

A ZONA DE CONVERGÊNCIA DO ATLÂNTICO SUL E A PRECIPITAÇÃO PLUVIAL DO MUNICÍPIO DE VILA VELHA (ES): REPERCUSSÕES SOBRE AS INUNDAÇÕES**THE SOUTH ATLANTIC CONVERGENCE ZONE PRECIPITATION PLUVIAL THE MUNICIPALITY OF VILA VELHA (ES): FLOODING EFFECTS****Eberval Marchioro**

Universidade Federal do Espírito Santo

ebervalm@gmail.com

Graziani Mondoni Silva

Universidade Federal do Espírito Santo

Wesley de Souza Campos Correa

Universidade Federal do Espírito Santo

Recebido (*Received*): 11/12/2015 Aceito (*Accepted*): 03/04/2016
DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/rdg.v31i0.108447>

Resumo: Este artigo tem por objetivo analisar a influência da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre o comportamento pluviométrico no município de Vila Velha (ES), relacionando-o à ocorrência de inundação. A área em estudo é sistematicamente atingida por eventos de inundação, que vem causando anos após anos sérios danos sociais e econômicos a população local. Neste estudo identificaram-se os episódios de ZCAS, o comportamento pluviométrico e os eventos de inundações, por meio da revista *Climanálise*, do INMET, do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID) e do jornal *A Tribuna*, respectivamente. A partir desses dados foi possível constatar que a ação da ZCAS influencia a variação da pluviosidade aumentando os totais de chuva que acabam gerando ocorrências de inundações no município de Vila Velha (ES). A pesquisa demonstrou que a ZCAS exerce papel importante sobre o comportamento pluvial e este pode desencadear a ocorrência de desastres naturais, trazido por meio das inundações, sendo assim aprofundar o assunto faz-se necessário.

Palavras-Chave: Climatologia; Desastre ambiental; Pluviosidade.

Abstract: This article aims to analyze the influence of the South Atlantic Convergence Zone (SACZ) on the rainfall in the municipality of Vila Velha (ES) pattern, as related to the occurrence of flooding. The area under study is systematically affected by flood events, coming year after year causing serious social and economic damage to local population. This study identified the SACZ episodes, the rainfall and flood events through the *Climanálise* magazine INMET, the *Integrated Disaster Information (S2ID)* and *A Tribuna*, respectively. From these data it was found that the action of the rain ZCAS influences the rainfall variability, increasing the total rain that end up generating events of floods in the municipality of Vila Velha (ES). The research demonstrated that the SACZ plays an important role on the pattern of the rainfall which can trigger the occurrence of natural disasters brought by the floods. Deep studies on this subject is necessary.

Keywords: *Climatology, environmental disaster, Rainfall.*

INTRODUÇÃO

Os eventos pluviométricos trazem consequências significativas às sociedades humanas, principalmente quando esses não são bem compreendidos, gerando prejuízos econômicos, perdas sociais e ambientais (BOTELHO, 2011, KOBAYAMA *et al.*, 2006).

Na região Sudeste do Brasil, a alta concentração pluvial está associada aos vários sistemas circulatórios atmosféricos de larga e mesoescala, como a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) (QUADROS, 1994; ABREU, 1998). Dentre os desastres naturais associados à ZCAS, destacam-se as inundações, que têm ligações estreitas com o excesso pluviométrico, as condições de morfologia, litológica e de drenagem do relevo, entre outros.

Adicionam-se, as condições geoambientais naturais, o papel do homem em modelar a superfície terrestre, alterando o comportamento natural das águas sobre o relevo, potencializando ainda mais a ocorrência de inundações (BOTELHO, 2011).

No município de Vila Velha (ES) há condições naturais e antrópicas que corroboram para a ocorrência de inundações, tais como: precipitações pluviais elevadas e intensas, sobretudo no verão austral, condição análoga ao sudeste brasileiro (ABREU, 1998; CARVALHO *et al.*, 2004), relevo dominado por planícies e tabuleiros recortado por cursos d'água fluviais que drenam para o oceano (RADAMBRASIL, 1983). Além disso, os usos e ocupação da terra são pautados na retirada da cobertura vegetal com impermeabilização do solo (GARCIA, 2011), tornando-o num cenário ideal para minimização da infiltração e o aumento do escoamento superficial, contribuindo para ocorrência das inundações (TUCCI, 2004).

Em Vila Velha, na primeira década do século XXI foram registrados eventos de inundação que causaram transtornos a milhares de pessoas, levando o poder público local a decretar por vezes, situação de emergência ou calamidade pública (BRASIL, 2013).

Em função das constantes inundações no município de Vila Velha, o presente artigo analisou a influência da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a variação da pluviosidade, correlacionando a ocorrência de inundação durante os meses de outubro a abril (primavera/verão estendida) entre os anos de 2001 e 2011. O uso do termo “primavera/verão estendida” é utilizado tendo em vista que alguns eventos de ZCAS ocorrem fora do período astronômico das estações do ano, ou seja, ocorrem em dias anteriores ou posteriores ao dia de início/fim da primavera e verão. Tal termo é encontrado em Andrade (2011).

A ZONA DE CONVERGÊNCIA DO ATLÂNTICO SUL: ASPECTOS CONCEITUAIS

O comportamento zonal da atmosfera faz parte do segundo sistema circulatório atmosférico e, é neste que encontra-se a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), definida por uma faixa de nebulosidade que se estende desde o sul da Amazônia até a porção sudoeste do oceano Atlântico subtropical, climatologicamente estaciona-se entre o norte do Paraná e sul da Bahia, podendo estar presente em outras áreas, porém, em menor frequência (ANDRADE, 2011).

A ZCAS pode permanecer estacionária por vários dias sobre uma mesma região, provocando intensificação das chuvas, principalmente no final da primavera e nos meses de verão (GRIMM, 2011).

Este fenômeno atmosférico é composto pela combinação dos seguintes mecanismos: 1) em altos níveis: circulação anticiclônica (Alta da Bolívia) (GUSMÃO, 1996; FIGUEROA, 1997); presença de um cavado quase-estacionário sobre a região nordeste do Brasil (HOREL e JONES, 1990; FIGUEROA, 1997); ou em determinadas situações, um vórtice ciclônico e uma faixa de vorticidade anticiclônica em altos níveis (FERREIRA *et al.*, 2004); 2) baixos níveis: escoamento de norte-noroeste que começa junto a encosta leste dos Andes e se prolonga até a região sudeste do Brasil em forma de jato, sendo muito importante para o transporte de umidade da região amazônica para o Brasil Central e regiões sul-sudeste, além dos sistemas frontais oriundos da porção meridional do continente (ABREU, 1998; CARVALHO *et al.*, 2004). A permanência da banda de

nebulosidade deve ser por no mínimo de 3 a 4 dias (JORGETTI, 2008), estendendo-se do sul e leste da Amazônia até o sudoeste do Atlântico Sul (FERREIRA *et al.*, 2004).

