



Anomalias de Circulação Atmosférica em Baixos Níveis do Verão (2013-2014) Anomalmente Quente nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil
Anomalies of Low Levels Atmospheric Circulation of the Anomalously Warm Summer (2013-2014) on South and Southeast Regions of Brazil

Jeymison Margado Bezerra & André Becker Nunes

Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Meteorologia
Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, Av. Ildefonso Simões Lopes, 2751, 96060-290, Pelotas, RS
E-mails: jeymison.bezerra@gmail.com; beckernunes@gmail.com
Recebido em: 25/11/2016 Aprovado em: 24/01/2017
Doi: http://dx.doi.org/10.11137/2017_1_93_101

Resumo

Neste estudo analisou-se os comportamentos anômalos de temperatura do ar nas regiões sul e sudeste do Brasil durante o verão 2013-2014 e as anomalias de circulação atmosférica em baixos níveis através dos dados de reanálise do MERRA. Tais anomalias tiveram como base a climatologia do período de 1979 a 2008 para dois trimestres: DJF (Dezembro de 2013, Janeiro e Fevereiro de 2014) e JFM (Janeiro, Fevereiro e Março de 2014). Verificou-se que o trimestre mais representativo para a denominação de “anomalamente quente” foi JFM. Foi observado no nível de 850 hPa através do campo de anomalias de linhas de corrente a intensificação da componente meridional de norte, que advectou massas de ar quente e úmida originadas na região Amazônica ocasionando um comportamento anômalo positivo de umidade específica neste nível e de temperatura em superfície. Além disso, observou-se uma provável maior frequência e/ou intensidade de ciclones extratropicais no sudeste do continente, contudo, os sistemas frontais associados aos ciclones não atingiram a região de estudo.

Palavras-chave: Climatologia de temperatura; Anomalia de temperatura; Verão Climático

Abstract

In this study the anomalous behavior of air temperature on South and Southeast Brazilian regions during summer (2013-2014), as well as the low-levels atmospheric circulation anomalies, were analyzed employing MERRA reanalysis dataset. Such anomalies were obtained from 1979-2008 climatology for two quarters: DJF (December 2013, January and February 2014) and JFM (January, February and March 2014). It was verified that for the designation of “abnormally warm”, JFM was the most representative quarter. By streamline anomaly field in 850 hPa an intensification of northern meridional wind component, that advected moist and warm air mass from Amazonian region (causing a positively anomalous behavior of specific humidity in this level, as well as temperature in surface), was observed. Moreover, a probably greater frequency and/or intensity of extratropical cyclones in Southeast of South America was verified. However, the cold fronts associated with them did not reach the study area.

Keywords: Climatology of temperature; Temperature anomaly; Climatic Summer

1 Introdução

A região sul do Brasil é caracterizada por ter as estações bem definidas ao longo do ano. Segundo Firpo (2008), o verão climático desta região normalmente dura três meses, restrito a dezembro, janeiro e fevereiro, sendo janeiro o mais representativo da estação. Já a região sudeste, devido à sua localização latitudinal, caracteriza-se por ser uma região de transição entre os climas quentes de latitudes baixas e o clima mesotérmico do tipo temperado das latitudes médias (Nimer, 1971).

Segundo Grimm (2003), a região sudeste do Brasil tem o máximo de precipitação durante o verão, enquanto a região sul experimenta o pico de precipitação no final do inverno e na transição da primavera para o verão. Neste mesmo estudo, a autora ressalta que na região mais austral do Brasil a precipitação tem uma distribuição uniforme devido à penetração frontal associada com ciclones extratropicais migratórios. Entretanto, Coelho *et al.* (2015) estudando a precipitação no trimestre janeiro, fevereiro e março de 2014, encontrou anomalias negativas superiores a 200 mm no sudeste brasileiro e até 100 mm no noroeste, norte e leste do Paraná (PR), leste e oeste de Santa Catarina (SC), noroeste e centro-oriental do Rio Grande do Sul (RS).

Além disso, as regiões sul e sudeste do Brasil apresentaram durante o evento do verão 2013-2014 intensas ondas de calor que provocaram recordes de temperaturas em algumas cidades (INMET, 2014). Os elevados valores de temperatura durante esta estação associados com o déficit de precipitação provocaram impactos em setores da economia tais como: agricultura, pecuária, abastecimento hídrico e energético (Coelho *et al.*, 2015). As altas temperaturas e a escassez hídrica ocorrido no verão 2013-2014 surpreenderam o governo e o setor produtivo, acarretando no aumento do risco de racionamentos de água e energia, pressionando ainda mais a inflação e trazendo prejuízos à atividade econômica, sendo o custo maior da energia elétrica o mais perceptível.

As temperaturas do ar máximas, mínimas e médias, não ocorrem de forma homogênea nos Estados das regiões sul e sudeste devido a diversos mecanismos atmosféricos atuando de maneira heterogênea sobre as regiões, logo, cada região sofre influência tanto de sistemas de escala global

quanto de escala local. Por exemplo, com relação aos sistemas frontais, os mesmos possuem uma frequência de 5 a 7 eventos por mês nestas regiões (Oliveira, 1986). Com isso as temperaturas do ar se comportam de maneira distinta em cada mesorregião. Dada tais informações, o objetivo deste trabalho é verificar a configuração sinótica em baixos níveis do verão 2013-2014, notadamente mais quente que o normal nas regiões sul e sudeste do Brasil.

2 Materiais e Métodos

2.1 Regiões de Estudo

Segundo o censo realizado no ano de 2010 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), as regiões Sul e Sudeste (Figura 1), juntas compreendem 55% da população brasileira. Destaca-se ainda a importância econômica destas duas regiões na liderança da participação do PIB nacional (Rocha *et al.*, 2012).

