

A DINÂMICA DAS MASSAS DE AR EM CAMPO MOURÃO E AS CHUVAS EM 2007

Lígia Priscila Rodrigues, (UNESPAR/FECILCAM), ligia.priscilapr@hotmail.com
Victor da Assunção Borsato (OR), (UNESPAR/FECILCAM), victorb@fecilcam.br

RESUMO: O município de Campo Mourão está posicionado próximo à linha do trópico de Capricórnio, que se caracteriza como zona de transição climática, entre o clima tropical (norte) e o subtropical (sul). Essa zona de transição se caracteriza pela variabilidade interanual na dinâmica dos sistemas atmosféricos e das chuvas que atuam ao longo do ano. O objetivo principal da pesquisa foi estudar a dinâmica dos sistemas atmosféricos por meio de análises dos sistemas e da gênese das chuvas registradas em 2007 em Campo Mourão. Estudaram a dinâmica mensalmente e para as estações do ano. Constatou-se que na estação do verão, os sistemas de baixa pressão foram os que mais atuaram, assim como a massa Equatorial continental, que foi responsável pelos principais episódios de chuvas convectivas na região. Nos meses mais frios do ano, prevaleceram os sistemas de alta pressão. A massa Polar atlântica foi o principal sistema para estes meses, considerando o tempo de atuação e o estado do tempo. Nas estações do outono e primavera, os sistemas de baixa e alta pressão alternaram-se gradativamente. As chuvas foram regulares nos meses mais quentes, predominando as convectivas, nos meses mais frios, as chuvas tornaram-se irregulares e predominaram as chuvas frontais.

PALAVRAS CHAVE: *Climatologia Geográfica. Estado do tempo. Dinâmica atmosférica.*

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas é um dos temas mais discutidos atualmente na mídia, na qual diversos cientistas consideram ser a ação antrópica a principal causa das possíveis mudanças nas condições do clima. O desmatamento e principalmente a emissão de gases do efeito estufa, assim como o dióxido de carbono (CO₂), na atmosfera são os principais causadores. Porém há pesquisadores afirmando que o aquecimento da atmosfera terrestre está ocorrendo devido a causas naturais, pois desde sua origem, o planeta passou por vários períodos de mudanças climáticas, tanto com a diminuição quanto o aumento da temperatura.

(...) mesmo esse aquecimento “terminou em 1998, que foi o último ano quente que nós tivemos”. “O que estou dizendo é que nós passamos por períodos de aquecimento e por períodos de esfriamento. É natural isso. O homem não tem nada a ver. Não é produzido pelo homem. Não é o CO₂, que o homem libera por meio da queima de combustíveis fósseis, que controla o clima” (MOLION, p. 04. 2010).

Com as perspectivas de mudanças climáticas, surgiu a necessidade de estudos sobre a dinâmica climática em diversas partes da Terra, embora se saiba que para caracterizar mudanças nos padrões climáticos é necessário o estudo e o conhecimento do clima de um longo período. O estudo de um ano pode não significar muito, quando analisado isoladamente, mas quando somado ou considerado numa série, pode evidenciar características importantes na dinâmica atmosférica.

Uma das propostas do estudo foi unir os resultados obtidos por meio da análise atmosférica no município de Campo Mourão no ano de 2007 com outros resultados desta mesma década, cujos

resultados serão subsídios para estudos que envolverão toda a região Centro Sul do Brasil, analisando sob a ótica e perspectivas de mudanças ou tendência de alterações na dinâmica das massas de ar e nas gênese das chuvas.

A cidade de Campo Mourão está situada na região Centro Ocidental Paranaense, e é um dos centros regionais do estado. A área de estudo (figura 1) encontra-se localizada sob as coordenadas da Estação Climatológica Principal de Campo Mourão (ECPCM/INMET) que são: Latitude -24.05° , Longitude -52.37° e altitude de 616,4 metros.

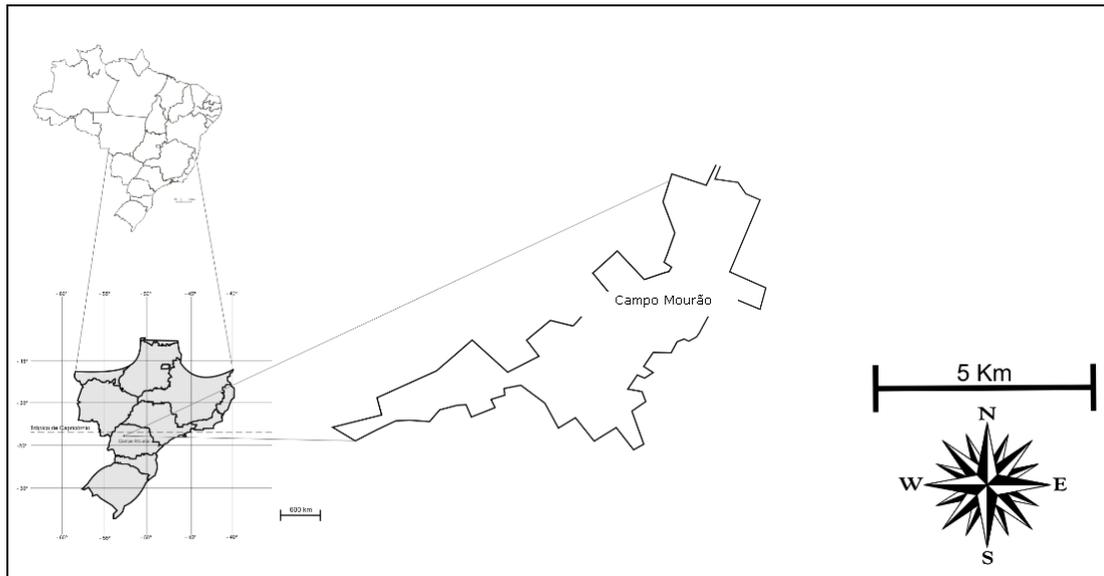


Figura 01: Localização da região de estudo, Macro região Centro Sul do Brasil.

