

ZONA DE CONVERGÊNCIA DO ATLÂNTICO SUL (ZCAS) E IMPACTOS PLUVIAIS INTENSOS: O CASO DA CIDADE DE UBÁ/MG

SANTOS, Vitor Juste dos – vjustedossantos@gmail.com
Mestre em Geografia

FIALHO, Edson Soares – fialho@ufv.br
Professor e Coordenador do Laboratório de Biogeografia e Climatologia do Departamento
de Geografia da Universidade Federal de Viçosa (UFV)

RESUMO: O município de Ubá/MG está inserido no domínio morfoclimático do “Mar de Morros” (Ab’Saber, 2006). A área urbana está sob morros que possuem encostas côncavas e convexas, onde ao longo das mesmas há variações de declividades, apresentando-se ora acentuadas, ora suaves, com vales fluviais bem encaixados entre os morros (EPE/SONDOTÉCNICA, 2007). Historicamente, a área foi ocupada densamente por vários tipos de construções, partindo das margens dos cursos d’água e na sequência em encostas e topos de morros, provocando nos períodos chuvosos alguns transtornos, como as inundações e os movimentos de massa. Devido a sua localização latitudinal (21°S), Ubá sofre a influência de fenômenos meteorológicos de latitudes médias e tropicais que imprimem à região características de um clima de transição, o que acarreta em elevados índices pluviométricos durante os meses de primavera e verão, que podem gerar consequências danosas. Devido a estes fatores, a presente pesquisa tem como objetivo relacionar os impactos pluviais dos últimos anos, registrados pela Defesa Civil local, com os sistemas atmosféricos atuantes durante tais impactos, em especial a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Dos sete eventos que foram decretadas as Situações de Emergência no município ubaense, em seis a ZCAS influenciou nos acumulados de precipitação. No entanto, a chuva não é a única responsável pelos impactos, pois o intenso crescimento urbano para áreas ambientalmente frágeis contribui na ocorrência de desastres.

PALAVRAS-CHAVES: Crescimento Urbano, Impactos Pluviais, Ubá/MG, Zona de Convergência do Atlântico Sul.

SOUTH ATLANTIC CONVERGENCE ZONE (SACZ) AND INTENSE RAINFALL IMPACTS: THE CASE OF THE CITY OF UBÁ/MG

ABSTRACT: The municipality of Ubá/MG is located in *Mar de Morros* domains (Ab’Saber, 2006). The urban area is under hills that have concave and convex hillsides, where there are variations of slopes, sometimes accentuated, sometimes smooth, with river valleys embedded between the hills (EPE/SONDOTÉCNICA, 2007). Historically, the area was densely occupied by various types of constructions, starting with the banks of water courses and following on hillsides and hilltops. In the rainy season, such occupations are subject to certain disorders, like floods and mass movements. Because of its latitudinal location (21°S), Ubá is influenced by meteorological phenomena of temperate and tropical latitudes, which cause in the region, characteristics of a transitional climate. This situation leads to high pluviometric indexes during the months of spring and summer, which can generate harmful consequences. Due to these factors, this research aims to relate the rainfall impacts of recent years, registered by the Civil Defense, with active weather systems during such impacts, especially the South Atlantic Convergence Zone (SACZ). Of the seven events that were enacted the *Situações de Emergência* (Emergency Situation) in the municipality of Ubá, in six the SACZ influenced in the accumulated precipitation. However, the rain is not solely responsible for the impacts, because the intense urban growth to environmentally fragile areas contributes to the occurrence of disasters.

KEYWORDS: Rainfall Impacts, South Atlantic Convergence Zone (SACZ), Ubá/MG, Urban Growth.

1. INTRODUÇÃO

Pela interpretação dos dados de população, disponibilizados tanto pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), quanto pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), percebe-se, para o município de Ubá/MG, que a partir da década de 1960, houve um significativo aumento da população urbana, concomitante à uma queda acentuada da população rural. Entre 1960 e 2010, a urbana cresceu de 19.959 para 97.599 habitantes, enquanto a rural decaiu de 29.915 para 3.867. Assim, segundo o Censo 2010 realizado pelo IBGE, a população urbana de Ubá corresponde a 96,2% da população total do município. Enquanto em 1960, de cada 10 pessoas, quatro moravam na cidade, atualmente, de cada 10, nove vivem na área urbana.

O acréscimo demográfico urbano registrado desde a década de 1960, para Ubá, fez com que o contexto atual da cidade se diferenciasse significativamente em relação à meados do século XX. Andrade (1961), pesquisador que estudou a configuração urbana ubaense em finais da década de 1950, destacou que as habitações e outras construções se localizavam nos vales fluviais, próximos aos cursos d'água, evitando subir as encostas devido às dificuldades de construção e de abastecimento de água. Porém, no século XXI, a visualização de ocupações em áreas de encostas e topos de morros se tornou comum na paisagem citadina. Ou seja, atualmente, a ocupação, tanto nas áreas de encostas, como nos fundos dos vales, são comuns.

O crescimento da população urbana foi em uma área relativamente pequena, se comparada à toda extensão do município. O perímetro urbano da cidade sede mais os dos distritos (Diamante de Ubá, Miragaia e Ubarí) possui 98,7 km² (24,2%), enquanto 308,8 km² (75,8%) são espaços rurais (SANTOS, 2016).

Em 2010, com população de 101.446 residentes, o município possuía uma densidade demográfica de 249 hab/km². Porém, quando se trata somente da população que reside nas áreas urbanas, tal densidade se eleva para 988,8 hab/km². Tais informações demonstram como a população municipal está concentrada em áreas urbanas, pois quando se trata das áreas rurais, a densidade é de 12,5 hab/km². Ou seja, há uma diferença de 976,3 habitantes ocupando um quilômetro quadrado quando se compara as áreas urbanas e rurais. Essa diferença deverá se tornar maior se considerarmos os 111.012 habitantes estimados para 2015, e seguindo a tendência do acréscimo de pessoas na cidade e do decréscimo no campo (SANTOS, 2016).

Observando as figuras 1 e 2, visualiza-se que o crescimento da cidade acompanha os vales, seguindo os cursos d'água, e ocupando as áreas de várzeas em direção aos vales fluviais que circulam os morros. No entanto, essa expansão não se limitou somente aos vales fluviais, devido à intensa ocupação dos mesmos. Ela se espalhou pelas encostas dos morros adjacentes, ocupando vertentes que em alguns casos possuem altas declividades.



Figura 1 – Área central de Ubá na década de 1960.

Fonte: fotografia cedida pelo Arquivo Histórico de Ubá e adaptada pelos autores.

Nota-se como as ocupações ao longo do Ribeirão Ubá cresceram, com a calha do curso sendo praticamente canalizada. Além disso, o bairro Jardim Glória, na década de 1960, ocupava da baixa a média encosta, sendo que em 2014 o mesmo se expandiu para a alta encosta e o topo de morro, se encontrando com o bairro São Domingos, localizado no outro lado do interflúvio, que também se expandiu nessa direção. Esse tipo de situação vem se tornando comum ao longo de toda a cidade, devido aos vários loteamentos que estão sendo implantados.

Esse acréscimo populacional, concentrando-se principalmente na área urbana, deu-se sobre um sítio com relevo movimentado. Ubá está inserido sob o domínio da unidade geomorfológica dos planaltos cristalinos rebaixados, também denominados de Mar de Morros, que, segundo Ab'Saber (2006, p. 57), "[...] corresponde à área de mais profunda decomposição das rochas e de máxima presença de mamelonização topográfica em caráter regional de todo o país."



Figura 2 – Área central de Ubá em 2014.

Fonte: imagem extraída do software *Google Earth Pro* e adaptada pelos autores.

A cidade está sob morros que possuem encostas côncavas e convexas, sendo que ao longo das mesmas há variações de declividades, apresentando-se ora acentuadas, ora suaves, com vales fluviais bem encaixados entre os morros (EPE/SONDOTÉCNICA, 2007) (Figura 3). Por ser uma região de relevo movimentado, o domínio do “Mar de Morros” está sujeito aos mais fortes processos erosivos e de movimentos coletivos de solos em todo o território brasileiro (AB’SABER, 2006).