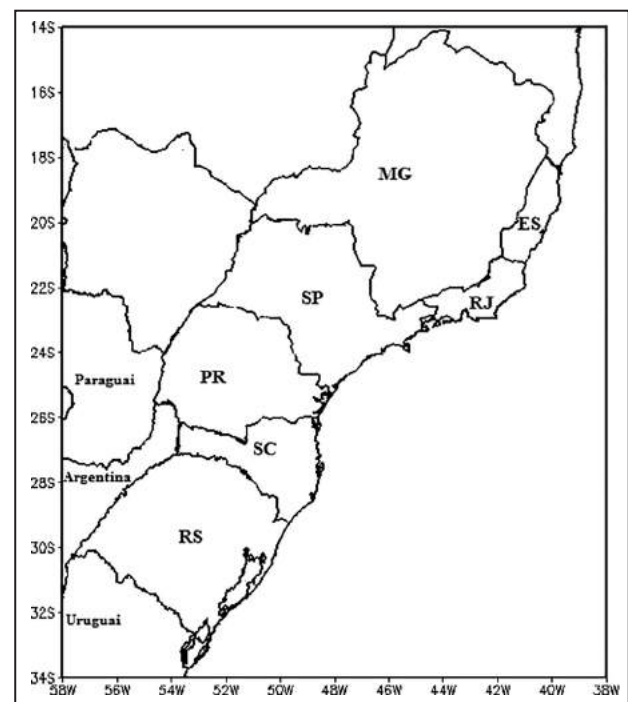


Figura 1 Regiões Sul (RS, SC e PR) e sudeste (SP, MG, RJ e ES) do Brasil.

2.2 Dados MERRA

Para a análise dos campos meteorológicos foram utilizados dados diários e mensais de reanálises em pontos de grade oriundos do projeto MERRA

(Modern Era Retrospective-Analysis for Research and Applications) desenvolvido no Goddard Space Flight Center/National Aeronautics and Space Administration (GSFC/NASA) (Rienecker *et al.*, 2011). Diagnósticos bidimensionais são produzidos em intervalos de uma hora, com resolução espacial final ($1/2^\circ$ grau de latitude \times $2/3^\circ$ graus longitude), que dará maior acurácia que as reanálises com resolução mais grosseira ($2,5^\circ$ graus de latitude \times $2,5^\circ$ graus de longitude). As reanálises do MERRA são empregadas em vários trabalhos, como por exemplo em Quadro *et al.* (2012), Wei *et al.* (2013), Avila *et al.* (2015) e Cossetin *et al.* (2016), sendo, também, comparadas com outras reanálises (Kennedy *et al.*, 2011; Hodges *et al.*, 2011, entre outros) ou comparadas com dados de satélite (Posselt *et al.*, 2012; Naud *et al.*, 2014, entre outros). Tais características fizeram com que este tipo de reanálise fosse usado neste trabalho. Analisou-se os dados de temperatura média, mínima e máxima do verão climático (dezembro de 2013 a fevereiro de 2014) e também o verão astronômico (janeiro a março de 2014), uma vez que março contém mais dias de verão que o mês de dezembro, com o objetivo de comparar as anomalias de temperaturas para esses dois trimestres. Para se verificar o comportamento no verão em questão foram obtidas anomalias climáticas dos campos meteorológicos. Os cálculos de anomalias da temperatura média, máxima e mínima do ar a 2 metros da superfície (considerando

como valores de temperatura mínima e máxima os valores das 09 e 18 UTC, respectivamente), umidade específica em 850 hPa, pressão ao nível médio do mar e linha de corrente no nível de 850 hPa, tem como base a climatologia para o período 1979 a 2008 para os meses supracitados.

3 Resultados e Discussão

A Figura 2 A apresenta o campo de anomalia de temperatura média do ar a 2 metros para o trimestre DJF (2013/2014). Observa-se que durante este período as anomalias positivas se concentraram sobre os Estados de MG, RJ, SP, sul do ES, norte do PR, litoral de SC, além do litoral e sul do RS. As anomalias positivas se concentraram praticamente em todo o sudeste brasileiro, variando entre $1,0^\circ\text{C}$ no centro-norte e leste-sudoeste de MG, centro-sul de SP e ES, chegando a $4,5^\circ\text{C}$ sobre o sul do RJ. Na região sul do Brasil as anomalias positivas variaram entre $0,5^\circ\text{C}$ no extremo norte e litoral do PR e litoral de SC, atingindo $2,5^\circ\text{C}$ no litoral do RS. Porém, este trimestre foi marcado por anomalias negativas no noroeste do RS, centro-oeste de SC e sudoeste do PR com valores variando entre $0,5^\circ\text{C}$ e $1,5^\circ\text{C}$ abaixo da climatologia sobre estes Estados. Na região sudeste do Brasil, apenas no norte do ES e nordeste de MG houve uma leve anomalia negativa de $0,5^\circ\text{C}$. Já para o trimestre JFM (Figura 2 B) observa-se a presença de anomalias positivas sobre todos os estados em

