

ANÁLISE SINÓTICA E IMPACTOS ASSOCIADOS AO EVENTO DE ZCAS ENTRE 29 DE JANEIRO E 08 DE FEVEREIRO DE 2018

Data de submissão: 18/07/2023

Data de aceite: 02/10/2023

Igor Pereira Costa

Engenheiro Ambiental - UFU

Uberlândia – MG

<https://lattes.cnpq.br/4100219534259762>

RESUMO: Os impactos ambientais afetam a qualidade ambiental em um determinado meio em que eles ocorrem, causando prejuízos ambientais e socioeconômicos na área diretamente afetada pelo mesmo ou pela sua área de influência. Apesar de ser um importante fator do ciclo hidrológico do planeta, a chuva pode causar diversas adversidades a um determinado ambiente, principalmente se ocorrer em grande quantidade. As chuvas intensas causam diversos transtornos em grandes centros urbanos, principalmente por causa da falta de um bom sistema de drenagem urbana, atingindo principalmente pessoas de baixa renda, as quais são mais vulneráveis. Ligada à precipitação pluvial na estação chuvosa em grande parte do Brasil, a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) é uma banda de nebulosidade e precipitação pluvial com grande variabilidade espacial e temporal, a qual é influenciada por diversos fatores, como divergência em altos níveis

e transporte de umidade para as regiões em que ela abrange, sendo também responsável por alterar as condições normais da atmosfera. Assim, o objetivo deste estudo foi identificar a ZCAS, avaliar os fatores que a influenciam e a sua ação na atmosfera terrestre, verificando os impactos noticiados no período devido ao evento ocorrido de 29 de janeiro a 08 de fevereiro de 2018. Para isso foram obtidas cartas sinóticas de superfície para avaliar a extensão e a temporalidade da ZCAS e, de 250 hPa, dados de precipitação pluvial observada, radiação de onda longa emergente e imagens de satélite do GOES-16 com a temperatura no topo da nuvem realçada.

PALAVRAS-CHAVE: Zona de Convergência do Atlântico Sul; Chuvas intensas; Impactos ambientais.

ABSTRACT: Environmental impacts affect environmental quality in a given environment in which they occur, causing environmental and socioeconomic losses in the area directly affected by it or by its area of influence. Even though being an important factor in the planet's hydrological cycle, rainfall may cause various adversities to a given environment, especially if it occurs in

large quantities. Intense rains cause several troubles in major urban centers, mainly because of the shortage of a good urban drainage system, affecting mainly low-income people such as those who are most vulnerable. Associated to rainfall exclusion in the rainy season in much of Brazil, the South Atlantic Convergence Zone (SACZ) is a band of cloudiness and rainfall integration with great spatial and temporal variability, which is influenced by several factors such as divergence in high levels and humidity transport to the regions where it covers, being also responsible for changing the normal conditions of the atmosphere. Therefore the objective of this study was to identify a event of SACZ, to evaluate the factors that influence and its action in the terrestrial atmosphere, verifying the impacts reported in the period due to the event that occurred from January 29 to February 8, 2018. For this analysis, synoptic surface charts were obtained to assess the extension and temporality of the ZCAS and 250 hPa charts, observed rainfall data, emerging long wave radiation and satellite images from the GOES-16 with the temperature at the top of the highlighted cloud.

KEYWORDS: South Atlantic Convergence Zone; Heavy rainfall; Environmental impacts.

INTRODUÇÃO

Impactos ambientais são fenômenos, sejam eles positivos ou negativos, que ocorrem devido à ação humana e que alteram a qualidade ambiental, modificando os meios bióticos e abióticos. Apesar de o conceito estar mais ligado à ação humana, o mesmo pode também ser relacionado com a falta ou a ineficiência de ações antrópicas, que são realizadas por políticas públicas ou pela implementação de empreendimentos. A identificação e a avaliação de impactos ambientais são essenciais porque, por meio delas, é possível perceber como as ações antropogênicas afetam os processos naturais que ocorrem em qualquer ecossistema, seja ele natural, alterado ou degradado (SÁNCHEZ, 2008).

Ações humanas, ou a ausência delas, podem causar impactos ambientais e socioeconômicos devido à ocorrência de eventos naturais, principalmente aqueles ligados ao tempo e ao clima. Eventos naturais, como tempestades, chuvas intensas e furacões, podem causar diversos problemas, sejam eles sociais ou econômicos. Esses problemas ainda podem ser intensificados devido à falta de drenagem urbana, que resulta em enchentes; falta de cobertura do solo que causa erosão e, conseqüentemente, assoreamento de rios; prejuízos econômicos na agricultura e na pecuária; além de desabrigar pessoas em condições mais vulneráveis por causa de desmoronamento de morros ou inundação. Porém, estes eventos naturais são extremamente necessários para a modificação de características do meio ambiente, como a precipitação pluvial, que é o principal componente do ciclo hidrológico, sendo responsável pela entrada de água na bacia hidrográfica, mesmo que em situações em que sua ocorrência é crítica, ou seja, altas intensidades em determinados períodos, conhecidas como chuvas intensas (MELLO, 2013).