Além dos mecanismos formadores da ZCAS, outros fenômenos atmosféricos podem influenciar no posicionamento, intensidade, variabilidade e até na manifestação ou não da ZCAS, sendo esses: Atividade Convectiva na Amazônia, Jato Subtropical, Alta Subtropical do Atlântico Sul, Zona de Convergência Intertropical, Dipolo de Anomalia ROLE, Anomalia de TSM, Teleconexão entre Zona de Convergência do Pacífico Sul (ZCPS) e ZCAS, Oscilação de Madden e Julian (OMJ) Convecção na África e El Niño (QUADRO *et al.*, 2012; GRIMM, 2011; CARVALHO e JONES, 2009, JORGETTI, 2008; LUCAS, 2007; CERQUEIRA, 2006; FERREIRA *et al.*, 2004; AMARO *et al.*, 2010; GRIMM e FERRAZ, 2002; FIGUEROA, 1997).

O comportamento espacial da ZCAS apresenta-se em três regiões referentes à máxima atividade convectiva e mínima variabilidade subsazonal (“amazônica”), e máxima variância subsazonal (áreas denominadas “costeiras” e “oceânicas”). Essas apresentam as variações de intensidade e localização geográfica, com particular ênfase à extensão oceânica em contradição à convecção ativa continental (CARVALHO e JONES, 2009; ANDRADE *et al.*, 2010).

A ZCAS tem atuação marcante entre as regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil entre os meses de outubro a abril (primavera/verão estendida), mantendo um deslocamento norte-sul ao longo dos meses em relação a sua posição climatológica (ANDRADE, 2011), gerando grande quantitativo de precipitação praticamente em todos os anos, o que provoca eventos severos de alagamentos, inundações e movimentos de massa (CARVALHO e JONES, 2009).

Essa zona de convergência tem sido estudada por vários pesquisadores, como Silva Dias *et al.*, (1988) para a cidade do Rio de Janeiro; Abreu (1998) para o estado de Minas Gerais; Carvalho *et al.*, (2002) para o estado de São Paulo, Lucas (2007) para Região Metropolitana de Belo Horizonte; Pinheiro *et al.*, (2011) Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro; Correa e Albuquerque (2012) em um ensaio preliminar para o município de Vitória (ES).

Silva Dias *et al.*, (1988) afirmam que em fevereiro de 1988, um episódio de precipitação associada a ZCAS estacionou-se por vários dias sobre a cidade do Rio de Janeiro, provocando intensa precipitação, deflagrando deslizamentos e morte de centenas de pessoas.

Abreu (1998) em estudo sobre a climatologia da estação chuvosa de Minas Gerais, concluiu que as consequências socioambientais da atuação da ZCAS são sentidas nas constantes inundações provocadas pelo transbordamento dos rios e, nas cidades, pelos deslizamentos em assentamentos urbanos inadequados, muitas vezes com grandes prejuízos e até perdas de vidas humanas, onde tais transtornos são observados em áreas urbanas, incluindo Belo Horizonte.

Carvalho *et al.* (2002) para o estado de São Paulo, afirmam que “a intensidade da ZCAS é importante para a modulação de eventos extremos em todo o Estado, independentemente de sua extensão para o oceano”. Os mesmos autores constataram que 65% dos eventos extremos ocorrem quando a atividade convectiva apresentou-se intensa e que 35% ocorrem quando essa estava fraca.

Lucas (2007) buscou relacionar eventos extremos e a atuação da ZCAS e suas consequências sobre o espaço urbano de Belo Horizonte, concluindo que durante os eventos de ZCAS houve um maior acúmulo de precipitação, ocasionando sérios problemas físicos ambientais, principalmente nas áreas ilegalmente construídas do município.

Pinheiro *et al.*, (2011) afirmaram que o padrão sinótico associado à presença da Zona de Convergência do Atlântico Sul em meados de janeiro de 2011 provocou chuvas intensas que atingiram cidades da região serrana do estado do Rio de Janeiro, provocando a morte de mais de 900 pessoas em virtude de deslizamentos de terras.

Para o município de Vitória (ES), Correa e Albuquerque (2012) verificaram que três eventos do ZCAS no mês de novembro de 2008, foram preponderantes para as precipitações acima da média do município, ocasionando transtornos à população local, como, alagamentos, perdas humanas, prejuízos econômicos e intensificação dos riscos geológicos e geomorfológicos.

CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Vila Velha faz parte da Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) no estado do Espírito Santo, limitando-se a leste com Oceano Atlântico, a norte com Vitória, a oeste com Cariacica e Viana, e a sul com Guarapari (**Figura 1**) (INCAPER, 2011).

Vila Velha foi a primeira área da capitania do Espírito Santo a receber núcleo de povoamento. Atualmente, é o município mais populoso do estado com 414.586 habitantes, sendo que 99% vivem em áreas urbanas, distribuídos em 212,4 km² de área, o que confere uma densidade demográfica de 1951,99 hab./Km² (IBGE, 2010).

As formas de uso e ocupação da terra são pautadas na edificação de prédios residenciais, industriais e comerciais, na pavimentação das vias de circulação e na instalação de áreas retroportuária. Na atualidade, o município passa por um processo de expansão imobiliária, destacando-se os prédios e condomínios fechados de alto padrão e projetos governamentais de atração empresarial, sobretudo ligado ao setor de logística (ASEVILA, 2010; NOGUEIRA, 2012).

Caracterização Climática e Dinâmica atmosférica

A Região Sudeste do Brasil é uma região de transição entre climas quentes nas latitudes baixas, e climas mesotérmicos de tipo temperado nas latitudes baixas médias, com regime de chuvas tipicamente de ritmo tropical (NIMER, 1979). Inserido neste contexto, o município de Vila Velha (ES), segundo classificação proposta por Nimer (1979), caracteriza-se por ser quente e úmido com período subseco no inverno.

O município de Vila Velha apresenta totais pluviométricos anuais médios de 1.320 mm, sendo os meses mais chuvosos: novembro, com 199,8 mm, dezembro, com 219,9 mm e janeiro, com 153,7mm. Estes meses caracterizam-se por serem quentes e úmidos, com temperatura média variando de 24,5°C a 27,7°C e com umidade relativa do ar em torno de 75%. A estação menos chuvosa ocorre entre os meses de maio e setembro, com temperatura média amena alternando entre 22°C e 23°C graus, com baixos índices pluviométricos, que variam entre 54mm e 77mm, tal comportamento é relacionado ao efeito da maritimidade e a chegada de frente fria (CORREA, 2011, MARCHIORO, 2012; SILVA, 2013).