Além do crescimento vertiginoso da população urbana sob um relevo movimentado, Ubá se situa entre as coordenadas $43^{\circ}06'07''\text{W}$ - $20^{\circ}57'23''\text{S}$ e $42^{\circ}52'16''\text{W}$ - $21^{\circ}15'35''\text{S}$ (Figura 4). Está inserido dentro da Zona Tropical, porém bem próximo ao Trópico de Capricórnio. Ou seja, devido a sua posição latitudinal, Ubá recebe a influência de fenômenos meteorológicos de latitudes médias e tropicais, caracterizando um clima de transição, o que acarreta em elevados volumes de chuvas durante os meses de primavera e verão.

Ubá apresenta uma sazonalidade bem marcante em relação às chuvas, com um verão chuvoso e um inverno seco. Comparando-se as duas estações, a primeira concentra 91,74% das chuvas, segundo os dados da COPASA (Companhia de Saneamento de Minas Gerais), 89,61% de acordo com os dados de Reis *et al.* (2012) e 89,59% com base em Andrade (1961). Embora os dados apresentem pequenas diferenças percentuais, pode-se destacar que nas três fontes de consulta se observa uma marcante semelhança no comportamento anual das chuvas.

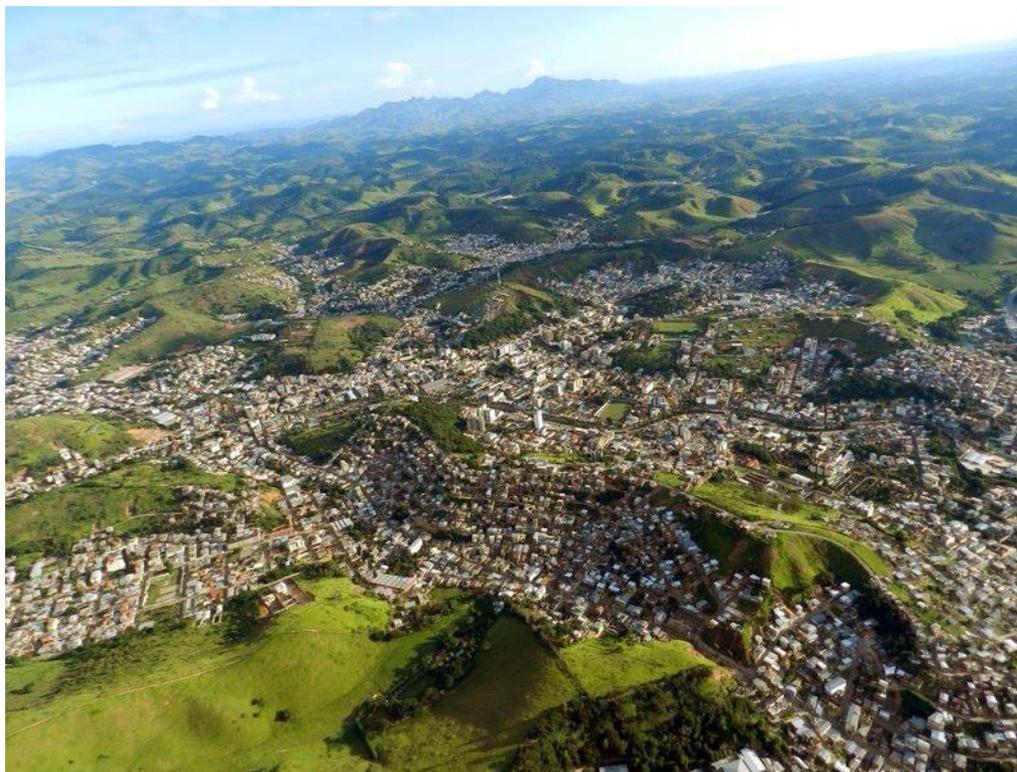


Figura 3 – Área urbana de Ubá/MG, no ano de 2009, em área de relevo movimentado.
Fonte: fotografia de Reginaldo Jabour.

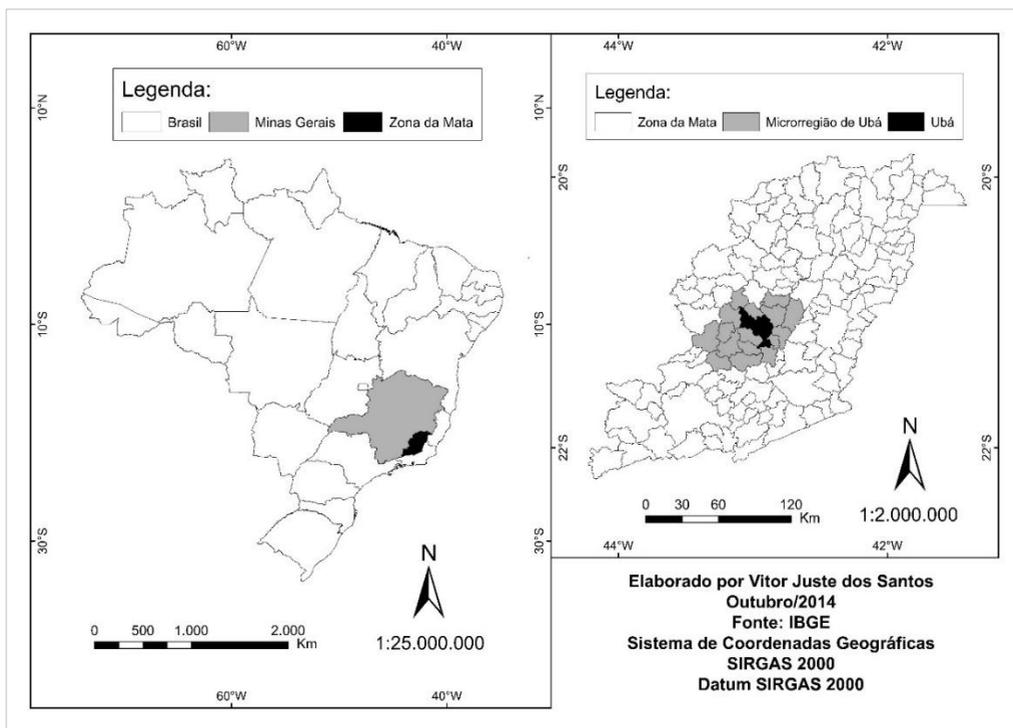


Figura 4 – Localização do município de Ubá/MG.

Esta sazonalidade está vinculada aos estados sinóticos típicos destas estações. Na chuvosa, as precipitações de origem frontal são comuns, devido à penetração do anticiclone polar atlântico no continente sul-americano, que entra em contato com as massas tropicais de leste e de norte, e as equatoriais de noroeste e oeste, gerando perturbações frontais produtoras de quase 2/3 da gênese pluvial dos estados do Sudeste (SANT'ANNA NETO, 2005).

O fenômeno atmosférico denominado Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) (Figura 5) também é muito comum durante a estação chuvosa, sendo responsável por altos volumes de chuvas em grande parte do território brasileiro (QUADRO, 1994), inclusive na mesorregião da Zona da Mata Mineira, onde se localiza o município de Ubá.