Segundo o censo de 2010 divulgado pelo IBGE, cerca de 42% da população brasileira se concentra na Região Sudeste devido a presença de grandes centros popula-

cionais e demográficos, como São Paulo, Belo Horizonte e Rio de Janeiro. Assim como grande parte do país, essas metrópoles e outras cidades do Sudeste são abastecidas por energia hidrelétrica e por água captada de mananciais superficiais. Por causa disso, torna-se necessário monitorar a precipitação pluvial, evitando chuvas intensas associadas a uma determinada frequência de ocorrência, estudando a relação entre sua intensidade, duração e frequência (BACK et al., 2011). Esses eventos de chuvas intensas podem estar associados a vários fatores que ocorrem na atmosfera, como frentes frias, convergência em baixas pressões em superfície e, principalmente, Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

A ZCAS é definida, segundo Jones e Carvalho (2009), como uma banda de nebulosidade e precipitação pluvial com orientação noroeste-sudeste, se estendendo do centro-sul da Amazônia até a Região Sudeste do Brasil, podendo também estender-se até o oceano Atlântico Sul tropical. É um sistema atmosférico que persiste por, no mínimo, três dias e tem uma variabilidade temporal, podendo sofrer influência de outros fenômenos atmosféricos, como anomalias na temperatura da superfície do mar, frentes frias, jatos de baixos níveis, entre outros. Por ser a principal razão da precipitação na estação chuvosa da região mais populosa do país, a ZCAS pode estar associada a eventos de chuvas intensas, causando danos econômicos e sociais, principalmente em grandes cidades ou regiões que não possuem infraestrutura adequada para evitar enchentes, ou outros malefícios (CARVALHO; JONES, 2009). Devido a essa grande relação entre a atuação da ZCAS e chuvas intensas, Carvalho et al. (2002) perceberam que a intensidade de ZCAS é importante para a modulação de tais eventos, pois cerca de 65% de ocorrência de eventos extremos são devido a intensidade do sistema.

Assim, o objetivo deste estudo é analisar as condições sinóticas durante o evento de ZCAS entre 29 de janeiro e 8 de fevereiro de 2018, avaliando os impactos associados.

METODOLOGIA

As cartas sinóticas em superfície de 29 de janeiro a 8 de fevereiro de 2018 foram obtidas do Arquivo de Análises Sinóticas do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE). Foi selecionada a primeira carta de manifestação da ZCAS e todas as subsequentes, selecionando as cartas 24 horas depois da primeira ocorrência, até a última carta com a presença do mesmo evento de ZCAS. As cartas sinóticas em 250 hPa foram obtidas do Boletim Técnico divulgado diariamente pelo CPTEC/INPE, selecionando as cartas dos dias de manifestação do evento de ZCAS. Através das cartas sinóticas de 250 hPa foram identificados a convergência ou divergência de massa em altos níveis e a presença dos sistemas atmosféricos Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN) e Alta da Bolívia (AB).

As imagens de satélite do canal 13, com temperatura no topo da nuvem realçada, do satélite GOES 16 foram obtidas no Banco de Dados e Imagens da Divisão de Satélites

e Sistemas Ambientais (DAS/INPE).

Os campos médios diários de radiação de onda longa emergente (ROLE; NOAA *Interpolated OLR*) e de vento zonal a 850 hPa, durante a ocorrência do evento, foram obtidos do *National Centers for Environmental Prediction/National Center for Atmospheric Research* (NCEP/NCAR). Os campos atmosféricos espaciais são plotados a partir de reanálises climáticas e de outros bancos de dados e são baseados nas médias climatológicas de 1981-2010.

Os campos diários de precipitação observada e de anomalias de precipitação, ambos em mm, nos dias de ocorrência do evento, foram obtidos do Monitoramento Climático do CPTEC/INPE. Os dados de precipitação observada no período e as anomalias foram importantes para verificar a influência da presença da ZCAS nas chuvas observadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O evento de ZCAS descrito e analisado neste estudo apresentou alta variabilidade espacial e temporal, tendo início no dia 29 de janeiro e se encerrando até o dia 08 de fevereiro de 2018, como observado na Figura 1. Percebe-se que, inicialmente, o evento de ZCAS possuía uma grande extensão, indo do estado de Roraima, passando por Mato Grosso, norte do Mato Grosso do Sul, parte sul do estado de Goiás, pela mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, São Paulo, até o Atlântico subtropical adjacente, próximo ao litoral paulista. À medida que o evento vai se prolongando, a ZCAS vai se deslocando para nordeste e ganhando maior extensão, entrando no centro-sul do Amazonas, sul do Pará, norte do Mato Grosso, sul do Tocantins, norte de Goiás, noroeste da Bahia, região norte de Minas Gerais e Espírito Santo, como visto na carta do dia 01/02 (carta de 02/02/2018 às 00 UTC), se estendendo também em parte do Atlântico tropical e subtropical. No dia 05 de fevereiro (carta de 06/02/2018 às 00 UTC), percebeu-se a ZCAS atingiu sua menor extensão. O evento durou um pouco mais de 10 dias e ao término, como mostrado na carta do dia 08/02/2018 (18 UTC), foi substituído por um evento de Zona de Convergência de Umidade (ZCOU).