Em relação a dinâmica atmosférica, os principais fenômenos meteorológicos em escala sinótica que influenciam a variabilidade do tempo no município de Vila Velha (ES), de maneira geral, são os mesmo que atuam sobre a região sudeste do Brasil, ente eles: a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), Frente Fria (FF) e o Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) (REBOITA *et al.*, 2010).

Caracterização Geológica, Geomorfológica e Hídrica

Os compartimentos geológicos do município de Vila Velha são segundo o RADAMBRASIL (1983): a “Suíte” Intrusiva Espírito Santo, o Grupo Barreira, o Quaternário Marinho e Aluvionar.

A “Suíte” Intrusiva Espírito Santo, tem como características faixas de biotita gnaisse e kinzigitos, faixas de gnaisse migmatizados, e granito e granodioritos que são de forma geral corpos graníticos e granitóides. As rochas datam no intervalo de 600 e 450 MA (milhões de anos), caracterizando a sua formação no Ciclo Brasileiro e, apresentam características bastante variadas, tais como coloração entre cinza médio e rosa claro, granulação média a grosseira, com tipos porfiroblásticos abundantes.

Estruturalmente, mostram-se foliadas ou maciças, com catáclase constante e sua composição mineralógica não varia muito, com feldspatos brancos e róseos, quartzo e, em menor proporção, biotita e/ou anfíbólio. (RADAMBRASIL, 1983).

O Grupo Barreira é formado por sedimentos continentais dispostos ao longo da costa, formando barreiras, estendendo-se descontinuamente por trás das formações arenosas quaternárias.

Os minerais dos sedimentos do Grupo Barreira são mal selecionados por sofrerem curto transporte, tornando-se incapaz um bom selecionamento (RADAMBRASIL, 1983).

Os depósitos do Quaternário Marinho são formados basicamente por areias de quartzo, de cores esbranquiçadas e amareladas, de granulação fina a grosseira, ou ainda mal selecionada. Resultam do retrabalho do oceano, que os depositam na linha de costa formando cordões de praia, restingas e dunas. Já os depósitos de Quaternário Aluvionar são provenientes dos acúmulos de sedimentos em diversos ambientes, sendo constituídos de cascalhos, areias e siltes. (RADAMBRASIL, 1983).

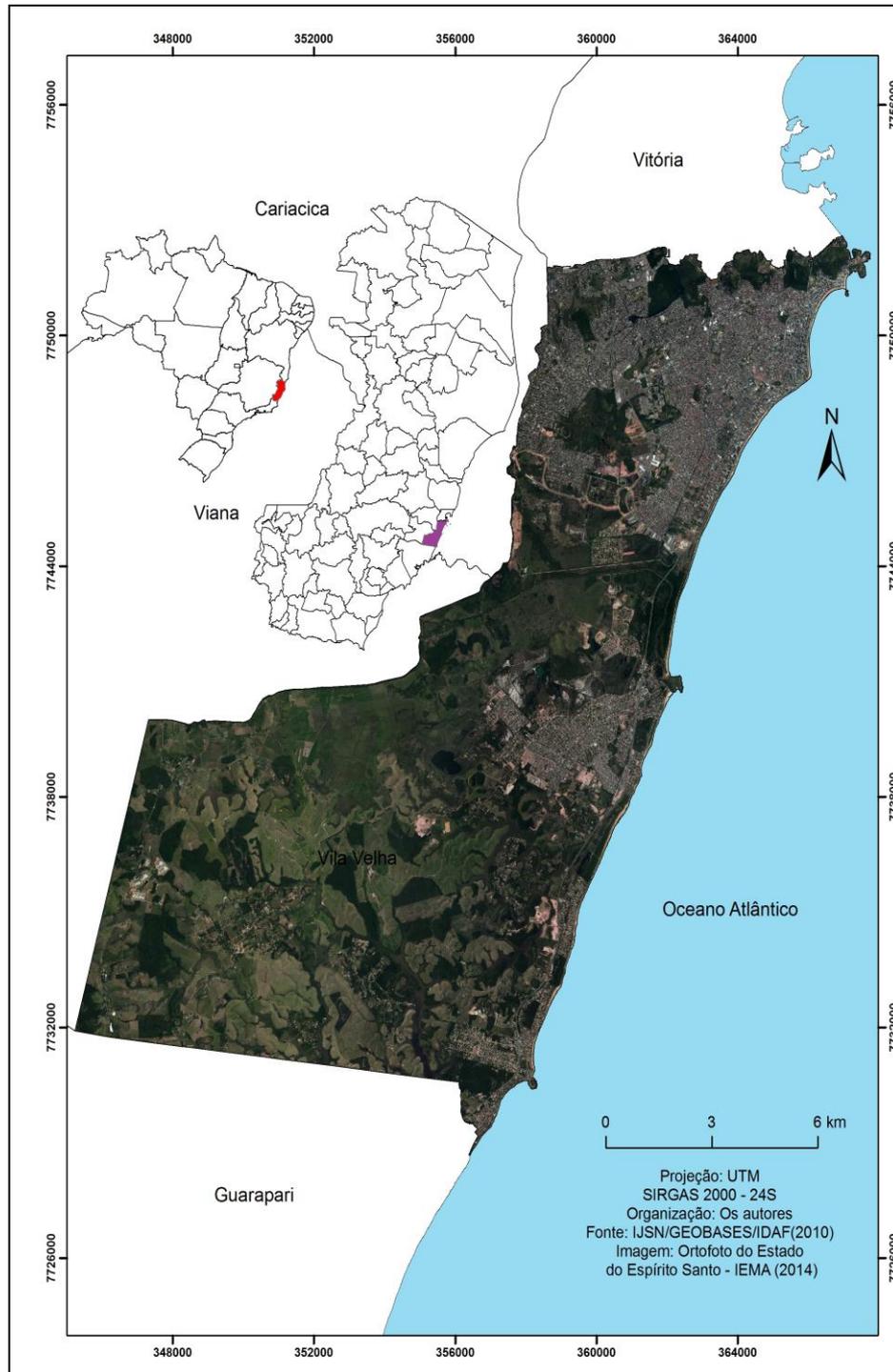


Figura 1: Localização do município de Vila Velha em relação ao Estado do Espírito Santo.

Do ponto de vista Geomorfológico, o município de Vila Velha encontra-se compartimentado em unidades geomorfológicas em unidades geomorfológicas, denominadas de Colinas e Maciços Costeiros, Tabuleiros Costeiros e Planícies Litorâneas (RADAMBRASIL, 1983).