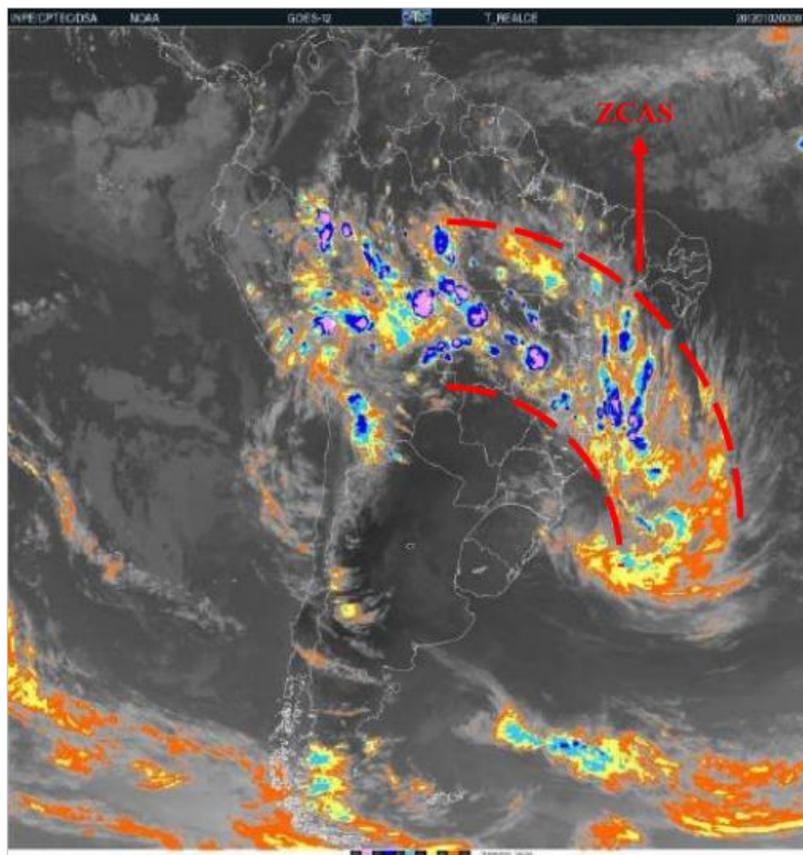


Figura 5 – Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

Fonte: CPTEC/INPE – imagem realçada do satélite GOES12 do dia 02/01/2012 às 00:00).

Disponível em: <<http://satelite.cptec.inpe.br/home/novoSite/index.jsp>>. Acesso em: 19 fev. 2015.

A ZCAS é o principal fenômeno atmosférico típico de verão que ocasiona altos índices pluviométricos em grande parte do território brasileiro. Ela pode ser caracterizada como uma persistente faixa de nebulosidade orientada no sentido noroeste/sudeste, que se estende do sul da Amazônia ao Atlântico Sul-Central por alguns milhares de quilômetros (QUADRO, 1994).

Este fenômeno atmosférico é característico das regiões tropicais, no Hemisfério Sul, pois são nestas que ocorrem uma interação entre as latitudes médias e as tropicais, ocorrendo uma organização da convecção tropical, manifestada por uma banda de nebulosidade convectiva. A ZCAS tem sua atuação sobre a América do Sul, atingindo o Brasil, mais especificamente nas regiões Sudeste, Centro-Oeste, norte do Paraná e sul da Bahia (ABREU, 1998).

Segundo Quadro (1994), a ZCAS pode ser caracterizada por sua estacionaridade por, pelo menos, quatro dias, provocando assim, a alteração no regime de chuvas das regiões afetadas. Abreu (1998) menciona que esta estacionaridade está associada com a interação entre os sistemas de latitudes médias (frentes) e os de latitudes tropicais (Linhas de Instabilidade Tropical – IT, depressões ou calhas induzidas). Há uma associação, portanto, entre a Frente Polar Atlântica (FPA) e a convecção tropical, principalmente proveniente da região amazônica, originando uma banda de nebulosidade orientada no sentido noroeste/sudeste. Esta orientação é determinada pela contribuição da FPA, que sobre o continente apresenta a mesma direção preferencial, pois a mesma funciona como um canalizador da convergência do ar nos baixos níveis da atmosfera que alinha na sua direção as IT, conduzindo a umidade originada na região amazônica para o sudeste brasileiro.

A estacionaridade da ZCAS é determinada pela FPA, pois as IT's têm como características o rápido deslocamento, formação e dissipação. A associação entre as duas pode resultar na rapidez do deslocamento da convecção quando predominar a atuação da IT, ou na estacionaridade quando o domínio for das características da FPA. Dessa forma, no primeiro caso, as chuvas são intensas e curtas por se originarem de nuvens cumulus-nimbus. Já no segundo caso, a precipitação é de moderada à forte, de longa duração (várias horas), associada à presença de nuvens estratiformes, diminuindo acentuadamente a temperatura nos meses de verão, devido à pouca insolação que atinge a superfície, além de gerar grandes acumulados de chuvas (ABREU, 1998).

Oliveira (1986) destaca a grande semelhança entre a linha de máximos de precipitação do Brasil com a faixa de nebulosidade convectiva associada, ambas tendo direção noroeste/sudeste, desde o norte da Amazônia até o sudeste brasileiro (Figura 6). Refere-se também, à importância da Amazônia como uma intensa fonte de calor para a atmosfera, em associação com a Cordilheira dos Andes, que atua como barreira natural ao escoamento natural dos ventos alísios nos baixos níveis da atmosfera.

Seabra *et al.* (s/d), apresentam que um mesmo evento de ZCAS pode influenciar de diferentes formas as bacias hidrográficas, dependendo da banda de nebulosidade associada à ZCAS. Em seus resultados, destaca-se que os eventos de precipitação intensa observados em dias consecutivos, característicos deste fenômeno, nas bacias dos rios Paraíba do Sul, Grande, Paranaíba e Tocantins, foram, em sua maioria, episódios de ZCAS, afetando os regimes pluviométricos das bacias, nas quais a precipitação média mensal foi maior do que o valor médio mensal de longo curso, levando em consideração o período de 1995 a 2003.

Alguns trabalhos como os de Abreu (1998), Souza *et al.* (2005), Silva (2009), Fialho *et al.* (2010) e Nascimento (2010, 2012) destacam alguns casos de ZCAS, tanto em São Paulo, como em Minas Gerais, demonstrando ou comentando as consequências socioambientais da ocorrência dos casos, causando inundações e movimentos de massa em assentamentos urbanos inadequados, muitas vezes com grandes prejuízos e até perdas de vidas humanas. Os trabalhos de Souza *et al.* (2005) e Nascimento (2012) ainda ressaltam que mesmo as ZCAS terem favorecido a intensidade e constância das chuvas, as ocupações desordenadas causadas pelo grande crescimento urbano agravam ainda mais os casos de impactos pluviais, destacando, portanto, a intervenção humana juntamente com processos naturais nas causas dos desastres.

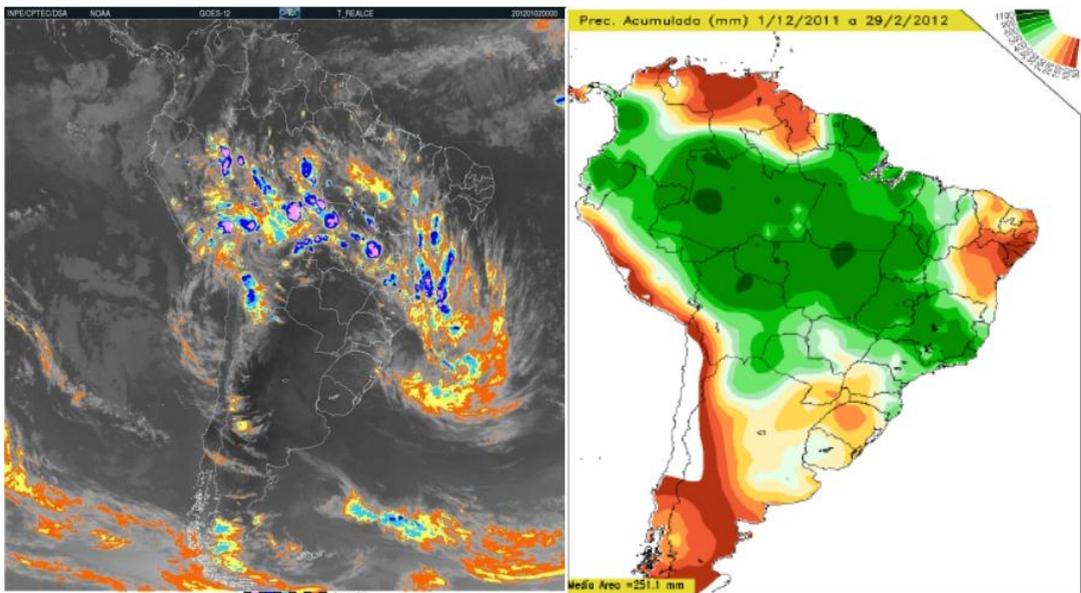


Figura 6 – Semelhanças entre a faixa de nebulosidade convectiva e a linha de máximo de precipitação no Brasil.
 Fonte: CPTEC/INPE – Imagem à esquerda (imagem realçada do satélite GOES12 do dia 02/01/2012 às 00:00) e imagem à direita (precipitação acumulada em mm do dia 01/12/2011 ao dia 29/02/2012).