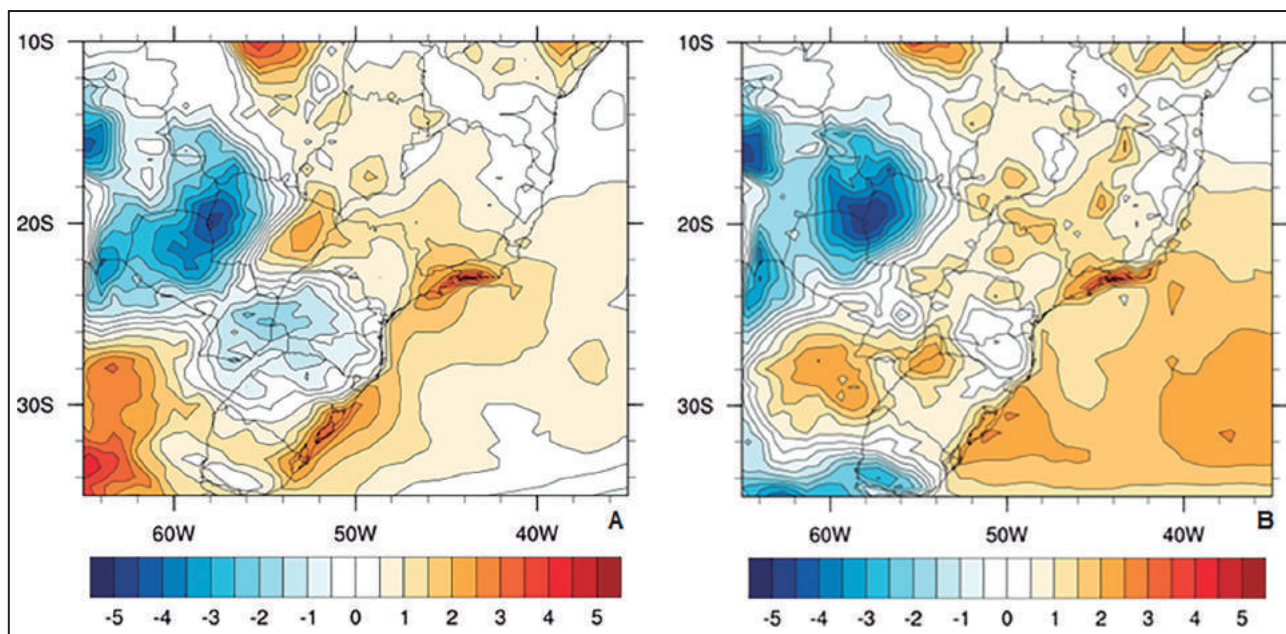


Figura 2 Anomalia de temperatura média do ar ($^\circ\text{C}$) a 2 metros da superfície para os trimestres (a) DJF e (b) JFM.

estudo. No entanto, houve variações no interior de cada estado, sendo observados valores entre 0,5°C e 3,0°C em quase toda MG, enquanto que no RJ os valores ficaram em torno de 4,5°C. Em SP as maiores anomalias positivas foram observadas na fronteira nordeste, na divisa com o RJ, chegando a 4,0°C e no noroeste, na divisa com MG, além do sudoeste paulista, com valores variando entre 1,5°C e 2,5°C. No ES, neste trimestre foi observada uma leve anomalia positiva, com regiões de neutralidade (valores próximos a zero) sobre a parte norte; no entanto, na parte sul do estado e no litoral capixaba foram observadas anomalias positivas variando entre 0,5°C e 1,5°C. Nos estados da região sul do Brasil, as anomalias positivas foram observadas em todo o litoral, sendo os maiores valores encontrados no litoral gaúcho (até 3°C acima da normal), além do noroeste do RS na fronteira com a Argentina. Em SC os valores positivos foram observados no leste (1,0°C) e oeste catarinense (1,5°C) e no PR as anomalias positivas variaram entre 1,0°C e 2,0°C no litoral e oeste, respectivamente. Este trimestre foi marcado por neutralidade no nordeste de MG, norte do ES, centro-sul do PR, centro e parte leste catarinense além de parte do nordeste do RS. Neste trimestre, não foi observado nenhum ponto das regiões sul e sudeste com anomalia negativa de temperatura média do ar.

De acordo com a Figura 3 A, a qual apresenta a anomalia de temperatura mínima do ar a 2 metros

para DJF, na região sudeste do Brasil é observada uma neutralidade variando para um comportamento anômalo negativo de 2°C em áreas isoladas em MG, enquanto que os Estados do RJ e ES se encontraram neutros. Porém, na região centro-sul do Estado de SP esta variável apresentou anomalia negativa de 6°C. Este comportamento anômalo negativo também foi observado na região sul, variando a magnitude entre 3°C e 5°C, sendo mais suaves no centro-sul do RS, em média 3°C. No entanto, no extremo noroeste do RS, oeste de SC e PR não foi observado valores anômalos significantes acima de 1°C. Pode-se, ainda, observar uma anomalia positiva da temperatura mínima do ar próximo à fronteira entre Brasil, Argentina e Paraguai, chegando a 5°C no sul do Paraguai.

Na Figura 3 B observa-se que em JFM esta variável obteve comportamento anômalo positivo em quase toda a região sudeste variando entre 1°C e 4°C, no sul do RJ, centro-oeste de MG, leste de SP e com tendência a neutralidade no ES, oeste de MG e SP. Somente dois pontos isolados, no interior de SP e norte de ES apresentaram anomalias negativas. No sul, a temperatura mínima comportou-se anômalo positivo sobre o centro-leste do PR com anomalias positivas de 2°C, chegando a 4°C sobre SC e até 5°C no RS.

A Figura 4 A apresenta a anomalia de temperatura máxima do ar em 2m para o trimestre DJF. Foi observado na região sudeste que as

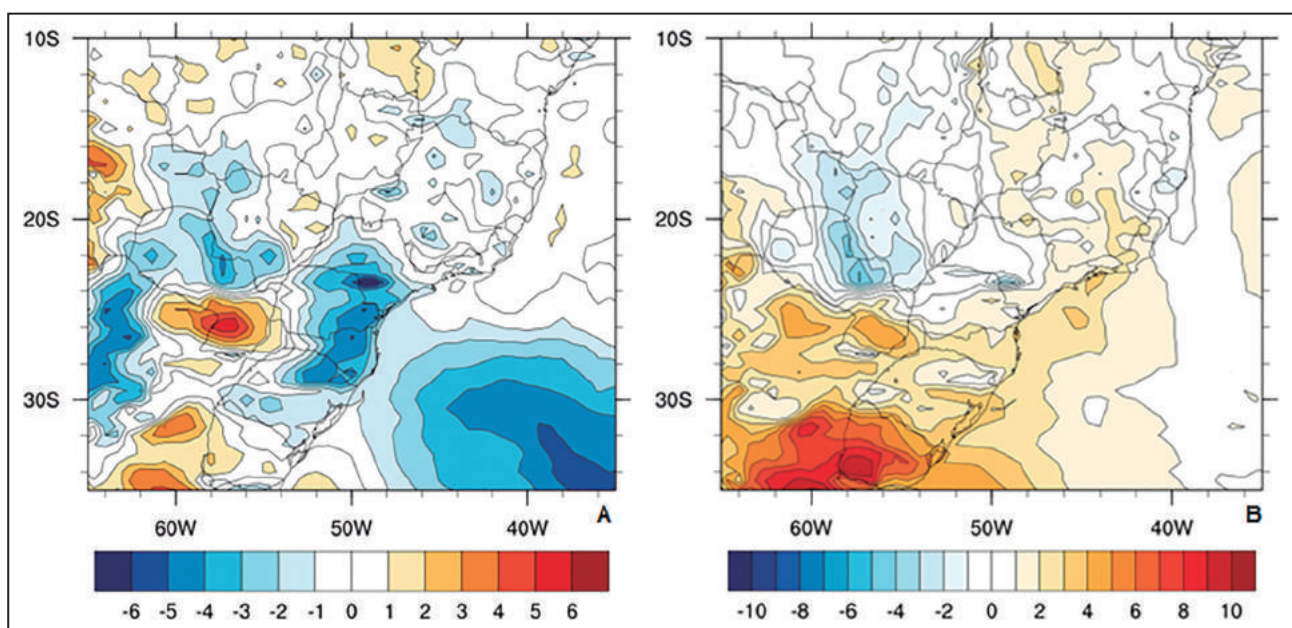


Figura 3 Anomalia de temperatura mínima do ar (°C) a 2 metros da superfície para os trimestres (a) DJF e (b) JFM.

