



A ONDA DE FRIO DE JULHO DE 2013: AS APMs E SUA REPERCUSSÃO NO ESPAÇO GEOGRÁFICO BRASILEIRO

GUSTAVO ZEN DE FIGUEIREDO NEVES¹
RICARDO AUGUSTO FELÍCIO²

Resumo: O presente trabalho objetiva discutir a onda de frio ocorrida em julho de 2013 no espaço geográfico brasileiro e o deslocamento dos Anticiclones Polares Móveis (APMs) por meio das imagens do satélite GOES-13 e cartas sinópticas, em um transecto de 4.000 km para nove cidades das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Norte do Brasil. A intensidade do APM evidenciou que recordes negativos de temperatura foram superados na região Sul do Brasil e grande deslocamento hídrico, tanto em superfície na forma de ondas fortes, quanto em nebulosidade, com altos valores de precipitação.

Palavras-Chave: América do Sul, Ciclones Extratropicais, Climatologia Dinâmica.

Abstract: This paper discusses the cold snap that occurred in July 2013 in the Brazilian geographical space and the displacement of Mobile Polar Highs (MPAs) by using satellite images and GOES-13 synoptic charts in a transect of 4000 km for the nine towns South, Southeast, Midwest and North regions of Brazil. The intensity of the MPAs showed negative temperature records were surpassed in southern Brazil and large water displacement, both in the form of strong waves surface, as in cloudiness, with high values of precipitation.

Key-Works: South America, Extratropical Cyclones, Dynamic Climatology.

1- Introdução

A atividade dos sistemas sinópticos e dos ciclones extratropicais sobre o continente Sul-americano é tema de interesse e estudos há várias décadas. As ondas de frio que atingem a América do Sul, os seus efeitos sobre os padrões sazonais de circulação atmosférica e precipitação é bastante apreciado por climatólogos e meteorologistas, no entanto a relação desses fenômenos com os Anticiclones Polares Móveis (Leroux, 1993; 1996), em termos de pesquisa, ainda é escassa no Brasil.

Este trabalho objetiva-se analisar a intensa onda de frio ocorrida em julho de 2013, o deslocamento e a atuação do Anticiclone Polar Móvel (APM), e sua repercussão no território brasileiro em nove cidades: Uruguaiana e Santa Maria-RS, São Joaquim-SC, Curitiba-PR, São Paulo e São Carlos-SP, Rio Verde-GO, Cuiabá-MT e Rio Branco-AC, com vistas a

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental - Universidade de São Paulo (EESC-USP), gustavozen@outlook.com

² Prof. Dr. Climatologia – Departamento de Geografia - Universidade de São Paulo (FFLCH-USP), ricafnt@yandex.com



aumentar as escassas pesquisas sobre a evolução dos APMs no Hemisfério Sul e Continente Sul-americano.

2- Ondas de Frio e as proposições de Marcel Leroux

Estudos anteriores à década de 1940 evidenciam o interesse de pesquisadores sobre a circulação e dinâmica atmosférica da América do Sul, como a interpretação de “*friagem*” na Bacia Amazônica, admitida equivocadamente como resultante do degelo da Cordilheira dos Andes e equacionada no trabalho “*Ondas de Frio na Bacia Amazônica*” de Serra e Ratisbonna, (1941). Outros estudos de caso de ondas de frio intensas na América do Sul, a trajetória continental do anticiclone, acúmulo de ar frio, intensidade e escala, foram pesquisados por Algarve e Cavalcanti (1994), Fortune e Kousky (1983), Girardi (1983), Hamilton e Tarifa (1978), Monteiro (1969), Souza (1998), Titarelli (1972), Vera e Vigliarolo (2000) e outros.

O presente estudo pauta-se na discussão de um conceito relativamente recente na literatura climatológica e meteorológica mundial, concebida pelo Meteorologista Francês Marcel Leroux que sugere um modelo de circulação geral quando conduziu uma pesquisa em meteorologia tropical. Leroux observou as variações na temperatura, pressão e velocidade dos alísios mostrando que o ar subsidente era incapaz de desencadear as rápidas acelerações e o resfriamento do fluxo. A preparação de 250 cartas meteorológicas em diferentes níveis para a região Tropical do Continente Africano e a descrição da estrutura vertical da troposfera mostrou que ela não é homogênea, mas altamente estratificada, com descontinuidades horizontais distintas. Ainda, parecia que a dinâmica tropical estava fortemente associada com a extratropical. A partir de análises e interpretações diárias de cartas sinóticas entre os anos 1989 e 1993, Leroux propôs o conceito-chave para um novo modelo de circulação geral: os *Anticiclones Polares Móveis* (APMs), que “*abarca a causa inicial da circulação, suas variações diárias, sazonais e paleoclimáticas, oferecendo um panorama da dinâmica dos fenômenos meteorológicos*” (LEROUX, 2005, p. 153, 170; ONÇA, 2011, p. 362).