Fonte: Organização dos autores

Na classificação de Köppen, o clima da região é o mesotérmico sempre úmido com verões quentes, e invernos brandos, representado pela sigla Cfa. A cidade está próxima à linha do trópico de Capricórnio, por isso, encontra-se em uma zona de transição climática entre o clima tropical (norte) e o subtropical (sul). Essa zona de transição se caracteriza pela variabilidade interanual na dinâmica dos sistemas atmosféricos que atuam ao longo do ano.

A economia da região de Campo Mourão é essencialmente agrícola, e o clima é um atributo importante para o seu bom desempenho, ela é considerada moderna, embora não emprega os sistemas de irrigação, por essa razão, adversidade no tempo atmosférico tal como uma estiagem pode causar deficiência hídrica, se ela ocorrer na fase do florescimento ou do enchimento dos grãos, pode comprometer a safra

O estudo da dinâmica climática pode mostrar as tendências de mudanças para a agricultura, considerando que se as alterações climáticas forem persistentes por um período maior de 20 ou 30 anos, já se pode considerá-las como mudanças climáticas.

A pesquisa tem como principal objetivo quantificar a dinâmica climática em Campo Mourão em 2007, analisando os sistemas atmosféricos atuantes e as chuvas predominantes na região (frontal

ou convectiva), que servirá de base para outros estudos que agregará toda a região centro-sul no período 1980–2003, já estudado por Borsato (2006).

A região é caracterizada pela alternância de sistemas de baixa pressão no verão com chuvas abundantes e sistemas de alta pressão no Inverno com chuvas escassas, principalmente ao norte do trópico de Capricórnio.

CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

A chuva é o principal elemento do tempo atmosférico, e como as chuvas na região são basicamente convectivas e frontais, a quantificação mostra que além das gêneses, as tendências no aumento ou diminuição das chuvas seguem o ritmo imposto pelos sistemas atmosféricos atuantes.

A zona de confronto entre duas massas de ar de temperaturas diferentes constitui as zonas frontais ou frentes. Campo Mourão está posicionada em uma zona de transição climática, e a pluviosidade que ocorre, na maior parte, está sujeita às manifestações dos sistemas frontais (VIANELLO et al., 2000). Em Campo Mourão, as chuvas são bem distribuídas ao longo do ano e nos meses mais frios só ocorrem as chuvas frontais. Nos meses mais quentes ocorrem as convectivas e as frontais.

Sendo o clima o resultado de um processo complexo envolvendo atmosfera, oceano, superfície sólida, apresentando variabilidade no espaço e no tempo, a evolução do comportamento do tempo atmosférico não se manifesta com a mesma intensidade e frequência de um lugar para outro (CONTI, 2000). Podem-se verificar flutuações a curto, a médio e a longo prazo e em escalas locais, regionais e globais.

Para Sant’Anna Neto (1998), em áreas tropicais, as chuvas assumem tanto o papel de destaque na compreensão do clima em escala regional, como pode ser considerado como o principal elemento de análise na organização e no planejamento territorial e ambiental, em função do elevado grau de interferência, impacto e repercussão no tempo e no espaço.

Para Steinke (2004), o clima de uma determinada área é o resultado, principalmente, de três influências: processos atmosféricos, resultantes dos fatores geográficos locais; influência dos padrões do clima de escala imediatamente inferior e efeito dos sistemas atmosféricos atuantes em larga escala. As interações entre as escalas se complementam. Assim um sistema atmosférico de escala sinótica impõe suas características sobre toda uma região por onde atua e, por sua vez, assimila as características locais. Dessa forma, as paisagens modificadas pelo homem, como a intensa urbanização, a agricultura, o barramento dos rios, são fontes de energia que se acrescentam, num primeiro momento, à dinâmica climática local, depois à regional e até zonal (BORSATO, 2006).

Instrumentos e registros climáticos

A preocupação do homem em compreender o clima remonta à própria história da humanidade. O progresso técnico-científico evoluiu a partir das previsões realizadas em experiências e observações

peçoais do tempo e da sensibilidade humana. O desenvolvimento de instrumentos tal como o barômetro de Torricelli em 1643 (NETO 2006) e o aperfeiçoamento do termômetro pelo físico alemão Daniel Gabriel Fahrenheit (1686-1736) foi muito importante no desenvolvimento científico. O último grande salto no progresso científico foi a partir da década de 1960, com a colocação em órbita dos satélites artificiais. A partir deles, a atmosfera terrestre passou a ser vigiada do espaço e os seus movimentos puderam ser monitorados a serviços da meteorologia, auxiliados com os sistemas computacionais que processam volumes cada vez maiores de informações.

