



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



Análise de um Episódio de Baixa Térmica do Noroeste da Argentina

Flávia Fernanda Azevedo Fagundes¹, Ivana Riêra Pereira Bastos¹, Michelle Simões Reboita²,
Gustavo Carlos Juan Escobar³

¹Mestrandas em Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Instituto de Recursos Naturais, Universidade Federal de Itajubá, MG. flaviaffag@gmail.com (autor correspondente), ivanariera@unifei.edu.br. ²Professora do Instituto de Recursos Naturais, Universidade Federal de Itajubá, MG. reboita@unifei.edu. ³Pesquisador do Centro de previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC/INPE, Cachoeira Paulista, SP. gustavo.escobar@inpe.br

Artigo submetido em 18/08/2020 e aceite em 19/04/2021.

RESUMO

Na América do Sul há dois lugares propícios à gênese de baixas térmicas (centro de baixa pressão semi-estacionário): a região do Chaco e o noroeste da Argentina. As baixas formadas nessas regiões recebem o nome delas. Portanto, o objetivo do presente estudo é a descrição da estrutura física de uma baixa térmica ocorrida do noroeste da Argentina (BNOA). Para isso, são utilizados dados da *Global Forecast System Analysis* (GFSan1 - Sistema de Previsão Global). O caso de BNOA em estudo teve gênese no dia 29 de outubro de 2009 às 0600 UTC e perdurou até o dia 03 de novembro às 1200 UTC. Sua estrutura vertical mostra máximo aquecimento e vorticidade relativa ciclônica entre a superfície e 750 hPa ao longo das longitudes de 70° a 65° W. Em níveis médios, durante todo o ciclo de vida da BNOA, predominou uma crista no escoamento atmosférico. A influência de sistemas transientes causa a desconfiguração da BNOA.

Palavras-chave: baixa térmica; noroeste da Argentina; anticiclone; sistemas transientes

Analysis of an episode of Thermal Low of Northwest Argentina

ABSTRACT

In South America, there are two favorable places for the genesis of thermal lows (low pressure system with semi-stationary feature): Chaco region and the northwest of Argentina. Thermal lows developed in these regions receive their names. So, the purpose of this study is to describe the physical structure of thermal low occurred over the northwest of Argentina (TLNA). For this reason, data from the *Global Analysis of the Forecasting System* (GFSan1 - Global Forecasting System) are used. TLNA had genesis on October 29, 2009 at 0600 UTC and decayed on November 03 at 1200 UTC. Its vertical structure shows the maximum heating and the cyclonic relative vorticity between the surface and 750 hPa along the longitudes 70°-65° W. At middle levels, throughout the TLNA's lifecycle, a ridge in the atmospheric flow predominated. The influence of the transient systems causes the deconfiguration of TLNA.

Keywords: thermal low; northwestern Argentina; anticyclone; transient systems

Introdução

As baixas térmicas são depressões térmicas cuja gênese pode ser explicada pelo intenso aquecimento radiativo da superfície que acaba aquecendo a baixa e a média troposfera (Seluchi e Saulo, 2012). Com relação às características das baixas térmicas, essas são sistemas rasos, isto é, em geral não se estendem além de 700 hPa. Por isso, é comum encontrar uma área de alta pressão a partir dos níveis médios sobre a região da baixa em superfície (Figura 1), que se forma devido à

pressão exercida pelo ar que ascende na região da baixa térmica (Wang et al., 2017; Lavender, 2016).

A distribuição global das baixas térmicas é caracterizada pela maior frequência desses sistemas nas regiões áridas e semi-áridas, principalmente nos meses da primavera e verão (Barry e Chorley, 2013; Lavender, 2016). Estes sistemas são encontrados na Austrália, norte da África, península Ibérica, sudoeste da América do Norte, Arábia Saudita, Paquistão Ocidental, norte

da Índia e sul da América do Sul (Reboita et al., 2007; Lavender, 2016).

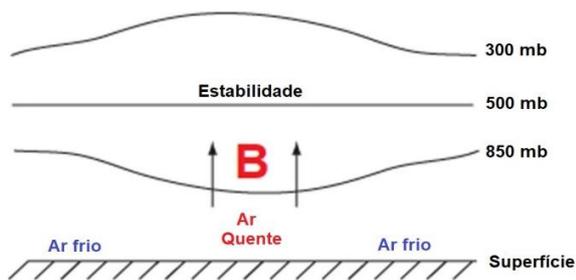


Figura 1. Modelo conceitual de baixa térmica. “B” indica o local da baixa térmica próximo à superfície.

Na América do Sul há duas regiões propícias à formação de baixas térmicas ao longo do ano: (1) a região compreendida entre o norte da Argentina, oeste e noroeste do Paraguai, sul da Bolívia e o extremo sul de Mato Grosso do Sul e (2) a região do noroeste da Argentina. As baixas térmicas formadas nessas duas regiões recebem o nome de Baixa do Chaco (BCH) e Baixa do Noroeste da Argentina (BNOA), respectivamente. Essa segunda, que será foco do estudo, se localiza em torno de 30°S e 60°W a sotavento da Cordilheira dos Andes e tem sua gênese associada tanto ao efeito térmico, quanto a contribuição da orografia pelo efeito do aquecimento adiabático (devido à subsidência) do ar que atravessa a Cordilheira dos Andes em direção ao oceano Atlântico (Seluchi e Saulo, 2012). Por isso, a BNOA é um sistema com característica termo-orográfica (Seluchi e Saulo, 2012, Escobar e Seluchi, 2012). A BNOA atinge sua máxima profundidade imediatamente antes da passagem de um sistema frontal frio, devido à advecção de ar quente, e se dissipa após essa passagem, devido à advecção fria (Seluchi e Garreaud, 2012).

A BNOA é praticamente permanente durante o verão (quando o aquecimento na região de sua formação é maximizado) e intermitente no inverno, quando sofre maior influência dos sistemas que cruzam a montanha (maior baroclinia) (Seluchi e Saulo, 2012, Escobar e Seluchi, 2012). Os eventos de BNOA duram entre 1 a 2 dias, sendo que eventos longos ocorrem com menor frequência (Ferreira et al., 2010). Como a BNOA se configura na presença de uma massa de ar quente e estável, não é favorável à precipitação.

Na literatura não há muitos estudos que mostrem a evolução temporal e a estrutura física da BNOA. Portanto, o objetivo desse estudo constituiu-se em descrever as características sinóticas de um caso BNOA, formado no dia 29 de outubro de 2009 às 0600 UTC. A motivação do estudo é contribuir

para o melhor conhecimento/entendimento das características físicas da BNOA.