As baixas temperaturas presentes nas altas latitudes, e mais intensamente no inverno, provocam o resfriamento e a subsidência do ar sobre a região Antártida. Conforme o ar descendente entra no ritmo da rotação da Terra, atinge uma massa crítica e se destaca, movendo-se para fora dos polos em baixos níveis na forma de um corpo lenticular móvel de ar denso, com cerca de 1500 metros de profundidade e entre 2000 e 3000 km de diâmetro. Enquanto o APM permanece frio e denso, o ar quente (absoluto ou relativo) do entorno será elevado, e o APM será cercado por formações de nuvens com certa densidade. No inverno, os APMs ficam mais fortes e suas trajetórias mais meridionais, intensificando as trocas e



transferência de energia, principalmente calor sensível e calor latente subtropical e mesmo tropical, com ocorrência de tempestades (Figura 01).

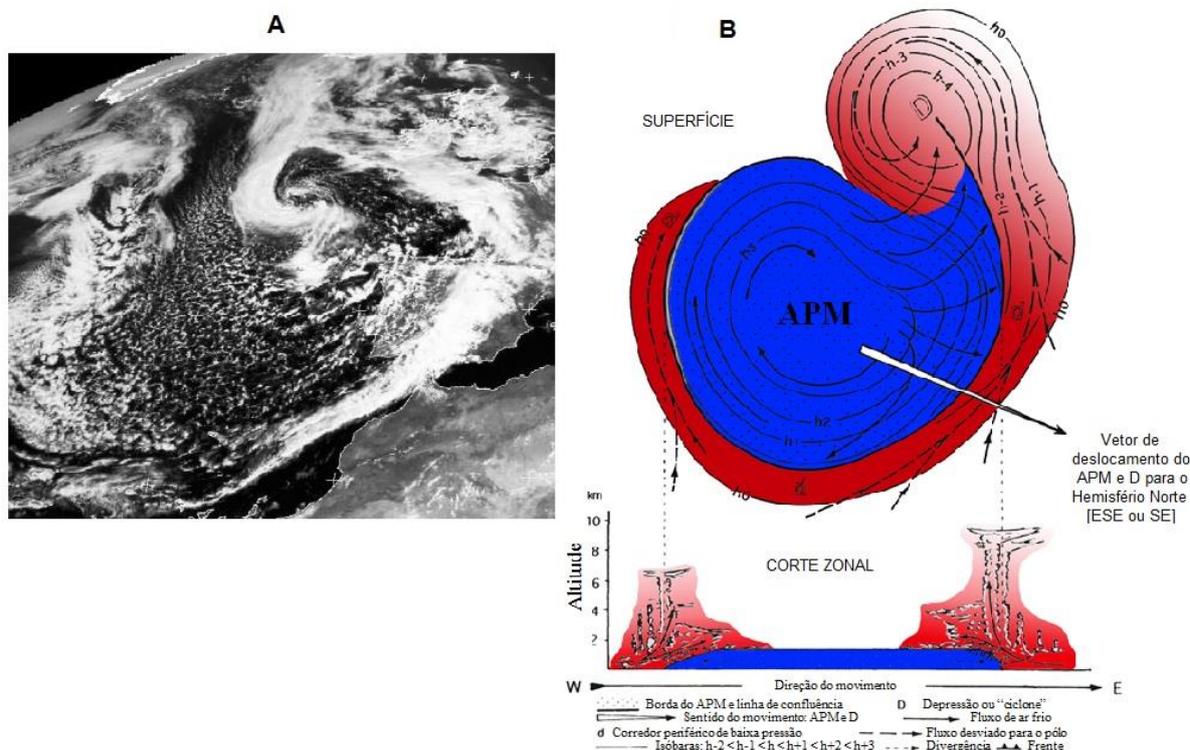


Figura 01: (A) Imagem de satélite METEOSAT 7 (01/01/04 - 12H UTC) de um anticiclone na região dos Açores e uma depressão nas Ilhas Britânicas; (B) Esquema pictórico de um Anticiclone Polar Móvel - APM da Teoria Dinâmica de Leroux. A forma de lenticula do APM ocuparia apenas uma parte muito rasa da troposfera. A grande depressão (D) seria o vórtice gerado pelo seu deslocamento, ou seja, o ciclone extratropical, cuja intensidade estaria intrinsecamente ligada à própria intensidade do APM e seu deslocamento. As outras zonas periféricas apresentariam baixas pressões em superfície mais atenuadas. Acima, projeção em superfície. Abaixo, corte vertical (Fonte: Alexis, 2005, p. 29; LEROUX, 2005).

A trajetória dos APMs dos polos em direção aos trópicos é ditada pela própria natureza dinâmica dos APMs, pelo fator inercial da Terra e por formas de relevo de mais de 1000 metros de altitude. Segundo Leroux, o relevo preferencialmente canalizaria toda a massa dos APMs, impondo trajetórias e determinando as unidades de circulação em baixos níveis e, somente em alguns casos, apenas uma parte de toda a massa dos APMs (Figura 02).