Visto que os impactos pluviais em Ubá ocorrem, predominantemente, no período chuvoso, com características semelhantes aos observados nos trabalhos de Abreu (1998), Souza *et al.* (2005), Silva (2009), Fialho *et al.* (2010) e Nascimento (2010, 2012), a presente pesquisa tem como objetivo geral relacionar os impactos pluviais dos últimos anos, registrados pela Defesa Civil ubaense, com os sistemas atmosféricos atuantes durante tais impactos, dando ênfase à atuação da ZCAS.

Como objetivos específicos, foram selecionados os seguintes:

- Caracterizar o comportamento pluviométrico no município;
- Mostrar a abrangência espacial e temporal da ZCAS, especialmente nos períodos em que a mesma atuou sobre Ubá;

- Demonstrar o caso mais recente de impacto pluvial na cidade que possui relação com a ZCAS.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente, com os dados pluviométricos mensais e anuais fornecidos pela COPASA, do período de 2003 a 2013, foi elaborada uma planilha contendo os índices de pluviosidade mensal e anual do intervalo de tempo citado acima. Nesta, fez-se a porcentagem da precipitação de cada mês em relação à precipitação anual, sendo estes dados representados por uma legenda em escala gradual de cor. Tal planilha permitiu identificar os maiores e menores índices pluviométricos ao longo da série estudada, percebendo quais são os meses chuvosos e secos de Ubá.

Posteriormente, verificou-se ao nível diário, entre 2003 e 2013, com os mesmos dados da COPASA, a intensidade das chuvas, classificando-as em cinco classes (classificação feita pela Defesa Civil ubaense em seu Plano de Contingência no período chuvoso): "Fraca" (0,1-10,0mm/24hrs); "Moderada" (10,1-20,0mm/24hrs); "Forte" (20,1-50,0mm/24hrs); "Muito Forte" (50,1-80,0mm/24hrs); "Extremamente Forte" (>80,1mm/24hrs). Os dados foram organizados em uma planilha que permitiu a visualização de quais meses do ano ocorrem as chuvas de intensidade mais fortes.

Através do Boletim Climanálise, encontrado no endereço eletrônico do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), verificou-se em quais meses do ano a ZCAS atua, mostrando, através de um gráfico o número de vezes que tal fenômeno atuou em cada mês do ano entre 2003 e 2013. Foi possível, então, fazer uma relação entre a atuação da ZCAS e os acumulados de chuvas que foram registrados pela COPASA nos períodos chuvosos em Ubá.

A partir dos documentos disponibilizados pela Defesa Civil Municipal (AVADAN's e NOPRED's), além de documentos do Diário Oficial da União e decretos declarando a Situação de Emergência, obtiveram-se os casos mais recentes de impactos pluviais que causaram prejuízos e transtornos à cidade, sendo eles em 2004, 2005, 2008, 2009, 2010, 2012 e 2013. Depois de encontradas as datas em que foram notificados os desastres, buscou-se identificar as situações sinóticas nestes dias e associa-las aos índices pluviométricos diários obtidos através da COPASA e a precipitação acumulada durante o período em que ocorreram os desastres. A situação sinótica foi verificada através do Boletim Climanálise. Dessa forma, foi feita uma tabela demonstrando a data dos eventos citados, associando-as com o número de dias com chuvas e a precipitação acumulada destes dias, demonstrando a influência da ZCAS nestes acumulados, mostrando os dias em que este fenômeno meteorológico atuou. Pelo Boletim Climanálise, verificou-se, também, a posição latitudinal da ZCAS quando a mesma atuou sobre o município de Ubá.

Concluindo, foi realizada uma pequena análise do último impacto pluvial registrado na cidade (11 de dezembro de 2013). Para isso, foram utilizadas algumas fotografias dos impactos causados, sendo uma do jornal municipal

“Folha do Povo”, outra obtida através das redes sociais na internet e a última cedida pela Defesa Civil Municipal. Além das fotografias, foram utilizados dados de pluviosidade de seis estações pluviométricas do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), instaladas no final do ano de 2013 em alguns pontos da cidade, e imagens do estado sinótico e da precipitação acumulada do dia em que houve o impacto pluvial, obtidas através do endereço eletrônico do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) e do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Na figura 7 é mostrado os passos seguidos para a realização desta pesquisa.

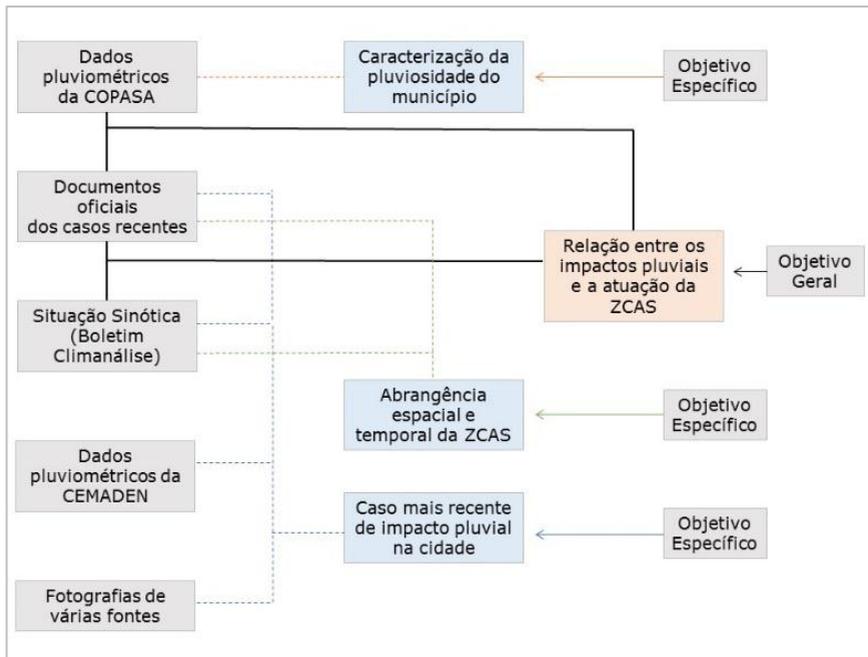


Figura 7 – Diagrama metodológico da pesquisa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Observando a tabela 1, nota-se que a pluviosidade no município de Ubá possui forte sazonalidade, com o período chuvoso se estendendo de outubro a abril, e o período de estiagem composto pelos meses de junho, julho e agosto. Maio e setembro são os meses de transição entre um período e outro. Novembro, dezembro e janeiro são os meses com os maiores índices registrados, com concentração pluvial superior a 20% das chuvas anuais. Além disso, são estes mesmos meses os únicos que possuem uma média pluviométrica superior a 200 mm. A média pluvial anual é de 1412,6 mm. Considerando os totais anuais da série, houve uma variação de 502 mm de chuva entre o ano mais chuvoso (2004 – 1678,6 mm) e o ano menos chuvoso (2005 – 1176,6 mm).

Tabela 1 – Total (mensal e anual) e a média (mensal e anual) e os percentuais de precipitação ao longo da série entre 2003-2013 em Ubá/MG.