Metodologia

Dados

São utilizados dados da análise do *Global Forecast System Analysis* (GFSanl - Sistema de Previsão Global; (<https://nomads.ncdc.noaa.gov/data/gfsanl/>), que pertence a *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), entre o período de 29 de outubro a 03 de novembro de 2009. As análises do GFS possuem resolução horizontal de 25 km e foram obtidas para os quatro horários sinóticos padrão (0000, 0600, 1200 e 1800 UTC). As variáveis utilizadas são: componentes zonal, meridional e vertical do vento (também chamada de ômega), altura geopotencial em 500 hPa, temperatura do ar em 850 hPa e pressão ao nível médio do mar (PNMM). Também se utilizaram as cartas sinóticas de superfície elaboradas pelo Grupo de Previsão de Tempo do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (GPT-CPTEC-INPE; <http://tempo.cptec.inpe.br/>).

Análises

Inicialmente será mostrada a posição da BNOA, a qual é obtida através das coordenadas geográficas (latitude e longitude) correspondentes ao local de menor PNMM a cada 6 horas (horários sinóticos). Também se analisam os campos sinóticos construídos com as variáveis descritas na seção 2.1. Com isso, pode-se definir o ciclo de vida da BNOA (estágios de pré-ciclogênese, ciclogênese, maturidade e decaimento) a fim de descrever suas características. A pré-ciclogênese é definida como o período que antecede o surgimento das isóbaras fechadas que caracterizam a presença da BNOA; a ciclogênese ocorre quando há o fechamento de pelo menos uma isóbara no campo da PNMM; a maturidade é caracterizada pela presença de maior intensidade da vorticidade relativa ciclônica no perfil vertical centrado na BNOA e, por fim, o decaimento ocorre quando o sistema começa a se enfraquecer/desconfigurar. Essa metodologia tem sido empregada em diferentes estudos como em Reboita et al. (2017), Silva et al. (2018), Abreu et al. (2018) e Souza e Reboita (2020).

Através da metodologia descrita se definiram as datas e horários sinóticos apresentados na Tabela 1. A seção resultados descreve as características de cada fase. Para isso, são apresentados campos de PNMM, altura geopotencial em 500 hPa com a temperatura em 850 hPa, perfil vertical do desvio zonal da temperatura e ômega e o perfil vertical do desvio

médio zonal da temperatura e a vorticidade média do período em que a baixa térmica perdura.

Tabela 1. Ciclo de vida da BNOA.

Fases	BNOA
Pré-ciclogênese	00Z29OCT2009
Ciclogênese	06Z29OCT2009
Maturação	18Z02NOV2009
Decaimento	12Z03NOV2009

Resultados e Discussão

Localização

A BNOA é um sistema quase-estacionário e sua localização entre os dias 29 de outubro de 2009 às 0600 UTC e 03 de novembro de 2009 às 1200 UTC é mostrada na Figura 2. A BNOA no ponto “1” localiza-se a cerca de 30° S, nos dois horários sinóticos seguintes mantém-se a sul da primeira posição e, na sequência, o seu centro migra para cerca de 25° S onde se mantém até dissipar. Portanto, a BNOA teve duração de ~5 dias. A Figura 3 mostra a BNOA em termos de características médias no período de sua ocorrência, enquanto as Figuras 4 a 9 (coluna esquerda) apresentam a evolução da PNMM ao longo de todo o ciclo de vida da BNOA.

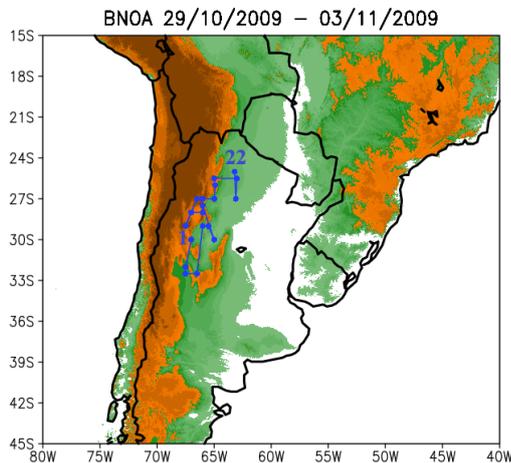


Figura 2. Topografia da América do Sul (metros) e posição geográfica da BNOA no período de 29/10/2009 às 0600 UTC a 03/11/2009 às 1200 UTC. o número “1” indica sua posição inicial e o “22 (número de horários sinóticos)” sua posição final antes da dissipação.

Caracterização da BNOA

Para caracterizar a estrutura térmica da BNOA, a Figura 3 mostra uma seção vertical

construída entre as longitudes 90°W e 45°W e centrada na latitude 32°S. As variáveis apresentadas são a vorticidade relativa ciclônica ($\times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$) e desvio zonal da temperatura (°C) considerando a média do período de 29/10/2009 às 0600 UTC a 03/11/2009 às 1200 UTC. A vorticidade relativa indica a rotação de um fluido e seu sinal negativo indica rotação ciclônica (no sentido horário) no Hemisfério Sul. Na figura, o desvio-zonal da temperatura do ar é mostrado ao invés da própria variável temperatura, para ressaltar as regiões de aquecimento e resfriamento na atmosfera. Os maiores desvios zonais positivos de temperatura do ar se encontram entre 70°W-60°W, local onde também há o perfil vertical mais intenso e extenso da vorticidade relativa ciclônica. Essas duas variáveis estão bem configuradas até cerca de 750 hPa, indicando que a BNOA é, de fato, um sistema raso (pouca extensão na vertical).

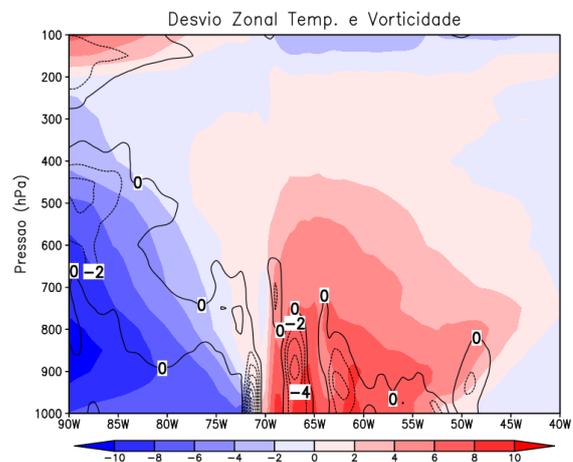


Figura 3. Perfil vertical da vorticidade relativa ciclônica ($\times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$) e desvio zonal da temperatura (°C) considerando a média do período de 0600 UTC do 29/10/2009 a 1200 UTC do 03/11/2009. A latitude central é 32°S.

Ciclo de Vida da BNOA

As Figuras 4 a 9 mostram todos os horários sinóticos entre os dias 29 de outubro e 03 de novembro de 2009 a fim de apresentar em detalhes o ciclo de vida da BNOA. Já a Figura 10 mostra uma sequência de cartas sinóticas de superfície (obtidas do GPT-CPTEC) do dia 29 de outubro a 03 de novembro de 2009, onde estão representados os sistemas atuantes em superfície (tanto a BNOA que aparece sendo indicada com a letra B, quanto de frentes e cavados).