A gradual desaceleração dos APMs, a interseção de suas trajetórias e os efeitos do relevo fazem-nas se fundir, e os corredores de baixa pressão e a circulação ciclônica entre os APMs diminuem e desaparecem com a formação de aglutinações anticiclônicas (AAs), podendo se tornar “permanentes”, sazonais, aparecer somente no inverno, ocasionais e de duração variável (LEROUX, 2005, p. 156; ONÇA, 2011, 364). Em períodos de redução da incidência de energia sobre o Planeta, os APMs são mais potentes, profundos e maiores



dimensões, com baixas temperaturas por distâncias mais longas nas margens tropicais. Logo, em períodos de maior incidência de energia, os fenômenos são menos intensos e a circulação geral fica mais lenta (LEROUX, 2005, p. 184).

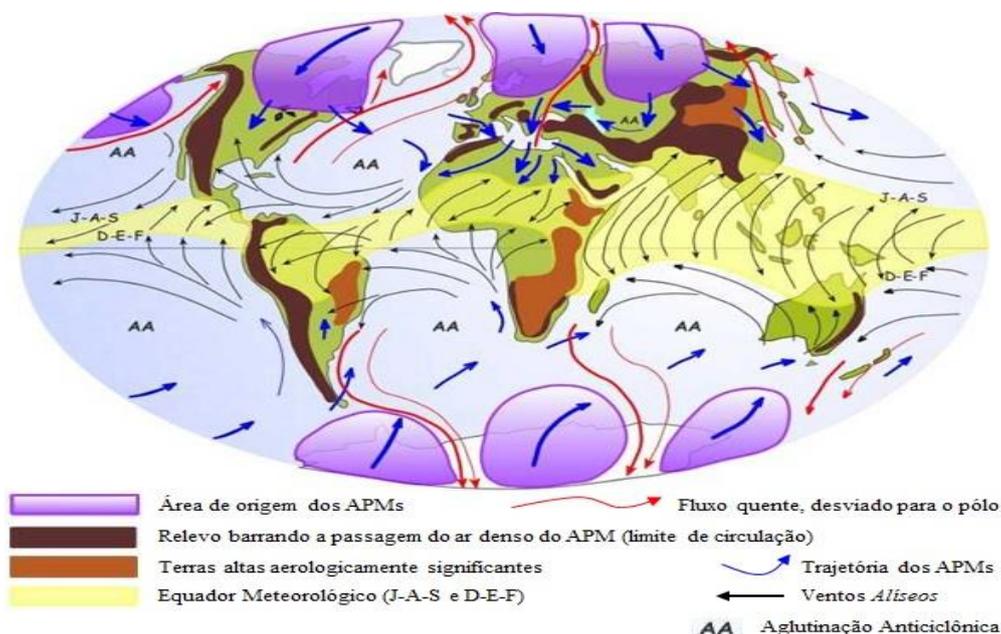


Figura 02: Diagrama da circulação em baixos níveis e as seis principais unidades aerológicas segundo a dinâmica dos APMs e relevo. **Fonte:** Leroux, 2005, p. 158 (adaptado).

Segundo Leroux (2005, p. 255), o princípio físico de circulação é que são constantemente observados confrontos entre massas de ar de diferentes densidades. Mas isso não significa necessariamente um confronto entre ar polar e ar tropical numa descontinuidade ininterrupta. Não existem massas de ar características (ártica, polar, tropical, marítima, continental), mas sim “massas de ar móveis”, ou fluxos, incessantemente evoluindo de um estado frio para um quente, ou de seco para úmido e vice-versa. A superfície onde se dão esses encontros não é contínua. Cada APM organiza em torno de si uma superfície de confronto a uma profundidade de cerca de 1500 metros, e a formação de nuvens ocorre acima do APM se a convecção for intensa. Nenhuma “frente” se instala permanentemente ou sazonalmente em nenhum lugar: *tudo é móvel*.

3- Metodologia

O episódio invernal estudado no presente trabalho foi de 18 a 26 de julho de 2013. Utilizou-se a sequência de cartas sinópticas disponíveis na *internet* pelo Centro de Hidrografia da Marinha do Brasil, além das imagens do Satélite Geoestacionário GOES-13, Canal 4 do infravermelho (IR), disponibilizadas pelo CPTEC-INPE, às 12h, para analisar visualmente o deslocamento do anticiclone no território brasileiro, associando a posição dos



sistemas atmosféricos com os dados de superfície das estações automáticas (pluviosidade, temperatura e umidade do ar), fornecidos pelo INMET, em um transecto em nove cidades do território brasileiro: Uruguaiiana e Santa Maria (RS), São Joaquim (SC), São Paulo e São Carlos (SP), Rio Verde (GO), Cuiabá (MT) e Rio Branco (AC), Figura 03a. Em complemento ao trabalho, apresentamos um perfil de elevação elaborado no programa *Google Earth* (Figura 03b) que procuramos evidenciar a importância do relevo na mudança dos padrões de temperatura, pluviosidade e umidade e do deslocamento dos APMs para latitudes menores nesta situação episódica.