	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.	TOTAL
2003	419,3	56,9	231,9	69,4	25,9	0	17,3	27,3	83,4	83	259,3	208	1481,7
2004	262	279,8	241,7	118	37,7	42,7	40,5	0	0	91,6	140,8	423,8	1678,6
2005	155,9	118,2	150,8	49,4	47,1	24,2	14,9	9,6	45,3	50,2	164,7	346,3	1176,6
2006	85,2	175,6	159,5	103,7	65,6	8,5	2	11,1	31,8	125,3	273,1	254	1295,4
2007	530,7	102,1	36,3	122,2	24	0	0,6	0	1,1	196,2	117,7	198	1328,9
2008	160,1	148,3	129,7	124,4	2,3	22,3	0	6	63,7	33,9	169	501,3	1361,0
2009	186,6	109,5	215,4	153	23,1	62,7	10,4	55	87,7	263	155	258,6	1580,0
2010	69	128,2	221,2	91,5	26,2	2,3	2	0	16	143,8	415,1	335,3	1450,6
2011	180,7	110,6	216,6	107,4	12,9	23,9	0	20,8	0,2	162,3	318,8	243	1397,2
2012	738,9	12,3	148,7	104,3	94,9	35,3	12,4	1,7	4,7	69,5	190,1	54,5	1467,3
2013	160,7	107	200,3	35,5	57,3	15,7	3,5	12,1	48	112	100,2	468,9	1321,2
Média	268,1	122,6	177,5	98,1	37,9	21,6	9,4	13,1	34,7	121	209,4	299,2	1412,6

Pluviosidade (%)	0 - 2,5	2,5 - 5,0	5,1 - 7,5	7,6 - 10,0	10,1 - 12,5	12,5 - 15,0	15,1 - 20,0	>20,0
------------------	---------	-----------	-----------	------------	-------------	-------------	-------------	-------

Fonte: COPASA. Elaborado pelos autores.

Contudo, a despeito da diferença entre um ano e outro, nos dois foram decretadas situações anormais, caracterizadas como Situações de Emergência. Tal fato reforça que eventos relacionados a inundações e/ou movimentos de massa derivam mais da concentração da precipitação ao longo do dia ou do mês, do que a sua distribuição mais igualitária ao longo do ano. Comprova-se isto, analisando os episódios em que foram decretadas as Situações de Emergência, como em fevereiro-março de 2004, em que choveu 13 dias consecutivos (acumulado de 223,5 mm), ou em 11 de dezembro de 2005, que somente nesse dia choveu o acumulado de 94,2 mm, e que em ambos os casos houve impactos pluviais.

Adotando a classificação feita pela Defesa Civil ubaense em relação à intensidade das chuvas no município (Tabela 2), verifica-se que 608 eventos de precipitação (56,3%) são de intensidade “fraca”, sendo estas, portanto, mais comuns durante todo o ano. As chuvas de intensidade “moderada” são quantificadas em 222 (20,6%) e são registradas em todos os meses do ano, enquanto as de intensidade “forte” se repetiram por 201 (18,6%) vezes, sendo mais frequentes nos meses de primavera e verão, significativamente em dezembro e janeiro. As chuvas “muito fortes” e “extremamente fortes” são menos frequentes, ocorrendo mais vezes, também, nos meses de primavera e verão. São contabilizados 41 (3,8%) eventos de precipitações com intensidade “muito forte” e 8 (0,7%) de intensidade “extremamente forte”, sendo estes últimos mais comuns no mês de janeiro, ocorrendo também em outubro e dezembro. Os meses de outubro a abril são os que possuem maior quantidade de dias com chuva (período chuvoso), enquanto os junho, julho e agosto são os que possuem menor quantidade (período seco). Como visto, maio e setembro são os meses transição entre um período e outro.

Tabela 2 – Quantidade e intensidade dos eventos pluviométricos em Ubá/MG entre 2003 e 2013.

	JAN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL					
Fraca (0,1 - 10,0mm/24hrs)	86	58	79	31	40	31	20	17	34	48	84	80	608					
Moderada (10,1 - 20,0mm/24hrs)	35	17	29	14	7	10	3	2	8	22	40	35	222					
Forte (20,1 - 50,0mm/24hrs)	39	20	28	16	5	0	1	1	4	16	29	42	201					
Muito Forte (50,1 - 80,0 mm/24hrs)	3	4	4	4	1	0	0	0	0	3	8	14	41					
Extremamente Forte (> 80,0mm/24hrs)	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	8					
Total	168	99	140	65	53	41	24	20	46	90	161	173	1080					
<table border="1"> <tr> <td>Nº de dias com chuva</td> <td>1 - 15</td> <td>16 - 30</td> <td>31 - 45</td> <td>> 46</td> </tr> </table>														Nº de dias com chuva	1 - 15	16 - 30	31 - 45	> 46
Nº de dias com chuva	1 - 15	16 - 30	31 - 45	> 46														

Fonte: COPASA. Elaborado pelos autores.

Como exposto na introdução deste trabalho, a sazonalidade marcante em relação ao período chuvoso, no Sudeste brasileiro, está vinculada à atuação de frentes pela penetração do anticiclone polar atlântico, que entra em contato com massas de ar quentes e úmidas, tropicais e equatoriais. As ZCAS, originadas pela contribuição das frentes polares, é o principal fenômeno atmosférico típico de verão que ocasiona altos índices pluviométricos naquela região. Ubá, por estar localizado no sudeste mineiro, é influenciado por este fenômeno.

Para Ubá, os meses em que há maior quantidade de dias com chuvas, além da ocorrência de chuvas com maior intensidade, são em outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março. Tais dados coincidem com os meses de maior ocorrência da ZCAS (Gráfico 1).

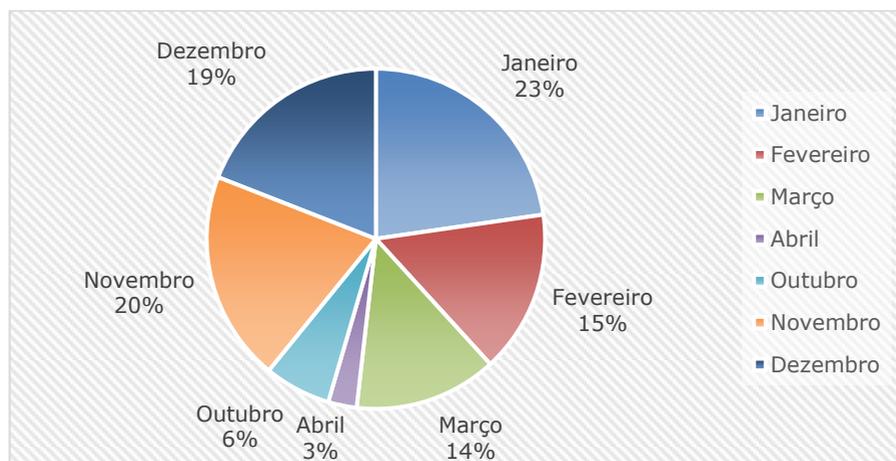


Gráfico 1 – Meses em que houve a atuação da ZCAS sobre o território brasileiro, de 2003 a 2013. Fonte: Boletim Climanálise. Elaborado pelos autores.

Não significa que todos os eventos pluviométricos registrados para o município ubaense foram provocados pela ZCAS, mas que este fenômeno teve influência nos acumulados de chuvas na cidade, durante os seis meses destacados. Portanto, é durante este período que há mais chances de ocorrer impactos pluviais na cidade, podendo tais eventos serem influenciados pela atuação da ZCAS.

Dos sete casos mais recentes de impactos pluviais registrados pela Defesa Civil, em seis houve a atuação da ZCAS, todos dentro do período entre outubro e março. Somente em 2009 houve a decretação da Situação de Emergência, mas o evento chuvoso não foi influenciado por aquele fenômeno. Verificou-se que nos anos de 2005, 2010, 2012 e 2013, este fenômeno meteorológico provocou chuvas por pelo menos quatro dias consecutivos, enquanto em 2004 e 2008, influenciou em um e três dias, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3 – Eventos pluviais com decretação da Situação de Emergência em Ubá/MG relacionados com o número de dias de chuvas consecutivos, a precipitação acumulada e a atuação da ZCAS.