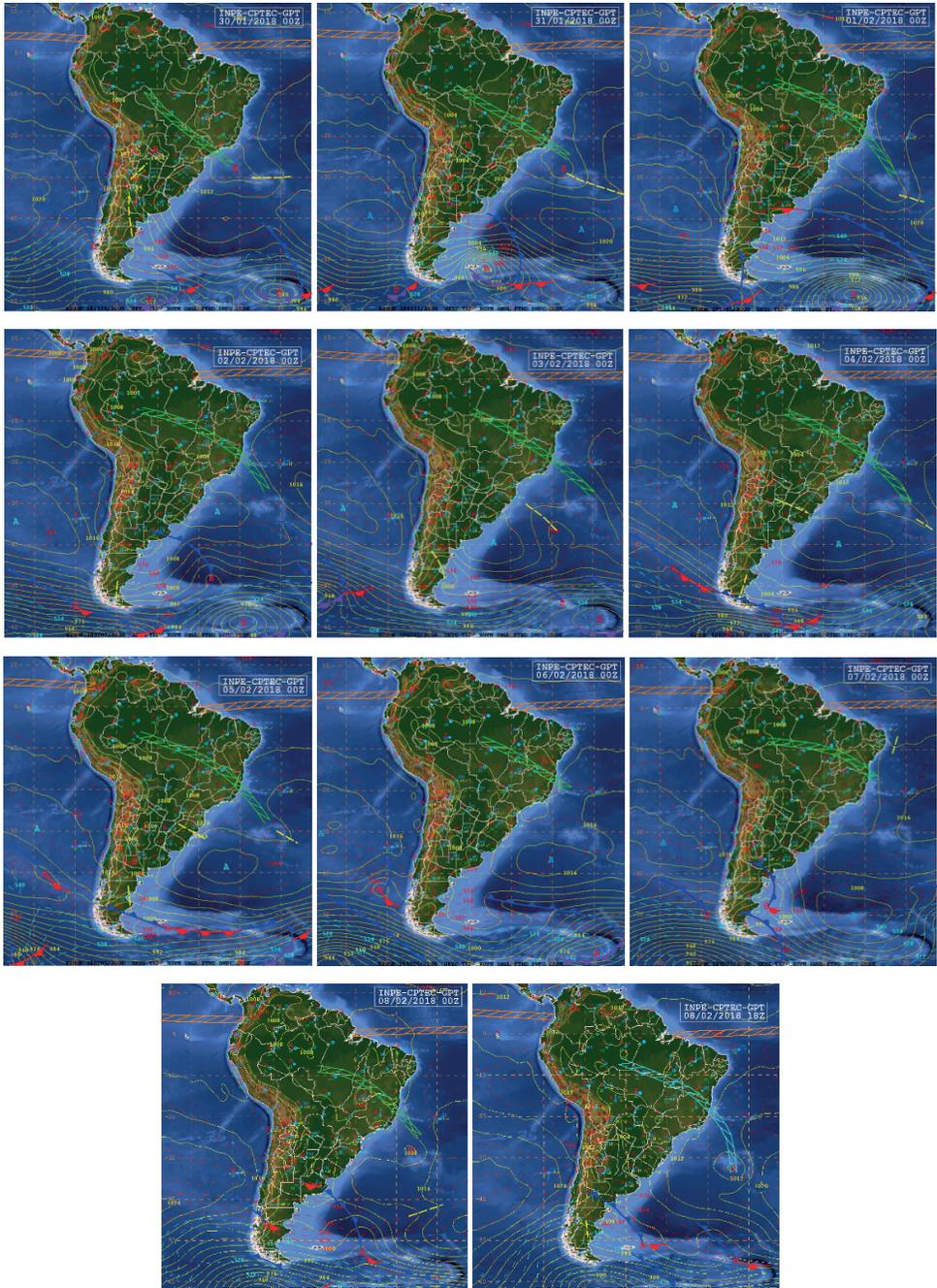


Figura 01. Cartas sinóticas em superfície durante o evento de Zona de Convergência do Atlântico Sul, de 30/01/2018 (00 UTC) até 08/02/2018 (12 UTC)

Fonte: CPTEC/INPE (2019).

A formação dessa extensa banda de nebulosidade, que acarretou em chuvas intensas por grande parte do território brasileiro, se deve a duas circulações anticiclônicas em altos níveis, sendo esta a AB e a presença do VCAN. Observa-se na carta sinótica em 250 hPa (Figura 2) do dia 30/01/2018 (00 UTC) uma ampla circulação anticiclônica associada à AB, deslocada a sul de sua posição normal, centrada no Paraguai. À nordeste da AB observa-se a presença do VCAN sobre o interior nordestino (CPTEC/INPE, 2018). Esse padrão anticiclônico gera divergência (convergência) de massa de ar em altos (baixos) níveis, viabilizando o desenvolvimento de nuvens e contribuindo para a precipitação pluvial em determinadas Regiões, principalmente no Centro-Oeste e Sudeste do país, caracterizando a ZCAS. Percebe-se também que, à medida que a circulação anticiclônica da AB se desloca a nordeste, passando a centrar-se no Paraguai e em parte do Mato Grosso, a ZCAS também acompanha esse deslocamento. A partir do dia 01 de fevereiro, percebe-se que a nordeste da AB há a presença do cavado de Nordeste, colaborando fortemente para a divergência de massa em altos níveis e uma maior formação de nebulosidade entre esses dois cavados.

Além dos fatores que serão discutidos posteriormente, que levaram ao fortalecimento do evento de ZCAS, o vento zonal em 850 hPa também deve ser analisado. Além das condições atmosféricas em altos níveis, que contribuíram para a formação dessa extensa banda de nebulosidade, em baixos níveis percebem-se anomalias positivas de vento zonal, indicando a predominância de ventos de oeste (Figura 3). Segundo Marengo (2004), eventos de precipitação pluvial podem ser descritos por regimes de vento em baixos níveis e seguindo a circulação de grande escala da atmosfera: ventos de oeste e de leste, na qual, quando há superioridade de regimes de ventos de oeste, eles estarão associados à ZCAS e a episódios intensos de jatos de baixos níveis ao leste dos Andes (LLJ). Como mostrado nas anomalias de vento zonal em 850 hPa no período do evento de ZCAS, o predomínio de ventos de oeste está sobre a região coberta pela faixa da ZCAS, demonstrando a possível atuação dos LLJ durante o evento de ZCAS.

