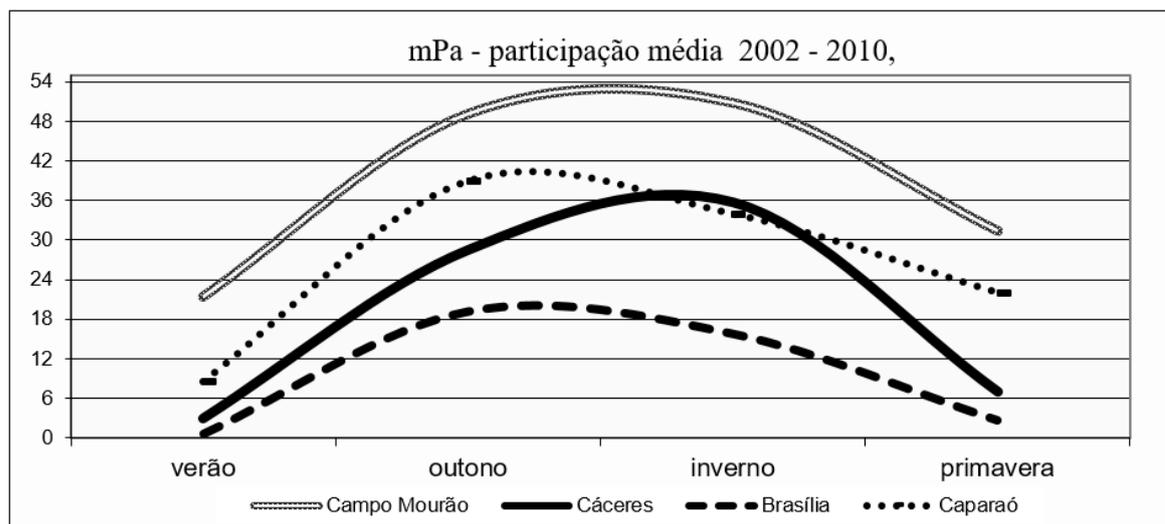


Figura 05 – participação média da mPa na série 2002 a 2010 em Campo Mourão PR, Cáceres MT, Brasília DF e Caparaó MG. Organização – autores.

Apesar de Cáceres estar na menor latitude, o tempo cronológico de participação foi maior do que o verificado em Brasília. As análises das cartas mostram que o extremo da mPa quando atinge latitudes inferiores a 16° sofrem uma deflexão para oeste, seguindo o escoamento zonal, que para a zona de baixa latitude é de sudeste para o hemisfério sul. O inverno teve a atuação de 35,8% do tempo cronológico, seguido pelo outono com 28,5%, pela primavera com 7,0%, e finalmente pelo verão, com 2,9%.

A mPa foi o sistema atmosférico com a menor participação em Brasília, 9,6%, e a estação com mais atuação foi o outono, com 19,2%, seguido pelo inverno, com 15,8%, pela primavera, com 2,8%, e pelo verão, com apenas 0,6%. A maior participação efetiva foi no outono de 2010, com 29,9%, e não é raro zero para a estação do verão.

3.2 MASSA TROPICAL ATLÂNTICA

O centro de ação da mTa é a Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), que se localiza habitualmente entre as coordenadas de -10° à -20° de latitude e -20° à -40° de longitude. Frequentemente, cristas avançam para o interior do continente, principalmente a partir do litoral Sul do Nordeste e Sudeste do Brasil. Raramente, suas características se manifestam no oeste das regiões Centro Oeste e Sul do Brasil. É um sistema anticlinal e a umidade se limita à camada de contato com o mar, que fornece vapor. No interior do continente, ela pode causar aumento da nebulosidade, neblinas, chuvas orográficas e sistemas convectivos locais em função do aquecimento diurno.

Na estação do inverno, ela preserva as suas características por vários dias consecutivos, no verão, o forte aquecimento do continente a descaracteriza em poucos dias: “Esta massa de ar, ao permanecer sobre o continente durante alguns dias, torna-se seca e transforma-se em uma massa de ar tropical continental” (PADILHA, 2008, p. 28).

A massa Tropical atlântica é um sistema atmosférico que se distingue por possuir um padrão de circulação que apresenta subsidência no limite superior e divergência de ar na superfície. Tais características resultam em condições de tempo nas quais predominam estabilidade atmosférica, céu com baixa nebulosidade e baixa umidade (MUSK, 1988).

Sant’Anna Neto (1990) destaca que a atuação do Anticiclone Subtropical entre oceano e continente apresenta, para o leste da região, as seguintes características: umidade mais ou menos alta, em superfície; pressões relativamente elevadas e constantes, além de ventos geralmente de leste e nordeste. No interior, ela se encontra continentalizada, decorrente do avanço sobre o continente, e caracteriza-se por apresentar temperaturas elevadas, baixa umidade relativa do ar e pressões inferiores às de sua face oceânica.