Eventos	Nº de Dias com Chuvas	Chuva Acumulada (mm)	Atuação da ZCAS
Fevereiro/março de 2004	13 (24 fev. a 7 mar.)	223,5	24 fev. 2004
11 de dezembro de 2005	5 (11 a 15 de dez.)	235,7	11 a 16 dez. 2005
30 de janeiro de 2008	5 (28 jan. a 1 fev.)	124,2	30 jan. a 08 fev. 2008
24 de novembro de 2010	6 (22 a 27 nov.)	237,5	24 a 28 nov. 2010
01 e 07 de janeiro de 2012	17 (27 dez. 2011 a 12 jan. 2012)	605,3	1 a 8 jan. 2012
11 de dezembro de 2013	4 (11 a 14 dez.)	118,2	11 a 27 dez. 2013

Fonte: Defesa Civil de Ubá/MG, COPASA/MG e Climanálise – CPTEC/INPE. Elaborado pelos autores.

Este fenômeno também foi responsável por chuvas que causaram impactos em outras cidades da Zona da Mata Mineira, como observado nos trabalhos de Silva (2009), Fialho *et al.* (2010), Rocha (2010a), Rocha (2010b), Fialho (2012), Nascimento (2012) e Silva (2012). Há, também, alguns anos em comum que ocorreram casos de impactos pluviais tanto na cidade de Ubá quanto nas cidades abrangidas nos trabalhos citados. Exemplo é o caso da cidade de Visconde do Rio Branco/MG, relatado no estudo de Silva (2012), em que as datas dos AVADAN's coincidem com as dos casos de Ubá, nos anos de 2005, 2010 e 2012.

Estes casos em comuns podem ser explicados pela localização geográfica próxima entre os municípios relatados nos estudos. A atuação da ZCAS abrange grande extensão territorial em um mesmo intervalo de tempo, esclarecendo o porquê, no estudo de Fialho *et al.* (2010), na maior parte dos casos as chuvas intensas registradas nas cidades da Zona da Mata Mineira estão relacionadas com a atuação da ZCAS.

Levando em consideração o posicionamento da ZCAS nos eventos em que este fenômeno atuou sobre Ubá, percebe-se que sua abrangência esteve localizada no centro-sul do Estado de Minas Gerais, durante a estação de verão, nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março, indo de encontro ao observado por Quadro (1994). Este autor destaca que aquele fenômeno, no início do verão, predomina sobre o centro-sul de Minas Gerais, norte do Rio de Janeiro e Espírito Santo, deslocando-se para o sul, atingindo os Estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Nos meses de outubro e novembro, a ZCAS tende a atuar sobre o norte de Minas Gerais e sul do Estado da Bahia (Figura 8). Assim, no início do período chuvoso a ZCAS atua mais ao norte do Estado de Minas Gerais, sendo que sua atuação sobre o centro-sul deste Estado acontece em meados e no final da estação chuvosa. Percebe-se, para o caso de Ubá, que dos seis impactos pluviais registrados em que a ZCAS teve influência, cinco

ocorreram nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março, ou seja, no meio e final da estação chuvosa (Tabela 3).

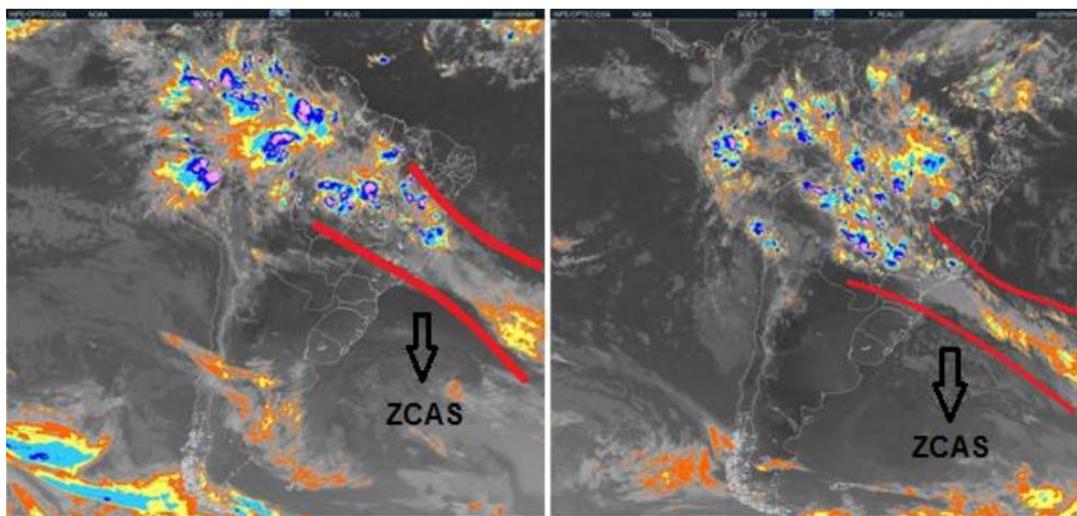


Figura 8 – Variação latitudinal da ZCAS ao longo da estação chuvosa.

Fonte: CPTEC/INPE – Imagem a esquerda (imagem realçada do satélite GOES12 do dia 18/10/2011 às 00:00) e imagem à direita (imagem realçada do satélite GOES12 do dia 27/01/2012 às 00:00).

O caso mais recente de impacto pluvial na área urbana ubaense, relacionado à ZCAS, é o de 11 de dezembro de 2013. Neste caso, houve danos em vários locais da cidade, porém os mais atingidos foram os bairros São Domingos, Santa Bernadete, Centro e Olaria, como observado na figura 9.



Figura 9 – Jornal “Folha do Povo”, ano 113, edição 385, 13 a 19 de dezembro de 2013. Notícia sobre a chuva que causou impactos na cidade ubaense no dia 11 de dezembro de 2013. Fonte: Folha do Povo.

A chuva começou por volta das 17 horas, provocando alagamentos e movimentos de massa em vários pontos da cidade. Alguns locais foram identificados como os mais críticos, como a Travessa Santana no bairro Valdemar de Castro, rua XV de Novembro no Centro e a Rua Alan Kardec no bairro São Domingos. Segundo o Coordenador da Defesa Civil do município, Aldeir Ferraz, em apenas uma hora de chuva precipitou em torno de 50 mm (FOLHA DO POVO, 2013), sendo esta informação corroborada pelos dados das estações pluviométricas do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) instaladas em alguns pontos da cidade (Figura 10).

Ao analisar dados das estações pluviométricas da CEMADEN, conclui-se que o local onde houve o maior acumulado de chuvas foi o bairro Aeroporto. No entanto, foi uma área pouco impactada devido às poucas construções e ocupações humanas. O bairro São Domingos foi o mais atingido, com enxurradas e alagamentos nas ruas Alan Kardec e Major Mendes Sobrinho, atingindo casas e comércio, causando muitos prejuízos aos moradores destes locais (Figura 11).

Tais precipitações foram originadas a partir da formação da primeira Zona de Convergência de Umidade (ZCOU) do mês de dezembro de 2013, atuando principalmente entre o Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo (Figura 12).