anomalias positivas se encontraram em pontos isolados no noroeste de SP e na fronteira de SP, MG e RJ (entre 2°C e 3°C). Nas demais localidades desta região foram observadas anomalias negativas, como no centro de SP, variando até 3°C, além dos estados de RJ, ES e praticamente toda MG variando entre 1°C e 3°C. No sul do Brasil, no oeste dos Estados do PR e SC, foram observados os maiores valores anômalos positivos, chegando a 5°C. Também foram observadas anomalias positivas de 2°C em pontos isolados, no centro-leste de SC e nordeste do RS. Porém, no sudoeste RS, na fronteira com o Uruguai e Argentina, foram observadas anomalias negativas da temperatura máxima do ar acima de 10°C.

Para o trimestre JFM (Figura 4 B), sobre a região sudeste do Brasil as maiores anomalias positivas foram observadas no litoral do RJ e SP, oeste de MG e sul do ES com anomalias positivas oscilando entre 2°C no sudeste de MG a 7°C na fronteira dos Estados do RJ e SP. No sul do Brasil, foram observadas anomalias positivas de 1°C no litoral do PR, SC estendendo-se pelo interior deste Estado, norte, leste e sul do RS com anomalias positivas variando entre 3°C em SC e 8°C no litoral do RS. Todavia, também foram observadas regiões com comportamento anormalmente negativo no leste do Estados de MG e oeste de SP, com variação de 2°C em MG a 8°C no sudoeste de SP. Na região sul, notou-se que boa parte do PR e parte do oeste gaúcho apresentaram anomalias negativas chegando a 4°C.

Após análise dos campos de anomalias de temperatura (média, mínima e máxima), observou-se que o verão anomalmente quente se configurou durante o trimestre JFM, pois em DJF ocorreram locais com anomalias negativas, algumas intensas. Portanto, a partir daqui a análise será feita somente para o trimestre JFM.

A Figura 5 A apresenta o campo climatológico de vento através de linhas de corrente para o nível de 850 hPa para o trimestre JFM. No escoamento em baixos níveis observa-se a presença dos anticiclones sobre os oceanos Pacífico e Atlântico bem configurados assim com os observados por Lemos (2000), para um período de 17 anos, e Reboita *et al.* (2012), para um período de 30 anos. Observou-se, ainda, a configuração dos ventos alísios de nordeste adentrando o continente, passando pela bacia Amazônica em direção aos Andes. Todavia, parte deste escoamento desloca-se meridionalmente em direção as regiões sudeste e sul do Brasil configurando, quando obedecidos os critérios de Bonner (1968), os Jatos de Baixos Níveis (JBN) (Marengo *et al.*, 2002; Marengo & Soares, 2004). Todavia, com o uso de reanálises mais refinadas daquelas encontradas na literatura em trabalhos climatológicos (por exemplo, Lemos, 2000), foi possível observar um cavado de pequena amplitude sobre o RS, assim como um igualmente pequeno anticiclone a oeste dele. Esta pequena amplitude indica que não se trata de grande advecção fria, pelo contrário – nota-se que a corren-

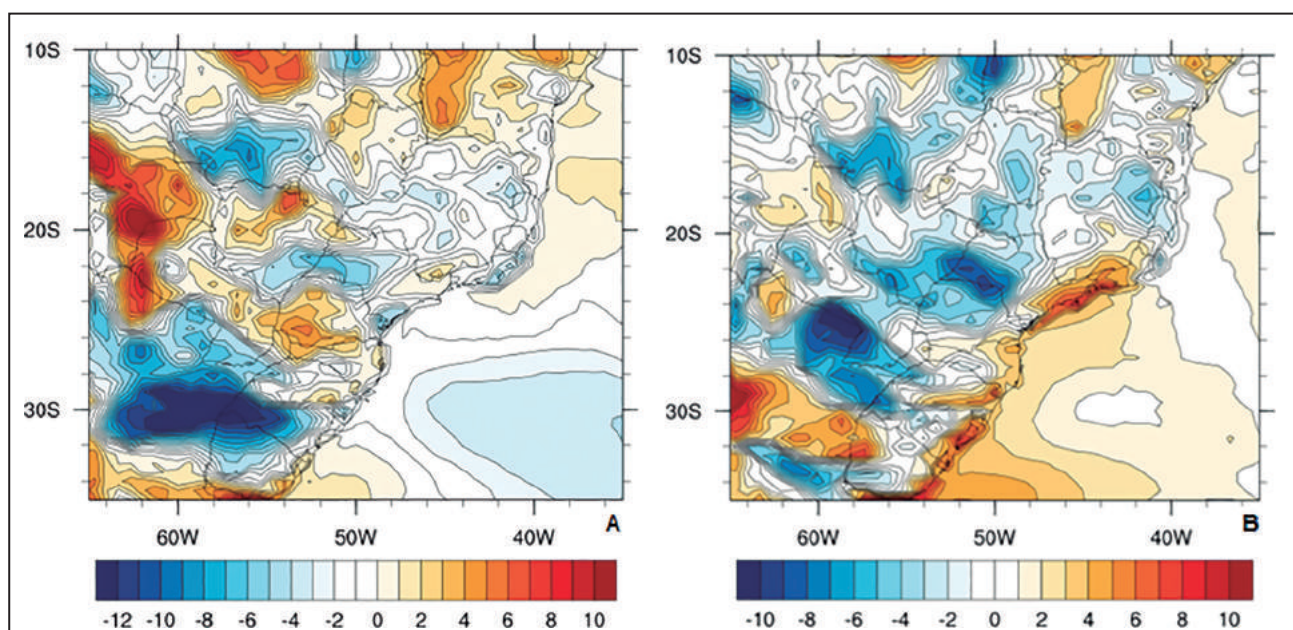


Figura 4 Anomalia de temperatura máxima do ar (°C) a 2 metros da superfície para os trimestres (a) DJF e (b) JFM.