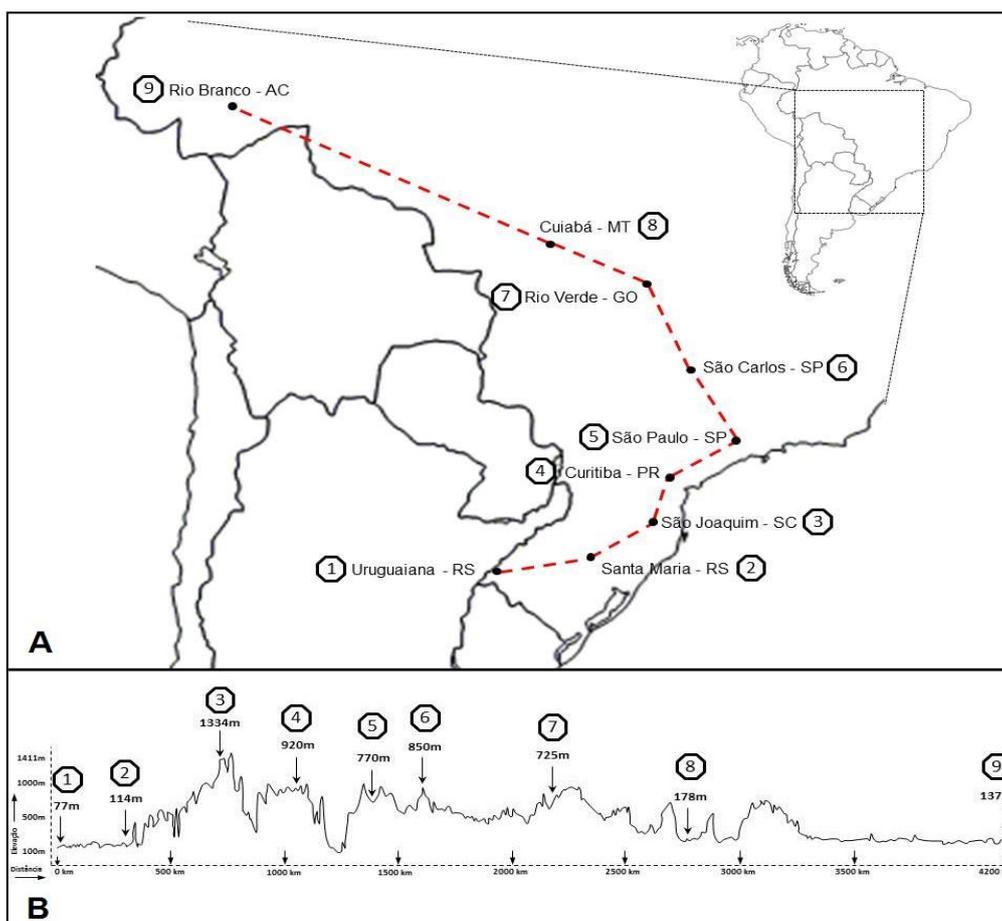


Figura 03: (A) Transecto das cidades estudadas; (B) Perfil de elevação das referidas cidades.

Elaboração: O autor.

4- Discussão

No Hemisfério Sul, poucos trabalhos foram dedicados a estudar os APMs, sobretudo por ser um conceito relativamente recente na literatura e o conceito de Frente Polar da Escola Norueguesa ser aceito há mais de oitenta anos pela comunidade científica.

Hargraves e Bryant (2005) estudaram o deslocamento e a intensidade dos APMs no Mar de Weddell até o Continente Australiano, em julho de 2004. O período de seca na região Sudeste na Austrália foi selado pela passagem de três grandes eventos de chuva que



estavam associados à passagem dos APMs. Os autores concluíram que há relação entre os eventos de chuva, o ar polar e o deslocamento dos APMs na região.

Felício e Castro (2013) investigaram a passagem do APM e os ciclones extratropicais em julho de 2013 na costa Chilena. O APM ocupou uma vasta área da América do Sul, chegando a causar resfriamento até o Norte do estado do Amazonas. Pancadas de neve ocorreram em vários municípios, como Florianópolis-SC, Curitiba-PR e recordes de frio foram superados no município de São Paulo-SP, não vistos em 52 anos.

A onda de frio que nos referimos teve seu ápice nos dias 23 e 24 de julho de 2013, mas foi prenunciada desde o dia 19 pelo intenso abastecimento de ar polar e pela acentuada queda das temperaturas no território chileno e argentino.

Dia 18/07/13 – O centro de ação do APM se desloca nas médias latitudes (40°S) na América do Sul e adentra o território Argentino. As temperaturas máximas em Uruguaiana não passam de 20°C. Em Santa Maria há nebulosidade e precipitação. Pela presença de uma massa Tropical as cidades de Curitiba-PR, São Paulo-SP, Rio Verde-GO e Cuiabá-MT registram umidade relativa do ar próxima ou inferior a 50%. Na fachada ocidental da região Norte do Brasil há o predomínio de instabilidade atmosférica e temperaturas acima dos 33°C em Rio Branco-AC.