Os campos atmosféricos da *pré-ciclogênese*, que é o período que antecede a configuração da BNOA no campo da PNMM, são mostrados na Figura 4 A-E-I. Nesse horário, ainda não há uma isóbara fechada indicando claramente

a posição da BNOA (Figura 4A). Nota-se que as isóbaras estão alongadas na região entre a Argentina e o sul da Bolívia. Na Figura 4E há um núcleo mais quente de temperatura em 850 hPa a noroeste da Argentina. Em 500 hPa, observa-se um intenso anticiclone com altura geopotencial de 5880 mgp centrado em, aproximadamente, 22,5°S e 70°W, e com uma crista associada se estendendo em direção ao centro da Argentina. Ressalta-se que esse anticiclone em níveis médios não é decorrente do aquecimento superficial e sim devido a um padrão de onda de escala sinótica. Ainda considerando o período pré-ciclogênese, observa-se que o escoamento imediatamente a leste dos Andes (a leste de 68°W) possui movimento subsidente entre altos níveis e 700 hPa e deste nível em direção à superfície há movimento ascendente. A subsidência está associada com o escoamento de oeste que transpõe a barreira orográfica, enquanto que os movimentos ascendentes próximo à superfície estão relacionados com o processo de convecção.

A *ciclogênese* (Figura 4B) ocorre às 0600 UTC do dia 29/10/2009. Isso significa que há o registro da primeira isóbara fechada e com centro a cerca de 30° S e 67° W. Como às 0600 UTC é o período da madrugada, nota-se redução da temperatura do ar na região da BNOA em comparação ao horário prévio. Entretanto, às 1800 UTC o aquecimento torna-se máximo (Figura 4H). Ainda às 0600 UTC, há a presença de uma zona baroclínica ao sul da baixa térmica (Figura 4B e Figura 10B), que é mostrada através da proximidade do gradiente de espessura e de jatos intensos em altos níveis. No dia 29 às 1200 UTC, em função da zona baroclínica, a BNOA quase se desconfigura no campo da PNMM, mas volta se fortalecer no horário seguinte (Figura 4D e Figura 10D).

No dia 30 às 0000 UTC, a BNOA ganha força e atinge 999 hPa a cerca de 32,5°S e 68°W (Figura 5A e Figura 10E), como consequência do afastamento da zona baroclínica mencionada na análise anterior (Figura 4D). Nesse horário, o perfil vertical mostra a BNOA bem configurada no desvio zonal da temperatura do ar e no desvio zonal de altura geopotencial (Figura 5I). Na camada 700-1000 hPa, observam-se desvios de temperatura em torno 8°C e desvios de altura geopotencial de -60 mgp, caracterizando a BNOA como sistema térmico.

No dia 30 às 0600 UTC (Figura 5B), a BNOA tende a se desconfigurar novamente devido à aproximação da zona baroclínica, que é representada pela presença de uma frente fria localizada no sul da Província de Buenos Aires (Argentina), Figura 10F. Às 1200 UTC (Figura

5C), a frente fria avança até o norte da Província de Buenos Aires (Figura 10G), fazendo com que a BNOA de 1002 hPa se desloque para norte, em torno dos 30°S.

Às 1800 UTC do dia 30 de outubro (Figura 5D), a BNOA apresenta isóbaras fechadas com valor central de 999 hPa. Nesse mesmo horário, a temperatura em 850 hPa é 29°C e o desvio zonal de temperatura é positivo até o nível de 500 hPa, atingindo seu máximo valor imediatamente a sotavento dos Andes, entre a superfície e 700 hPa (Figura 5L). Na mesma figura observa-se que os desvios de altura geopotencial atingem sua máxima intensidade próximos da superfície, apresentando valores inferiores a -70 mgp. Ao longo do dia 30, o anticiclone em 500 hPa se mantém bem configurado e praticamente estacionário sobre o centro-norte da Argentina, sul da Bolívia, centro-norte do Chile e o oceano Pacífico adjacente (Figura 5 E-F-G-H). Ainda considerando o dia 30, a BNOA apresenta um núcleo quente no campo de espessura 500/1000 hPa (Figura 5A-B-C-D), com valores que oscilam entre 5820 e 5880 mgp, devido ao aquecimento diurno (efeito térmico) e ao aquecimento adiabático do ar que atravessa os Andes (efeito orográfico). A BNOA continua ativa ao longo do dia 31 de outubro com posição central a cerca de 28°S e com valor central de pressão variando entre 1005 hPa e 999 hPa (Figura 6).

Apesar do enfraquecimento do anticiclone em 500 hPa (Figura 8E-F-G-H), a BNOA se mantém ativa (Figura 8A-B-C-D), entre os dias 01 e 02 de novembro, mas deslocada para norte. Às 1800 UTC do dia 02 de novembro, a BNOA atinge a sua *maturidade*, pois as isóbaras fechadas apresentam o maior aprofundamento no período, com valor central de 996 hPa (Figura 10T). Além disso, a temperatura em 850 hPa é 29°C e o desvio zonal de temperatura é positivo até o nível de 500 hPa. Também se observa o maior desvio negativo de altura geopotencial (-90 mgp) em 800 hPa.

A partir do dia 03/11, uma frente fria avança até o norte da Argentina (Figura 10U-V-W), desconfigurando por completo a BNOA, de modo que às 1200 UTC (Figura 10W), é possível definir o *final do ciclo de vida* deste sistema.

Ao longo de todo o ciclo de vida da BNOA, há um escoamento de oeste-noroeste no campo de 500 hPa, aproximadamente entre os paralelos 27°S e 30°S. Este escoamento baroclínico na troposfera média contribuiu para a geração do aquecimento adiabático do ar a sotavento dos Andes que favorece a queda pressão em superfície e, em consequência, a manutenção da BNOA. Destaca-se também, que não houve transição/junção da BNOA com a BCH, uma vez que a BCH é um sistema de origem puramente térmico.