Dezembro, janeiro e fevereiro se destacam como meses em que o sistema mTa se encontra mais fraco, com sua área de influência praticamente reduzida ao oceano (FRANCA, 2009). Segundo o mesmo autor, durante o inverno, o centro de ação expande e suas influências avançam no sentido leste-oeste em direção à Alta Subtropical do Pacífico Sul. A partir de março, é possível observar a aproximação do Anticiclone sobre a América do Sul, sendo os meses de julho e agosto aqueles que melhor exibem essa influência, como conclui o autor.

Para a série estudada, verifica-se que a massa Tropical atlântica tem importância fundamental no estado do tempo e na determinação do ritmo climático em toda essa grande região. Ela participa ativamente e mais intensamente no inverno, período em que o centro de ação se intensifica e se aproxima do continente.

A cidade de Campo Mourão é a mais meridional, localizada sobre as coordenadas de 24° e 05’ S é a única fora da zona tropical. Na escala sinótica, pode ser considerada sobre o Trópico de Capricórnio. Nessa região, a mTa atua mais intensamente, principalmente no inverno. Nos meses mais frios e período em que o centro de ação se aproxima do continente, cristas avançam para o interior do continente e frequentemente atingem a região de Campo Mourão. O longo trecho percorrido pelas correntes de ventos sobre o continente muda as características básicas desse sistema, embora prevaleça a baixa umidade relativa, baixa nebulosidade e grande amplitude térmica diária, dada ao intenso aquecimento diurno e à grande irradiação noturna.

A mTa participou na média na série em 15,0% do estado do tempo em Campo Mourão. O ano com mais participação foi 2004, com 21,5%, e o ano com menos foi 2009, apenas 5,7%.

Cáceres foi a localidade com menor participação. A sua localização na porção oeste da região e as influências da massa Tropical continental justifica. A maior ou menor participação para cada localidade estudada é característica da dinâmica das massas de ares para uma grande região.

Na média para a série 2002 a 2010, a participação foi de apenas 8,2%. O ano com menos participação foi 2002, 2,1%, e com mais foi 2008, com 14,5%.

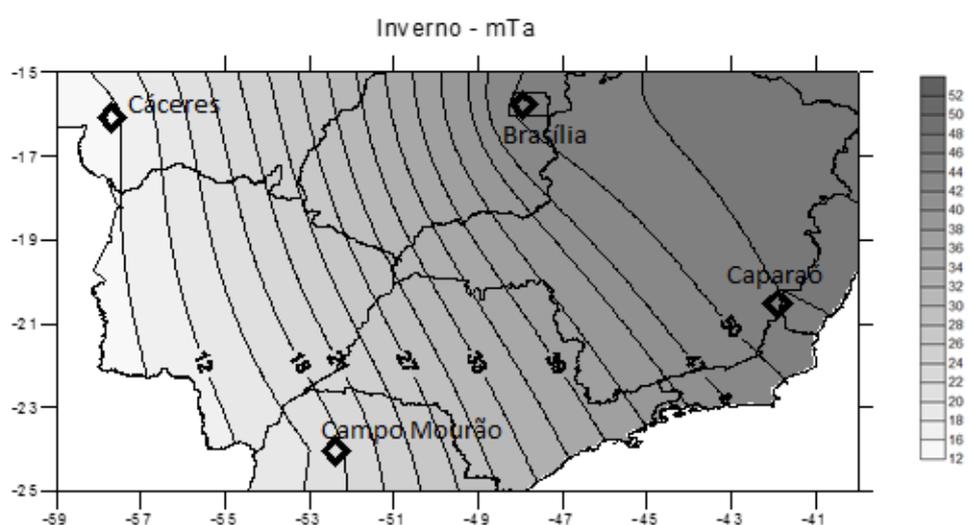


Figura 06 –Esboço do mapa da Região Centro Sul do Brasil. As isolinhas indicam a porcentagem da participação da massa Tropical atlântica na média na estação do inverno para a série 2002/2010.

Organização – autores.

As cartas sinóticas mostram que para os anos de maior participação em Brasília e Cáceres, cristas estendem-se para o interior do Brasil. Não foi objetivo dessa investigação, mas constata-se que há anos em que o ASAS desloca-se para áreas mais próximas do continente e além de gerar bloqueios² atmosféricos, cristas também avançam para o interior do Brasil.

A localização geográfica de Brasília possibilita a atuação com maior frequência da mEc de origem continental e da mTa, oceânica e de alta pressão, que atuou em 51,3%. O deslocamento do ASAS para latitudes menores favorece o avanço de crista para o interior. O

² Bloqueio é uma anomalia de alta pressão persistente em altos níveis em latitudes mais elevadas que o normal (que seria o cinturão de anticiclones em torno de 30° de latitude). A presença deste anticiclone faz com que o escoamento zonal de oeste de altas latitudes desvie do sistema de alta pressão gerando uma circulação na direção meridional (Universidade de São Paulo – USP Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (CAMARGO e FREDIANI, 2004

ano com maior atuação foi 2006, com 69,0%, e com menor foi 2004, com 35,6%. A justificativa para a ampliação da participação para determinados anos é a posição do ASAS.