Com isso, a Climatologia Geográfica também pode utilizar desses resultados e conquistas, ampliando o campo de pesquisa e os conhecimentos científicos. Ao mesmo tempo em que os meteorologistas apresentam previsões mais precisas, surgem dúvidas com as possíveis mudanças climáticas. As preocupações se ramificam, enquanto uns se preocupam com as consequências das mudanças, outros se preocupam com as causas. Embora já se saiba que as mudanças climáticas sempre ocorreram na história da Terra, sendo evidenciadas pelos registros litoestratigráficos.

O homem busca informações através de registros indiretos, denominados Proxy paleoclimáticos (SOON e BALIUNAS, 2003). Os mesmos autores, através dos indicadores Proxy climatológicos, confirmaram ter ocorrido na história da Terra a “pequena Idade do Gelo” (1300 a 1800 d.C). Outras inúmeras mudanças climáticas do passado puderam ser estudadas em colunas de gelo coletados na Groenlândia, os quais testemunham os últimos 110 mil anos. Esses estudos revelaram que, nesse período, episódios de aquecimentos intensos apareceram mais de 20 vezes seguidos por resfriamento lento e, às vezes, brusco (ALLEY 2004). Nos sedimentos da planície de inundação do alto Rio Paraná, estudos do Paleoclima, fundamentados nas informações geológicas e geomorfológicas a partir dos dados obtidos em datação por C_{14} , por termoluminescência e por palinologia, evidenciaram períodos de clima seco ou semi-árido, alternados com períodos mais úmidos (SOUZA FILHO e STEVAUX, 2004). Os estudos e as pesquisas fundamentadas nos registros litológicos ou em glaciais são sempre na escala de milhões de anos e as mudanças também se processaram em escalas temporais longas.

A grande maioria dos trabalhos em Climatologia Geográfica, produzidos no Brasil, principalmente os que recorrem ao método da análise rítmica preconizada por Monteiro (1971), frequentemente, recorrem-se às normais climatológicas e a outros modelos estatísticos para escolher o “ano padrão”, ou seja, aquele que representa a média da série e a partir desse referencial investigar o ritmo para explicar a gênese dos fenômenos climáticos. Para investigar o clima em tempos de “mudanças climáticas” é importante partir da dinâmica das massas de ar, pois o ano padrão não é suficiente e capaz de representar a sucessão habitual dos tipos de tempo e a dinâmica atmosférica regional.

El Niño e La Niña – Oscilação Sul (ENOS)

Um importante fator que influencia o clima é o fenômeno ENOS (El Niño Oscilação Sul) e a La Niña. O *El Niño* caracteriza-se pelo aquecimento anormal das águas superficiais do Pacífico Tropical, causando um aumento de chuvas em regiões tropicais e de latitudes médias. A *La Niña* tem características contrárias às do *El Niño*, pois proporciona um resfriamento anormal das águas superficiais do Pacífico Tropical, causando déficit de chuvas em algumas regiões da Terra, assim como na região Sul do Brasil (CPTEC-INPE, 2012; PAULA, 2009).

Existe cerca de 20 regiões no mundo onde o clima é afetado pelo *El Niño* e pela *La Niña* Oscilação Sul (ENOS). No Brasil, o norte da Região Nordeste, o leste da Região Amazônica (na faixa tropical) e a Região Sul do Brasil são as mais afetadas por essa anomalia (CUNHA, 1999).

Em anos de *El Niño*, a precipitação pluviométrica apresenta-se acima da normal na Região Sul do Brasil, onde há também o aumento da temperatura média na região, enquanto na Região Nordeste e na Amazônia, a precipitação fica abaixo da normal climatológica, ocasionando secas severas e riscos de incêndios florestais. Em anos de *La Niña*, a precipitação pluviométrica apresenta-se abaixo da normal, ocasionando secas na Região Sul e um aumento da precipitação nas Regiões Nordeste e no Amazonas (CPTEC-INPE, 2012; PAULA, 2009).

O evento ENOS de 1982/83 e o de 1997/98 provocaram uma elevação excepcional na altura pluviométrica no Sul do Brasil, conforme os dados da Estação Climatológica Principal da Universidade Estadual de Maringá e em algumas localidades do Centro-Sul do Brasil em 1982/83, o índice superou os 300% (MOLION, 1989).

DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

Metodologia

A análise da dinâmica climática para o ano de 2007 foi realizada por meio da análise rítmica e pelo estudo das massas de ar e dos tipos de tempo. As análises se fundamentaram nos dados dos elementos do tempo registrados na estação climatológica da FECILCAM/INMET na escala diária, nas análises das imagens de satélite (CPTEC-INPE 2007) e nas cartas sinóticas (MAR.MIL, 2007).

Para se determinar a gênese dos tipos de tempo foi necessária a caracterização dos sistemas atmosféricos por meio da identificação da massa ou das massas de ar que atuaram na região Sul do Brasil e consequentemente em Campo Mourão. Neste trabalho foram considerados 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) e massa Equatorial continental (mEc). (VIANELLO, 2000; VAREJÃO-SILVA: 2000; FERREIRA, 1989).

Primeiramente foram analisadas as cartas sinóticas diárias das 12H TMG de 2007, para identificar a atuação de cada um dos sistemas atmosféricos a partir dos centros de alta e de baixa pressão. Em seguida foi elaborada uma tabela com linhas para todos os dias do ano, separando-se em 12 meses, e colunas para os sistemas atmosféricos atuantes, pressão atmosférica e para a pluviosidade.