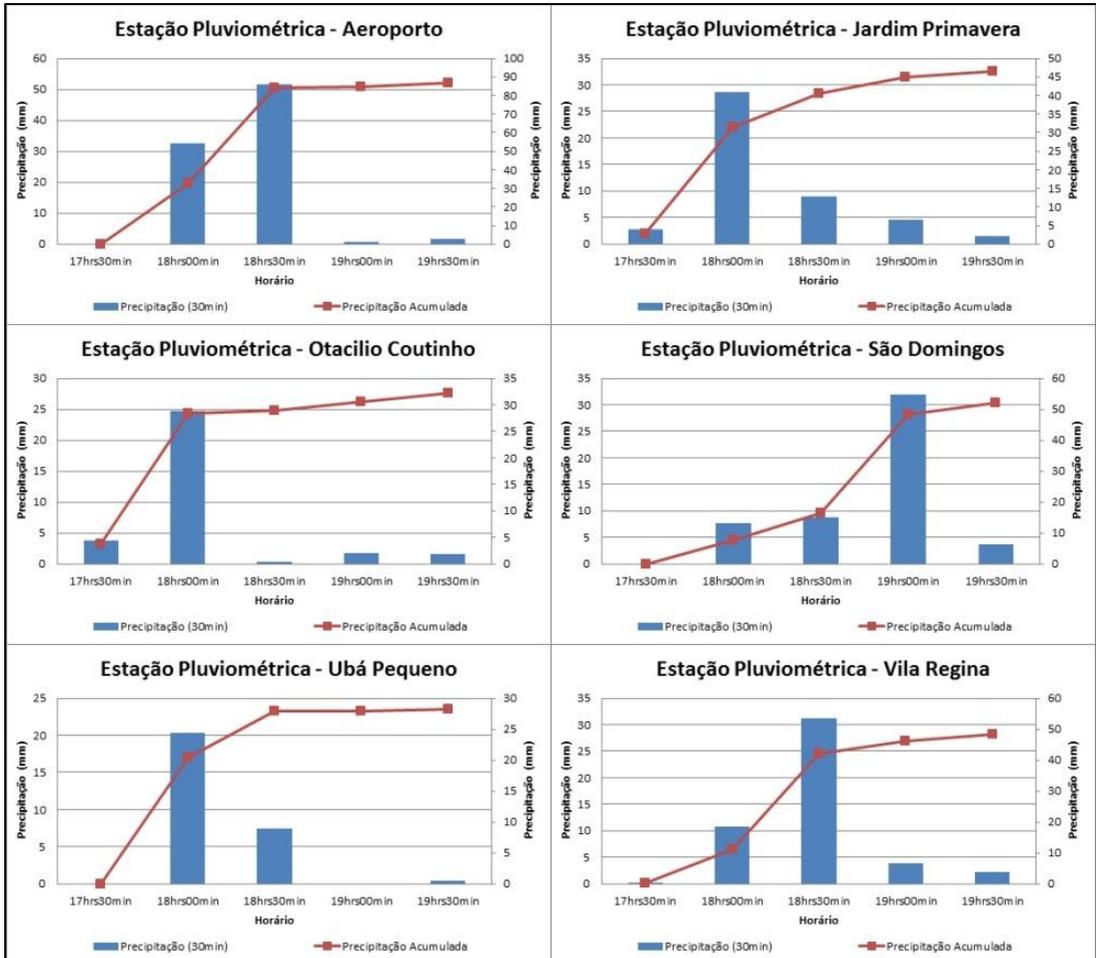


Figura 10 - Índices pluviométricos registrados nas estações pluviométricas da CEMADEN, instaladas no final do ano de 2013, em Ubá. Dados das 17:30 às 20:00 horas do dia 11/12/2013, período em que os impactos pluviiais ocorreram na cidade. Elaborado pelos autores. Fonte: CEMADEN.



Figura 11 – Ruas atingidas pela enxurrada e alagamento no bairro São Domingos, no dia 11/12/2013. A primeira imagem retirada da internet e a segunda cedida pela Defesa Civil de Ubá/MG.

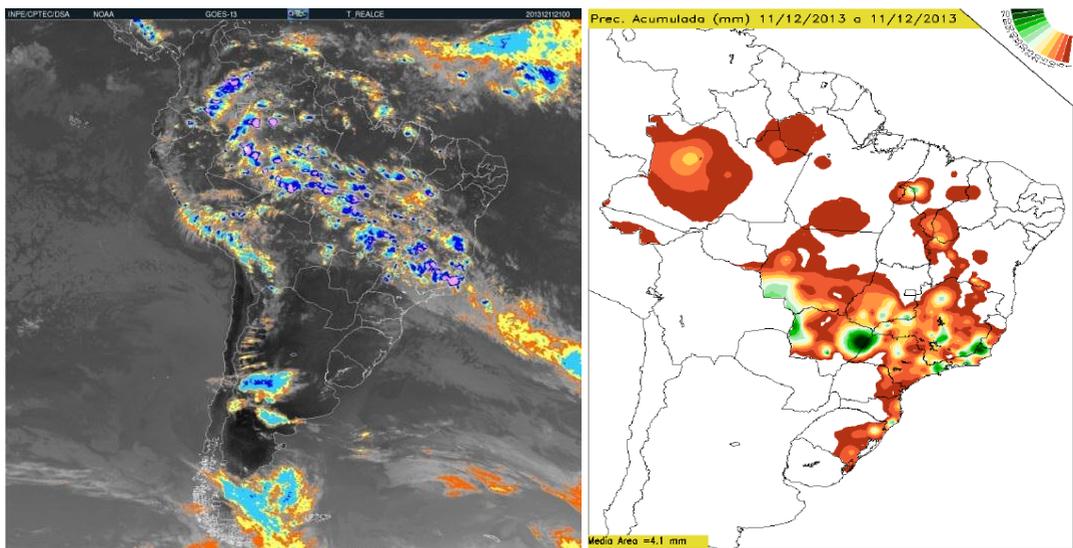


Figura 12 – À esquerda: imagem realçada do satélite GOES 13 do dia 11 de dezembro de 2013 às 21:00 (ZCOU). À direita: precipitação acumulada (mm) do dia 11/12/2013. Fonte: CPTEC.

No centro-sul de Minas Gerais houve condições para acumulados significativos, gerando chuvas de 50 mm em um espaço de tempo de uma hora, aproximadamente, como visto na figura 10. A ZCOU continuou atuando até o dia 17 de dezembro, quando, a partir do dia 18, passou a ser definida como ZCAS, persistindo até o dia 25, voltando a ser definida como ZCOU no dia 26, desconfigurando-se no dia 28 de dezembro.

4. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos índices pluviométricos mensais permitiu verificar que o período chuvoso em Ubá se inicia no mês de outubro e se prolonga até abril, sendo novembro, dezembro e janeiro os meses com os maiores índices

registrados, pois foram os únicos com concentração superior a 20% das chuvas anuais. Além disso, são estes mesmos meses os únicos que possuem uma média pluviométrica superior a 200 mm. Grande parte das chuvas de intensidade “forte”, “muito forte” e “extremamente forte” ocorreram entre os meses de outubro a abril, sendo, portanto, tais meses os mais propensos a ocorrerem impactos pluviais.

A ZCAS atuou, entre 2003 e 2013, entre os meses de outubro e abril, com maior frequência nos meses de novembro, dezembro e janeiro. Assim, tal fenômeno, típico do período chuvoso no sudeste brasileiro, contribuiu nos acumulados de chuvas registrados no período analisado neste trabalho para Ubá.

Dos sete casos mais recentes de impactos pluviais na cidade ubaense, seis houve a atuação da ZCAS. Verificou-se que nos anos de 2005, 2010, 2012 e 2013, este fenômeno meteorológico provocou chuvas por pelo menos quatro dias consecutivos, enquanto em 2004 e 2008, influenciou em um e três dias, respectivamente.

Em relação ao posicionamento da ZCAS, nos casos de impactos pluviais registrados em Ubá, sua abrangência esteve localizada no centro-sul de Minas Gerais, durante a estação de verão, nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março. Somente um caso ocorreu em novembro, no início da estação chuvosa.

O caso mais recente de impacto pluvial na cidade ubaense é o de 11 de dezembro de 2013, no qual houve danos em vários locais da cidade, mas os mais atingidos foram os bairros São Domingos, Santa Bernadete, Centro e Olaria. Percebe-se, através dos dados das seis estações pluviométricas da CEMADEN instaladas recentemente em Ubá, que aproximadamente 50 mm de chuva em menos de uma hora causaram vários estragos em alguns pontos da cidade. Tais precipitações foram originadas a partir da formação da primeira ZCOU do mês de dezembro de 2013, mas que passou a ser definida como ZCAS no dia 18 de dezembro, atuando principalmente entre o Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo.