As colinas são pequenas elevações no terreno com declividades suaves e altitudes inferiores aos 50 metros, sendo formas de relevo intermediárias derivadas da erosão e encontram-se isoladas uma das outras. Já os Maciços Costeiros são parcialmente erodidos, encontram-se em grandes extensões territoriais nas massas de rochas cristalinas atingindo altitudes entre 100 e 200m (RADAMBRASIL, 1983).

As Colinas e Maciços Costeiros localizam-se principalmente na porção norte município de Vila Velha, apresentando topografia baixa e estrutura fraturada e dobrada. As colinas são heterogêneas e separadas por depressões alveolares colmatadas e por planícies aluviais, sua cobertura pedológica é do tipo colúvio nos topos, sendo estes angulosos e/ou subarredondados. Já os maciços, que constituem os pães-de-açúcar, são formações rochosas falhados na presença de inselbergs (RADAMBRASIL, 1983).

Os Tabuleiros estão dispostos principalmente na porção sul do município, sendo constituídos por relevo dissecado e com topos planos a convexizados, apresentando altitudes modestas (15 a 40m). A transição com as Colinas e Maciços Costeiros dá-se de forma gradual, sem às vezes perceber a mudança de unidade geomorfológica. (RADAMBRASIL, 1983).

As planícies compreendem uma extensão do terreno mais ou menos plana, onde os processos de deposição de material superam o de erosão. Esta unidade da paisagem caracteriza-se por apresentarem ambientes diversificados que reflete em sua distribuição espacial. Esse compartimento é “constituído de material acumulativo, do tipo aluvial e coluvial, com larguras e extensões variadas” (RADAMBRASIL, 1983, p. 314).

Nessas planícies, quando há o encontro das águas dos rios com a do oceano desenvolvem-se os manguezais, que podem atingir quilômetro continente adentro. Esse compartimento encontra-se junto à linha de costa, aos cursos d'água e em as áreas sujeitas à inundação, é marcante na porção central numa extensão leste/oeste, delimitando os outros dois compartimentos geomorfológicos (RADAMBRASIL, 1983).

As classes de solo presente no município de Vila Velha na escala de 1:400.00 elaborado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) no ano de 1978 e reclassificado a partir de 1999, são Neossolo Quartzarenico, Latossolo Vermelho Amarelo e Neossolo Fluvico (EMBRAPA, 1999).

A rede hídrica é bastante complexa, tendo em vista a baixa declividade do terreno e o adensamento urbano, que alterou significativamente sua dinâmica natural. Destacam-se os rios Jucu, Aribiri, Marinho, Formate e Congo, e os Canais da Costa, Marinho e Guaranhuns, além desses, há cursos d'água intermitentes e canais artificiais (valões), lagoas e brejos. Vila Velha é o município do estado com o maior número de canais, totalizando 72 mil metros de extensão (BRASIL, 2006; PMVV, 2011).

METODOLOGIA

Para a quantificação dos episódios de ZCAS ocorridos nos meses de outubro a abril (primavera/verão estendida) entre os anos de 2001 a 2011, e sua duração em dias, utilizou-se a Revista Climánilise, fornecida gratuitamente pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), vinculado ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), na homepage <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/>. Uma vez obtidos os dados, estes foram tabulados no programa Microsoft Excel 2010.

A partir da tabulação dos dados, os episódios de ZCAS foram agrupados quanto à duração em dias e, divididos em classes de intensidade, para melhor compreender sua relação com o comportamento pluviométrico no município de Vila Velha. As classes de intensidade das ZCAS utilizados neste trabalho são:

- Curta duração: episódios que perduram entre 3 e 4 dias;
- Média duração: episódios que perduram entre 5 a 7 dias;
- Longa duração: episódios que perduram entre 8 a 10 dias; e
- Excepcional duração: episódios que perduram por mais de 10 dias.

Uma vez identificado os episódios de ZCAS, tabulou-se os dados de precipitação diária da estação convencional do município de Vitória, do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), que está localizada entre as coordenadas -20.31°S e -40.31°O, na altitude de 36.30 m, a 200 metros de distância do limite norte de Vila Velha (COELHO *et al.*, 2013). A escolha dessa estação climatológica se justifica pelo fato de que na área em estudo não há estação do INMET, sendo assim, a estação de Vitória, localizada próxima ao município de Vila Velha, reflete a realidade meteorológica em análise.

A seleção dos eventos de inundações associados à ZCAS ocorridos no período em estudo foi possível por meio do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), vinculado à Defesa Civil Nacional, acessado gratuitamente na homepage <http://s2id.mi.gov.br/>. Pesquisando nos banners de Análise Geoespacial e Banco de Dados e Registros de Desastres, que fornecem informações oficiais sobre situações de anormalidade decretadas pelas autoridades municipais para solicitar ajuda aos poderes estaduais e/ou federal. Além disso, foi feita uma visita a Defesa Civil municipal para levantar os formulários NOPRED (notificação preliminar de desastres) e AVADAN (avaliação de danos).

O NOPRED tem por objetivo alertar ao Sistema Nacional de Defesa Civil (SINDEC) a ocorrência de um fato anormal, por meio de uma avaliação preliminar do desastre, estimando sobre as causas do evento e os danos causados, o mesmo deve ser preenchido num prazo de 12 horas. Contemplando dados de localização e características da área atingida, além dos danos humanos e materiais.

O AVADAN tem por objetivo apresentar ao SINDEC informações detalhadas sobre o evento calamitoso, contendo as características intrínsecas do mesmo, a área afetada, e em detalhes os danos causados, num prazo máximo de 120 horas (5 dias). A área afetada é cartografada, os danos são categorizados em humanos, materiais, ambientais / recursos naturais, econômicos, sociais, além da avaliação sobre a situação do desastre e da capacidade da prefeitura em lidar com o mesmo.

Com os eventos de inundações identificados e selecionados, buscou-se registro fotográfico e documental para compreender o quão foi à ação desses eventos. Para isso utilizou-se da homepage <http://pdf.redetribuna.com.br/>, do Jornal a tribuna, um importante veículo de comunicação estadual, que disponibiliza gratuitamente as edições anteriores à data de publicação do dia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, são apresentados e discutidos os períodos de ocorrência da ZCAS, sua relação com a precipitação pluvial e, seus reflexos sobre o fenômeno de inundação do município de Vila Velha (ES).

A ocorrência da atuação das ZCAS

Conforme pode ser visto na **Tabela 1**, foram identificados 90 episódios da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), durante o período da primavera/verão estendida entre os anos de 2001 e 2011, o que lhe confere em média 9 episódios por sazonalidade.