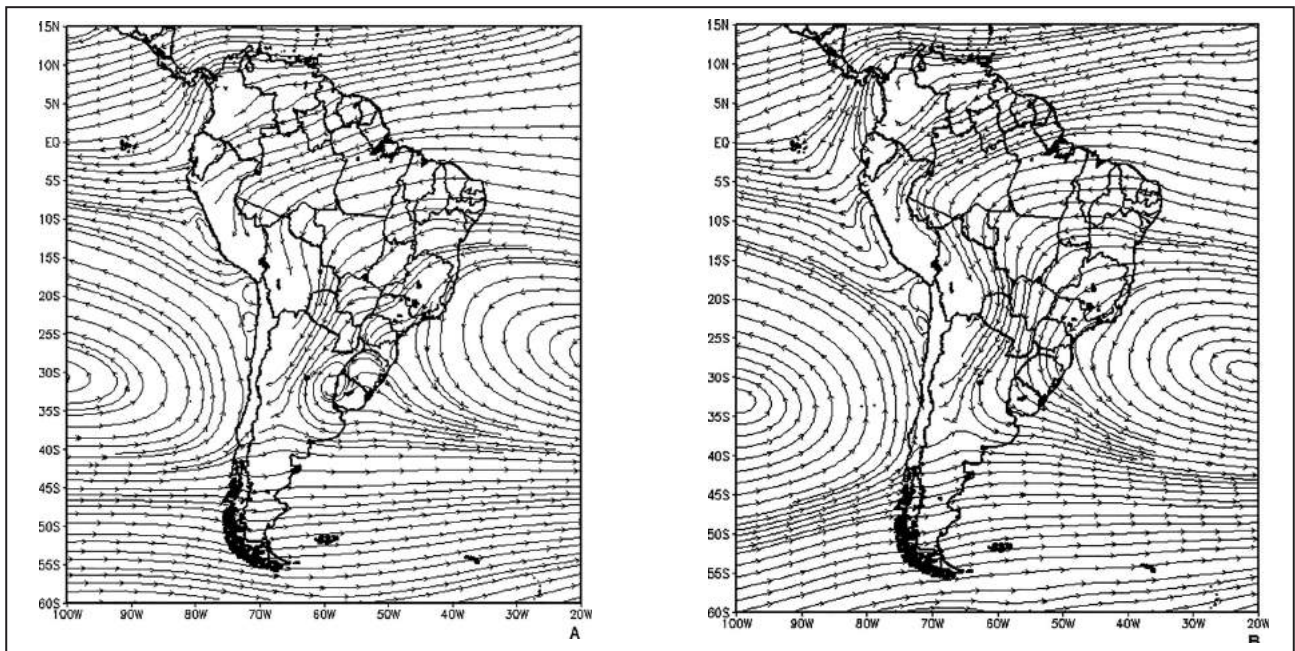


Figura 5. Campos de linha de corrente em 850 hPa: A Climatologia 1979-2008 e B verão observado para o trimestre JFM.

te de sul tem pouca extensão, e não vem do sul da Argentina como no inverno. Sabe-se ainda que sistemas frontais ocorrem durante o ano todo (Oliveira, 1986), o que explicaria a presença deste pequeno cavado transiente sobre o RS. O campo referente ao verão em estudo (Figura 5 B) mostra a presença dos anticiclones semi-estacionários dos oceanos Pacífico e Atlântico Sul, que são responsáveis em grande parte pelas condições de tempo sobre a América do Sul (AS) (Satyamurty *et al.*, 1998), os quais influenciam a propagação de massas de ar polar e tropicais quentes e úmidas, com um leve deslocamento em suas posições, especialmente o do Atlântico, que influencia mais diretamente na circulação continental. O escoamento de norte sobre o centro do continente configurou-se mais intenso que a climatologia se estendendo até o sudeste e sul do Brasil – sugerindo forte advecção quente sobre a região. Além disso, não foi observado o cavado sobre o RS, tampouco o anticiclone a oeste dele.

A Figura 6 apresenta o comportamento anômalo do vento por meio do campo de linha de corrente no nível de 850 hPa para JFM. Diferentemente do estudo de Salio *et al.* (2002), que observou uma convergência de umidade durante o evento do Jatos de Baixos Níveis (JBN) na Planície do Chaco no verão 1997-98, o verão 2013-14 apresentou um padrão anomalmente quente para as 18 UTC provocado pela advecção de umidade

da Amazônia trazida pelo escoamento de norte (representado pela anomalia de vento norte sobre o Paraguai na Figura 6) que apresentou-se mais intenso que o climatológico. É observado para este trimestre, uma anomalia de circulação anticiclônica na costa sudeste da AS, região tipicamente próxima da Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), centrada em 30°S 32°W observado também por Coelho *et al.* (2015). Segundo estes autores, neste trimestre tal circulação anticiclônica anômala sobre o Atlântico agiu para bloquear baixas frontais, e associada com

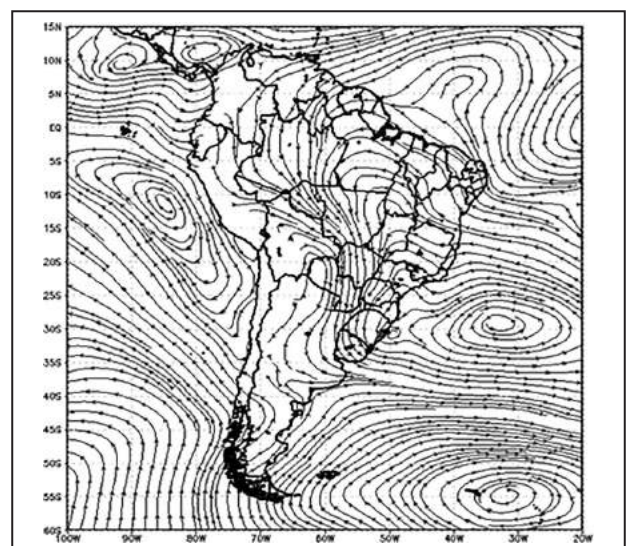


Figura 6 Anomalia de linha de corrente em 850 hPa para o trimestre JFM.