Dia 19/07/13 – A queda da temperatura na madrugada evidencia a entrada do Anticiclone no Rio Grande do Sul com isóbaras de 1016 hPa. As cidades de Uruguaiana e Santa Maria registram temperaturas mínimas próximas a 0°C. A instabilidade atmosférica se desloca para os Estados de Santa Catarina e Paraná gerando precipitação em São Joaquim-SC e Curitiba-PR. Nas cidades de Rio Verde-GO, Cuiabá-MT e Rio Branco-AC, as temperaturas continuam elevadas. Linhas de instabilidade provocam chuvas em Cuiabá-MT.

Dia 20/07/13 – A nebulosidade que cobre grande parte das regiões Sul e Sudeste ocasiona precipitação em São Joaquim-SC, Curitiba-PR, São Paulo e São Carlos-SP. O APM se desloca para Leste, no Sul do Uruguai, e perde força ao encontrar o Atlântico. Contudo, outro Anticiclone se aproxima da fachada Oeste Chilena, próximo a Latitude 42°S com 1032 hPa em seu núcleo. Linhas de instabilidade oriundas de massas tropicais secas e úmidas provocam nebulosidade nas regiões Centro-Oeste e Norte do Brasil, com elevadas temperaturas em Rio Verde-GO, Cuiabá-MT e Rio Branco-AC.

Dia 21/07/13 – O centro do Anticiclone que no dia anterior estava na costa do Chile avança para o Norte da Argentina. As cidades de Uruguaiana e Santa Maria registram ligeira elevação nas temperaturas. A instabilidade atmosférica provoca precipitações elevadas em São Joaquim-SC e Curitiba, com os respectivos valores de 22 mm e 60 mm. São Paulo e São Carlos-SP também registram pancadas de chuva. O predomínio de uma massa tropical



seca mantém as temperaturas elevadas nas cidades de Rio Verde-GO, Cuiabá-MT e Rio Branco-AC.

Dia 22/07/13 – O APM avança a Leste da Cordilheira dos Andes cobrindo a região Nordeste da Argentina, a depressão paraguaia do Chaco até a região Sudeste do Brasil. O centro do Anticiclone registra 1032 hPa no território argentino. As cidades de São Joaquim-SC e Curitiba-PR acumulam precipitações de 24 mm e 46 mm, respectivamente. Da mesma forma, São Paulo e São Carlos-SP, registram pequenas precipitações acompanhada do arrefecimento das temperaturas máximas e mínimas. Em Cuiabá-MT, as temperaturas reduzem 10°C e registram máximas de 26°C.

Dia 23/07/13 – O centro do APM de 1032 hPa adentra o Trópico de Capricórnio e sua intensidade provoca a redução das temperaturas em toda a região Sul e parte das regiões Sudeste e Centro-Oeste (registro de neve no Oeste do RS, SC e PR), com destaque para as cidades de Uruguaiana-RS (1.4°C), São Joaquim-SC (-5°C) e Curitiba-PR (1.9°C). A isóbara de 1016 hPa alcança o Sul do Estado do Amazonas, passando pelo centro do Estado de Minas Gerais até a região Sul da Bahia. No Estado de São Paulo, as cidades de altitudes mais elevadas também registraram arrefecimento das temperaturas. No Centro-Oeste, Cuiabá-MT e Rio Verde-GO registram temperaturas mínimas de 8.8°C. Rio Branco-AC, a temperatura máxima arrefece e não passa de 24°C. A cidade de Curitiba registra chuvas há cinco dias consecutivos.

Dia 24/07/13 – O Anticiclone domina as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, partes da Bahia e da região Norte. O núcleo do APM de 1032 hPa continua semi-estacionado entre o Paraguai, Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil. A madrugada registra temperaturas baixas e/ou negativas nas regiões mencionadas. As respectivas temperaturas mínimas foram: Uruguaiana-RS (0.4°C); São Joaquim-SC (-5.6°C); Curitiba-PR (-2.1°C); São Paulo-SP (5.2°C); São Carlos-SP (6.5°C) e surpreendentes 4.9° em Rio Verde-GO. A nebulosidade originada por instabilidade atmosfera na região Sudeste provoca precipitação em São Paulo-SP.

Dia 25/07/13 - A isóbara de 1016 hPa avança a Linha do Equador no limite Sul do Amapá, passando pelos Estados do Ceará e Rio Grande do Norte até o Atlântico. O centro do Anticiclone de 1032 hPa se estende desde a região Sudeste da Bolívia, Oeste do Estado do Mato Grosso, os Estados de Goiás, São Paulo, grande parte da região Sul e Atlântico. As cidades de Santa Maria-RS e São Joaquim-SC registram -0.8°C e 0°C, respectivamente. E, em função da extensão e intensidade do APM, nas cidades de Rio Verde-GO, Cuiabá-MT e Acre-AC, registram mínimas de 4.5°C, 9.8°C e 9.1°C, respectivamente.