Considerando a temporalidade de análise, há um aumento no número de episódios de ZCAS ao longo dos últimos anos do período analisado. A maior frequência de episódios de ZCAS ocorreu no período 2010/2011, que registrou 13 eventos, bem acima da média sazonal verificada. Porém, o período entre os anos 2007/2008 a 2009/2010 apresentam também alta frequência de ZCAS,

contabilizando 12 eventos em cada sazonalidade, que junto com o período entre 2010/2011 totalizaram 54,3% dos episódios. Já a menor frequência foi registrada nos períodos 2002/2003 e 2003/2004, os quais contabilizam 5 episódios cada, bem abaixo da média sazonal, totalizando 11,4% dos eventos.

Tabela 1: Episódios da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) no município de Vila Velha (ES).

Período / Mês	out.	nov.	dez.	jan.	fev.	mar.	abr.	%	Total
2001/2002	0	2	2	2	0	0	0	6,7	6
2002/2003	0	0	2	3	0	0	0	5,6	5
2003/2004	0	0	0	3	2	0	0	5,6	5
2004/2005	0	1	2	1	1	2	0	7,8	7
2005/2006	0	3	2	2	1	1	0	10,0	9
2006/2007	1	2	1	2	2	1	0	10,0	9
2007/2008	1	2	2	2	3	2	0	13,3	12
2008/2009	1	3	2	2	1	2	1	13,3	12
2009/2010	3	0	2	3	0	3	1	13,3	12
2010/2011	0	3	3	3	1	2	1	14,4	13
%	6,7	17,8	20,0	25,6	12,2	14,4	3,3	100	-----
Total	6	16	18	23	11	13	3	-----	90

Fonte dos dados: CPTEC/INPE (2013). Elaborado pelos autores.

Em relação à frequência intrassazonal, ou seja, dentro da primavera/verão estendida, a ZCAS se mostrou bastante dinâmica, apresentando os meses de janeiro, dezembro e novembro, respectivamente, como os mais ativos, totalizando 62,8% dos eventos. Deste total verificado, o mês de janeiro registrou 23 episódios, correspondendo a 1/4 dos episódios do período estudado.

Em relação aos meses de dezembro e janeiro, a responsabilidade pela alta frequência de ZCAS é atribuída ao auge da convecção sobre a região tropical do Brasil, principalmente quando associado à ocorrência de sistemas frontais nos subtropicais do Atlântico Sul, que eleva a umidade atmosférica, contribuindo para maior ocorrência de ZCAS (MARCHIORO, 2012, ANDRADE, 2011).

No outro extremo, foi verificado que os meses de outubro e abril foram os menos intensos de atuação da ZCAS, juntos registraram apenas 10% dos episódios, sendo que em abril ocorreram somente 3 eventos (**Tabela 1**). Esse comportamento mensal pode ser apontado como resultado da ação de outros fenômenos atmosféricos associados à ZCAS, por exemplo, o regime de monção, que nos meses de outubro e março, respectivamente, estão na fase de “pré-monção” e “pós-monção”, o que confere pouca nebulosidade ao desenvolvimento da ZCAS (CARVALHO; JONES, 2009).

A fase pré-monção é definida como o período que antecede o máximo convectivo, o qual confere grande quantidade de umidade à atmosfera, já o pós-monção é quando esse máximo passou. Na fase de monção ocorrem altas precipitações, termo associado ao sudeste asiático. Carvalho e Jones (2009) usam os termos pré e pós monção ao associarem a Alta da Bolívia e o antepiano andino na disposição longitudinal (oeste-leste).

Mediante as justificativas apresentadas, observa-se que o comportamento da atuação da ZCAS sobre o município de Vila Velha verificado neste trabalho está em conformidade com a descrição da atuação da ZCAS (ANDRADE, 2011; KODAMA, 1992). Na **Figura 2**, são apresentados apenas os episódios de ZCAS que puderam ser relacionados aos dados de precipitação registrados pela estação convencional, os quais totalizaram 79 episódios. Assim, 11 episódios ficaram de fora na análise, sendo esses: 2 em novembro (2001) com seis dias de duração, 7 em

dezembro (2001 [2], 2009 [2] e 2010 [3]) com quatro dias (1 episódio), cinco dias (4 episódios) e seis dias (2 episódios), e 2 em janeiro (2002) com quatro e nove dias de duração.

Conforme a **Figura 2** pode-se verificar um predomínio de ZCAS com duração na classe de média duração (5 a 7 dias), totalizando 47 eventos. Já os eventos da classe de curta duração (3 a 4 dias), correspondem ao segundo mais comum, seguidos pelos eventos das classes de longa (8 a 10 dias) e excepcional (mais de 10 dias) duração, este último mais raro de ocorrer. Assim, observa-se uma tendência maior para eventos que perduram até sete dias, o que estão em consonância ao padrão na duração da ZCAS, salientado nos trabalhos de Carvalho e Jones (2009), Quadro (2011) e Andrade (2011).

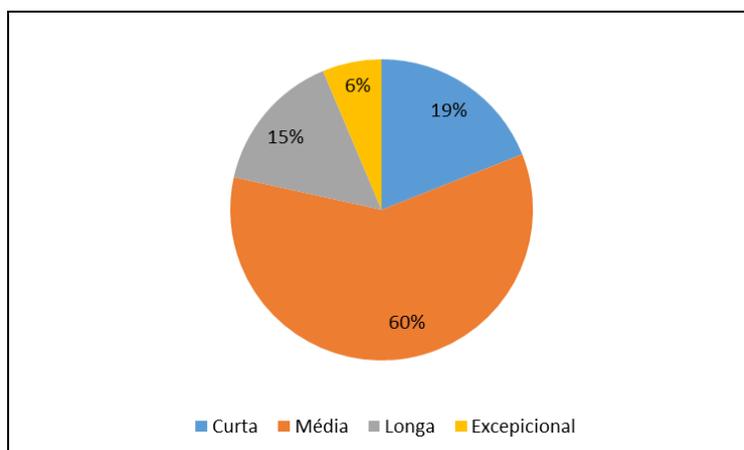


Figura 2: Percentual dos episódios de ZCAS em relação à duração em dias, no período de 2001 a 2011 sobre o território brasileiro. Fonte: CEPTEC/INPE (20013). Organizado pelos autores.

A ZCAS e a precipitação pluvial

Os eventos de ZCAS mostram-se bastantes dinâmicos quanto à precipitação pluviométrica na área em estudo, como pode ser observado na **Figura 3**. Os eventos de longa e excepcional duração de ZCAS geraram os maiores volumes médios de chuva, superando 90 mm por episódio. Já os episódios de média duração, apresentam chuvas entre 40 e 73mm por episódio, enquanto que os eventos de curta duração não ultrapassam 19 mm. Ao analisar o episódio de duração mais frequente, cinco dias, a média de chuva chega a 57,5 mm por episódio.