A cidade de Caparaó está localizada em Minas Gerais e na divisa com o estado do Espírito Santo, a $-20,52^\circ$ de latitude e $-41,90^\circ$ de longitude, com 997m de altitude. Ela recebe com maior intensidade, devido à proximidade com o Atlântico, os ventos oceânicos, gerados pelo Centro de ação da Alta do Atlântico Sul. Por essa razão, a mTa foi o sistema que maior tempo cronológico atuou na estação do inverno, 52,3%. Embora nas demais estações do ano a participação também tenha sido ampla, no outono, por exemplo, é às vezes maior do que a do inverno. O ano com mais participação foi 2006, com 69,5%, e o ano com menos foi 2003, com apenas 34,7% (Figura 07).

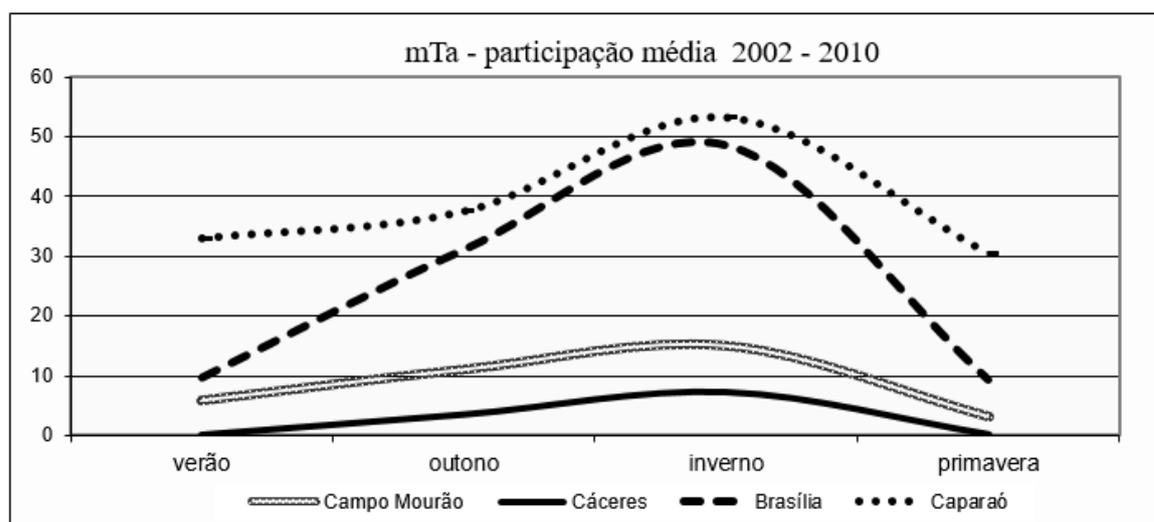


Figura 07 – participação média da massa Tropical atlântica na série 2002 a 2010 em Campo Mourão PR, Cáceres MT, Brasília DF e Caparaó MG. Organização – autores.

Como já foi citado, o centro de origem da mTa é a Alta Subtropical do Atlântico Sul. Raramente suas características se manifestam no extremo oeste das regiões Centro Oeste e Sul do Brasil. Por essa particularidade, a sua participação no estado do tempo se amplia na faixa leste e diminui gradativamente para o interior da região, enquanto a participação média em Caparaó foi de 38,6%, Brasília 24,7%, Campo Mourão 8,7%, e em Cáceres foi de apenas 3,2% do tempo cronológico.

3.3 MASSA TROPICAL CONTINENTAL

A massa Tropical continental é um sistema de baixa pressão, tem o seu centro de origem na região do Grande Chaco, no Paraguai, em uma zona de alta temperatura e pouca

umidade (MONTEIRO, 1968). Por essas razões, a mTc é uma massa de ar quente e de pouca umidade. No Brasil, ela atua no Centro-Oeste, no oeste das regiões Sul e Sudeste. Com o envelhecimento da mPa e o seu deslocamento para o interior do Atlântico, a mTc se amplia a partir do seu centro de origem e proporciona dias ensolarados, temperatura elevada e pouca chuva, já que o forte aquecimento da superfície gera sistemas convectivos locais esparsos (BORSATO, 2006).

À medida que a mPa escoia para o leste, os ventos anticiclônicos desse sistema, ao contornarem o centro da alta pressão a partir do litoral, percorrem longos trechos continentais, assimilando as características e aquecendo-se em função da baixa latitude.

Sendo assim, Padilha (2008) observou que na medida na qual a mTa avança para o interior do continente, ela se modifica, com isso a mTc se amplia e domina o estado do tempo a partir da Bolívia e do estado do Mato Grosso. Essa observação também foi constatada na série estudada, principalmente durante a estação do inverno, cuja participação da mTc foi maior para Cáceres, comparada com a atuação em Campo Mourão.

Para Monteiro (2007, p.47) “Essa baixa pressão é denominada de baixa do Chaco, baixa continental ou baixa do interior”. Segundo o mesmo autor, a maior frequência da mTc na Região Sul, principalmente em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul, ocorre nos meses de janeiro e fevereiro. As pequenas estiagens frequentes nos meses de janeiro e fevereiro no Sul do Brasil são consequências da atuação da mTc no estado do tempo (HERRMANN, 2001).