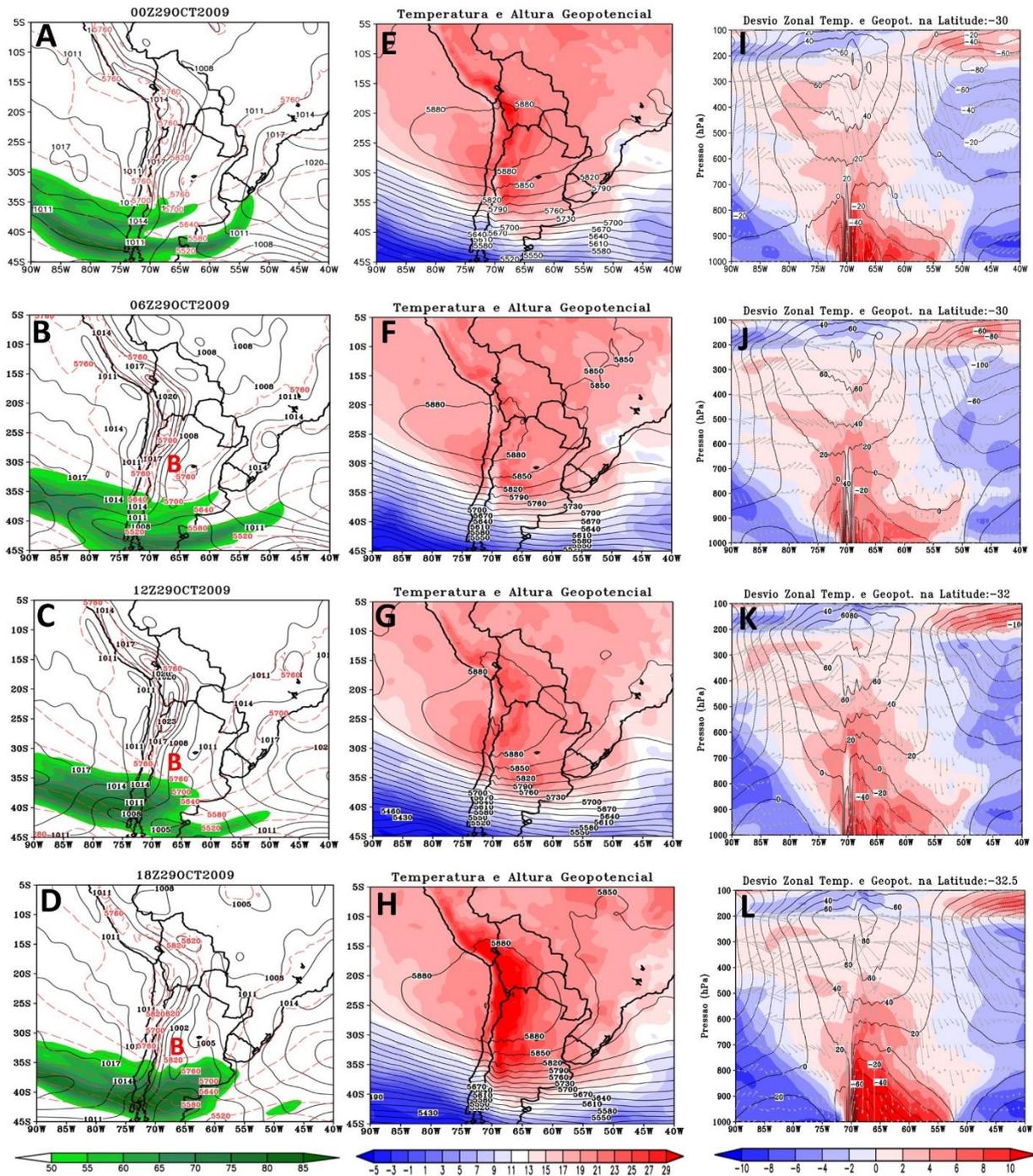


Figura 4. A-D) Pressão ao nível médio do mar (hPa; linhas pretas), espessura da camada 500/1000 hPa (metros, linhas vermelhas tracejadas) e intensidade do vento em 250 hPa (m/s, ventos com intensidade superior a 50 m/s em colorido). E-H) Altura geopotencial em 500 hPa (mgp, linhas pretas) e temperatura do ar em 850 hPa (°C, colorido). I-L) Perfil vertical do desvio zonal de temperatura (°C, colorido), altura geopotencial (mgp, linhas pretas) e velocidade vertical (Pa/s) composta com a componente zonal do vento (m/s; vetores em cor cinza) para os quatro horários sinóticos do dia 29/10/2009. A BNOA é indicada com a letra B.

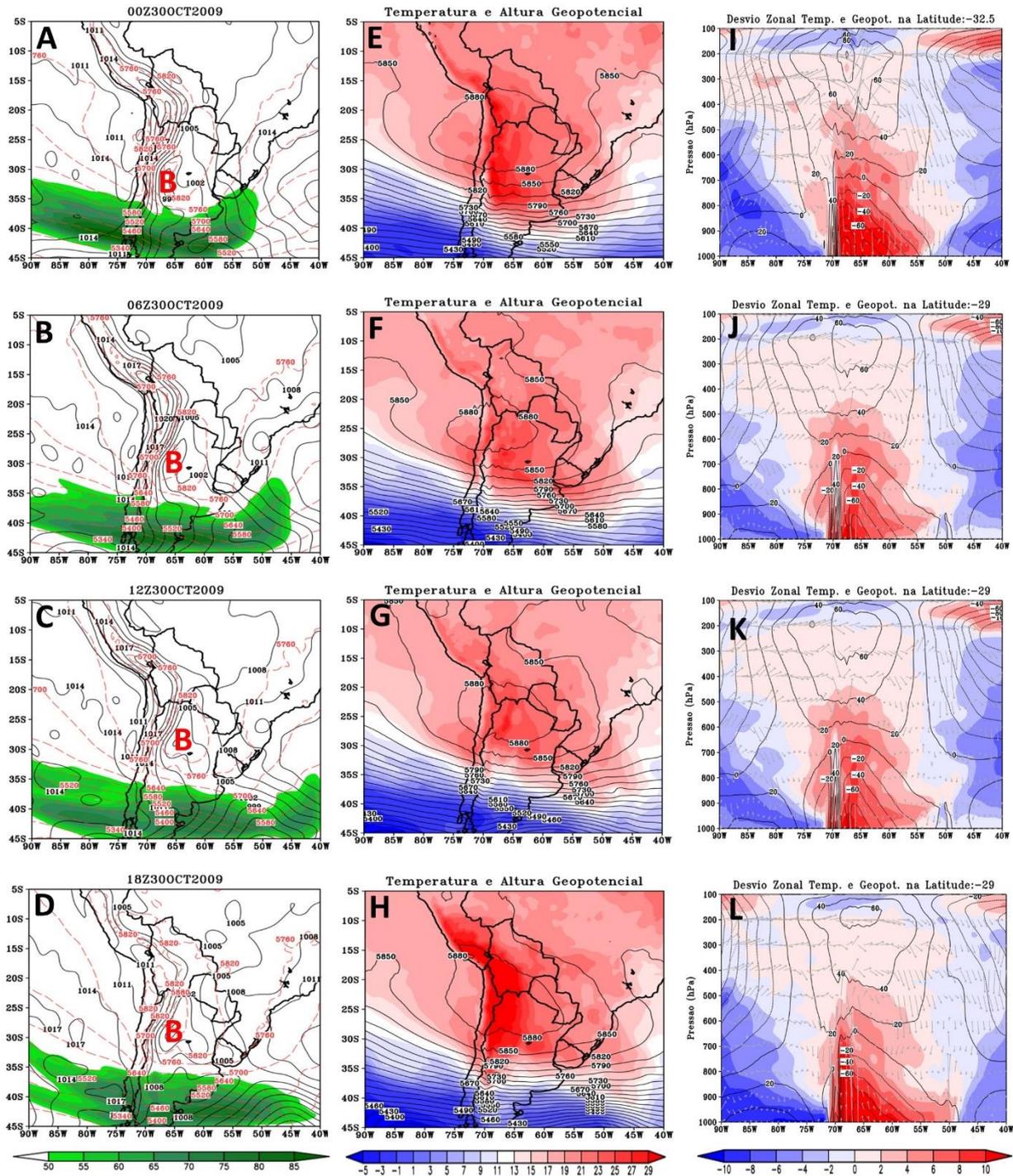


Figura 5. A-D) Pressão ao nível médio do mar (hPa; linhas pretas), espessura da camada 500/1000 hPa (metros, linhas vermelhas tracejadas) e intensidade do vento em 250 hPa (m/s, ventos com intensidade superior a 50 m/s em colorido). E-H) Altura geopotencial em 500 hPa (mgp, linhas pretas) e temperatura do ar em 850 hPa (°C, colorido). I-L) Perfil vertical do desvio zonal de temperatura (°C, colorido), altura geopotencial (mgp, linhas pretas) e velocidade vertical (Pa/s) composta com a componente zonal do vento (m/s; vetores em cor cinza) para os quatro horários sinóticos do dia 30/10/2009. A BNOA é indicada com a letra B.