Tais características evidenciam uma tendência de excesso de precipitação para episódios das classes de longa e excepcional duração, que corroboram para trazer consequências sociais e econômicas, tendo em vista que a chuva prolongada e em excesso, associada às características naturais e a ação antrópica ao longo do tempo histórico do município de Vila Velha, possibilitam à ocorrência de inundação ano após ano.

Comparando a precipitação média dos episódios de ZCAS com a precipitação média da normal climatológica para o período de 1961-1990 (**Figura 4**), fica evidente o papel que os eventos de ZCAS desempenham sobre a precipitação na área em estudo, pois em todos os meses analisados o quantitativo médio pluvial da normal climatológica é fortemente influenciado pela ocorrência de eventos de ZCAS.

Em relação a normal climatológica, os meses de dezembro e fevereiro, respectivamente, são o mais e o menos chuvosos. Esse fato pode ter ligação ao exposto por Andrade (2011), que atribui aos meses de novembro a janeiro um deslocamento norte/sul no padrão espacial da ZCAS, o que traria acréscimo e posterior decréscimo de chuva com o deslocamento da posição climatológica da ZCAS sobre o município de Vila Velha, que tem no mês de dezembro o mais ativo. Há, no entanto, que se ressaltar o aumento de precipitação nos meses de março e abril, em relação a esses meses, Andrade (2011) aponta como menos ativo que dezembro, porém, representativos em relação a outubro.

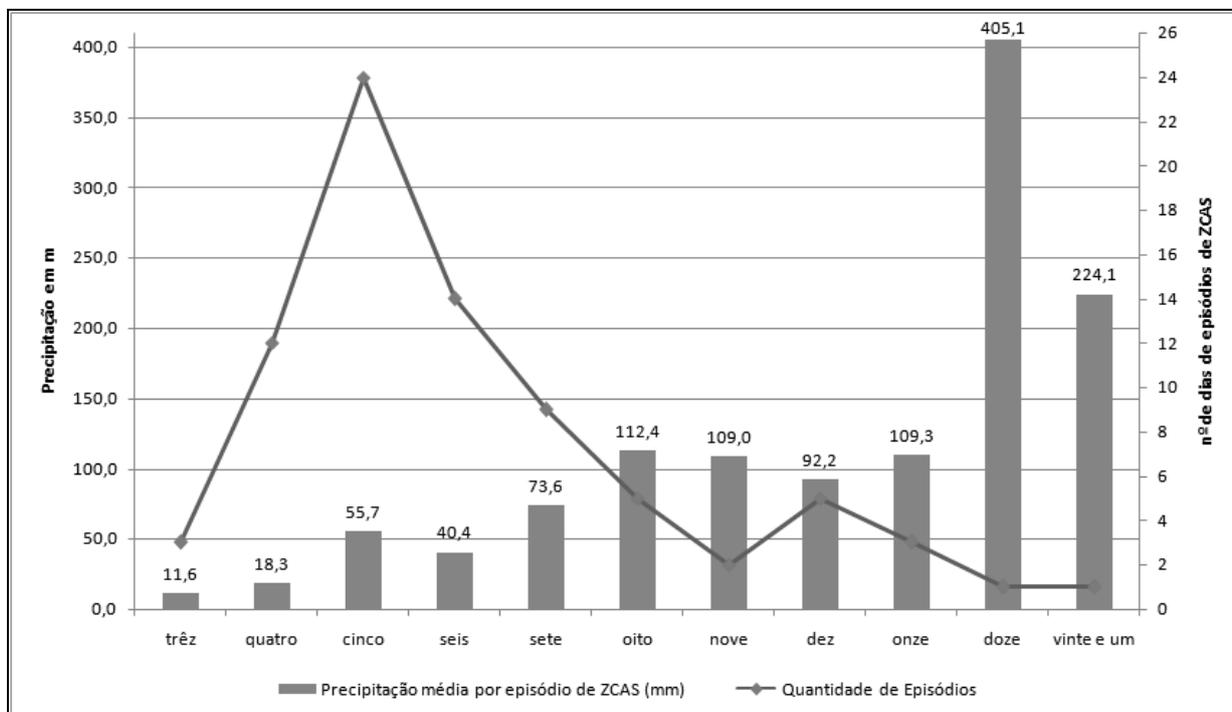


Figura 3: Variação da pluviosidade média por duração dos episódios, no município de Vila Velha (ES). Fonte: CPTEC/INPE (20013). Organizado pelos autores.

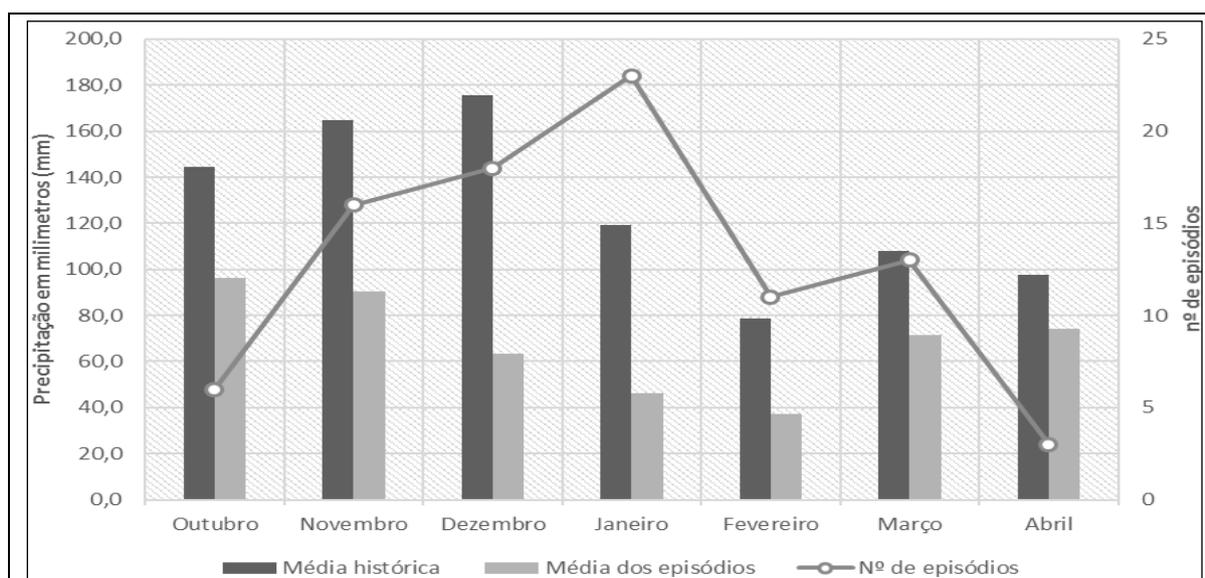


Figura 4: Comparativo entre a média climatológica (1961-1900) e a média dos episódios de ZCAS, no período de 2001 a 2011. Fonte: CPTEC/INPE (20013). Organizado pelos autores.