Campo Mourão é a primeira da área de estudo a receber massa Polar atlântica. Por outro lado, também é a primeira a receber a atuação da massa Tropical continental, cujo centro de origem “Grande Chaco” é mais próximo e em latitudes semelhantes, por isso, favorecida pela circulação que, para essa faixa latitudinal é de oeste para leste.

Na estação do inverno ela é inibida pelo avanço intenso e constante da mPa. Segundo Nimer (1966, p. 235), “Nesta época não existe a depressão continental, o que permite ao anticiclone do Atlântico, agora com pressão máxima, avançar sobre o continente (...)”. Mesmo diante dessas considerações, verifica-se, principalmente na segunda metade da estação do inverno, que, com o envelhecimento da mPa, a mTc ressurgiu, amplia-se e atua em todo o oeste do Centro Sul do Brasil.

As análises das cartas sinóticas evidenciaram algumas observações já relatadas por pesquisadores (PADILHA, 2008). A participação desse sistema mostra o quanto maior é o tempo de atuação para a região de Cáceres. Na série, foi de 25,9% e na estação do inverno, 41,5%. O ano com mais participação foi 2008, com 56,7%, e com menos, 2007, com 33,7%.

Para a região de Campo Mourão, a atuação da mTc durante o inverno é menor do que a verificada para Cáceres, a média para a estação foi de 14,5%. O ano com maior participação foi 2007, com 20,6%, e com menos foi 2003, com 5,9%.

À medida que se afasta do centro de origem “Grande Chaco”, a participação diminui. Para Brasília, a participação média na estação do inverno foi de 22,6%, e de apenas 1,2% em Caparaó. Em Brasília, o ano com maior participação foi 2008, com 38,5%, e com menor 2006, com 12,4%. O ano com mais participação em Caparaó foi 2005, com 2,2%, e em 2008 e 2010 não houve participação da mTc na estação do inverno. A Figura 08 mostra a espacialização da participação média na estação de inverno para o Centro Sul do Brasil.

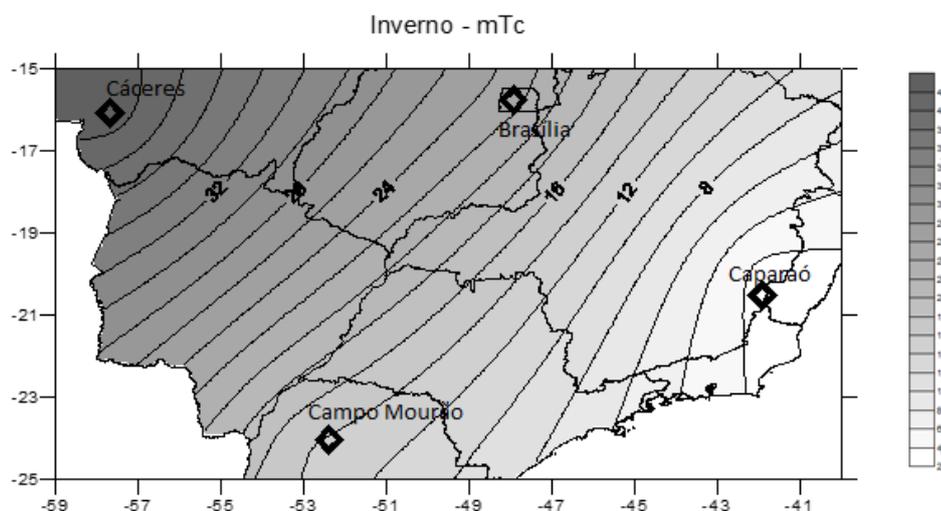


Figura 08 – Esboço do mapa da Região Centro Sul do Brasil. As isolinhas indicam a porcentagem da participação da massa Tropical continental na média para a série 2002/2010.

Organização – autores.

A participação efetiva da mTc no estado do tempo em Cáceres foi de 26,1%, e a estação com mais participação foi o inverno, 41,5%. Observou-se que, durante essa estação, a mPa avança pelo interior do continente e frequentemente ultrapassa a latitude de Cáceres e, em um ou dois dias depois, inicia o deslocamento para leste, e o núcleo de baixa pressão ressurge na região do Chaco; ele frequentemente avança até além de Cáceres.

Verificou-se que em Cáceres e Brasília, a participação aumenta nos meses mais frios. Para Campo Mourão e Caparaó, a participação decresce na estação mais fria. Essa variação têmporo-espacial é resultante da dinâmica, não somente na escala secundária, mas também na circulação geral. Assim com a Zona de Convergência Intertropical oscila nas proximidades do equador térmico da Terra. Os centros de ação da massa Tropical atlântica e o da massa Tropical pacífica também oscilam. Na mesma escala espacial, o centro de origem da mTc

também oscila, embora dentro da região do Grande Chaco. Essa é a razão da variação estacional verificada para Campo Mourão e para Cáceres. A Figura 09 mostra a variação na participação para as quatro estações do ano para as quatro localidades.