a superfície do mar quente próximo da costa sudeste do Brasil transportou mais ar seco que o normal para o sudeste e úmido para o sul do Brasil (Figura 7). Percebe-se ainda, que o escoamento anômalo de norte sobre o oeste do Brasil evita a propagação do escoamento meridional de origem polar atinja as regiões sul e sudeste do Brasil o que resultaria em temperaturas não tão altas.

A Figura 7 apresenta o comportamento anômalo de umidade específica média no nível de 850 hPa para o trimestre JFM, e observa-se em MG e RJ locais com anomalias negativas, positivas e regiões de neutralidade. O Estado do ES apresentou neutralidade durante este trimestre. Já o Estado de SP e toda a região sul apresentaram anomalias positivas de umidade, com maiores valores no litoral gaúcho e oeste catarinense.

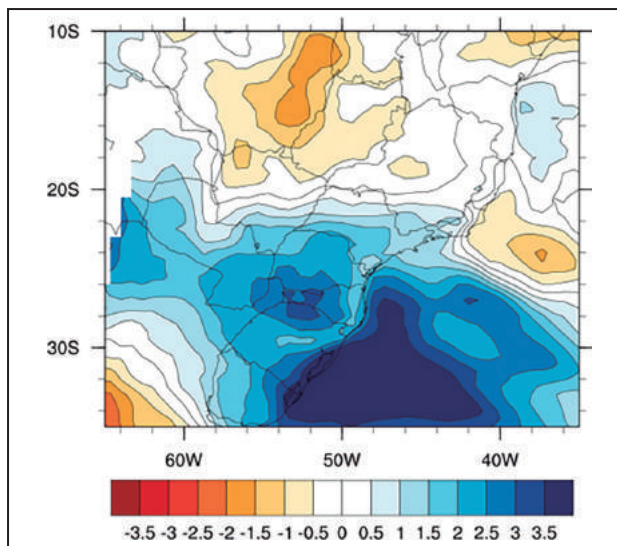


Figura 7 Anomalia de umidade específica (g/Kg) média no nível de 850 hPa para o trimestre JFM.

A Figura 8 apresenta o comportamento anômalo da umidade específica no nível de 850 hPa as 9 UTC para JFM. Observa-se que para o referido horário, esta variável apresentou locais com neutralidade e outros com anomalias positivas em toda a região sul, com valores extremos no sul do RS, com exceção da região central do RS que apresentou uma anomalia negativa localizada. No Sudeste, o padrão de neutralidade variando a leve anomalia positiva manteve-se parecido com a região sul. Ao comparar as anomalias das variáveis umidade específica as 9 UTC e temperatura mínima, percebe-se que a umidade

específica em 850 hPa favoreceu o aparecimento de anomalias positivas de temperatura mínima em superfície para este trimestre como observado na Figura 3 B. Isto se deve ao fato de que a umidade em excesso reteve a radiação de onda longa nesta parte da camada atmosférica, dificultando a perda radiativa da superfície terrestre, acarretando em temperaturas mínimas não tão baixas quanto o normal, assim sendo, a umidade específica atuando como um mecanismo regulador de temperatura.

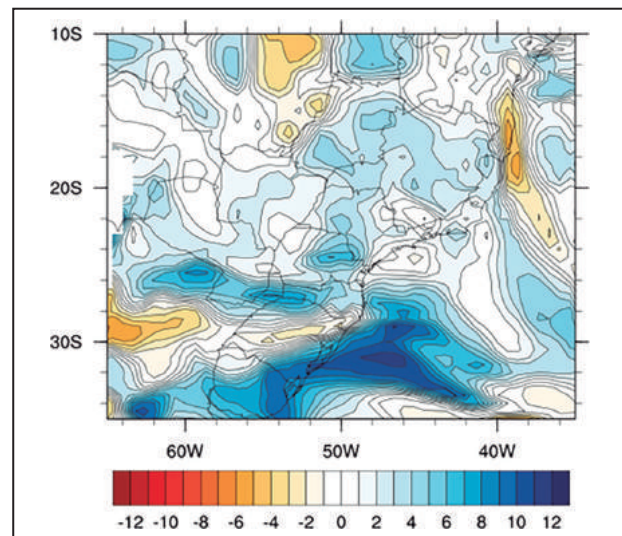


Figura 8 Anomalia de umidade específica (g/Kg) em 850 hPa as 9 UTC para o trimestre JFM.

A Figura 9 apresenta o mesmo da Figura 8, mas para as 18 UTC. Observa-se que neste nível e horário ocorreu uma configuração similar ao encontrado para as 09 UTC. A camada atmosférica sobre as regiões sul e sudeste apresentou locais de neutralidade variando a anomalias positivas, bem como aquelas observadas por Salio *et al.* (2002), porém com o escoamento oriundos de regiões diferentes. Ressalta-se que durante à tarde, em uma atmosfera úmida há tendência em indicar maior presença de nebulosidade convectiva, o que diminui a radiação solar incidente provocando temperaturas máximas menores. Porém, o próprio aquecimento superficial, quando suficientemente intenso, pode gerar nuvens convectivas, típicas de verão.