Dia 26/07/13 – É marcado pelo enfraquecimento do Anticiclone nas baixas Latitudes com a elevação modesta das temperaturas mínimas para Rio Verde-GO, Cuiabá-MT e Rio Branco-AC. Com o deslocamento do APM para o Atlântico e o predomínio de estabilidade atmosférica em grande parte do Brasil, o efeito da onda de frio ainda é presente na região subtropical. No Estado de São Paulo as temperaturas não passam de 16°C em São Carlos e 13°C em São Paulo. Curitiba-PR registra a mínima de 3.1°C. São Joaquim-SC, a temperatura mínima é de 1.6°C. Por fim, as cidades de Santa Maria e Uruguaiana-RS, as máximas não passam de 18°C.

Na Figura 04, apresentamos a sequência dos gráficos de precipitação, temperatura (máx. méd. mín.) e umidade relativa do ar para as nove cidades de estudo. Os dados de pressão atmosférica foram suprimidos pela inconsistência nas informações.

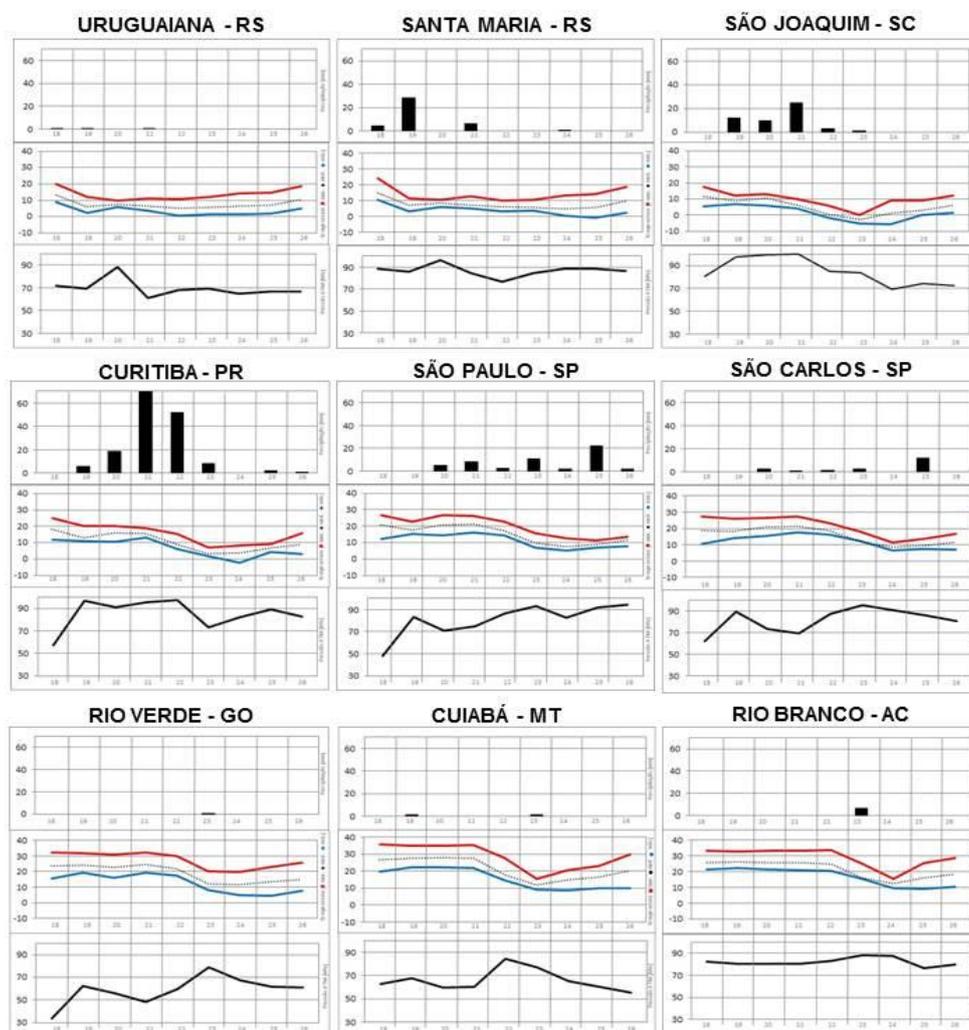


Figura 04: Dados de superfície das localidades de estudo. **Fonte:** INMET (2013).



Na Figura 05 é apresentada as imagens do Satélite GOES-13, para às 12h (e 03h do dia 19), no período de nove dias de estudo, evidenciando a circulação dos sistemas atmosféricos da América do Sul e a trajetória do APM desde o Oceano Pacífico, América do Sul e o Oceano Atlântico.

