Prezado editor,

Segue a versão corrigida de nosso manuscrito. Aproveitamos para agradecer os comentários dos revisores, pois foram importantes para deixar alguns pontos do manuscrito mais claros. Abaixo em amarelo estão as respostas aos comentários.

 Comentário geral: Este manuscrito teve como objetivo principal analisar as
condições sinóticas e de grande escala de 12 eventos de geadas ocorridos
na região Sudeste do Brasil entre os anos de 1965 e 2017.
O manuscrito está bem escrito, com leitura fácil de se acompanhar, mas
precisa fazer uma revisão gramatical, pois existem alguns erros de
concordância. O problema principal que vejo é a falta de originalidade do
artigo. Dizer que é a primeira vez que é feito um estudo com 12 casos,
não justifica. Os resultados apresentados já foram de alguma forma
publicados em outros artigos, mesmo que não sejam para esses casos.

Prezado revisor, agradecemos seus comentários e informamos que foi realizada a correção gramatical. Com relação à originalidade, em parte o estudo é original e em parte pode ser pensado como uma revisão da literatura, já que inclui alguns casos mencionados em estudos prévios. Salientamos que a necessidade desse estudo foi observada através do trabalho de Lucyrio et al (2019). Esses autores, ao utilizar uma metodologia para identificar as ondas de frio mais extremas que atuaram no Sudeste do Brasil até os anos recentes, obtiveram a informação dos 12 casos analisados aqui, mas não descreveram as características desses eventos. Portanto, aqui compilamos as principais informações e padrões das ondas de frio extremas. Esse estudo é muito útil para servir de guia nos centros operacionais de previsão de tempo.

Comentários específicos

1. Item Introdução: Sugiro incluir a referência dos artigos 1. Fortune e
Kousky (1983 - Two severe freezes in Brazil: Precursors and synoptic
evolution. Mon.Wea.Rev., 109, 599-610), e 2. Müller et al. (2015 -
Energetics of wave propagation leading to cold event in tropical latitudes
of South America. Climate Dynamics, 45, 1-20).

Referências incluídas na introdução, conforme recomendação.

2. 2a e 3a linhas da página 2:  “Grande parte das terras da AS estão
localizadas”. Corrigir concordância verbal. Não é muito vago dizer
“Grande parte das terras”?

Corrigido: Grande parte da AS está localizada no trópico e em território brasileiro. Nesse setor, encontra-se a Região Sudeste do Brasil.

3. 3a linha da página 3: “Ocorreu na década de 1970”. Deveria informar
a data certa, ano, mês e dia.

Corrigido: Um dos casos mais severos no Brasil ocorreu no início da segunda quinzena de julho de 1975 (Girardi, 1983)

4. Página 4: A referência Wallace e Hobbs (2006) não consta nas
referências bibliográficas.

Incluída

5.  Página 5: Completar o título da Tabela 1, pois não tem informações
do que significa “Média ano. Temp. Min.”

Título da tabela corrigido

6. Página 7, item 3.1: Escolher o dia de maior queda de temperatura não
necessariamente significa que é o dia de menor temperatura mínima, certo?
O autor verificou essa relação?

Na realidade, o dia de menor temperatura já foi estabelecido previamente no estudo de Lucyrio et al. (2019), onde os autores consideraram o delta T em relação a temperatura média de algumas estações entre o centro-norte de SP e triângulo mineiro, e em geral, a maior queda é observada em d-1, um dia antes do pico (dia da menor mínima), que é durante a maior entrada de ar frio. Após a estabilização do ar frio a queda no delta T é menor.

7. Última linha da página 7: Não é Figura 2 em vez de Figura 1?

Trata-se da Figura 1 mesmo, visto que antes da Figura 1, tem apenas a Tabela 1 e nenhuma outra figura a mais no manuscrito.

8. Página 8, 2o Parágrafo completo, 7a linha: “ar polar”, O autor tem
certeza que é ar polar? Durante sua trajetória não sofreu modificação?
Não seria melhor dizer massa de ar polar modificada?

Assim como a espessura de 5400 m operacionalmente se refere ao ar polar para a espessura entre 1000 e 500 hPa, o valor de espessura de 1320 m calculado entre 1000 e 850 hPa é também correspondente ao ar polar. A espessura de 1320 m e os valores menores foram plotados em isolinhas tracejadas azul, justamente com o objetivo de identificar o limite do ar polar. Os resultados revelam que em boa parte dos casos, a espessura de 1320 m adentra a Região Sul, o que indica ar com temperaturas inferiores a 0 °C em 850 hPa, conforme as práticas operacionais mostram.

9. Página 8, 3o Parágrafo completo, 2a linha: Porque calcular advecção
horizontal de temperatura em 1000 hPa?  Esse é o melhor nível? Não tem
problema de topografia? Não seria melhor obter essa variável e o campo de
vento em 850 hPa?  Calcular essa variável para 12UTC é o correto? A
temperatura mínima ocorre geralmente em torno das 09UTC. Então, a
advecção mais intensa ocorreu antes, certo? Então não faz sentido
calcular essa variável nesse horário, certo?

Não há restrições para plotar a advecção horizontal de temperatura em 1000 hPa. Um motivo para a utilização desse nível é o nível mais próximo da superfície, onde se localizam as estações meteorológicas de superfície. Outro fato, é que não estamos fazendo um estudo local, onde sim, o efeito topográfico não poderia seria ignorado. Já sobre o horário das 12 UTC, esse é utilizado, pois se trata do horário que há mais dados assimilados nas reanálises e porque entre os 4 horários sinóticos padrão, na região de estudo é o mais próximo da hora da temperatura mínima. Portanto, sendo adequada a utilização do horário das 12 UTC para o estudo.