Os sistemas atmosféricos foram identificados pela análise das cartas sinóticas da Marinha do Brasil ([MAR.MIL](#), 2007) e pelas imagens de satélite no canal infravermelho (CPTEC.INPE 2007). Para o dia em que um único sistema atuou em Campo Mourão atribuiu-se 24, número que corresponde às horas do dia e 12 para cada sistema nos dias em que a cidade se encontrava nas confluências entre dois sistemas. Foi calculado a média e a porcentagem para cada sistema atuante, onde se constatou a predominância da massa Polar atlântica (mPa) na maioria dos meses. Assim, foi calculado média para a pressão atmosférica, que variou entre 1000 a 1018 hPa.

Para a gênese da chuva, utilizaram-se as mesmas planilhas empregadas para quantificar os sistemas atmosféricos, sendo lançada na primeira delas a precipitação total registrada diariamente no mês, na segunda e terceira as chuvas frontais e convectivas, respectivamente. Toda a precipitação verificada no dia em que atuava o SF ou mPa foi considerada frontal, e as registradas nos dias em que atuaram os demais sistemas, convectivas. No final de cada mês foram somados os valores das duas colunas e calculado as porcentagens de chuvas. A tabela 01 mostra os resultados obtidos para o mês de janeiro e por uma questão de brevidade não será possível apresentar as doze tabelas do ano de 2007. Posteriormente foram construídos gráficos com formato pizza para cada mês do ano de 2007, apresentando as porcentagens das participações dos sistemas atmosféricos que atuaram em cada mês.

Tabela 01 -Sistemas atmosféricos e chuvas do mês de janeiro de 2007 em Campo Mourão.

Data	SF	mPa	mTa	mTc	mEc	zcas	pressão	Sistema	chuva	Frontal	Convectiva
1/1/2007			12	12			1012	mTa/mTc	0,5	0	0,5
2/1/2007				12	12		1012	mTc/mEc	20,2	0	20,2
3/1/2007				12	12		1011	mTc/mEc	5,1	0	5,1
4/1/2007					24		1009	mEc	14,6	0	14,6
5/1/2007	24						1006	SF	32	32	0
6/1/2007	12				12		1006	SF/mEc	11	11	0
7/1/2007		12		12			1012	mPa/mTc	0	0	0
8/1/2007		24					1013	mPa	10,2	10,2	0
9/1/2007		12		12			1012	mPa/mTc	0	0	0
10/1/2007		12		12			1012	mPa/mTc	0,4	0	0,4
11/1/2007				24			1010	mTc	0,3	0	0,3
12/1/2007	12				12		1008	SF/mEc	13,5	13,5	0
13/1/2007				12	12		1008	mTc/mEc	5,5	0	5,5
14/1/2007	12	12					1004	SF/mPa	14	14	0
15/1/2007					24		1004	mEc	0	0	0
16/1/2007					24		1012	mEc	0	0	0
17/1/2007					24		1012	mEc	0	0	0
18/1/2007					24		1010	mEc	11,5	0	11,5
Continuação da Tabela 01.											
19/1/2007					24		1008	mEc	5,6	0	5,6
20/1/2007	24						1008	SF	55,5	55,5	0
21/1/2007		12			12		1013	mPa/mEc	0	0	0
22/1/2007		24					1016	mPa	0	0	0
23/1/2007		24					1012	mPa	1,8	1,8	0
24/1/2007		12		12			1012	mPa/mTc	1,4	0	1,4
25/1/2007					24		1012	mEc	0	0	0
26/1/2007					24		1008	mEc	0	0	0

27/1/2007			24	1012	mEc	10,8	0	10,8	
28/1/2007		12	12	1005	mTc/mEc	1,6	0	1,6	
29/1/2007	12		12	1008	SF/mTc	15,7	15,7	0	
30/1/2007			12	1008	mTc/mEc	0,3	0	0,3	
31/1/2007	12		12	1013	mPa/mTc	0	0	0	
12,9%		21,0%	1,6%	22,6%	41,9%	1009,9hPa	231,5mm	66,4%	33,6%

Fonte: ECPCM|INMET.

Organização dos autores.

Na sequência, os cálculos foram executados para as quatro estações do ano, verão, outono, inverno e primavera. Para concluir a estação do verão, foi necessário utilizar os 10 últimos dias do mês de dezembro do ano de 2006, pois estes fazem parte da estação do verão do ano de 2007. Foram construídos gráficos com formato pizza para cada estação, para verificar os sistemas atmosféricos atuantes, e também um gráfico de barras com as quatro estações juntas, para se obter uma melhor compreensão dos resultados.

RESULTADOS

O estudo foi realizado na escala diária e os resultados foram organizados para cada mês e para cada uma das estações do ano. Para cada estação foi calculada a média para os sistemas atuantes. Verificou-se que, em duas estações a mPa predominou (outono e inverno). No verão houve o predomínio da mEc, e na primavera a mTc. A pressão foi lida diariamente nas cartas sinóticas e calculada as médias, a qual oscilou entre 1011 e 1018 hPa., Verificou-se a porcentagem das chuvas frontais e das convectivas para cada mês e estação (Tabela 02).

