



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

CLASSIFICAÇÃO SINÓTICA DE EPISÓDIOS DE ZONAS DE CONVERGÊNCIA DO ATLÂNTICO SUL (ZCAS) ASSOCIADOS COM A OCORRÊNCIA DE CHUVA EXTREMA NO ESTADO DE MINAS GERAIS

**RELATÓRIO FINAL DE PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
(PIBIC/INPE/CNPq)**

**Paola do Nascimento Silva (Unifei, Bolsista PIBIC/CNPq)
E-mail: paola.silva@hotmail.com**

**Dr. Gustavo Carlos Juan Escobar (CPTEC/INPE, Orientador)
E-mail: gustavo.escobar@inpe.br**

Julho de 2019



LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Mesorregiões do estado de Minas Gerais.....	2
Figura 2: Composições para os 15 casos de ZCAS relacionado a episódios de chuva extrema. a) PNMM (linhas contínuas) e espessura da camada 500/1000 hPa (sombreado); b) Umidade específica (g/kg) (sombreado) e vento (m/s) (setas); c) Divergência (sombreado) e altura geopotencial (linhas contínuas) em 250 hPa; d) Divergência (sombreado) e linhas de corrente em 250 hPa; e) Ômega (shaded) e altura geopotencial (linhas contínuas) em 500 hPa; e) Vento acima de 20 m/s (sombreado), altura geopotencial (linha tracejada) e linhas de corrente em 250 hPa.....	6
Figura 3: Anomalia de PNMM (sombreado) e altura geopotencial (linhas contínuas) em 500 hPa, a) Dia-2; b) Dia-1; c) Dia.....	7
Figura 4: Anomalia de PNMM (sombreado) e altura geopotencial (linhas contínuas) em 250 hPa, a) Dia-2; b) Dia-1; c) Dia.....	8
Figura 5: Anomalia de umidade específica (g/kg) (sombreado) e linhas de corrente em 850 hPa, a) Dia-2; b) Dia-1; c) Dia.....	9
Figura 6: Anomalia de vento acima de 6 m/s (sombreado) e linhas de corrente em 250 hPa, a) Dia-2; b) Dia-1; c) Dia.....	10
Tabela 1: Variáveis utilizadas do CFSR.....	3
Tabela 2: Valores dos limiares de chuva extrema a partir dos percentis.....	3
Tabela 3: Ocorrências do extremo de chuva na Mesorregião Metropolitana de BH.....	4



LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

AB – Alta da Bolívia

ASAS – Alta Subtropical do Atlântico Sul

ASPS – Alta Subtropical do Pacífico Sul

BA – Bahia

BH – Belo Horizonte

CB – Cavados Baroclínicos

CFSR – Climate Forecast System Reanalysis

CPTEC – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

ES – Espírito Santo

FF – Frentes Frias

FS – Frentes Subtropicais

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

MG – Minas Gerais

MS – Mato Grosso do Sul

NCEP – National Center for Environmental Prediction

PB – Paraíba

PNMM – Pressão ao Nível Médio do Mar

PR – Paraná

RJ – Rio de Janeiro

RN – Rio Grande do Norte

SC – Santa Catarina

SP – São Paulo

TO – Tocantins

VCAN – Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis

VCAN-NEB – Vórtice Ciclônico de Altos Níveis do Nordeste do Brasil

ZCAS – Zona de Convergência do Atlântico Sul



RESUMO

O estado de Minas Gerais sofre influência de fenômenos meteorológicos de latitudes médias e tropicais, devido a sua localização, ocasionando assim duas estações bem definidas, sendo elas uma seca e outra chuvosa. O verão no estado é marcado por registros de ocorrência de chuvas extremas, e há diversos sistemas meteorológicos que atuam na região Sudeste do país. Se estes sistemas persistirem por mais de três dias, pode-se classificar como episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). A ZCAS é caracterizada por uma persistente banda de nebulosidade orientada no sentido noroeste-sudeste, que se estende desde a Amazônia até o Oceano Atlântico e que atua entre os meses de outubro e abril, provocando altos índices pluviométricos nas regiões afetadas. Deste modo, o objetivo deste trabalho é estudar o comportamento da circulação atmosférica associada a eventos de ZCAS. Foram encontrados 15 casos de chuva extrema na mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte, onde o limiar foi de 55 mm por dia. Através destes casos foram feitos compostos e anomalias para identificar as características sinóticas dos campos atmosféricos na região de atuação da ZCAS. As principais características encontradas foram: - convergência que se estende desde o Amazonas até o oceano Atlântico em baixos níveis; - valores mais altos de umidade específica em baixos níveis relacionada a posição da ZCAS; - divergência em altos níveis, indicando convergência em baixos níveis; - ômega negativo em médios níveis, indicando movimento ascendente; - cavado no Sudeste, crista no oceano Atlântico e cavado no Nordeste em altos níveis; - Alta da Bolívia bem configurada; - sistema de baixa pressão atmosférica próxima do Sudeste; - frente estacionária no Sudeste ou próximo; - ASAS e ASPs bem configuradas; - cavado invertido no oceano Atlântico, próxima do sul do RJ. Estes resultados obtidos poderão auxiliar às práticas de previsão do tempo.

Palavras-chave: Chuva extrema, Belo Horizonte (MG), ZCAS.



SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	MATERIAL E MÉTODOS	2
3.	RESULTADOS	3
4.	CONCLUSÕES.....	10
5.	REFERÊNCIAS.....	11

1. INTRODUÇÃO

O estado de Minas Gerais (MG) sofre influência de fenômenos meteorológicos de latitudes médias e tropicais, devido a sua localização, ocasionando assim duas estações bem definidas, sendo elas uma seca e outra chuvosa (ABREU, 1998).

O período de verão no estado é marcado por registros de ocorrência de chuvas extremas. Esses eventos são responsáveis por diversos desastres naturais, como por exemplo deslizamentos de terra e enchentes e, deste modo acabam afetando a população devido à muitas cidades possuírem grande concentração populacional e ser bastante vulnerável.

Episódios de chuva extrema são provocados por sistemas meteorológicos que atuam na região Sudeste do país entre os meses de outubro a abril, sendo eles: frentes frias (FF), frentes subtropicais (FS), cavados baroclínicos (CB), Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), ciclones extratropicais e subtropicais e a alta da Bolívia (AB). Vários desses sistemas de superfície podem persistir por mais de 3 dias gerando episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

A ZCAS é caracterizada por uma persistente banda de nebulosidade orientada no sentido noroeste-sudeste, que se estende desde a Amazônia até o Oceano Atlântico sudoeste (KODAMA, 1992; QUADRO, 1994; CARVALHO et al, 2004), e que atua durante os meses de primavera e verão, provocando altos índices pluviométricos nas regiões afetadas (GRIMM, 2011). Segundo Escobar e Matoso (2018), para se classificar como ZCAS, a zona de convergência de umidade deve persistir por pelo menos 3 dias. Este sistema é um dos mais importantes da circulação atmosférica sobre a América do Sul durante o verão, pois na maior parte do país a qualidade do volume de chuva depende de sua atuação.

Devido à importância dos eventos de ZCAS na ocorrência de chuvas extremas em MG, este trabalho tem o objetivo de estudar o comportamento da circulação atmosférica associada a esse evento. A finalidade é elaborar uma classificação sinótica preliminar que permita a identificação dos principais padrões sinóticos em superfície e altitude que provocam chuvas extremas em MG durante os episódios de ZCAS, podendo assim então contribuir para a melhoria da previsibilidade da ocorrência da mesma.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para dar início ao presente projeto foi necessário a obtenção das cartas sinóticas de superfície, médios níveis e altitude, para os horários das 00, 06, 12 e 18 Z. As mesmas foram retiradas da base de dados do CPTEC/INPE e se referiam ao período de 2006 a 2017.

Através destas cartas, realizou-se uma análise manual a fim de identificar as ocorrências de ZCAS, além de ainda identificar quais os principais sistemas meteorológicos de escala sinótica e a sua variabilidade, que estão associadas às ZCAS e, conseqüentemente podem ter provocado eventos de chuva extrema no estado de MG.