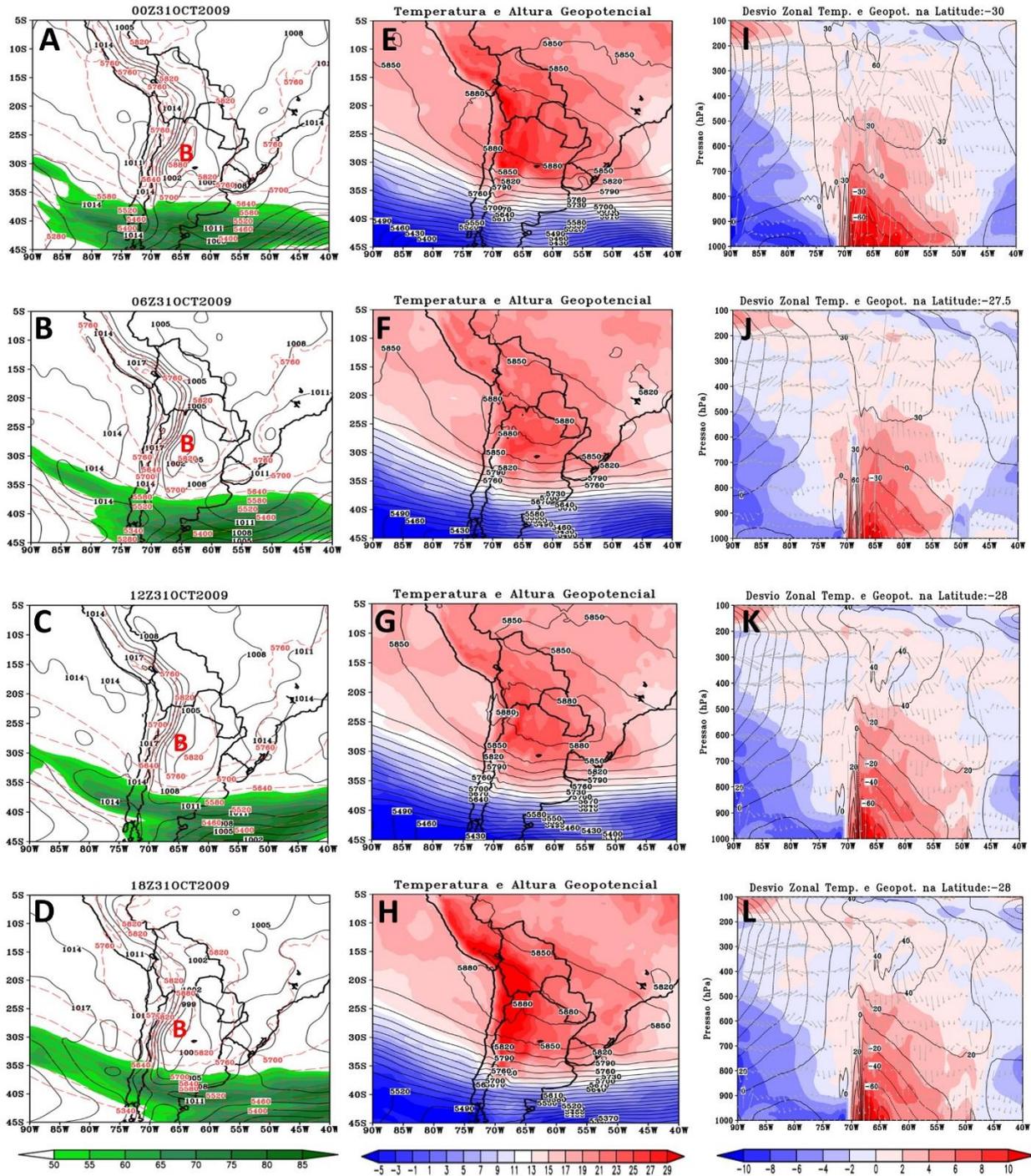


Figura 6. A-D) Pressão ao nível médio do mar (hPa; linhas pretas), espessura da camada 500/1000 hPa (metros, linhas vermelhas tracejadas) e intensidade do vento em 250 hPa (m/s, ventos com intensidade superior a 50 m/s em colorido). E-H) Altura geopotencial em 500 hPa (mgp, linhas pretas) e temperatura do ar em 850 hPa (°C, colorido). I-L) Perfil vertical do desvio zonal de temperatura (°C, colorido), altura geopotencial (mgp, linhas pretas) e velocidade vertical (Pa/s) composta com a componente zonal do vento (m/s; vetores em cor cinza) para os quatro horários sinóticos do dia 31/10/2009. A BNOA é indicada com a letra B.