Tabela 02: Registros de chuvas para os meses do ano de 2007

Meses	mm	Chuva frontal (%)	Chuva Convectiva (%)
janeiro	231,5	66,4	33,6
fevereiro	214,5	41,6	58,4
março	167,4	70,3	29,7
abril	158,9	72,8	27,2
maio	106,1	90,6	9,4
junho	0,9	100	0
julho	106,8	100	0
agosto	14,8	100	0
setembro	23,0	100	0
Continuação da Tabela 02.			
outubro	66,4	32	68
novembro	269,9	68,2	31,8
dezembro	112,2	55,2	44,8

Fonte: ECPCM|INMET.

Organização dos autores

Resultados para as estações do ano

Verão

O verão é a estação mais quente e úmida na região, prevalece a atuação dos sistemas de baixa pressão. No verão do ano de 2007, foram registrados 609,0mm de chuvas muito bem distribuídas, o maior período sem registro foi de apenas 4 dias. Do total registrado, 59,1% foram frontais e 40,9% foram convectivas.

O sistema atmosférico que mais tempo cronológico atuou na estação do verão foi a mEc com 28% do tempo, sendo um sistema de baixa pressão, típico da estação verão. Em seguida a mTc teve 27% de participação, seguida do SF com 18,9% do tempo. A mPa, apesar de ser um sistema de alta pressão, teve participação na estação do verão com 17,2% do tempo. E o sistema que menos permaneceu foi a mTa com apenas 8,9% do tempo.

Outono

O outono é uma estação de transição, é o período em que gradativamente os sistemas de baixa pressão se retraem e os de altas se ampliam, principalmente a mPa. Na estação do outono, foram registrados 270,3mm de chuvas, desse total 79% foram frontais e 21% convectivas. O maior período sem registro de chuvas foi de 18 dias, do dia 03/06/2007 até o dia 20/06/2007.

Nesta estação, o sistema atmosférico que mais atuou foi a mPa com 47,8% do tempo cronológico. Esse sistema é gerador de estabilidade atmosférica e queda acentuada na temperatura. O segundo sistema, considerando o tempo de atuação foi SF, teve uma importante participação na estação com 16,9% do tempo cronológico, e em seguida foi a mTc com 15,8%. A mTa contribuiu com 13,0% do tempo, enquanto a mEc teve uma participação reduzida, apenas 6,5% do tempo cronológico.

Inverno

É a estação mais fria e com predomínio dos sistemas de alta pressão, principalmente a mPa que gera estabilidade atmosférica e queda acentuada na temperatura. Nesta estação houve o registro de 131,6mm de chuvas, sendo 93,2% frontais e 6,8% convectivas. As chuvas foram irregulares com um período de 33 dias sem registro, do dia 26/07/2007 até o dia 27/08/2007. A mPa foi o sistema que predominou no estado do tempo com 45,4%. O segundo sistema, considerando apenas o tempo de atuação foi a mTc que participou 19,5% do tempo, seguido pelo SF com 17,5% e pela mTa com 16,5%. A mEc atuou em apenas 1,1% do tempo.

Primavera

A primavera é a outra estação de transição, do período mais frio para o mais quente, é nela que os sistemas de alta pressão se desintensificam, e os de baixa pressão se ampliam. Na primavera foram registradas 434,6 mm de chuvas, sendo 75,5% frontais e 24,5% convectivas. A maior janela sem registro foi de apenas 9 dias, do dia 13/12/2007 até o dia 21/12/2007.

Nesta estação houve a predominância da mTc com 34,6% do tempo, enquanto a mEc, que também é um sistema de baixa pressão, participou com 19,6% do tempo. A mPa participou com 27,8% e o SF com 16,9%. A participação da mTa foi pequena com apenas 1,1% do tempo. A Figura 02 mostra as porcentagens de participação nas quatro estações do ano.

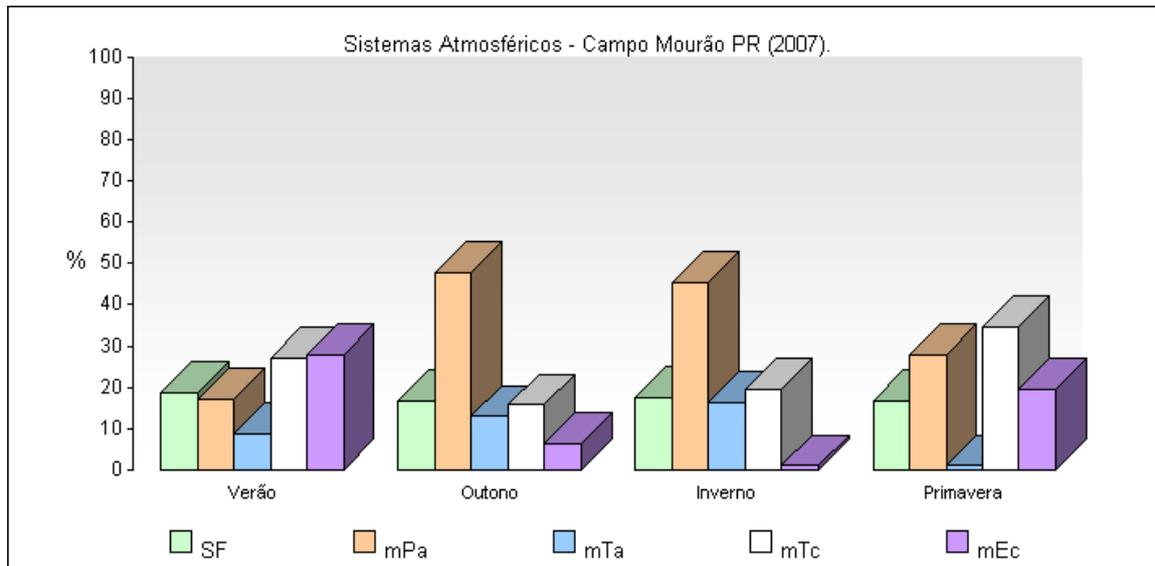


Figura 02: Sistemas atmosféricos para as estações do ano de 2007.