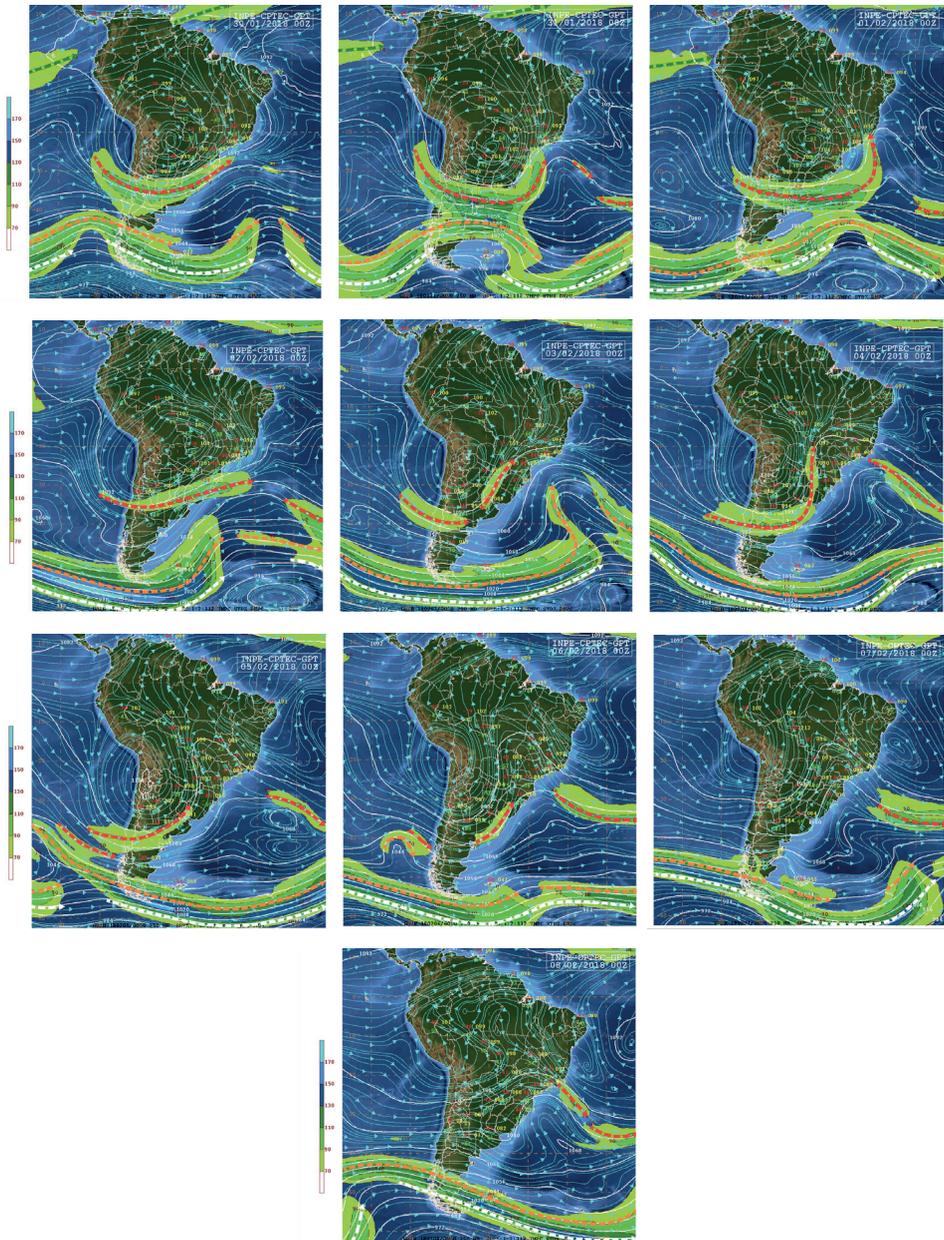


Figura 02. Cartas sinóticas em 250 hPa durante o evento de Zona de Convergência do Atlântico Sul, de 30/01/2018 (00 UTC) até 08/02/2018 (00 UTC).

Fonte: CPTEC/INPE (2019).

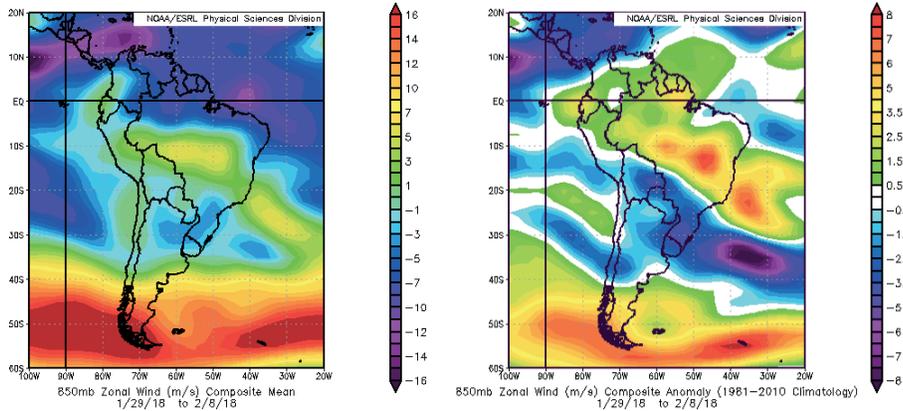


Figura 03. Vento zonal em 850 hPa observado (à esquerda) e anomalias (à direita) durante o evento de Zona de Convergência do Atlântico Sul, de 29/01/2018 a 08/02/2018.