O estudo se restringiu apenas a mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte (Figura 1). No entanto, para fazer a identificação dos eventos de chuva associados à ocorrência de ZCAS, utilizou-se dados diários de precipitação de estações meteorológicas convencionais do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Nesta região havia 3 estações, sendo elas em Belo Horizonte (BH), Sete Lagoas e Ibirité. Estas cidades possuem localização próximas, tendo distância mais curta entre BH e Ibirité do que entre BH e Sete Lagoas.

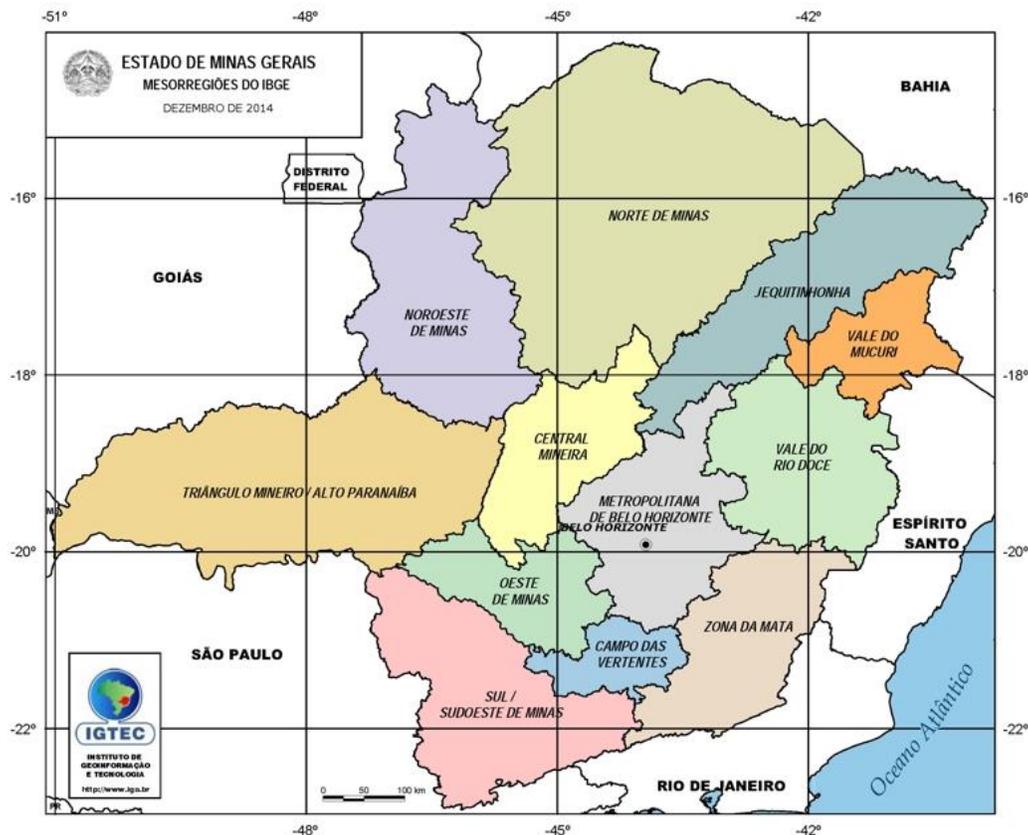


Figura 1: Mesorregiões do estado de Minas Gerais. Fonte: Governo de MG (2016)

O critério utilizado para identificar os eventos extremos de chuva ocorridos na mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte associados com episódios de ZCAS, foi o método dos percentis. Este método, assim como no trabalho de Dereczynski et al (2009), foi utilizado para encontrar um limiar de chuva extrema. Após encontrar quais os casos de ZCAS esteve relacionado com a ocorrência de chuva extrema, utilizou-se dados do Climate Forecast System Reanalysis (CFSR) do National Center for Environmental Prediction (NCEP) (Saha et al., 2010), para a análise de diversos campos atmosféricos. Estes dados são diários e possuem resolução espacial de 0, 5°. As variáveis utilizadas encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1: Variáveis utilizadas do CFSR

Variáveis	Níveis
Altura geopotencial	1000, 500 e 250 hPa
Componente zonal e meridional do vento	850 e 250 hPa
PNMM	-
Ômega	500 hPa
Umidade específica	850 hPa

3. RESULTADOS

Através da observação das cartas sinóticas relacionadas com os episódios de ZCAS, pôde-se concluir que alguns sistemas atmosféricos estão sempre presentes, como por exemplo: a Alta da Bolívia (AB), frente estacionária no Sudeste do Brasil ou próximo, convecção na Amazônia, cavado em altos níveis, Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) e o Vórtice Ciclônico de Altos Níveis do Nordeste do Brasil (VCAN-NEB).