Apesar dos acumulados de precipitação, provocados por dias seguidos de chuvas, não se pode “responsabiliza-la” pela ocorrência dos impactos pluviais em Ubá. O crescimento urbano desorganizado para áreas ambientalmente frágeis, como as encostas com altas declividades e as margens dos cursos d’águas, é um dos fatores que se pode elencar para explicar os impactos pluviais na cidade. A chuva é somente um “gatilho”, um fenômeno que contribui para a ocorrência dos desastres, visto que os mais recorrentes em Ubá são causados no momento de sua manifestação.

Já é de conhecimento da comunidade científica e da administração pública municipal, que durante os meses de outubro a abril as chuvas são mais intensas e duradouras, principalmente em dezembro, janeiro e fevereiro. É necessário o acompanhamento e registro destes índices pluviométricos, além do levantamento de outros dados, para que os responsáveis técnicos no município possam planejar e gerir ações, no sentido de minimizar os impactos pluviais.

Porém, o foco das pesquisas e das ações não deve ser somente no estudo do comportamento pluviométrico, mas também na construção e expansão da cidade de forma organizada e que respeite as fragilidades dos ambientes.

5. REFERÊNCIAS

ABREU, Magda Luzimar de. Climatologia da estação chuvosa de Minas Gerais: de Nimer (1977) à Zona de Convergência do Atlântico Sul. *Revista Geonomos*, Belo Horizonte, v. 6, n. 2, p.17-22, dez. 1998. Disponível em:< http://www.igc.ufmg.br/geonomos/PDFs/6_2_17_22_Abreu.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2013.

AB'SÁBER, Aziz Nacib. *Os domínios de natureza no Brasil. Potencialidades paisagísticas*. 6. ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2006. 159 p.

ANDRADE, Manuel Correia de. Aspectos Geográficos da Região de Ubá. *Anais da Associação dos Geógrafos Brasileiros*, São Paulo, Avulso n. 1, 1961.

AB'SÁBER, Aziz Nacib. *Os domínios de natureza no Brasil. Potencialidades paisagísticas*. 6. ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2006. 159 p.

CEMADEN – Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. Disponível em:< http://150.163.255.234/salvar/graficos/grafico_CEMADEN.php?idpcd=3341>. Acesso em: 03 fev. 2014.

CENTRO DE PREVISÃO E ESTUDOS CLIMÁTICOS – CPTEC. Disponível em:< <http://www.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 05 fev. 2014.

CLIMANÁLISE – *Boletim de Monitoramento e Análise Climática*. Cachoeira Paulista, São Paulo. Disponível em:< <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/>>. Acesso em: 18 jul. 2013.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS – COPASA/MG. Disponível em:< www.copasa.com.br>. Acesso em: 06 fev. 2014.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE)/SONDOTÉCNICA. *Avaliação Ambiental Integrada da Bacia do Rio Paraíba do Sul*. 2007.

FIALHO, Edson Soares. O clima e a gestão do território: O papel da defesa civil no processo de reconstrução das áreas atingidas por eventos atmosféricos extremos. *Revista Entre-Lugar*. Dourados-MS, v. 3, n. 6, p. 109-126, 2012. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufgd.edu.br/index.php/entre-lugar/article/viewFile/2449/1400>>. Acesso em: 19 fev. 2014.

FIALHO, Edson Soares; NASCIMENTO, Rosilene Aparecida do.; SILVA, Claudinei Heleno; SILVA, Leonardo Alves de Oliveira. Compreendendo a dinâmica das enchentes e suas repercussões no médio e baixo vale da bacia hidrográfica do rio Piranga em dezembro de 2008. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE

CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 9, 2010. Ceará, *Anais...*, Fortaleza: ABCLIMA/UFC, 2010, cd-rom.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 14 mai. 2013.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/portal/>>. Acesso em: 13 jul. 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 15 jun. 2013.

OLIVEIRA, Alda Santos. Interações entre sistemas frontais na América do Sul e a convecção da Amazônia. 1986. 114 f. *Dissertação* (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1986. Disponível em: <<http://mtc-m05.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/iris%401905/2005/07.28.01.37/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2013.

NASCIMENTO, Rosilene Aparecida do. Impactos Pluviais: O caso de Piranga-MG. *Revista de Ciências Humanas*. Viçosa, v. 10, n. 1. p. 94-110, 2010. Disponível em: <<http://www.cch.ufv.br/revista/pdfs/vol10/artigo6vol10-1.pdf>>. Acesso em 18 fev. 2014.

NASCIMENTO, Rosilene Aparecida do. A Zona de Convergência do Atlântico Sul – ZCAS e os eventos pluviais intensos no município de Piranga-MG. *Revista ACTA Geográfica*, Boa Vista, ed. Esp. Climatologia Geográfica, p. 101-113, 2012. Disponível em: <<http://revista.ufrr.br/index.php/actageo/article/view/1097>>. Acesso em: 12 jul. 2013.

QUADRO, Mário Francisco Leal. Estudo de Episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a América do Sul. 1994. 94f. *Dissertação* (Mestrado em Meteorologia) – INPE, São José dos Campos, 1994. Disponível em: <<http://mtc-m15.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/MTC-m13%4080/2005/08.26.14.10/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2013.

REIS, Ruiبران Januário dos; GUIMARÃES, Daniel Pereira; LANDAU, Elena Charlotte. *Chuvvas em Minas Gerais*. Belo Horizonte: Ed. PUC Minas, 2012. 96p.

ROCHA, Carla de Souza; FIALHO, Edson Soares. Guaraciaba e a enchente de 2008: os impactos e os agentes transformadores. In: *IX Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica*, Fortaleza, 2010a, p. 1-15.

ROCHA, Carla de Souza; FIALHO, Edson Soares. Modelando a exceção: a cidade de Teixeira-MG e a enchente de 1975. In: *I Congresso Brasileiro de Organização do Espaço e X Seminário de Pós-Graduação em Geografia da UNESP/Rio Claro*, 2010b, p. 696-708.

SANT'ANNA NETO, João Lima. Decálogo da climatologia do sudeste brasileiro. *Revista Brasileira de Climatologia*, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 43-60, 2005.

Disponível em:
<<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/revistaabclima/article/viewFile/25232/16936>>. Acesso em: 18 jan. 2013.

SANTOS, Vitor Juste dos. Fragilidade ambiental à erosão laminar na bacia hidrográfica do córrego São Domingos, em Ubá/MG. 2016, 159 p. *Dissertação* (Mestrado Acadêmico) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG.

SEABRA, Márcia dos Santos; MENEZES, Wallace Figueiredo; ROTUNNO FILHO, Otto Corrêa. Influência da ZCAS em Bacias Hidrográficas nas regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. *Congressos Brasileiros de Meteorologia, Anais 1980-2006*. Disponível em:
<<http://www.cbmet.com/cbmfiles/148e271042d891bd60fe9d812499f36544.pdf>>. Acesso em: 11 jul. 2013.

SILVA, Gabriel Toledo. As repercussões no espaço urbano de Visconde do Rio Branco/MG frente aos eventos pluviais extremos. 2012. 84f. *Monografia* (Especialização em Climatologia Urbana) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2012.

SILVA, Leonardo Alves de Oliveira. A desorganização do espaço urbano em Ponte Nova (MG) frente às grandes enchentes de 1951,1979,1997 e 2008. 2009. 66f. *Monografia* (Especialização em Climatologia Urbana) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009. Disponível em: <<http://www.novos cursos.ufv.br/graduacao/ufv/geo/www/wp-content/uploads/2013/08/Leonardo-Alves-de-Oliveira.pdf>> Acesso em: 11 jul. 2013.

SOUZA, Carina Oliveira de; PERELLA, Ana Catarina Farah; CALBETE, Nuri Oyamburo de. Zona de Convergência do Atlântico Sul e suas consequências no verão para o Estado de São Paulo, período de 20 a 29 de janeiro de 1997. In: *IX Encontro Latino-Americano de Iniciação Científica e V Encontro Latino-Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba*, 2005, p. 17-19. Disponível em:
<http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2005/inic/IC1%20anais/IC1-6.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2013.

Texto submetido à RBClimate em 12/02/2014