Os eventos pluviométricos das ZCAS e as inundações no município de Vila Velha

Durante o período analisado de ocorrência de ZCAS, foram identificados eventos de inundação que ocasionaram prejuízos socioambientais no município de Vila Velha, o que levou as autoridades locais a decretarem estados de calamidade pública e/ou situação de emergência. Desses em alguns há registros dos prejuízos, os quais puderam ser observados no formulário de Avaliação de Danos (Avadan), conforme as **Tabelas 2 e 3**.

O primeiro evento de inundação que levou as autoridades a decretarem de calamidade pública, ocorreu na presença da ZCAS entre os dias 16 a 21 de novembro de 2001. Nesse evento a duração da ZCAS foi de 6 dias, enquadrando-se numa classe de média duração.

A precipitação total do período não foi mensurada pela estação climatológica, porém foi possível estima-la, utilizando à Climanálise (2001), em 73 mm, valor precipitado na região, a qual

compreende a área em estudo. Isso equivale a aproximadamente 45% do total mensal da normal climatológica. Os prejuízos à população do município não puderam ser identificados em virtude da ausência do AVADAN¹.

Tabela 2: Quantitativo de pessoas atingidas pelos eventos de inundação no município de Vila Velha (ES).

Duração da ZCAS	Desalojados	Desabrigados	Deslocada	Desaparecidos	Levemente Feridos	Gravemente Feridos
02 a 06/01/04	1.500	272	10.000	3	15	2
13 a 24/11/08	7.000	30	0	0	14	1
27/10 a 03/11/09	6.498	28	420	0	23	1
Total	16498	450	10420	3	66	4

Fonte: AVADAN/PMVV. Organizado pelos autores.

Tabela 3: Quantitativos de danos materiais e ambientais associados à ZCAS no município de Vila Velha (ES).

Duração da ZCAS	Enfermas	Mortas	Afetadas	Danos Materiais (edificações)	Danos Ambientais (Recursos Naturais)	Prejuízos Econômicos (setores da economia)
02 a 06/01/04	300	1	362.000	R\$ 116.703.000,	R\$ 5.020.000	R\$ 0,00
13 a 24/11/08	361	0	250.000	R\$ 75.246.000	R\$ 505.000	R\$ 275.000
27/10 a 03/11/09	349	1	234.650	R\$ 69.592.000	R\$ 1.100.000	R\$ 299.000
Total	1105	2	846650	R\$ 261.541.000	R\$ 6.625.000	R\$ 574.000

Fonte: AVADAN/PMVV. Organizado pelos autores.

No evento de ZCAS que ocorreu durante o período de 02/01 a 06/01/2004, caracterizando num evento de média duração, a precipitação total foi de 192,6 mm, superando a média mensal da normal climatológica de 73,2 mm. A distribuição das chuvas durante este período evidencia uma concentração no seu quinto dia (**Tabela 4**), com a intensificação da chuva promovida pela ZCAS, que totalizou 182,2 mm. A inundação associada a este evento ocasionou uma morte, bem como o maior número de desabrigados e pessoas afetadas, entre outros problemas (**Tabelas 2 e 3**)

Dentre os eventos de ZCAS que abordam a sua relação com processos geoambientais (**Figura 5**), este que ocorreu no período de 13 a 24/11/2008, caracterizando-se num evento de excepcional duração, foi o de maior duração e registrou os maiores índices pluviométricos das últimas três décadas.

O total pluviométrico deste evento de ZCAS, foi superior a duas vezes a normal climatológica do mês e, este mês, apresentou um total pluviométrico de 663 mm. A distribuição da precipitação ao longo deste evento ficou concentrado no terceiro, décimo, décimo primeiro e décimo segundo dia (**Tabela 4**).

Conforme pode ser visto na **Tabela 2** este evento trouxe prejuízos para o município, ocasionados por inundação e movimentos de massa (nas Colinas e Maciços Costeiros; e nas escarpas sedimentar do Grupo Barreiras associado a ocupação desordenada pela população), fato que prejudicou a circulação viária; interrupção de eletricidade e comércio nos bairros afetados; refletindo-se também sobre o maior número de pessoas enfermas e desalojadas do município.

Com relação ao evento de ZCAS do período de 27/10 a 03/11/2009, caracterizado como de longa duração, é possível verificar na Tabela 4, que em oito dias, a precipitação total foi de 514 mm, superior a somatória da normal climatológica dos meses de outubro e novembro. Em relação a

¹ As ações das Defesas Cívicas Brasil afóra são comprometidas pela constante mudança em seu quadro de funcionários, todavia, ligados as mudanças de governos, além disso, o uso de tal instrumento de comunicação à época não se constituía em norma para decretação de estados de calamidade pública e/ou situação de emergência.

distribuição da precipitação ao longo do evento, é possível observar na Tabela 4 que existe uma forte concentração dos maiores totais acumulados diários entre o segundo e o sexto dia, que totalizou 475,3 mm. Assim como os eventos anteriores, este apresentou diversos problemas a sociedade vila-velhense, tais como: inundação, suspensão de aulas, interdições de vias, serviços públicos e particulares prejudicados (**Figura 6**).

Tabela 4: A relação entre a ZCAS e o total pluviométrico (mm) diário do município de Vila Velha (ES).

Duração da ZCAS	Normal Climatológica (mm)	Total por evento (mm)	Precipitação diária (mm)											
			1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	12º
02/01 a 06/01/04	119,4	192,6	0	8,3	1,7	0,4	182,2	*	*	*	*	*	*	*
13/11 a 24/11/08	164,7	405,1	0,3	5,3	106	0	0	12	0,1	11,3	2,9	85,8	97,2	84,6
27/10 a 03/11/09	144,4 e 164,7	514	9,2	35	136	119,4	74,6	110	9,8	19,7	*	*	*	*
28/02 a 04/03/10	78,9 e 108,2	128,3	5,2	3,8	109	0,3	9,6	*	*	*	*	*	*	*
10/03 a 18/03/11	108,2	185,8	13,2	12,5	2,1	66,6	49	19	6	8,5	8,8	*	*	*

OBS: * Evento de ZCAS finalizado. Fonte: CEPTEC/INPE (2013) e INMET (2013). Organizado pelos autores.