Após a análise das cartas, através dos dados de precipitação do INMET, calculou-se os percentis de 90%, 95% e 99%, e seus limiares encontram-se na Tabela 2. Para este estudo escolheu-se o percentil de 99 (o 1% dos casos mais intensos do total de eventos de ZCAS identificados) como limiar de extremo de chuva na região.

Tabela 2: Valores dos limiares de chuva extrema a partir dos percentis

Cidades	Percentil 90	Percentil 95	Percentil 99
Belo Horizonte	14,8	28,4	57,4
Ibirité	13,2	26,4	56,9
Sete Lagoas	10,6	22,5	53,7

Na mesorregião do estudo, o limiar encontrado para o percentil selecionado foi, em média, 55 mm (Tabela 2). A partir deste valor, conseguiu-se classificar quantas vezes houve ocorrência de chuva extrema relacionada à ocorrência de ZCAS. Para BH foram registrados 42 casos, Sete Lagoas 39 e Ibitaré 38 e, ao comparar as datas de ocorrência de cada um desses casos, concluiu-se que 15 deles aconteceram no mesmo dia para pelo menos duas estações ou todas elas, como pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3: Ocorrências do extremo de chuva na Mesorregião Metropolitana de BH.

CASOS			
Datas	BH	Sete Lagoas	Ibitaré
30/01/2008	94,2	82,3	82,6
25/02/2008	74,3	32,6	75,6
13/03/2008	36,5	81,1	76,5
17/12/2008	72,7	57,6	39
22/10/2009	78,5	105,6	56,9
06/12/2009	60,2	66,4	52,1
23/11/2010	75,5	7,4	97,2
13/03/2011	24,2	67,8	81
27/11/2011	54,7	57,8	110,7
15/12/2011	91,4	86,6	78,2
01/01/2012	58,4	35,9	75,7
16/11/2012	80,6	12,7	67,6
12/12/2013	63,1	76,8	81,8
25/12/2013	84,3	0,8	58
17/01/2016	108,1	72,1	*

* Ausência de dados

Ao encontrar as datas que ocorreram chuva extrema na mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte, realizou-se uma composição destes casos para diversos campos meteorológico, além disso também foram plotados alguns campos de anomalia, onde a

média climatológica utilizada foi calculada entre os meses de outubro a abril do período de 2007 a 2016.