Fonte: NCEP/NCAR (2019).

Como a ZCAS representa uma banda de nebulosidade e precipitação pluvial, uma menor quantidade de radiação foi absorvida pela superfície e menos radiação de onda longa pôde ser liberada para a atmosfera. Na Figura 4, percebe-se uma menor quantidade de ROLE, havendo anomalias negativas por toda a região da de atuação da ZCAS, chegando a atingir -40 W/m^2 próximo da região costeira da Bahia e da Região Sudeste. Com a maior presença de nebulosidade devido à ZCAS, a ROLE influenciou na temperatura do ar da região sob a influência da ZCAS, como mostrado na Figura 5. Observa-se queda de temperatura do ar, principalmente na Região Sudeste e parte do Centro-Oeste devido a uma menor quantidade de energia recebida pela superfície devido à maior cobertura de nuvens (Figura 4) e precipitação observada (Figura 6).

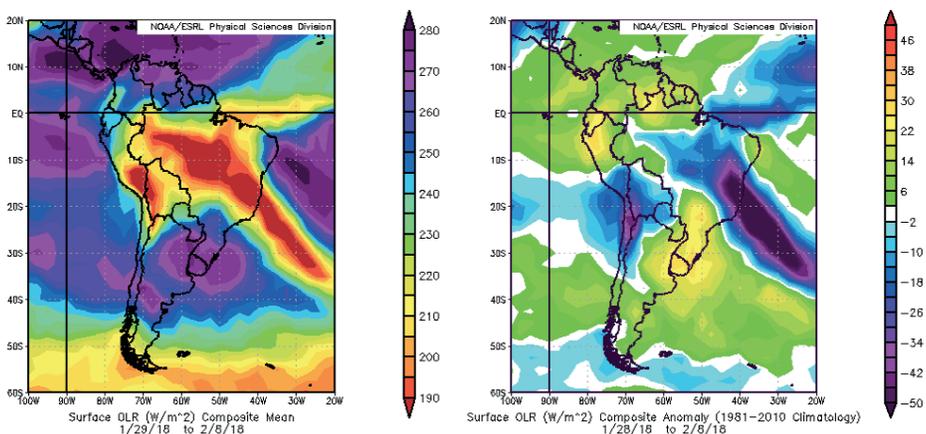


Figura 04. Radiação de Onda Longa Emergente (W/m^2) observada (à esquerda) e anomalia (à direita) durante o evento de Zona de Convergência do Atlântico Sul, de 29/01/2018 a 08/02/2018.

Fonte: NCEP/NCAR (2019).

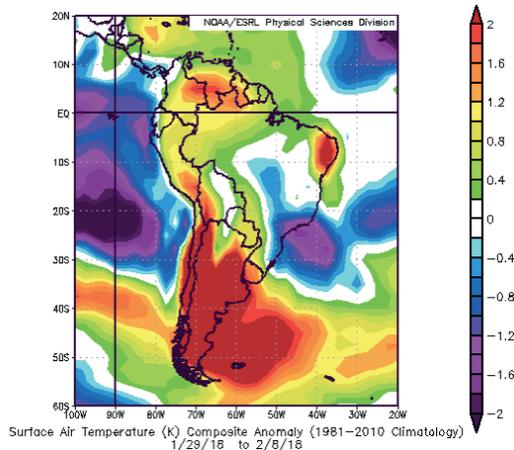


Figura 05. Anomalias de temperatura do ar em superfície (°C) durante o evento de Zona de Convergência do Atlântico Sul, de 29/01/2018 a 08/02/2018

Fonte: NCEP/NCAR (2019).

Corroborando com a presença da ZCAS, anomalias negativas de ROLE e de temperatura do ar, anomalias positivas de precipitação pluvial são observadas por quase todo o território brasileiro durante o evento de ZCAS, como observado na Figura 6. As menores anomalias encontradas foram nos dois primeiros dias do evento e no último (08 de fevereiro), em que ocorreram chuvas isoladas por todo o território. Nota-se que os maiores acumulados de precipitação acompanham a faixa determinada pela ZCAS nas cartas sinóticas em superfície (Figura 1), como observado no dia 04 de fevereiro, em que a ZCAS estava posicionada no norte de Minas Gerais e a precipitação pluvial foi superior à 100 mm em apenas um dia.

Os expressivos acumulados de precipitação pluvial podem ser explicados por um grande desenvolvimento das nuvens. A partir da temperatura de brilho do topo das nuvens realçada obtida de imagens de satélite (Figura 7), esse desenvolvimento vertical pôde ser avaliado. Como a formação de nuvens depende da instabilidade atmosférica e dos movimentos verticais, a interpretação ocorre da seguinte maneira: quanto maior e mais desenvolvida for a nuvem, mais frio será o seu topo, portanto são mais brilhantes nas imagens do infravermelho do satélite; o contrário também é verdade, nuvens mais baixas e menores, possuem uma maior temperatura, portanto aparecem mais escuras nas imagens (YAMASOE, 2012). Quanto maior e mais alta for a nuvem, mais supersaturada ela estará e mais desenvolvidas serão as gotículas de água, podendo acarretar precipitações com maiores volumes. Percebe-se que nos primeiros dias de ocorrência do evento de ZCAS, houve uma menor temperatura de brilho no topo das nuvens, indicando nuvens mais desenvolvidas, mais carregadas com umidade e, conseqüentemente, promovendo maiores acumulados de precipitação. Como citado anteriormente ao analisar a precipitação ocorrida no período, no dia 04 de fevereiro houve um acumulado de mais de 100 mm no norte de Minas Gerais. Observa-se na imagem de satélite que no mesmo dia há nuvens com temperatura de brilho menor que -60°C sobre esta área, indicando nuvens mais altas e