A Figura 10 mostra o comportamento anômalo da pressão ao nível médio do mar (PNMM) para o trimestre JFM de 2014. É observada, neste trimestre, a presença de anomalia positiva no Pacífico com valores oscilando entre 0,4 hPa e 1,2 hPa, sendo

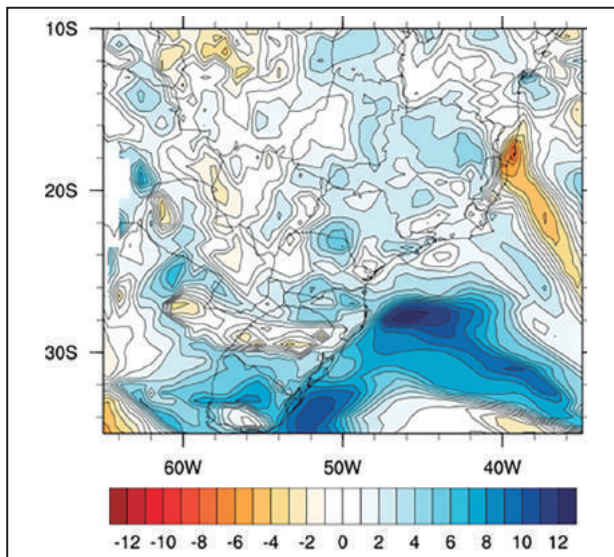


Figura 9 Anomalia de umidade específica (g/Kg) em 850 hPa as 18 UTC para o trimestre JFM.

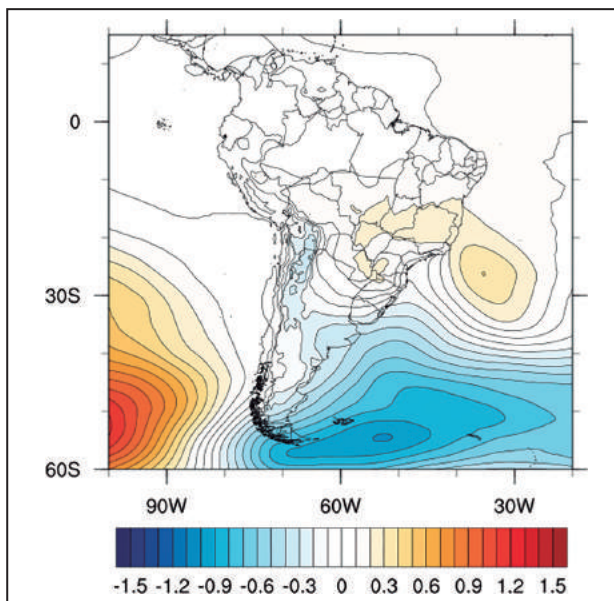


Figura 10 Anomalia de pressão ao nível médio do mar (hPa) para o trimestre JFM.

associada com a intensificação do Anticiclone do Pacífico Sul (ASPS), além de seu deslocamento mais para sudeste em relação a climatologia (aqui não apresentado). Sabe-se que a região sudeste da AS é uma região ciclogênica e no verão a oclusão concentra-se entre o litoral leste da Argentina até o RS (Gan & Rao, 1991). Porém, foi observado que durante o trimestre e ano de estudo houve um deslocamento da região ciclogênica mais para sudeste de sua região climatológica indicando que as frentes frias e os ciclones associados a elas não conseguiram se propagar até as regiões sul e sudeste

do Brasil onde foi observado a presença da anomalia positiva de pressão, resultado da anomalia positiva sobre o Atlântico na mesma região que foi observada anomalia de circulação anticiclônica em 850 hPa (Figura 6). Esta anomalia de pressão, indicando uma ASAS mais intensa, intensificou a componente norte do vento no interior do continente que propagou-se até o leste da Argentina (Figura 6), estabelecendo condições atmosféricas desfavoráveis a entrada de sistemas frontais. Ressalta-se ainda que de acordo com Satyamurty *et al.* (1998), baseado em Oliveira (1986), para o período de 1975-1984, detectou uma frequência de 15 a 18 casos de sistemas frontais em média para a região de estudo nos meses de JFM, todavia, em 2014 foram observados durante janeiro e fevereiro 4 casos (INMET, 2014) e em março 5 sistemas (CPTEC/INPE, 2014), estabelecendo assim menor frequência em relação a média.

4 Conclusão

Este trabalho teve por objetivo analisar os campos meteorológicos de baixos níveis para as regiões Sul e Sudeste do Brasil para o verão 2013-2014, considerado na literatura especializada como anomalmente quente. Após análise dos campos de anomalias de temperaturas para os trimestres DJF (2013/2014) e JFM (2014), para as regiões em estudo observou-se que o trimestre DJF não apresentou anomalias de temperatura relevantes para ser definido como estação anomalmente quente, principalmente quando se observa os campos de anomalias de temperaturas mínima e máxima, os quais apresentaram anomalias negativas bem acentuadas sobre boa parte das regiões. Contudo, com os resultados obtidos para o trimestre JFM, foi possível observar que a estação quente foi mais representativa neste trimestre, com acentuadas anomalias positivas de temperatura média (com valores superiores a 4°C na fronteira dos Estados do RJ, SP e MG), mínima (valores que ultrapassaram os 4°C, principalmente no RS e SC) e máxima (anomalias superiores a 6°C sobre todo o litoral das regiões de estudo).

Foi observado que a configuração de anomalias positivas de umidade específica na região Sul e parte do Sudeste do Brasil é resultado da intensificação do transporte meridional de calor e umidade da Amazônia até esta região. Este padrão de circulação

e umidade no nível de 850 hPa foram observados por Coelho *et al.* (2015).

Os resultados também indicaram através do campo de anomalia de pressão ao nível médio do mar, uma configuração anômala negativa no sudeste da AS indicando uma maior intensidade ou frequência de ciclones e frentes frias. Contudo, dada a intensificação da ASAS, a componente norte do vento no interior do continente fez com que os sistemas frontais não atingissem a região de estudo, o que colaborou com as anomalias positivas de temperatura no sul e sudeste do Brasil.

5 Agradecimentos

O primeiro autor agradece a FAPERGS (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul) pela bolsa de mestrado.