Fonte: Organização dos autores.

Resultados para os meses

Sistema Frontal

Na Região Sul do Brasil, os sistemas frontais avançam do sudoeste para nordeste e frequentemente ultrapassam a linha do trópico de Capricórnio. Nessa latitude, a grande maioria dos sistemas Polares que avançam na retaguarda das frentes já deixou o continente e se encontra no Atlântico Sul. A zona frontal é uma ampla faixa onde os ventos são convergentes e por isso as chuvas frontais são frequentes em qualquer período do ano. As frentes se classificam, de acordo com as características térmicas da massa de ar que as segue e do estágio de desenvolvimento. Nesse estudo, por uma questão de brevidade, as frentes não foram classificadas.

Nos três primeiros meses do ano, o SF teve uma importante participação nos tipos de tempo, entre 12,9% e 22,6%. Em abril teve um aumento para 23,3%, enquanto nos meses de maio e junho diminuiu sua participação, isso porque nos meses em que há a predominância dos sistemas de alta pressão a frequência dos SF diminuem. Nos meses de julho, agosto, outubro, novembro e dezembro o SF aumentou novamente sua participação, apenas em setembro ele diminuiu para 6,7% do tempo (tabela 3).

Massa Polar Atlântica (mPa)

É um sistema de alta pressão e geradora de estabilidade atmosférica, exceto na zona frontal. No verão sua participação nos tipos de tempo é mais frequente no Sul do Brasil, na medida em que ela avança, desvia-se para o interior do Atlântico, ao sul da linha trópico de Capricórnio. Por isso, a sua participação decresce para o interior do Centro-Sul do Brasil. No inverno, a sua trajetória é mais interiorana, por isso, a sua participação aumenta no estado do tempo para a região de Campo Mourão.

Para Monteiro (1973), após o solstício de verão no hemisfério sul, há um enfraquecimento da mPa, em seu avanço do sul para o norte, atravessando no continente um processo de aquecimento mais intenso, o que implica em que suas propriedades sejam consideravelmente diferentes daquelas observadas no decorrer do inverno.

Nos meses de janeiro, fevereiro e março, a mPa teve pouca participação, pois nestes três meses os sistemas de alta pressão participam com uma menor intensidade. Em abril, maio, junho e julho, a mPa começou a ter uma maior participação na região, com uma maior frequência. A partir de agosto, a mPa teve uma pequena queda, e em dezembro, mês quente, sua participação foi muito pequena (tabela 3).

Tabela 3: Participação dos sistemas atmosféricos para os meses de 2007.

Meses	SF (%)	mPa (%)	mTa (%)	mTc (%)	mEc (%)
Janeiro	12,9	21,0	1,6	22,6	41,9
Fevereiro	17,9	8,9	8,9	28,6	35,7
Março	22,6	17,7	22,6	33,9	4,8
Abril	23,3	46,7	8,3	6,7	15,0
Maio	16,1	61,3	6,5	12,9	3,2
Junho	13,3	46,7	23,3	16,7	0,0
Julho	18,8	60,2	4,8	16,1	0,0
Agosto	24,2	44,1	8,1	23,7	0,0
Setembro	6,7	35,6	33,3	21,1	3,3
Outubro	12,4	26,3	3,2	38,2	19,9
Novembro	26,7	31,7	0,0	28,3	13,3
Dezembro	17,2	7,5	1,6	44,6	29,0

Fonte: ECPCM|INMET.

Organização dos autores

Massa Tropical Atlântica (mTa)

O centro formador da mTa é na Alta Subtropical do Atlântico Sul, que se localizam entre as coordenadas 10° e 20° W e 20° e 40° S. Frequentemente cristas avançam para o interior do continente, principalmente a partir do litoral do Nordeste do Brasil e raramente suas características se manifestam no extremo das regiões Centro Oeste e Sul. É um sistema anticiclônico e a umidade se limita à camada de contato com o mar, que fornece vapor. No interior do continente ela pode causar aumento de

nebulosidade, neblinas, chuvas orográficas e sistemas convectivos locais em função do aquecimento diurno. Esta massa de ar apresenta uma pequena participação na região. Setembro foi o mês em que houve a maior participação desta massa de ar, com 33,3% do tempo, enquanto no mês de novembro não houve o registro da mesma. Nos demais meses a sua participação variou entre 1,6% à 23,3% do tempo (mostrado na tabela 3).

Massa Tropical Continental (mTc)

A mTc é um sistema de baixa pressão e uma massa de ar continental, tem o seu centro de origem na região do Chaco, no Paraguai, em uma zona de alta temperatura e pouca umidade. Por essas razões a mTc é uma massa de ar quente, de baixa pressão e de pouca umidade. No Brasil, 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 e proporciona dias ensolarados, temperaturas elevadas e pouca chuva, já que o forte aquecimento da superfície gera sistemas convectivos esparsos e localizados. Pode se considerar que durante o período de atuação desse sistema as chuvas são escassas. Em Campo Mourão, a participação desse sistema nos tipos de tempo é bastante freqüente, como pôde ser observado na tabela 03.