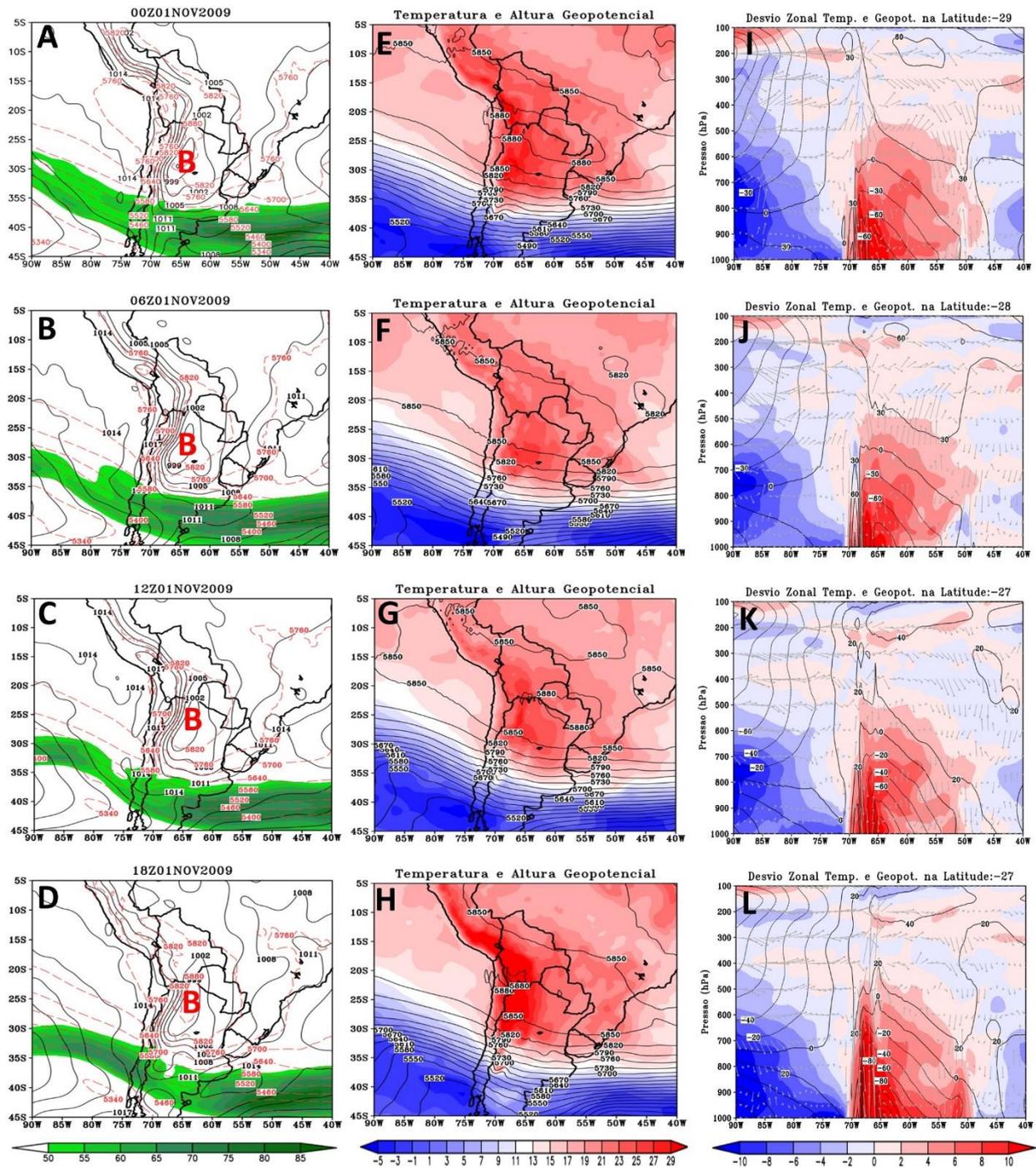


Figura 7. A-D) Pressão ao nível médio do mar (hPa; linhas pretas), espessura da camada 500/1000hPa (metros, linhas vermelhas tracejadas) e intensidade do vento em 250 hPa (m/s, ventos com intensidade superior a 50 m/s em colorido). E-H) Altura geopotencial em 500 hPa (mgp, linhas pretas) e temperatura do ar em 850 hPa (°C, colorido). I-L) Perfil vertical do desvio zonal de temperatura (°C, colorido), altura geopotencial (mgp, linhas pretas) e velocidade vertical (Pa/s) composta com a componente zonal do vento (m/s; vetores em cor cinza) para os quatro horários sinóticos do dia 01/11/2009. A BNOA é indicada com a letra B.

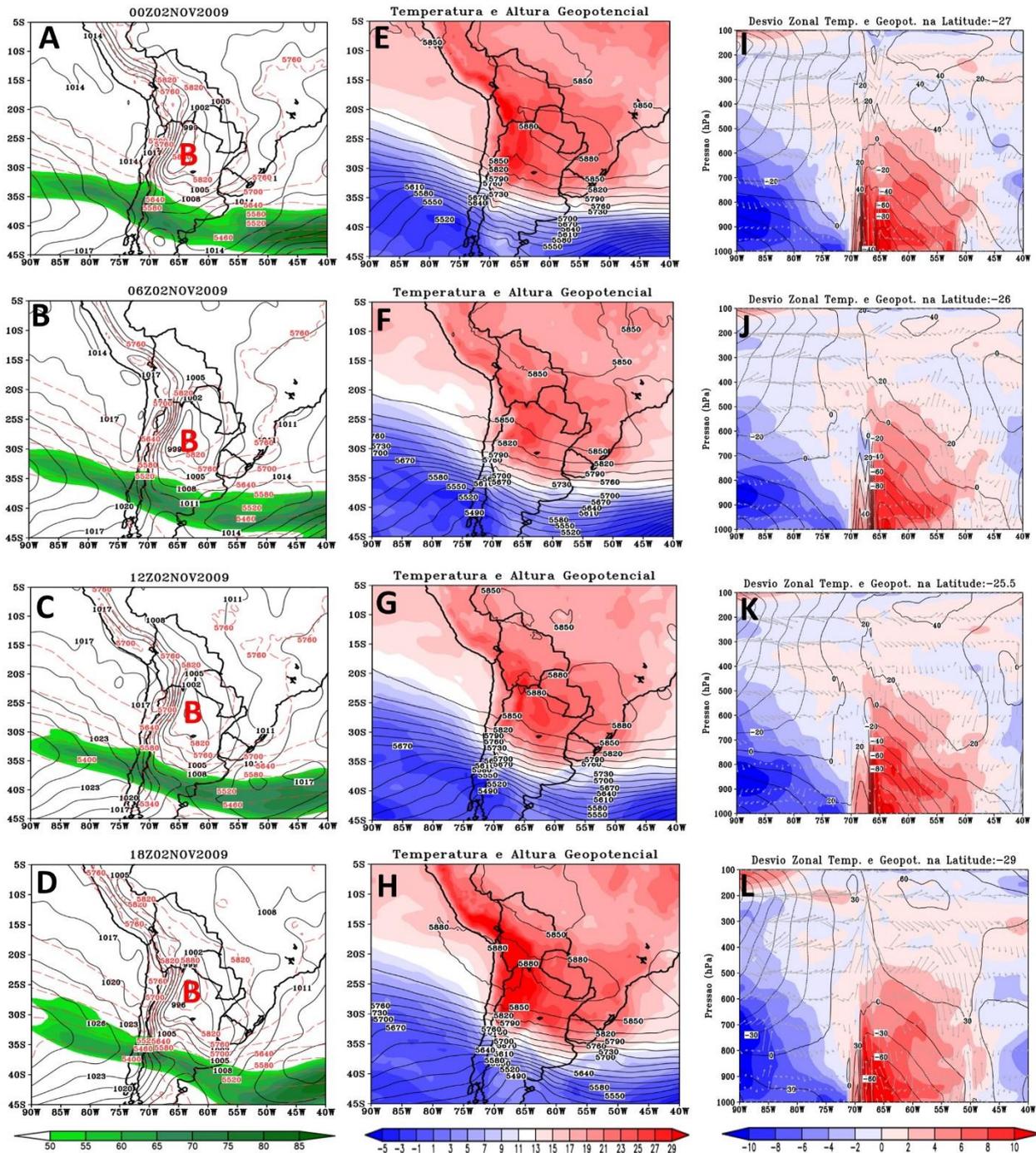


Figura 8. A-D) Pressão ao nível médio do mar (hPa; linhas pretas), espessura da camada 500/1000 hPa (metros, linhas vermelhas tracejadas) e intensidade do vento em 250 hPa (m/s, ventos com intensidade superior a 50 m/s em colorido). E-H) Altura geopotencial em 500 hPa (mgp, linhas pretas) e temperatura do ar em 850 hPa (°C, colorido). I-L) Perfil vertical do desvio zonal de temperatura (°C, colorido), altura geopotencial (mgp, linhas pretas) e velocidade vertical (Pa/s) composta com a componente zonal do vento (m/s; vetores em cor cinza) para os quatro horários sinóticos do dia 02/11/2009. A BNOA é indicada com a letra B.