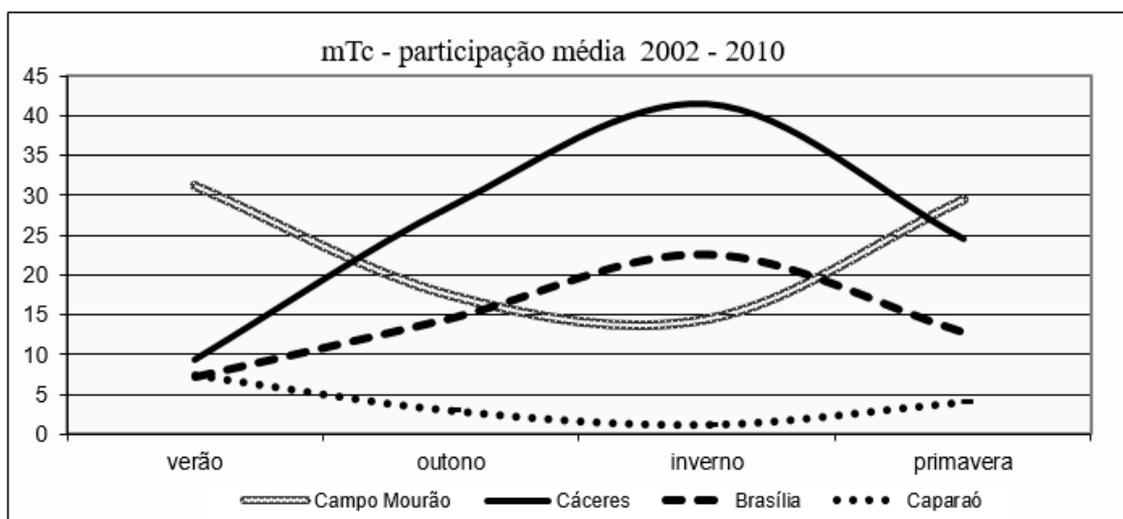


Figura 09 – participação média da mTc na série 2002 a 2010 em Campo Mourão PR, Cáceres MT, Brasília DF e Caparaó MG. Organização – autores.

Uma observação importante, verificada nesse período da estação, foi na confluência entre a mPa, mTa e mTc. Na camada superior, o comportamento do ar é anticiclônico e, por isso, inibidor das correntes ascendentes. Essa dinâmica promove o intenso aquecimento e gera dias quentes e abafados. O ar da superfície não é disperso, aumenta a concentração de poluentes gerados na superfície, principalmente aqueles provenientes das queimadas.

Durante o inverno o centro anticiclônico aproxima-se do continente sul americano, por isso, as influências se intensificam a partir da costa brasileira. Também se deve considerar que em altitude há uma inclinação do anticiclone para oeste, aumentando a pressão sobre o Brasil, essas características se refletem na massa de ar e conseqüentemente, nos estados do tempo.

3.4 MASSA EQUATORIAL CONTINENTAL

A massa Equatorial continental é um sistema de baixa pressão e origina-se no interior da Amazônia. Como é um sistema ciclônico, durante o inverno se retrai e a sua atuação se limita ao centro oeste da Amazônia. Com o aumento constante do fotoperíodo, a partir do equinócio da primavera, a temperatura gradativamente se eleva em todo o Centro Sul do Brasil e a mEc se amplia sobre essa grande região a partir do noroeste. No início do verão,

com a máxima ampliação do período diário com o solstício e a perpendicularização dos raios solares, o aquecimento continental é intenso. Com isso, a mEc se expande e, às vezes, sua área de atuação atinge o Rio Grande do Sul. A principal consequência é verificada nas chuvas frontais, as quais diminuem e as convectivas se ampliam para todo o Centro Sul do Brasil.

A mEc é o sistema mais importante no aspecto umidade, pois a baixa pressão e as temperaturas elevadas favorecem a intensificação das correntes convectivas e as precipitações.

A marcha zenital do Sol que resulta em dias mais longos, raios solares mais verticais no verão e o oposto, com os raios que incidem obliquamente e dias mais curtos no inverno (NIMER, 1979a), reflete na dinâmica das massas de ar. Os dias mais longos e de temperaturas mais elevadas favorecem a ampliação dos sistemas continentais. Por isso, a mEc atua mais intensamente nos meses mais quentes.

A dinâmica da mEc é mais complexa do que o simples movimento aparente do Sol e consequente aquecimento atmosférico. A expansão ou recuo dela também está condicionado aos movimentos da Zona de Convergência Intertropical, que, por sua vez, oscila também em função dos anticiclones semifixos do Pacífico, do Atlântico e da massa Polar atlântica. Diante dessas considerações, é possível que, mesmo durante o inverno, a mEc se expanda e às vezes domine as condições do tempo, principalmente ao noroeste do Centro Sul do Brasil.

No período estudado, a participação foi maior para Cáceres, a média para a série foi de 48,2% do tempo cronológico, computando para todas as estações do ano. Considerando somente o inverno, a média foi de 8,9%, o ano com maior participação foi 2002, com 21,6%, e o ano com menor foi 2008, 1,4%.