Nos meses de janeiro, fevereiro e março, meses de verão, houve uma grande participação deste sistema. Constatou-se que a maior participação nestes meses é devido ao ângulo de incidência dos raios solares que proporcionam maior aquecimento e conseqüentemente expansão dos sistemas continentais. No decorrer da transição entre estações, como o verão para outono, a massa de ar diminuiu o seu tempo de duração na região, como se verificou no mês de abril, no qual sua participação foi de apenas 6,7%. Nos meses de inverno, a mTc teve uma importante participação para a região, e nos meses da primavera, houve um grande aumento na participação deste sistema (mostrado na tabela 3).

Massa Equatorial Continental (mEc)

A mEc é o sistema mais importante no aspecto umidade, pois a baixa pressão e as temperatura elevadas favorecem a intensificação das correntes convectivas e as precipitações. No período do verão, as chuvas convectivas ocorrem em todo o Centro-Sul do Brasil e são mais abundantes no Centro-Oeste. Essa massa de ar atuou com bastante freqüência na região nos meses mais quentes do ano, em janeiro e fevereiro. Nos meses de março, abril e maio, o sistema reduziu a participação nos tipos de tempo, e em junho, julho e agosto a mEc não teve nenhuma atuação na região, pois esta deu lugar a mPa para os respectivos meses. Em setembro ela ganhou força e voltou a atuar na região até no mês de dezembro (mostrado na tabela 3).

A Figura 3 mostra a porcentagem da participação das quatro massas de ar e do Sistema Frontal que atuaram na região de Campo Mourão no ano de 2007. Mesmo nas proximidades do trópico de Capricórnio a mPa foi o sistema predominante.

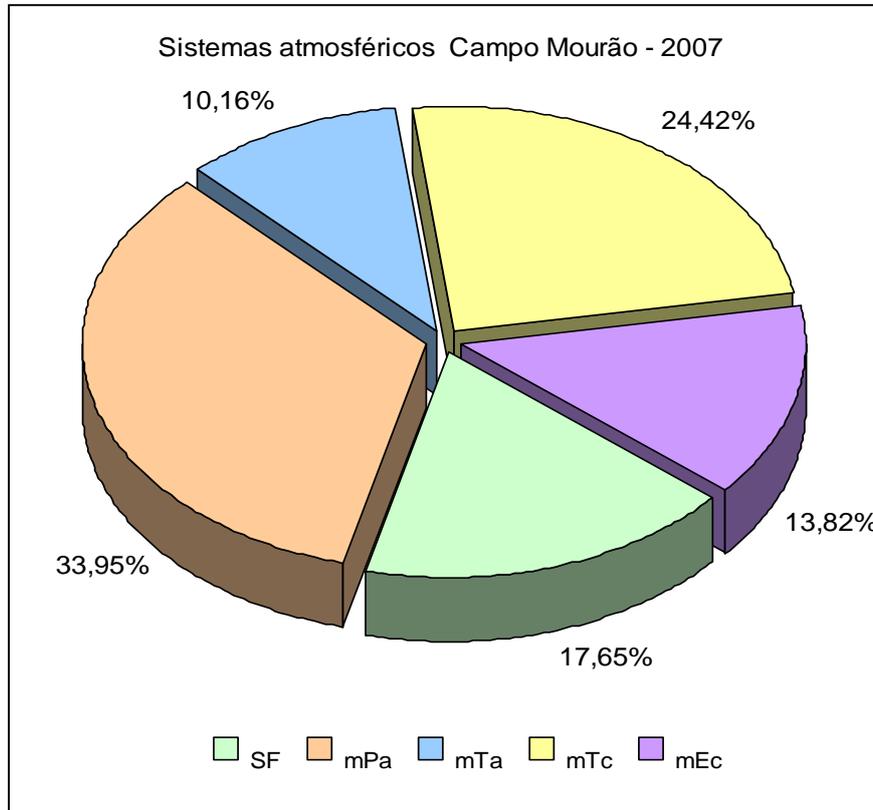


Figura 03: Sistemas atmosféricos para o ano de 2007.
Fonte: Organização dos autores

CONCLUSÃO

O estudo da dinâmica atmosférica de um ano isoladamente não possibilita concluir resultados concretos em relação às mudanças climáticas, mas é fundamental em pesquisas com maior abrangência. Sabe-se que o fenômeno *El Niño* e a *La Niña* causam anomalias no clima da região e certamente afetam na mesma intensidade os sistemas atmosféricos. Por isso, há a importância de se saber que para o ano de 2007 houve a manifestação do fenômeno *La Nina*, ou seja, água mais fria no Oceano Pacífico, que por consequência deste, esperam-se chuvas abaixo da média climatológica.

No entanto, verificou-se que nos meses mais frios a frequência das chuvas frontais prevaleceram e para os meses mais quentes, as chuvas convectivas se intensificaram com regularidade, raramente se verificou período superior a 7 dias sem registros de chuvas. Para o outono e a primavera, estações de transição, verificou-se a alternância nos sistemas de baixa e alta pressão, no inverno houve o predomínio das chuvas frontais e no verão das convectivas. Em 2007 a participação do Sistema Frontal foi de 17,65%. Ele é o responsável pela chuva frontal que no ano estudado foi de 74,75% do total de 1.472,4mm acumulado no ano, contra os 25,25% das convectivas.