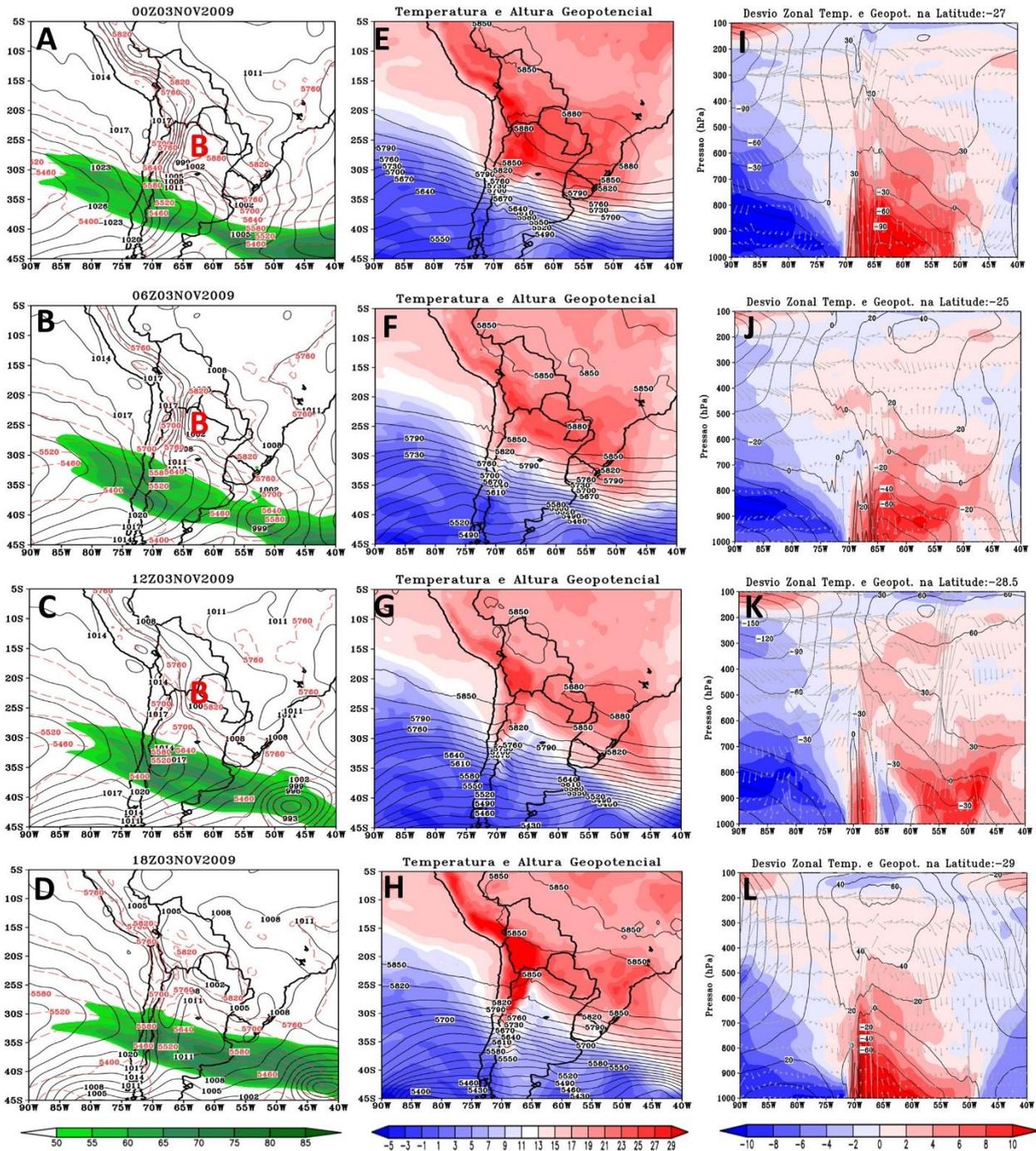


Figura 9. A-D) Pressão ao nível médio do mar (hPa; linhas pretas), espessura da camada 500/1000 hPa (metros, linhas vermelhas tracejadas) e intensidade do vento em 250 hPa (m/s, ventos com intensidade superior a 50 m/s em colorido). E-H) Altura geopotencial em 500 hPa (mgp, linhas pretas) e temperatura do ar em 850 hPa (°C, colorido). I-L) Perfil vertical do desvio zonal de temperatura (°C, colorido), altura geopotencial (mgp, linhas pretas) e velocidade vertical (Pa/s) composta com a componente zonal do vento (m/s; vetores em cor cinza) para os quatro horários sinóticos do dia 03/11/2009. A BNOA é indicada com a letra B.