6 Referências

- Avila, V.D.; Nunes, A.B.; Alves, R.C.M. & Rodrigues, B.D. 2015. Analysis of a bombogenesis in South Atlantic summer using Ertel potential vorticity. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CLIMATOLOGIA, 6, 2015, Natal-RN Resumo, Natal-RN: SBMET, 2015.
- Bonner, W.D. 1968. Climatology of the low level jet. *Monthly Weather Review*, 96: 833-850.
- Coelho, C.A.S.; Oliveira, C. P.; Ambrizzi, T.; Reboita, M.S.; Carpenedo, C.B.; Campos, J.L.P.S.; Tomaziello, A. C. N.; Pampuch, L. A.; Custodio, M.S.; Dutra, L. M.; Rocha, R. P. da & Rehbein, A. 2015. The 2014 southeast Brazil austral summer drought: regional scale mechanisms and teleconnections. *Climate Dynamics*, 46: doi: 10.1007/s00382-015-2800-1.
- Cossetin, F.; Nunes, A.B. & Teixeira, M. 2016. Análise do movimento vertical sob duas configurações de altos níveis da troposfera. *Ciência e Natura*. (in press).
- CPTEC/INPE. 2014. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais www.cptec.inpe.br/ (acesso em 10 de março 2015).
- Firpo, M.A.F. 2008. *Ondas de frio e de calor para o Rio Grande do Sul e sua relação com El Niño e La Niña*. Programa de Pós-Graduação em Meteorologia – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. Dissertação Mestrado, 118 p.
- Gan, M.A. & Rao, V.B. 1991. Surface Cyclogenesis over South America. *Monthly Weather Review*, 119: 1293-1302.
- Hodges, K. I.; Lee, R.W. & Bengtsson, L. 2011. A comparison of extratropical cyclones in recent reanalyses ERA-Interim, NASA MERRA, NCEP CFSR, and JRA-25. *Journal of Climate*. 24: 4888-4906.
- IBGE. 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística <http://censo2010.ibge.gov.br/> (acessado em 20 de janeiro de 2015).
- INMET. 2014. Instituto Nacional de Meteorologia <http://www.inmet.gov.br/> (acessado em 20 de janeiro 2015).
- Kennedy, A.D.; Dong, X.; XI, B.; Xie, S.; Zhang, Y. & Chen, J. 2011. A comparison of MERRA and NARR reanalyses with the DOE ARM SGP data. *Journal of Climate*. 24: 4541-4557.
- Lemos, C.F. 2000. Reanálise das linhas de corrente nos níveis de 1000 hPa, 850 hPa, 500 hPa e 150 hPa sobre a América do Sul no período entre 1979 a 1995 e a análise dinâmica sobre a região do vale do paraíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11, Rio de Janeiro, 2000. Resumo expandido, Rio de Janeiro, SBMET, p. 672-679.
- Marengo, J.A.; Douglas, M.W. & Silva Dias, P.L. 2002. The South American low-level jet east of the Andes during 1999 LBA-TRMM and LBA-WET AMC campaign. *Journal of Geophysical Research*, 107: D20.
- Marengo, J.A. & Soares, W.R. 2004. Climatology of the Low-Level Jet East of the Andes as Derived from the NCEP–NCAR Reanalyses: Characteristics and Temporal Variability. *Journal of Climate*, 17: 2261-2280.
- Naud, C.M.; Booth, J.F. & Del Genio, A.D. 2014. Evaluation of ERA-Interim and MERRA cloudiness in the Southern Ocean. *Journal of Climate*, 27: 2109-2124.
- Nimer, E. 1971. *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro, IBGE – Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente. 4, 421 p.
- Oliveira, A.S. 1986. *Interações entre sistemas frontais na América do Sul e convecção na Amazônia*. Programa de Pós-graduação em Meteorologia - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. Dissertação de Mestrado, 139 p.
- Posselt, D.J.; Jongeward, A.R.; C-Y, H. & Potter, G.L. 2012. Object-based evaluation of MERRA cloud physical properties and radiative fluxes during the 1998 El Niño-La Niña transition. *Journal of Climate*, 25: 7313-7327.
- Quadro, M.F.L.; Silva Dias, M.A.; Herdies, D.L. & Gonçalves, L.G.G. 2012. Análise climatológica da precipitação e do transporte de umidade na região da ZCAS através da nova geração de reanálises. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 27: 152-162.
- Reboita, M.S.; Krusche, N.; Ambrizzi, T. & Rocha, R. P. da. 2012. Entendendo o Tempo e o Clima na América do Sul. *Terra e Didática*, 8: 34-50.
- Rienecker, M.M.; Suarez, M.J.; Gelaro, R.; Todling, R.; Bacmeister, J.; Liu, E.; Bosilovich, M.G.; Schubert, S.D.; Takacs, L.; Kim, G.; Bloom, E.; Chen, J.; Collins, D.; Conaty, A.; Silva, A. da; Gu, W.; Joiner, J.; Koster, R.D.; Lucchesi, R.; Molod, A.; Owens, T.; Pawson, S.; Pegion, P.; Redder, C.R.; Reichle, R.; Robertson, F.; Ruddick, A.G.; Sienkiewicz, M. & Woollen, J. 2011. MERRA: NASA's Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications. *Journal of Climate*, 24; doi: 10.1175/JCLI-D-11-00015.1.
- Rocha, M.E.B.; Souza, A.C.L.M.; Cavalcante, A.L.; Nascimento, C.; Magalhães, K.A.; Nascimento, M.; Neto, N.T. & Paiva, W.L. 2012. *A evolução do PIB dos Estados e Regiões Brasileiras no Período de 2002-2010 valores definitivos*. Fortaleza, Instituto de Pesquisa e estratégia econômica do Ceará (IPECE). 20 p.
- Salio, P.; Nicolini, M. & Saulo, A.C. 2002. Chaco low-level jet events characterization during the austral summer season. *Journal of Geophysical Research*, 107: doi:10.1029/2001JD001315.
- Satyamurty, P.; Nobre, C.A. & Silva Dias, P.L. 1998. Meteorology of the tropics: South America. In: KAROLY, D.J. & VINCENT, D. G. (eds.). *Meteorology of Southern Hemisphere*. Meteorological Monographs, chapter 3C, 119-139.
- Wei, J.; Dirmeyer, P.A.; Wisser, D.; Bosilovich, M.G. & Mocko, D.M. 2013. Where does the irrigation water go? An estimate of the contribution of irrigation to precipitation using MERRA. *Journal of Hydrometeorology*, 14: 275-289.