carregadas de umidade. A formação de nuvens mais frias e desenvolvidas acompanharam a faixa de ZCAS mostrada na Figura 1. Conforme o evento se aproxima do seu término, a formação de nuvens sobre a região de atuação da ZCAS vai ficando menos concentrada devido ao enfraquecimento de divergência em altos níveis associada ao VCAN e à AB.

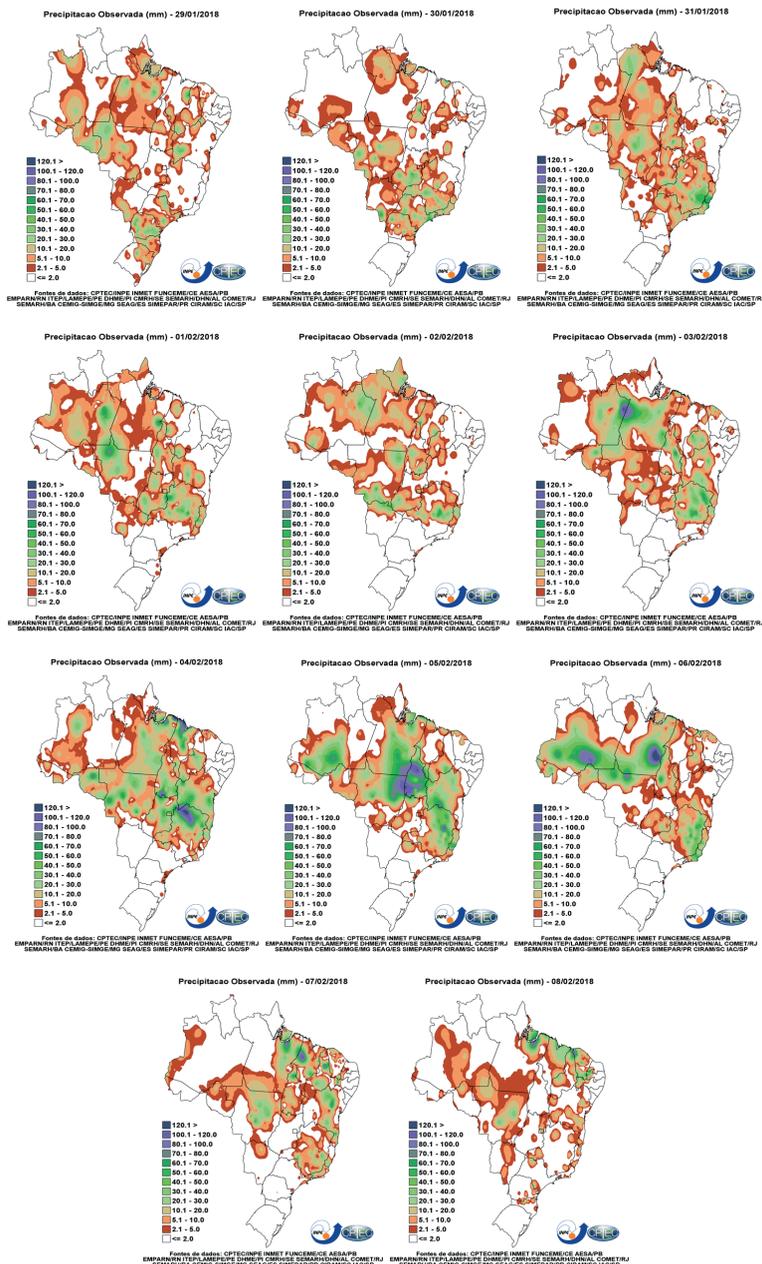


Figura 06. Precipitação pluvial observada (mm) durante o evento de Zona de Convergência do Atlântico Sul, de 29/01/2018 a 08/02/2018

Fonte: CPTEC/INPE (2019).