Na Figura 2 encontram-se as composições feitas para os 15 casos de chuva extrema encontrados. O campo de superfície e espessura 500/1000 (Figura 2a) mostra um cavado invertido no oceano Atlântico, na altura do sul do estado do Rio de Janeiro (RJ), que reflete de alguma maneira, o posicionamento médio dos sistemas baroclínicos (frentes frias, baixas, cavados) relacionados com episódios de ZCAS. Nota-se também que a ASAS e a Alta Subtropical do Pacífico Sul (ASPS) encontram-se bem configuradas. Em relação ao campo de espessura 500/1000, observa-se que o gradiente mais significativo se encontra ao sul do paralelo 30°S, indicando o posicionamento médio da região mais baroclínica. Através da Figura 2b é possível perceber que na posição onde se localiza a ZCAS (noroeste-sudeste – desde o Amazonas até MG) os valores de umidade específica são mais altos, além disso, sobre essa mesma região é notável a convergência dos ventos. Em relação à divergência e altura geopotencial em 250 hPa (Figura 2c), é notável que há maiores valores de divergência orientada no sentido noroeste-sudeste (posição da ZCAS), além de haver um cavado sobre os estados de São Paulo (SP) e Paraná (PR), e uma crista no oceano Atlântico, próximo à costa do Sudeste. Ao analisar a mesorregião de estudo, pôde-se observar que há bastante divergência em altos níveis, indicando convergência em baixos níveis, o que favorece a ocorrência de chuva. Na Figura 2d, através das linhas de corrente, nota-se a AB bem configurada, com seu centro entre a Bolívia e o Peru. Ainda é notável a presença de um cavado no Sudeste, sobre os estados de MG e SP, uma crista no oceano Atlântico, próximo à costa da Bahia (BA), e outro cavado na costa do Nordeste, onde o mesmo encontra-se sobre os estados do Rio Grande do Norte (RN) e Paraíba (PB). Na análise da Figura 2e é notável que os valores mais expressivos de ômega negativo se encontram orientados também no sentido noroeste-sudeste. Os valores de ômega negativo correspondem à movimentos ascendentes, deste modo, onde a ZCAS encontra-se posicionada há ocorrência de movimentos ascendentes mais intenso em médios níveis. Ainda nesta figura há um cavado no Sudeste, sobre os estados de MG e SP. Na Figura 2f, nas linhas de corrente, é possível notar os mesmos padrões encontrados na Figura 2d, onde a AB encontra-se bem configurada, há um cavado no Sudeste, sobre os estados de MG e SP, uma crista no oceano Atlântico, próximo à costa da BA, e outro cavado no Nordeste,

(sombreado) e vento (m/s) (setas) em 850 hPa; c) Divergência (sombreado) e altura geopotencial (linhas contínuas) em 250 hPa; d) Divergência (sombreado) e linhas de corrente em 250 hPa; e) Ômega (sombreado) e altura geopotencial (linhas contínuas) em 500 hPa; e) Vento acima de 20 m/s (sombreado), altura geopotencial (linha tracejada) e linhas de corrente em 250 hPa.

A anomalia de PNMM e altura geopotencial em 500 hPa para o dia-2 (a), o dia-1 (b) e o dia (c) encontra-se na Figura 3. Nesta figura é possível notar que há valores negativos de anomalia de pressão sobre a porção sul da Região Sudeste e o oceano Atlântico adjacente, que vão se intensificando conforme se aproxima o dia de ocorrência da ZCAS. Neste dia (dia 0), observam-se anomalias inferiores a -3 hPa cobrindo o estado do RJ, grande parte do estado de SP e o sul dos estados de MG e do Espírito Santo (ES). Como era de se esperar, devido às características baroclínicas dos sistemas meteorológicos que atuam em eventos de ZCAS, os valores negativos de anomalia de altura geopotencial encontram-se localizados à oeste das anomalias negativas de pressão. Essa relação de anomalias negativas de altura geopotencial e PNMM indica que os cavados ou sistemas de baixa pressão relacionados com eventos de ZCAS são mais intensos, favorecendo o aumento da convergência de massa em superfície e altitude.

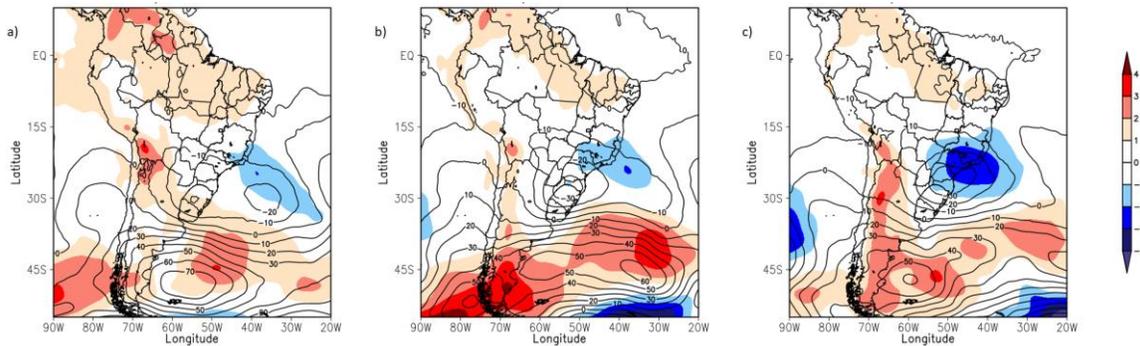


Figura 3: Anomalia de PNMM (sombreado) e altura geopotencial (linhas contínuas) em 500 hPa, a) Dia-2; b) Dia-1; c) Dia.