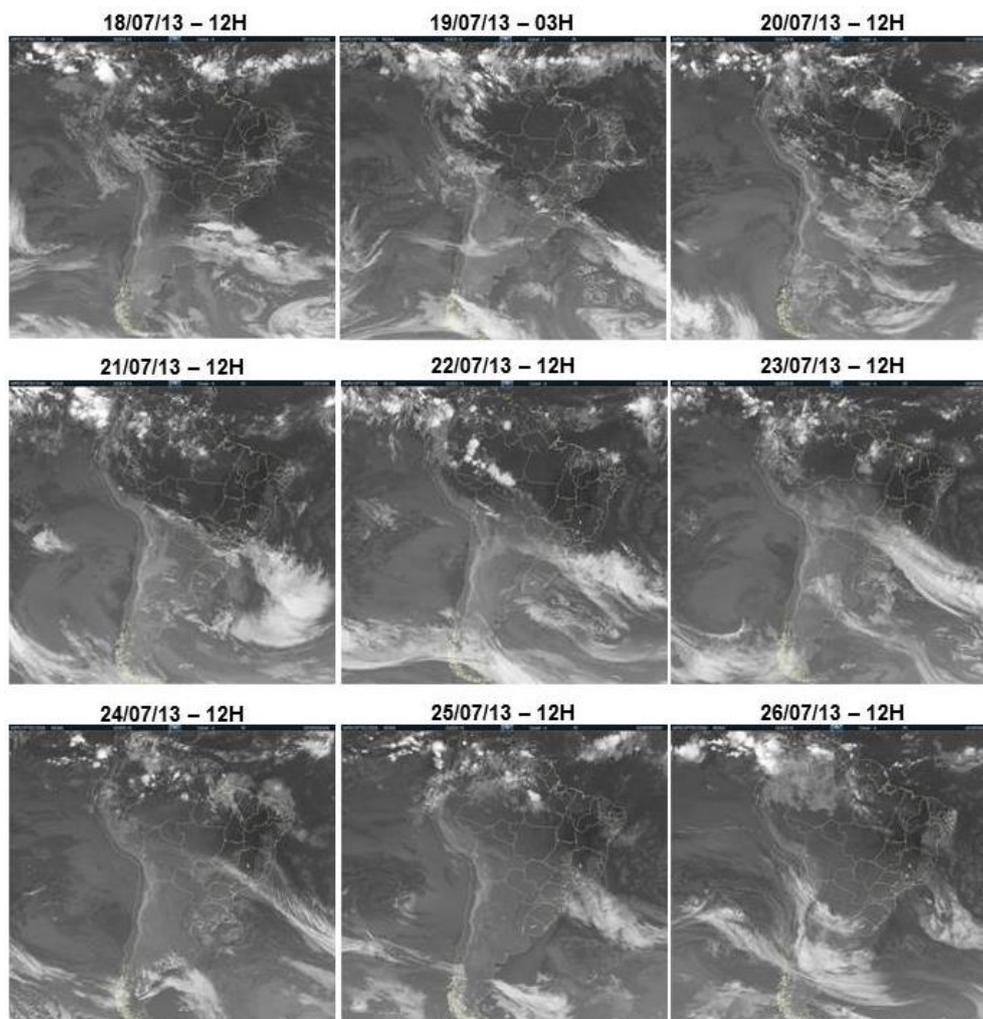


Figura 05: Imagens do Satélite GOES-13. Fonte: CPTEC-INPE (2014).

5- Conclusões

A maturação dos Anticiclones Polares Móveis em áreas continentais da América do Sul apresentou recordes de temperaturas negativos históricos em todas as regiões do Brasil, sobretudo para algumas das cidades analisadas no presente trabalho.

A grande intensidade e escala deste APM mostrou que é possível transpor grandes cadeias montanhosas, como a Cordilheira Andina. Para Leroux (1993, 2005), a maior parte dos APM é canalizada pelo relevo, contudo como no episódio analisado deste trabalho, observou-se que a intensidade e escala dos APMs são importantes para a transposição de



certas cadeias montanhosas (mas não sabemos se isso é possível na Cordilheira do Himalaia, por exemplo). Isto provavelmente deve ocorrer devido à configuração geomorfológica do Hemisfério Sul a permitir com que os fluxos atmosféricos e oceânicos atinjam proporções de maior magnitude e em menores Latitudes. No período estudado a transposição ocorreu próxima as Latitudes 40°S e 30°S, entre a Ilha de Chiloé e Santiago, no Chile.

Ressalta-se também o papel desempenhado pelo relevo, que nos corredores de depressão, como o Chaco Paraguai, Pantanal, Calha do Rio Paraná e outros, mostra-se virtuosos meios para o deslocamento dos APMs até Latitudes menores, associado à direção e intensidade dos mesmos e outros fatores sinópticos.

Há trinta e oito anos não havia a ocorrência de neve em Curitiba-PR, registrada na manhã do dia 23/07/13 em alguns bairros da região Sul da cidade. Notícias de jornais e revistas evidenciam recordes de temperatura em mais de duzentas cidades entre os Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná (Figura 06) e na região Centro-Oeste do Brasil, como em Goiânia, com registros menores que a onda de frio de 1937.



Figura 06: Morro do Cambirela (Serra em Santa Catarina) **Foto:** Alvarélio Kurossu/Agencia RBS
Fonte: diariocatarinense.com.br

O perfil de elevação apresentado na Figura 3b mostrou-se satisfatório didaticamente por mostrar as amplitudes altimétricas ao longo de 4.000 km do transecto estudado. Evidentemente, as cidades de maior altitude como São Joaquim-SC com 1350 m, somada a



localização geográfica, apresentou as temperaturas mais baixas no período de estudo com - 5.6°C.