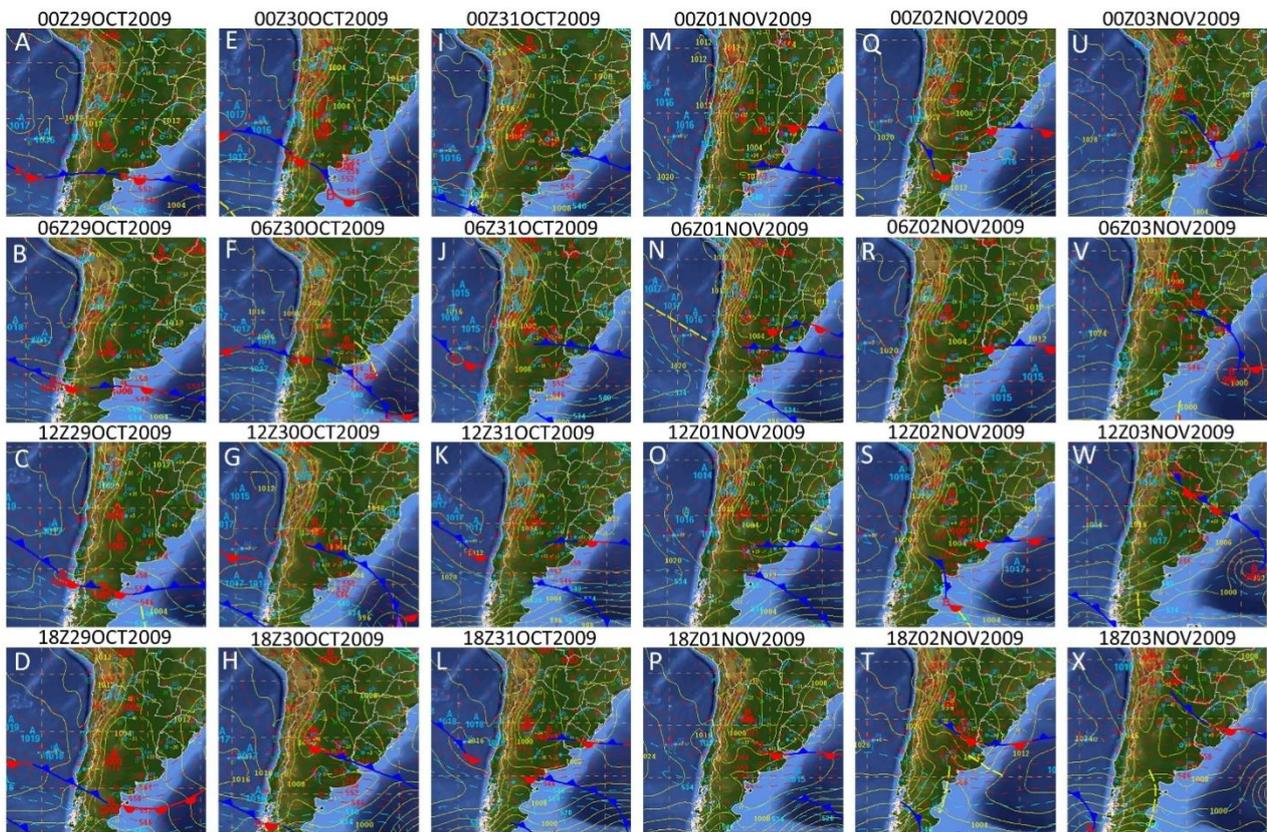


Figura 10. A-X) cartas sinóticas de superfície elaboradas pelo Grupo de Previsão de Tempo do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. As linhas amarelas correspondem às isóbaras (hPa) ao nível médio do mar, as linhas tracejas são a espessura da camada 1000/500 hPa (m), as linhas tracejadas amarelas são cavados em superfície, as linhas azuis com triângulos indicam as frentes frias e as linhas vermelhas com semicírculos indicam as frentes quentes.

Conclusão

A BNOA, aqui estudada, teve gênese no dia 29/10/2009 e decaiu no dia 03/11/2009. Ao longo do seu ciclo de vida, sua estrutura vertical mostrou desvio zonal positivo de temperatura do ar até cerca de 500 hPa com predomínio de subsidência máxima no nível de 900 hPa. De maneira simultânea, ocorreram desvios negativos de altura geopotencial que se estendiam até cerca de 600 hPa, mas com a máxima intensidade sendo registrada próxima da superfície. Em 500 hPa, ao longo de todo o ciclo de vida da BNOA, ocorreu a atuação de um anticiclone dinâmico sobre o centro-norte da Argentina, sul da Bolívia, centro-norte do Chile e oceano Pacífico adjacente. Essa descrição da estrutura vertical da BNOA, a caracteriza como um sistema de baixa pressão térmico. Porém, também há influência do efeito adiabático no escoamento atmosférico que atravessa os Andes e, isso, contribui para a característica termo-orográfica da BNOA.

A evolução temporal mostra que, ao longo de todo o ciclo de vida, a BNOA sofre variações na sua intensidade e na sua localização devido à influência dos diferentes transientes que passam ao

sul deste sistema. Durante todo o período analisado, a posição da BNOA oscila entre os paralelos 27°S e 33°S, conforme os sistemas frontais se aproximavam da região de influência. As variações na intensidade da BNOA oscilaram entre 999 hPa e 1005 hPa.

A BNOA atingiu sua maior profundidade 02/11 às 1800 UTC, apresentando 996 hPa e -90 mgp de altura geopotencial.

A partir de dia 03/11, uma onda frontal se formou na bacia do Prata cujo ramo frio associado avançou até o norte da Argentina, desconfigurando totalmente a BNOA.

O caso analisado neste trabalho ocorre durante a primavera onde os transientes ainda são bastante frequentes, de modo que há interação com a BNOA que aparece justamente nesta época do ano devido ao aumento da intensidade de radiação solar.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao NCEP pela disponibilização dos dados e ao CNPq pelo suporte financeiro.

Referências

- Abreu, E.X, Silva, M. V, Reboita, M.S, Teodoro, T.A. 2018. Estudo do ciclo de vida de três ciclones extratropicais no Oceano Atlântico Sul. *Revista Brasileira De Geografia Física*, 11, 251-275.
- Berry, R.G, Chorley, R.J. 2013. *Atmosfera, Tempo e Clima*, 9. Ed. Editora Bookman, Rio Grande do Sul.
- Escobar, G.C.J, Seluchi, M.E., 2012. Classificação sinótica dos campos de pressão atmosférica na América do Sul e sua relação com as baixas do Chaco e do noroeste argentino. *Revista Brasileira de Meteorologia*. 27, 3, 365-375.
- Ferreira, L., Saulo, A.C, Suluchi, M.E. 2010. Características De La Depresión Del Noroeste Argentino En El Período 1997-2003: Criterios De Selección Y Análisis Estadístico Meteorológico. 35, 1, 17-28.
- Lavender, S.L. 2016. Short Communication A climatology of Australian heat low events. *Royal Meteorological Society*[online]. Disponível:<https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/joc.4692>. Acesso: 10 jun. 2020.
- Reboita, M.S.; Morais, M.A.; Ambrizzi, T. Baixas Térmicas no Hemisfério Sul: Uma Análise Climatológica. In: IV Congresso Cubano de Meteorología, 2007, Havana. IV Congresso Cubano de Meteorología, 2007.
- Reboita, M. S, Gan, M.A, M.A, da Rocha, R.P, Custodio, I.S. 2019. Ciclones em Superfície nas Latitudes Austrais: Parte II Estudo de Casos. *Revista Brasileira De Meteorologia*, 32, 509-542.
- Seluchi, M.E, Saulo, A.C. 2012. Baixa do Noroeste Argentino e Baixa do Chaco: características, diferenças e semelhanças. *Revista Brasileira de Meteorologia*. 27, 1, 49-60.
- Seluchi, M.E, Garreaud, R.D. 2012. Campos Médios e Processos Físicos Associados ao Ciclo de Vida da Baixa do Chaco. *Revista Brasileira de Meteorologia*. 27, 4, 447-462.
- Silva, B, Leite, R.R.M, Reboita, M.S. 2018. Tufões Haiyan e Haima: Características Durante a Formação, Maturação e Dissipação. *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ*, 41, 37-53.
- Souza, C.A, Reboita, M. S. 2020. Intensidade do vento de dois ciclones tropicais obtida por diferentes conjuntos de dados. *Revista Brasileira De Geografia Física*, 13.
- Wang, W, Evan, A.T, Lavaysse, C, Flamant, C. 2017. The role the Saharan Heat Low plays in dust emission and transport during summertime in North Africa. *Aeolian Research*. 28, 1-12.