A segunda região com maior participação foi Brasília. Na série, foi de 45,5% do tempo cronológico e, para a estação do inverno, que é a estação com menor participação, foi de 6,0%. O ano em que o inverno teve a sua maior participação foi 2004, com 14,4%, e em 2008 não se contabilizou a atuação da mEc no estado do tempo para Brasília.

A terceira região com mais participação foi Caparaó. A média na série foi de 13,1%. Considerando a estação do inverno, a média foi de 0,4%, e a 1,1% em 2004, 2006 e 2009. Nos demais anos, não houve participação.

Como a mEc se expande de noroeste para o sudeste e sul, a última área a ser influenciada por esse sistema é Campo Mourão. Na série, a participação média foi de 12,1%. Para a estação do inverno, a média foi de 1,4%. O ano com maior participação na estação do inverno foi 2004, com 4,6%. Em 2002, 2005 e 2010 não foi observado a atuação. A Figura 10 mostra a espacialização da participação média no inverno.

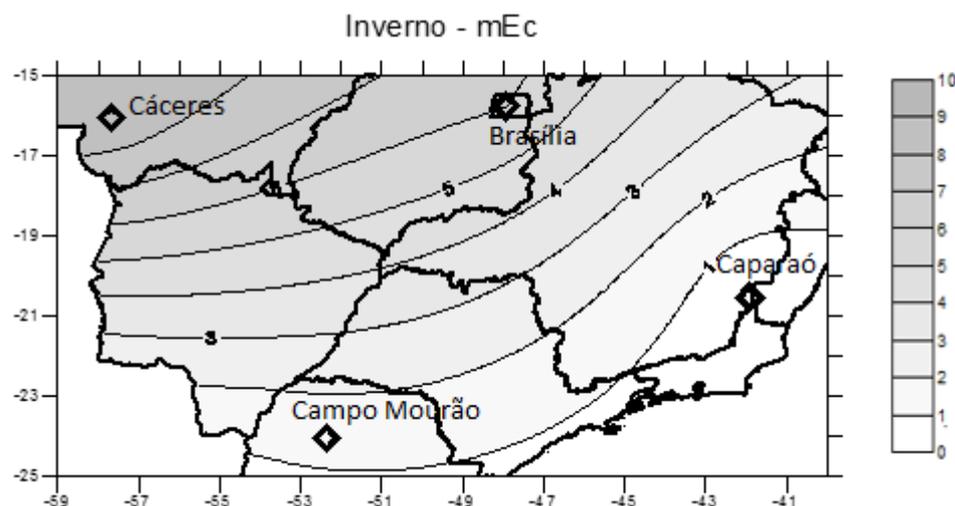


Figura 10 – Esboço do mapa da Região Centro Sul do Brasil. As isolinhas indicam a porcentagem da participação da massa Equatorial continental na média para o inverno na série 2002/2010. Organização – autores

Sob o domínio das massas tropicais, as temperaturas são mais elevadas, e se refletem nos altos valores médios para dezembro, janeiro, fevereiro e março. Isso mostra que as massas tropicais dominam as condições de tempo em um período que extrapola o verão (20 de dezembro a 21 de março), embora sejam mais intensas em janeiro e fevereiro (Figura 11).

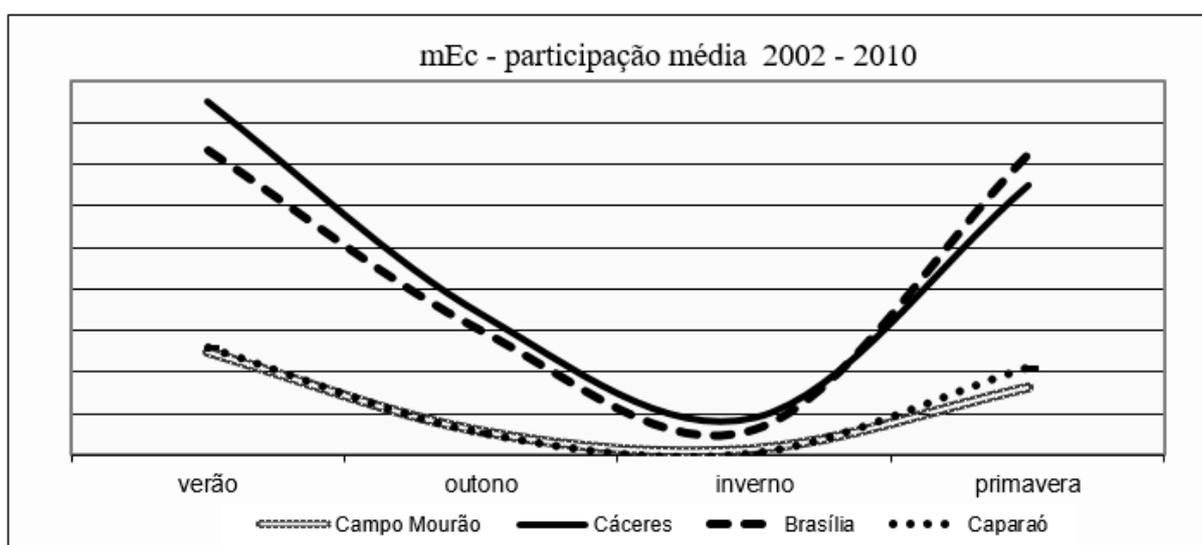


Figura 11 – participação média da mEc na série 2002 a 2010 em Campo Mourão PR, Cáceres MT, Brasília DF e Caparaó MG. Organização – autores