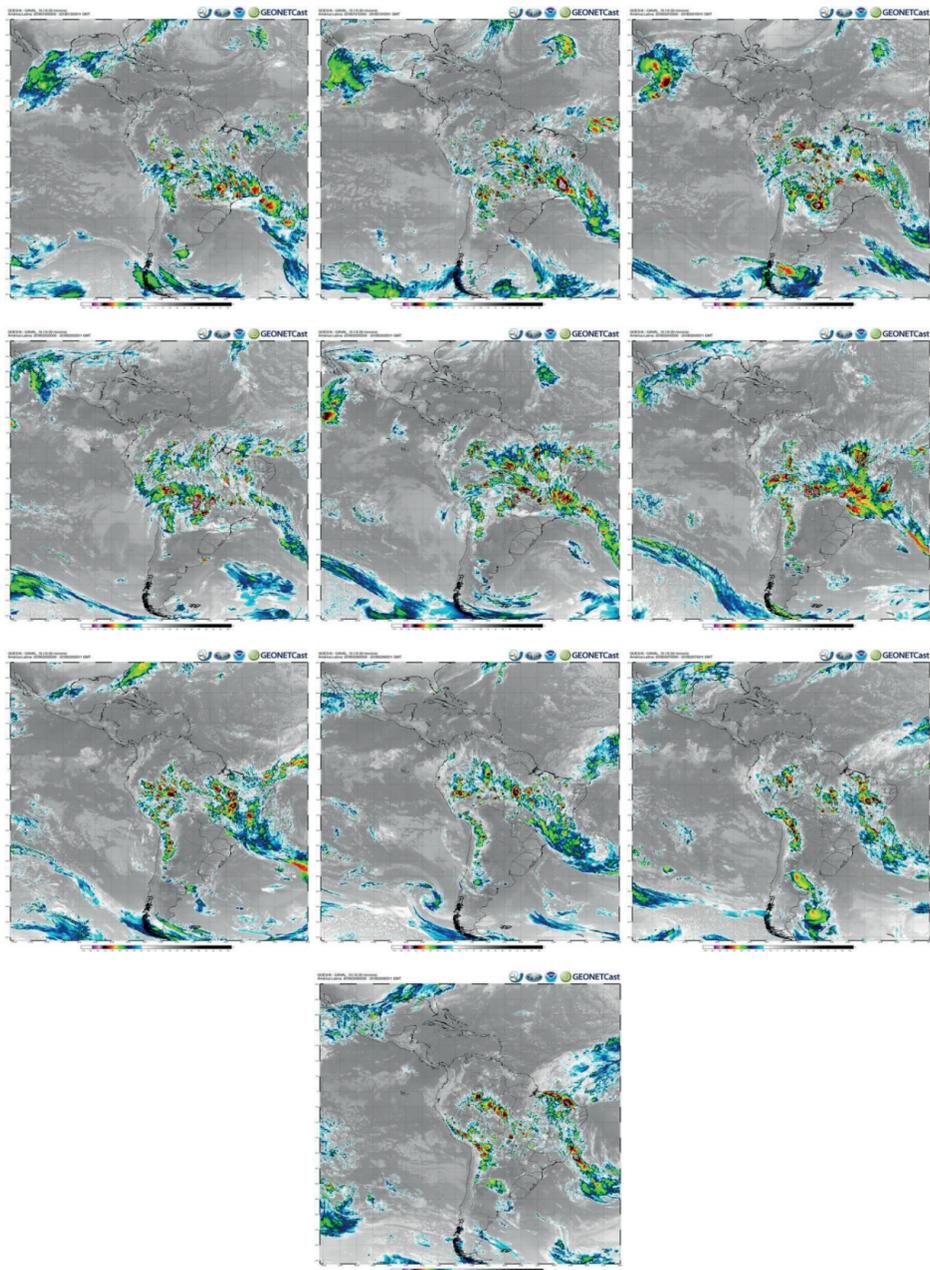


Figura 07. Imagens de satélite GOES-16, com temperatura de brilho do topo das nuvens realçada, durante o evento de Zona de Convergência do Atlântico Sul, de 29/01/2018 a 08/02/2018

Fonte: Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais - DSA/INPE (2019).

Segundo o Boletim de Casos Significativos do mês de fevereiro de 2018 do CPTEC/INPE, ocorreram alguns impactos no período de ocorrência da ZCAS, principalmente ligados a chuvas intensas, ocasionando enchentes em centros urbanos, alagamentos, transtornos no trânsito que acarretaram acidentes e mortes, desabamentos e outros problemas à população. Segundo a Defesa Civil, no dia 30 de janeiro no município de Campos – RJ choveu cerca de 46 mm (36 mm durante o dia), ocasionando alagamentos (G1 NORTE FLUMINENSE, 2018). Também no dia 30, a chuva deixou desabrigados na região Serrana do Rio de Janeiro, houve alagamento, queda de árvores e deslizamento de terra, registrando 85 mm de chuva (G1 REGIÃO SERRANA, 2018). Em São Paulo, no mesmo dia, houve acidentes de trânsito e um jovem de 22 anos foi encaminhado em estado grave para o hospital após bater o carro. Ao todo, cinco pessoas (uma em estado grave) foram feridas em outro acidente envolvendo um ônibus e um caminhão, na zona sul do município (METRO JORNAL, 2018).

No dia 31 de janeiro, em uma via da cidade de Belo Horizonte (BH), uma cratera de 10 metros de comprimento, dois metros e meio de largura e quatro metros de comprimento foi aberta (G1 MINAS GERAIS, 2018). Em BH, houve dois acidentes, incluindo uma mulher que foi morta por ter sido atropelada por uma moto. O motorista sofreu ferimentos e foi encaminhado para o hospital. Neste mesmo dia foram apontadas quedas de árvores, transtorno em aeroportos por causa da neblina e pista molhada, congestionamentos que causaram lentidão em importantes vias e outro acidente de trânsito (ESTADO DE MINAS GERAIS, 2018).

No dia 05 de fevereiro houve mais um transtorno em Belo Horizonte, quando a parte de um teto de um shopping desabou devido ao volume de chuvas. Segundo informações, “o vazamento na tubulação de escoamento de água foi o que ocasionou a queda do gesso, que acabou cedendo por causa do volume de chuva que caiu em Belo Horizonte desde a semana passada”, como disse a assessoria do shopping mineiro (ESTADO DE MINAS GERAIS, 2018). No dia seguinte, em Parauapebas – PA, moradores ficaram ilhados porque muitas vias ficaram alagadas, incluindo o mercado municipal local e uma elevação do nível do Rio Parauapebas colocou a Defesa Civil em estado de alerta (G1 PARÁ, 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo avaliou as condições sinóticas durante um evento de ZCAS ocorrido de 29 de janeiro a 8 de fevereiro de 2018, avaliando os impactos associados. Durante os dias de ocorrência do evento foram observados impactos e transtornos gerados à população, acarretando acidentes, mortes e impactos ao próprio meio ambiente, como queda de árvores e deslizamentos de terra. Esses impactos mostram que ações humanas podem influenciar em eventos naturais, gerando impactos que podem ser graves.