A anomalia de PNMM e altura geopotencial em 250 hPa para o dia-2 (a), o dia-1 (b) e o dia (c) encontra-se na Figura 4. Os resultados observados são similares aos obtidos na Figura 3. Nota-se também um padrão de alternância entre anomalias positivas e negativas para os três dias, onde observam-se anomalias positivas de altura geopotencial sobre grande

parte da Argentina e o oceano Atlântico Sul adjacente, e anomalias negativas de altura geopotencial sobre grande parte do centro-sul do Brasil. No dia da ocorrência da ZCAS (dia 0), observa-se claramente a atuação de um dipolo, com um mínimo de anomalia centrado sobre o leste de Santa Catarina (SC) e o máximo de anomalia localizado no oceano, aproximadamente em 47S, 60W. Este padrão de anomalia observado na troposfera média e alta (Figura 3 e Figura 4) geralmente está associado com uma configuração de tipo bloqueio que favorece a atuação da ZCAS por vários dias. Este comportamento anômalo da altura geopotencial representa a atuação de um cavado mais intenso durante os episódios de ZCAS.

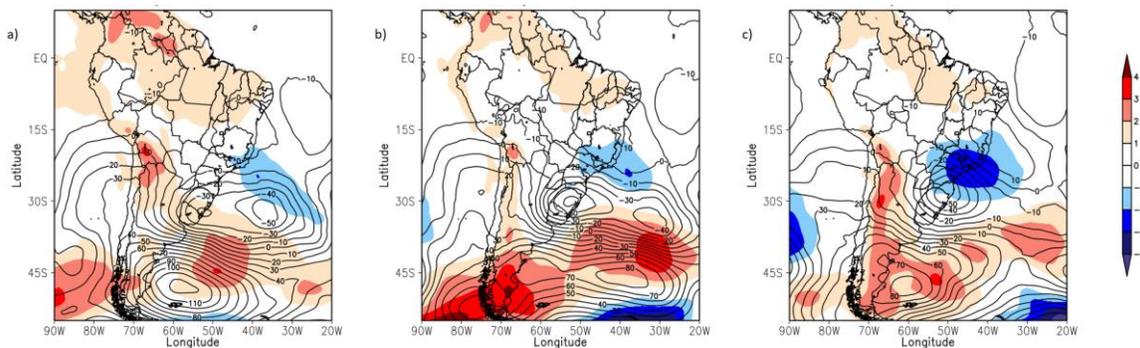


Figura 4: Anomalia de PNMM (sombreado) e altura geopotencial (linhas contínuas) em 250 hPa, a) Dia-2; b) Dia-1; c) Dia.

A anomalia de umidade específica e linhas de corrente em 850 hPa para o dia-2, dia-1 e o dia encontra-se na Figura 5. No dia-2 (Figura 5a), nota-se anomalias positivas de umidade específica no Sudeste e em parte do Nordeste, indicando valores maiores que a média climatológica. Por outro lado, na região Sul do Brasil, as anomalias são negativas, indicando menos umidade que a média climatológica. As anomalias positivas de umidade específica junto às anomalias negativas de pressão e altura geopotencial em 500 hPa e 250 hPa observadas no Sudeste e descritas na Figura 4 e Figura 5, contribuem para intensificar às chuvas em eventos de ZCAS. Um resultado semelhante foi encontrado por Nogués-Paegle e Mo (1997), quando estudaram a relação da ZCAS e a chuva no Sudeste. Em relação às anomalias de linhas de corrente em 850 hPa, no dia dia -2 observa-se uma ampla área de anomalia ciclônica centrada entre o oeste de SP e Mato Grosso do Sul (MS) que se amplifica conforme se propaga para leste durante os dias seguintes. No dia da ocorrência da

ZCAS (dia 0), esta anomalia ciclônica se centra sobre o estado de SP, favorecendo o escoamento desde o norte do Tocantins (TO) e o interior do Nordeste em direção ao oceano Atlântico.