A atividade do APM deslocou grande quantidade de água em superfície, formando ondas que se deslocam por grandes extensões, registrada por Felício e Castro (2013), e em nebulosidade, ora como a formação das aglutinações anticiclônicas (AAs) presente na região Sul e Sudeste do Brasil no período de 19 a 25/07, provocando precipitação superior a 155 mm em cinco dias ininterruptos em Curitiba-PR e em menor intensidade em outras regiões.

Esperamos ainda que outras pesquisas e trabalhos sejam desenvolvidos com base no modelo de circulação proposto por Leroux (1993, 2005 e outros) sobre os Anticiclones Polares Móveis para a América do Sul e no Hemisfério Sul.

6- Referências Bibliográficas

ALGARVE, V. R., e CAVALCANTI, I. Características da circulação atmosférica associadas a ocorrência de geadas no sul do Brasil. **Anais do VIII Congresso Brasileiro de Meteorologia**. Belo Horizonte, MG, 545-547, 1994.

FORTUNE, M., KOUSKY, V. E. Two severe freezes in Brazil: precursors and synoptic evolution. **Monthly Weather Review**, 11, 1983, p. 181-196.

FELICIO, R.A.; CASTRO, J. W. A. Cidades da Costa Oeste da América do Sul e nível do mar: Atenção especial à combinação da passagem das APMs, Ciclones Extratropicais e fadas da Lua, In.: **I Seminário Internacional de Investigações sobre Vulnerabilidade dos Desastres Socionaturais**, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2013.

GIRARDI, C. El Pozo de los Andes. Proceedings, First International Congress on Southern Hemisphere Meteorology. São Jose dos Campos, São Paulo, Brazil. **American Meteorological Society**, 1983, p. 226-229.

HAMILTON, M., TARIFA, J. Synoptic aspects of a polar outbreak leading to frost in tropical Brazil, July 1972. **Monthly Weather Review**, 106, 1545-1556, 1978.

HARGRAVES, C.; BRYANT, E. A. Mobile Polar Highs over Australia: Origins and Effect on Rainfall. In: R.J. Morrison, S. Quin and E.A. Bryant (eds.), **Planning for Natural Hazards — How Can We Mitigate the Impacts?**, GeoQuEST Research Centre, University of Wollongong, 2005, 167-175.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Dados Pluviométricos de 2013**. Disponível em: <http://inmet.gov.br>. Acesso em 02/12/2013.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos. **Divisão de Satélites Ambientais. Banco de Dados de Imagens – GOES**. Disponível em <http://satellite.cptec.inpe.br/acervo/goes.formulario.logic>. Acesso em 02/12/2013.



LEROUX, M. The Mobile Polar High: a new concept explaining present mechanisms of meridional air-mass and energy exchanges and global propagation of palaeoclimatic changes. **Global and Planetary Change** 7, 1993, 69-93.

_____. Les climats subtropicaux dits « méditerranéens » et les climats de la Méditerranée (1re partie) », **L'information géographique**, 4et, n.1. 2001, 304-320.

_____. **Global warming: myth or reality? The erring ways of climatology**. Chichester, Praxis, 2005.

MARINHA DO BRASIL. Diretoria de Hidrografia e Navegação. **Cartas Sinóticas**. Disponível em: <https://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>. Acesso em 15/06/2014.

MONTEIRO, C. A. F. **A frente polar atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil**. São Paulo: USO-IG, 1969.

ONÇA, D. S. “Quando o sol brilha, eles fogem para a sombra...”: a ideologia do aquecimento global. Tese (Doutorado). São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, 2011.

PEZZA, A. B.; AMBRIZZI, T. Propagação de Ondas de Frio na América do Sul e as Trajetórias de Ciclones e Anticiclones Extratropicais. In.: **XI Congresso Brasileiro de Meteorologia**, 2000, Rio de Janeiro, 2000.

SERRA, A.; RATISBONNA, L. Ondas de Frio na Bacia Amazônica. Serviço de Meteorologia. Ministério da Agricultura (1941). In.: **Boletim Geográfico: IGBE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, Rio de Janeiro, nº 26, ano III, 1945, p. 172-206.

SOUZA, R. O. Condicionantes Meteorológicas e Geográficas para a Ocorrência de Neve no Sul do Brasil. **Anais do X Congresso Brasileiro de Meteorologia**, Brasília, DF, CD-ROM, 1998.

TITARELLI, A. H. V. A Onda de Frio de Abril de 1971 e sua repercussão no Espaço Geográfico Brasileiro. **USP/IG, Climatologia** 4, São Paulo, 1972.

VERA, C. S., VIGLIAROLO, P. K. A Diagnostic Study of Cold-Air Outbreaks Over South America. **Monthly Weather Review**, 128, n.1, 2000, p. 03-24.