Verificou-se que a dinâmica dos sistemas atmosféricos se alternaram ao longo do ano. A massa Polar atlântica atuou em todos os meses do ano. Nos meses mais frios ela se intensificou e permaneceu mais tempo sobre a região, causando fortes ondas de frio e geada noturnas. Nos meses

mais quentes, a massa atuou rapidamente, causando dias ensolarados com grande amplitude térmica e pequeno resfriamento noturno. Ela atuou 33,95% no ano.

A massa Tropical continental participou em todos os meses do ano, sendo que nos meses mais quentes ela se intensificou e atuou por mais tempo. Como é um sistema de baixa umidade, ela causa dias ensolarados, com baixa nebulosidade e elevadas temperatura. A média de atuação foi 24,42% no ano.

A massa Tropical atlântica é o sistema que menos tempo atuou. O seu centro de origem se encontra no interior do Atlântico e por isso sua participação é baixa. A média no ano foi de apenas 10,16%. A massa Equatorial continental atuou com maior frequência na estação do verão. Para este ano, houve a participação de 28,0% no verão e a média anual foi de 13,82% do tempo.

Com o objetivo de comparar a dinâmica nos sistemas fez-se o estudo comparativo para a estação da primavera de 2007 (La Nina) e 2009 (El Niño) em Campo Mourão. Os resultados foram apresentados VII Seminário Latino-Americano e III Seminário Ibero-Americano de Geografia Física, que ocorreu em Manaus entre os dias 11 a 16 de junho de 2012 e publicado na revista Geonorte edição especial.

REFERÊNCIAS

ALLEY, RICHARD B. Scientific American Brasil. **Mudança Climática Brusca**. Edição nº 31–dezembro 2004. Disponível em: <http://www2.uol.com.br/sciam/conteudo/materia/materia_59.html>. Acesso em 29/06/2006.

BORSATO, V. A. **A Participação dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia do rio Paraná no período de 1980 a 2003**. Tese (parcial), (Doutorado) Nupélia, Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2006.

Centro de Hidrografia da Marinha. Serviço Meteorológico Marinho. 2007. Disponível em: <<http://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>>. Acesso 05/01/2012

CONTI, J.B. Considerações sobre mudanças climáticas globais. IN: SANT'ANA NETO, J. L. e ZAVATINI, J.A. (org). **Variabilidade e mudanças climáticas**. Maringá: Eduem, 2000, p.17-28, 2000.

CPTEC/INPE. – **CLIMANALISE**: Boletim de Monitoramento e Análise Climática, Cachoeira Paulista, Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise/1199/index.html>>. v 14 n° 01 a 12. Acesso em: 25/03/2007.

CPTEC. INPE. CLIMANÁLISE. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. Edição mensal. 2012. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/enos>>. Acesso em: 06/01/2012

CUNHA, G. R. da. *EL NIÑO* – Oscilação Sul e perspectivas climáticas aplicadas no manejo de culturas no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria, v. 7, n. 2. p. 277 – 284. 1999.

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

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Informações, Glossário disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/html/informacoes/glossario/glossario.html>>. Acesso em: 22/05/2006.

MOLION, L. C. B. ENOS e o clima do Brasil. **Ciência Hoje**. 1989. 10, 22-9.

MOLION, L. C. B. **O CO2 não controla o clima global**, Jornal Hora do Povo, edição Marina Moura, disponível em ><http://www.horadopovo.com.br/2010/janeiro/2830-15-01-2010/P4/pag4a.htm>< acessado me 08/08/2012.

MONTEIRO, C. A. de F. **A análise rítmica em climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho**. São Paulo: USP, 1971 (Série Climatologia, 1 p. 1-21).

NETTO, LUIZ FERAZ . Feira de Ciências **Sua Majestade... o Barômetro**. Disponível em: <http://www.feiradeciencias.com.br/sala_07/07_T05.asp>. Acesso em: 07/07/2006.

PAULA, Gizelli Moiano de. **O Fenômeno El Nino Oscilação Sul e a erosividade das chuvas em Santa Maria – RS**. Universidade Federal de Santa Maria,RS, 2009.

SANT'ANNA NETO, J. L., Clima e Organização do Espaço. **Boletim de Geografia**, Maringá, 16(1): Janeiro 1998. p. 118 – 131.

SOON, W. e BALIUNAS, S. **Lessons & limits of climate history: was the 20th century climate unusual?** Washington, D. C.:The Marshal Institute, 2003. 23 p. Technical Report.

SOUZA FILHO, E.E.; STEVAUX, J.C. Geology and geomorphology of the Baía-Curutuba Ivinheima river complex. *In*: THOMAZ, S.M. *et al.* (Ed.) **The Upper Paraná river and its floodplain: Physical aspects, ecology and conservation**. Leiden: Backhuys Publishers, 2004. cap.I, p. 1-29.

STEINKE. E. T., Considerações sobre a Variabilidade e Mudanças climáticas no Distrito Federal, suas Repercussões nos Recursos Hídricos e Informação ao Grande Público.Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Ecologia (**Tese de Doutorado**). Brasília 2004 216p.

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.

WALTER, Michele Karina Cotta. **Mudanças Climáticas: Uma Verdade Inconveniente**. 2007. Disponível em: <<http://www.mudancasclimaticas.andi.org.br/node/653>>. Acesso em: 19/01/2012.