3.5 ZONA DE CONVERGÊNCIA DO ATLÂNTICO SUL

A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) é uma faixa de nebulosidade convectiva que, quando se configura na região central do Brasil, estende-se desde o Sul da

Amazônia em direção ao Sudeste e avança para o interior do Atlântico Subtropical (QUADRO, 1994). Para Ferreira et al. (2004), a ZCAS é um fenômeno típico do verão na América do Sul. Ela se caracteriza pela persistência de uma banda de nebulosidade no sentido noroeste-sudeste, que atua desde o Centro Sul da Amazônia em direção ao oceano Atlântico, de sudoeste.

Nesse sentido, Ferreira et al. (2004) estudaram a composição da Zona de Convergência do Atlântico Sul em períodos de El Niño e La Niña na série histórica de 1980 a 2000, e verificaram que a atividade convectiva é mais intensa sobre o continente em anos de La Niña, em comparação com os anos de El Niño e neutros, ou seja, aqueles que não há a manifestação do El Niño e da La Niña.

A configuração da ZCAS é uma das características da circulação secundária no Centro Sul do Brasil para os meses mais quentes do ano. Na série estudada, ela não foi contabilizada a configuração da ZCAS, considerando que não se trata de uma massa de ar e somente de um arranjo entre elas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados mostram que a dinâmica das massas de ares tem, para cada localidade analisada um comportamento específico no tempo de atuação e também nas suas características, as quais variam para cada estação. Embora, o estudo evidenciou que para as estações intermediárias, primavera e outono, a configuração da dinâmica perpassa pelos dois extremos, ora domina os sistemas de baixa, ora os de alta, bem mais marcante para Campo Mourão e Caparaó. Para Cáceres e Brasília, com a troca das estações, as massas de ares que avançam pelo sul (mPa) e a massa Tropical atlântica, a qual invade o território a partir do litoral do Sudeste e sul do Nordeste perdem suas características e chegam nessas localidades bastante modificadas.

As modificações são verificadas nas quatro massas de ares e também no sistemas frontais e a justificativa são; essa região, assim como todo o Brasil, não é centro de origem de quaisquer massas de ares, por isso, elas avançam a partir de seus centros de origem e impõe suas características e assimilam as características higrótérmicas das áreas percorridas, sendo assim, modificando-se no tempo e no espaço.

Não foi objeto dessa pesquisa analisar a temperatura e a umidade relativa do ar.

Como esses elementos são atributos das massas de ares. Consideraram-se que para a região de

Cáceres e Brasília, o avanço das massas polares e também a Tropical atlântica impõe as suas características que perduram na estação do inverno ou extrapola também para outono e na primavera. É por isso que a região central do Brasil é marcada por duas “estações” a chuvosa e a seca”. Na estação mais fria, avança a mPa que continentalizada é de baixa umidade. Por outro lado, a mTa também sofre dissecação ao se interiorizar.

Durante a estação do inverno o centro anticiclônico do ASAS se aproxima do continente sul americano, por isso, as influências se intensificam para o Brasil. Também se deve considerar que em altitude há uma inclinação do anticiclone para oeste, aumentando a pressão a partir do leste do Centro Sul do Brasil. Bastos e Ferreira (2000) afirmam que no verão a ASAS, além de se manter em suas dimensões mais reduzida e afastada do continente sul americano, ela também não se inclina em altitude para o oeste. Essas características se refletem na massa de ar e conseqüentemente, nos estados do tempo para o centro leste do Brasil.

Marengo et al. (2004) mostram que a Correntes de Baixo Nível atua mais intensamente na estação mais quente. Essa corrente é responsável pelo transporte de umidade da Amazônia para o Sul do Brasil e países vizinhos. Essa corrente de jato é essencial na umidificação da atmosfera para o Centro Sul do Brasil.

A massa Polar atlântica foi o principal sistema atmosférico seguido pela massa Tropical Atlântica, considerando o tempo de atuação e as características básicas, alta pressão e baixa umidade relativa. Elas proporcionam, dias ensolarados e temperatura sempre abaixo da média, e pressão acima da normal (1013,2hPa). À medida que se deslocam a partir dos seus centros de origem, impõem as suas características e assimilam as características das áreas por onde avançam. Por essa razão, as mudanças no estado do tempo em Cáceres e Brasília são pouco significativas nas temperaturas, por outro lado, muito importante na umidade relativa.

A região de Campo Mourão recebe intensamente a mPa. Por isso, a temperatura varia intensamente. Nos dias que antecedem o avanço da mPa, há um relativo aquecimento do ar frontal. Depois da passagem, a temperatura declina abruptamente. A friagem que ela causa depende de sua intensidade, e pode causar geadas noturnas, que não foram contabilizadas neste estudo.