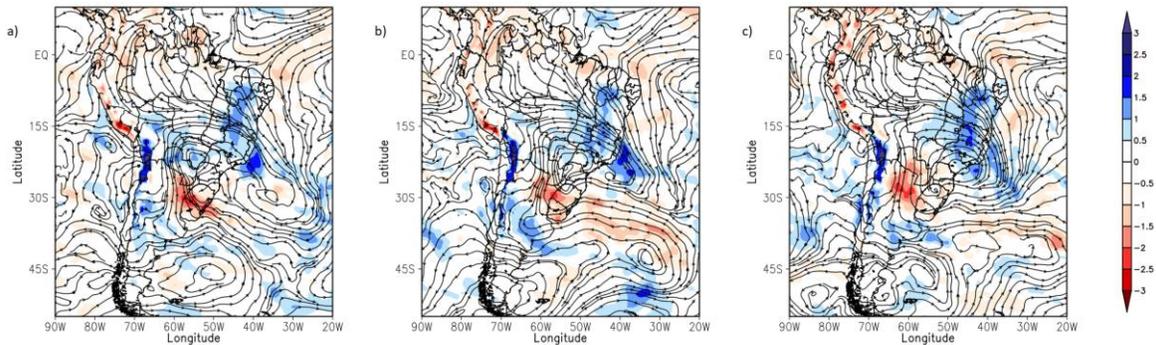


Figura 5: Anomalia de umidade específica (g/kg) (sombreado) e linhas de corrente em 850 hPa, a) Dia-2; b) Dia-1; c) Dia.

As anomalias de circulação e vento em 250 hPa (Figura 6) mostram resultados similares aos obtidos na Figura 4. Pode-se observar o dipolo atmosférico praticamente estacionário ao longo de toda a sequência. Em relação ao vento em altitude, destaca-se a presença de ventos anômalos positivos contornando a circulação ciclônica anômala observada sobre o centro-sul do Brasil. O máximo de vento anômalo observado na borda norte da circulação ciclônica anômala, indica a intensificação do jato Subtropical que durante os episódios de ZCAS (dia 0) se posiciona aproximadamente entre o RJ e o sul de MG. Sobre o oceano Atlântico tropical, a leste da Região Nordeste do Brasil, nota-se também uma circulação ciclônica anômala, associada provavelmente à intensificação do VCAN-NE. À sudoeste deste sistema, observa-se a presença de um centro anticiclônico anômalo, aproximadamente entre o Centro-Oeste e Nordeste do Brasil. Entre ambos os sistemas, observa-se um máximo anômalo de vento em 250 hPa, superior a 12 m/s, relacionado com o aumento do gradiente de altura geopotencial devido à intensificação do VCAN-NE ou do anticiclone posicionado ao sul deste sistema.

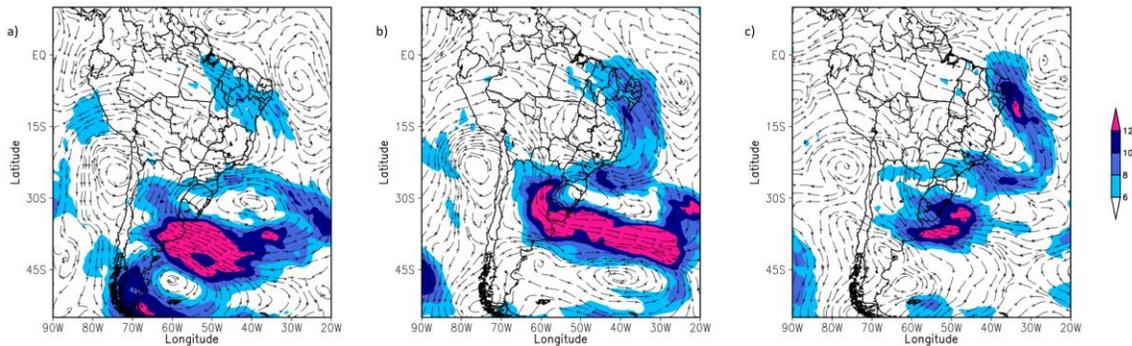


Figura 6: Anomalia de vento acima de 6 m/s (sombreado) e linhas de corrente em 250 hPa, a) Dia-2; b) Dia-1; c) Dia.