10. Página 10, Figura 2:  Figura muito poluída. Porque não colocar as
variáveis mais importantes, como isóbaras e espessura. Em cima dessas
informações, traçar os sistemas frontais e destacar a posição das altas
e das baixas. Sugiro fazer outra figura só para os altos níveis.

Prezado revisor, a figura perdeu resolução porque tivemos que reduzir a qualidade de todas as imagens para atender o tamanho do arquivo .docx a ser submetido no portal do Anuário. Estamos disponibilizando as figuras em alta resolução pelo link: <https://drive.google.com/file/d/1PjH97sElAPYXyHJKkAtNJHNT12B6aKzn/view?usp=sharing>

Informamos que o objetivo é sintetizar um rol de informações na figura e não apenas as isóbaras e espessura, a fim de se ter um embasamento mais preciso na localização dos sistemas frontais etc.

11. 4a linha, Página 12: qual é o nível dos cavados e das cristas?

Corrigido: Os processos descritos nas Figuras 2 e 3 são úteis também para explicar a distribuição espacial da temperatura do ar nos dias das ondas de frio (Figura 4), uma vez que há uma relação direta desses sistemas com a dinâmica das latitudes médias, onde as massas de ar frio (ar quente) são conduzidas para o norte (sul) através dos cavados (cristas) no HS em 500 hPa.

12. Página 14, Título do item 3.2: “Bruno, em algum lugar aqui vc tem
que mencionar o trabalho da Muller”, tem certeza que isso faz parte do
título do item 3.2? A referência não foi incluída.

Erro de formatação, corrigido título e acrescentado citação/referência no manuscrito.

13. Página 14, 2o Parágrafo, 1a e 2a linhas: Sugiro citar o artigo de
Fortune e Kousky (1983).

Artigo citado.

14. Página 15, 2o Parágrafo, 1a e 2a linhas: Não parece contraditório as
anomalias positivas se deslocam se há um bloqueio?  Até onde sei, o
bloqueio impede que os sistemas transientes propaguem. Esse é o motivo de
ser chamado bloqueio, mas se deixa propagar ..., ou no caso, as altas (que
seriam os bloqueios) estão propagando, então não há bloqueio. Vendo por
um outro ponto de vista, essas altas são quentes ou frias? Se estão
associadas a geadas, devem ser frias, mas as altas de bloqueio são quentes.
A única similaridade é que essas altas têm uma estrutura barotrópica,
como é o caso das altas de bloqueios.

Prezados, a estrutura de bloqueio mencionada tem relação com as configurações de escoamentos dipolos no Atlântico Sudoeste, o que pode ser visto em vários anos da Figura 3 através de uma crista de grande amplitude ao sul de um cavado + vórtice ciclônico. Tal padrão é decorrente da quebra da onda de Rossby. Em muitos casos, essa estrutura pode até apresentar um certo deslocamento, mas, em geral, sendo mais lento que o normal. Note que nas composições, é perceptível o campo dipolo de pressão no Atlântico Sudoeste com a região de baixa pressão ao norte de uma zona de alta pressão. Note ainda nas composições que, assim como tem uma assinatura de alta pós-frontal sobre a Argentina na Figura 5b, tem ainda um anticiclone de característica de bloqueio nas altas latitudes do Atlântico Sul.

15. Página 15, última linha do penúltimo parágrafo: “Puxa o parágrafo
abaixo para cá” não entendi o que isso significa.

Erro de formatação, corrigido.

16. Página 17. 2a linha do item conclusão: Deveria dizer que é sobre o
sul da região Sudeste, pois na figura 4 nota-se que em todos os 12 casos o
gradiente de temperatura a 2 m está em Minas Gerais.

Corrigido: O presente trabalho investiga os padrões sinóticos e de grande escala associados a 12 casos extremos de ondas de frio no período entre 1965 a 2017 na Região Sudeste do Brasil, com foco na parte sul dessa região.

17. Página 17. 3o parágrafo do item conclusão: Baseado em que o autor
sugere que a amplificação das cristas sobre o continente-sul americano em
direção às altas latitudes do oceano Atlântico, esteja associada aos
eventos de quebra da onda de Rossby (bloqueio dipolo)?

Com base nas figuras analisadas no artigo, onde o padrão de crista amplificada entre o Pacífico e a região das Ilhas Malvinas desprende circulações fechadas nos cavados corrente abaixo, um processo conhecido por quebra da onda de Rossby na literatura, caracterizando o bloqueio dipolo. Essa estrutura de bloqueio é evidenciada através de cristas de grande amplitude ao sul de vórtices ciclônicos sobre o oceano na altura da Região Sul do Brasil. Vários estudos mostram essa característica da circulação atmosférica, como Sprenger *et al*. (2007).

18. Página 18: Sugiro destacar nas conclusões em que este estudo completou
no entendimento dos mecanismos sinóticos e de grande escala.

Ressaltamos no último parágrafo das conclusões: Esse estudo é importante porque complementa o entendimento dos mecanismos sinóticos e de grande escala que estiveram associados às ondas de frio históricas na Região Sudeste, uma vez que os 12 episódios investigados neste trabalho foram extremos e ainda não haviam sido estudados em conjunto.