Os avanços da mPa se dão, na estação do inverno, preferencialmente pelo interior do continente, e ela pode chegar ao sul da Amazônia e causar o fenômeno da friagem (SERRA e RATISBONNA, 1945). Nessa estação, os sistemas de maior pressão avançam mais frequentemente e atingem as menores latitudes. Quando isso ocorre, a onda de frio é mais intensa na região de Campo Mourão, e podem até ocorrer geadas noturnas.

A mudança mais importante ocorre durante a passagem dos sistemas frontais, embora ao norte do trópico, a baixa umidade relativa do ar e as modificações adquiridas pela frente gerem um significativo aumento da nebulosidade e pouca precipitação, assim como a queda na temperatura é geralmente pouco intensa. A mudança é tão intensa quanto a intensidade do sistema polar.

Foi constatado que, na estação do inverno, a participação da mTc foi maior para Cáceres, comparada com a participação para Campo Mourão.

5 REFERÊNCIAS

BASTOS, C.; FERREIRA, N.; Análise Climatológica da Alta Subtropical do Atlântico Sul. In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 2000. **Anais...** Rio de Janeiro, p. 612-619, 2000.

BORSATO, V. A. A Participação dos Sistemas Atmosféricos Atuantes na Bacia do Alto Rio Paraná no Período de 1980 a 2003. **Tese** (doutorado) Em Ciências Ambientais (Nupélia) Universidade Estadual de Maringá, 2006.

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

CAMARGO, R e FREDIANI, M. E. B., Frentes e Frontogêneses; Meteorologia Sinótica – Universidade de São Paulo, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas – **Departamento de Ciências Atmosféricas**; atualizado em 01-07-2004 Disponível em <http://www.master.iag.usp.br/ensino/Sinotica/AULA09/AULA09.HTML> consultado em 24-03-2012.

CONTI, J. B. Circulação secundária e efeito orográfico na gênese das chuvas na região leste-nordeste paulista. São Paulo: **USP-IG**, 1975.

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

FERREIRA, N. J.; SANCHES, M E SILVA DIAS, M. A. F. Composição da Zona de Convergência do Atlântico Sul em Períodos de El Niño e La Niña. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.19, n.1, 89 - 98, 2004.

FRANCA, R. R. da, Anticiclone e umidade relativa do ar: um estudo sobre o clima de Belo Horizonte. **Dissertação de Mestrado** - Programa de Pós-Graduação do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009. 108p.

HERRMANN, M. L. P., Levantamento dos desastres naturais causados pelas adversidades climáticas no Estado de Santa Catarina: período 1980 a 2000. Florianópolis: **Ed. do Autor**, 2001. 89p.

MARENGO, J. A, SOARES WR, SAULO C & NICOLINI M. Climatology of the Low-Level Jet East of the Andes as Derived from the **NCEPNCAR Reanalyses**: Characteristics and Temporal Variability. *Journal of Climate*, 2004 17(12): 2261-2280.

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, 1971.

MONTEIRO, A. M., **Dinâmica atmosférica e a caracterização dos tipos de tempo na bacia hidrográfica do rio Araranguá**, Universidade Federal de Santa Catarina Centro de Filosofia e Ciências Humanas Departamento de Geociências, Curso de Doutorado em Geografia, Florianópolis, 2007. 244 p.

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, subsídio à Geografia Regional do Brasil**. *Caderno especial da Revista Brasileira de Geografia*, ano 33 – 41971, 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. 422 p.

PADILHA, C.K., Estagnação de massa de ar quente e seco sobre a região Central do Brasil, **Dissertação de Mestrado**. Curso de Pós-Graduação em Meteorologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2008. São José dos Campos S. P. p. 139

PÉDELABORDE, P. **Introduction a l'étude scientifique du climat**. Paris: Sedes, 1970.

QUADRO, M. F. L.; Estudo de Episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a América do Sul. 1994. 94f. **Dissertação** (Mestrado em Meteorologia) – INPE, São José dos Campos.

REBOITA, M.S., GAN M. A., da ROCHA R. P., AMBRIZZI T. Regimes de Precipitação na América do Sul: Uma Revisão Bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 2010; 25(2):185-204.

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, Ano VII, jul-set., n 3. Tese para a IV Assembleia Geral do **Instituto Pan-americano de Geografia e História**, 1945 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 massas de ar na América do Sul. Rio de Janeiro. **Ministério da Agricultura**, 1942, 57p.

SERRA, A. E RATISBONNA, L. As Ondas de Frio da Bacia Amazônica, **Boletim de Geografia**, Ano II, maio, 1945, nº 26

SETTE, D.M. - O Holorrítmo e as interações trópico-extratropical na gênese do clima e as paisagens do Mato Grosso. **Tese**. Pós-Graduação em Geografia Física, Universidade de São Paulo (FFLCH-USP). 2000. 394p.

TARIFA, J. R. Balanço de energia em sequência de tipos de tempo: uma avaliação no oeste paulista (Presidente Prudente) – 1968/69. São Paulo: **USP-IG**, 1972.

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, 93p.

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.; ZAVATINI, 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), 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) – 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.