Foi possível perceber a importância do monitoramento das condições atmosféricas,

principalmente na estação chuvosa, buscando avaliar como a ocorrência da ZCAS é formada e qual o seu impacto no meio em que vivemos. Foi possível avaliar também que a ZCAS possui uma grande variabilidade temporal e espacial, estando ligada a outros fatores que a alimentam, como a divergência em altos níveis, anomalias positivas de ventos de oeste e como a precipitação pode ser monitorada por meio de imagens de satélite com a temperatura de brilho do topo das nuvens realçada. Devido a isso, espera-se que estudos hidrológicos sejam atualizados e que projetos de drenagem urbana sejam mais bem realizados.

REFERÊNCIAS

BACK, A.J.; HENN, A. & OLIVEIRA, J.L.R. **Heavy rainfall equations for Santa Catarina**, Brazil. R. Bras. Ci. Solo, 35:2127-2134, 2011.

CARVALHO, L. M. V.; JONES, C. LIEBMANN, B. Extreme precipitation events in southeastern South America and large-scale convective patterns in the South Atlantic Convergence Zone. **Journal of Climate**, v. 15, p. 2377 – 2394, 2002.

CARVALHO, L. M. V.; JONES, C. Zona de Convergência do Atlântico Sul. In **Tempo e Clima no Brasil**. Cavalcanti. I. F. A.; Ferreira, N. J.; Silva, M. G. A. J.; Silva Dias, M. A. F. (org.). São Paulo: Oficina de Textos, p. 95-109, 2009.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. **Boletim Técnico**. Disponível em: <http://tempo.cptec.inpe.br/boletimtecnico/pt>. Acesso em: 17 dez. 2019.

ESTADO DE MINAS GERAIS. **Chuva complica o trânsito em BH e causa transtornos nos aeroportos**. 2018. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2018/01/31/interna_gerais,934805/chuva-complica-o-transito-em-bh-e-causa-transtornos-nos-aeroportos.shtml. Acesso em: 18 dez. 2019.

ESTADO DE MINAS GERAIS. **Parte de teto de shopping de BH cede por causa da chuva**. 2018. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2018/02/05/interna_gerais,935972/parte-de-teto-de-shopping-de-bh-cede-por-causa-da-chuva.shtml. Acesso em: 18 dez. 2019.

G1 MINAS GERAIS. **Chuva provoca abertura de cratera em avenida da Região da Pampulha, em BH**. 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/chuva-provoca-abertura-de-cratera-em-avenida-da-regiao-da-pampulha-em-bh.ghtml>. Acesso em: 18 dez. 2019.

G1 NORTE FLUMINENSE. **Chuva causa alagamentos em bairros de Campos, no RJ**. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/norte-fluminense/noticia/chuva-causa-alagamentos-em-bairros-de-campos-no-rj.ghtml>. Acesso em: 18 dez. 2019.

G1 PARÁ. **Chuva forte e alta do rio deixa moradores de Parauapebas ilhados**. 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/pa/para/noticia/chuva-forte-e-alta-do-rio-deixa-moradores-de-parauapebas-ilhados.ghtml>. Acesso em: 19 dez. 2019.

G1 REGIÃO SERRANA. **Chuva causa interdição de casas e deixa desalojados em Petrópolis, no RJ**. 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/regiao-serrana/noticia/chuva-causa-interdicao-de-casas-e-deixa-desalojados-em-petropolis-no-rj.ghtml>. Acesso em: 18 dez. 2019.

IBGE (Brasil). **Censo 2010: população do Brasil é de 190.732.694 pessoas.** Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo.html?busca=1&id=3&idnoticia=1766&t=censo-200-populacao-brasil-190-732-694-pessoas&view=noticia>. Acesso em: 14 dez. 2019.

MARENGO, José A. et al. Diurnal variability of rainfall in southwest Amazonia during the LBA-TRMM field campaign of the austral summer of 1999. **Acta Amazonica.**, Manaus, v. 34, n. 4, p. 593-603, Dec. 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672004000400011&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 18 dez. 2019.

MELLO, Carlos Rogério de; VIOLA, Marcelo Ribeiro. Mapping of heavy rainfalls in the state of Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 37-44, Feb. 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832013000100004&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 10 dez. 2019.

METRO JORNAL. **Chuva em São Paulo provoca acidentes; uma pessoa está em estado grave.** 2018. Disponível em: <https://www.metrojornal.com.br/foco/2018/01/30/chuva-em-sao-paulo-provoca-acidentes-uma-pessoa-esta-em-estado-grave.html>. Acesso em: 18 dez. 2019.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 495 p., il. Inclui bibliografia: p.477-495. ISBN 8586238597.

YAMASOE, Marcia. **INTERPRETAÇÃO DE IMAGENS.** São Paulo: IAG, 2012. 83 slides, color. Disponível em: http://www.dca.iag.usp.br/material/akemi/satelite/Interpreta%E7%E3o%20de%20Imagens_2012.pdf. Acesso em: 18 dez. 2019.