4. CONCLUSÕES

Este estudo analisou as características sinóticas relacionadas a eventos de ZCAS que produziram chuva intensa na mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte. A metodologia utilizada foi o cálculo de médias de variáveis atmosféricas associadas a este evento, que também podem ser denominadas de composições. Para este trabalho considerou-se um evento de chuva extrema quando ocorre acumulados diários superiores a 55 mm em pelo menos 2 das 3 estações existentes. Foram encontrados 15 casos de chuva extrema nessa mesorregião que foram relacionados com episódios de ZCAS. Durante esses eventos foi possível identificar as características sinóticas dos campos meteorológicos na região de atuação das ZCAS, a fim de justificar os altos índices pluviométricos na mesorregião. As características encontradas foram: - convergência que se estende desde o Amazonas até o oceano Atlântico em baixos níveis; - valores mais altos de umidade específica em baixos níveis relacionada a posição da ZCAS; - divergência em altos níveis, indicando convergência em baixos níveis; - ômega negativo em médios níveis, indicando movimento ascendente; - cavado no Sudeste, crista no oceano Atlântico e cavado no Nordeste em altos níveis; - Alta da Bolívia bem configurada; - sistema de baixa pressão atmosférica próxima do Sudeste; - frente estacionária no Sudeste ou próximo; - ASAS e ASPs bem configuradas; - cavado invertido no oceano Atlântico, próxima do sul do RJ.

Através deste estudo mostrou-se que é possível fazer a caracterização da ZCAS em diferentes níveis. Além disso, compreender o comportamento de diferentes variáveis com a ocorrência desse sistema atmosférico pode auxiliar às práticas de previsão do tempo.

5. REFERÊNCIAS

Carvalho, L. M. V.; Jones, C.; Liebmann, B. The South Atlantic Convergence Zone: persistence, intensity, form, extreme precipitation and relationships with intraseasonal activity. **J Clim**, v. 17, n. 1, p. 88-108, 2004.

Dereczynski, C. P.; de Oliveira, J. S.; Machado, C. O. Climatologia da precipitação no município do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 24, n. 1, p. 24-38, 2009.

de Abreu, M. L. Climatologia da estação chuvosa de Minas Gerais: de Nimer (1977) à Zona de Convergência do Atlântico Sul. **Revista Geonomos**, v. 6, n. 2, 1998.

Escobar, G. C. J.; Matoso, V. Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS): Definição prática segundo uma visão operacional. In: **XX Congresso Brasileiro de Meteorologia**, realizado de 27 a 30 de novembro de 2018, em Maceió-AL

Governo do estado de Minas Gerais. Localização geográfica. Disponível em: <<https://www.mg.gov.br/conteudo/conheca-minas/geografia/localizacao-geografica>>. Acesso em: fev. 2019.

Grimm, A. M. Interannual climate variability in South America: impacts on seasonal precipitation, extreme events, and possible effects of climate change. **Stochastic Environmental Research and Risk Assessment**, v. 25, n. 4, p. 537-554, 2011.

Kodama, Y. Large-scale common features of subtropical precipitation zones (the Baiu frontal zone, the SPCZ, and the SACZ) Part I: Characteristics of subtropical frontal zones. **Journal of the Meteorological Society of Japan. Ser. II**, v. 70, n. 4, p. 813-836, 1992.

Nogués-Paegle, J.; Mo, K. C. Alternating wet and dry conditions over South America during summer. **Monthly Weather Review**, v. 125, n. 2, p. 279-291, 1997.

Quadro, M. F. de L. **Estudo de Episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a América do Sul**. 1994. 123 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1994.

Reboita, M. S.; Marietto, D. M. G.; Souza, A.; Barbosa, M. Caracterização atmosférica quando da ocorrência de eventos extremos de chuva na região sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.21, 2017.