Figura 5: Impactos causados pelas chuvas, a imagem maior mostra alagamento de uma das principais vias de circulação do município de Vila Velha (ES). Fonte: Capa do Jornal A TRIBUNA, dia 24/11/2008.



Chuva isola cidades e provoca pânico

Em Vila Velha, 30 mil casas foram danificadas e 12 mil pessoas, afetadas. O rio Santa Maria isolou várias cidades. Segundo a Defesa Civil, 33% dos municípios sofreram dano grave. >2 a 11

Figura 6. Impactos causados pelas chuvas, alagamento em via de circulação importante para mobilidade urbana do município de Vila Velha (ES). Fonte: Capa do Jornal A Tribuna, dia 31/10/2009.

O processo de inundação também esteve associado aos elevados níveis de maré, fato que dificulta o deságue das águas fluviais para o oceano. Baseado no AVADAN (2009), este evento foi o que apresentou o maior número de prejuízos econômicos e danos ambientais, mesmo apresentando um pequeno número de desabrigados.

Os dois últimos eventos de ZCAS analisados aconteceram entre 28/02 a 04/03/2010, configurando-se numa classe de média duração, no qual a precipitação acumulada do evento foi de 128,3 mm, desse total em um único dia choveu 109,4 mm, o que equivale a pouco mais da normal climatológica para o mês de março. E o evento entre 10/03/2011 a 18/03/2011, enquadrando-se na classe de longa duração, foi de 185,8 mm, superiores aos valores das normais climatológicas, superando-a em mais de 70%.

Durante esses dois episódios de ZCAS, ocorreram eventos de inundação trouxeram impactos pontuais à população, todavia não constam nos registros do Banco de Dados e Registros de Desastres, do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (2SDI), da Defesa Civil Nacional, relacionado alguma situação de emergência, estado de calamidade pública, ou documentos que atestam a ocorrência dos desastres, como o ADAVAN e o Formulário de Notificação Preliminar de Desastre (NOPRED). Porém constam na Análise Geoespacial, de responsabilidade do mesmo órgão, a ocorrência de dois desastres naturais, que foram classificados como enxurradas.

A distribuição geográfica dos eventos de inundação (**Figura 7**) demonstra que esses são recorrentes não apenas no tempo, mas também no espaço, o que sugere que outros fatores naturais ou antrópicos, além dos extremos pluviométricos, potencializam sua ocorrência, fato que deve ser investigado em pesquisas futuras.

De acordo com a **Figura 7**, observa-se que os eventos de inundações ocorreram com maior frequência na parte norte do município, porção essa na qual encontra-se os locais mais urbanizados (impermeabilizado do solo) do município, favorecendo o escoamento superficial das águas que rapidamente fluem para os corpos hídricos que drenam para a região. Como os canais não dão conta em despejar esse volume de água no mar e na Baía de Vitória, acabam as águas transbordando de seus leitos, haja vista o fator de declividade baixa e até mesmo negativa em algumas áreas.

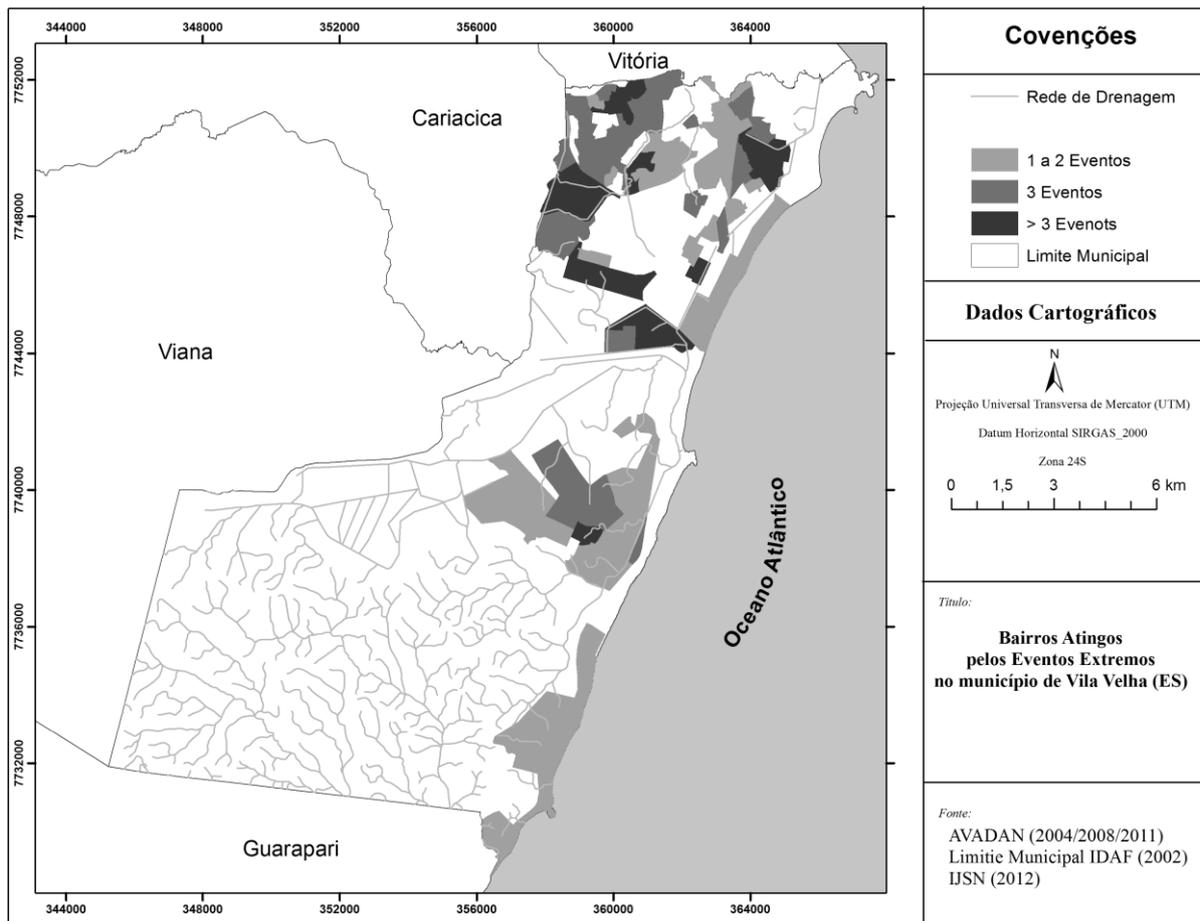


Figura 7. Distribuição geográfica dos eventos de inundação no município de Vila Velha.

As áreas ao sul são resultado do processo de expansão urbana, da porção norte, que seu deu em grande parte por assentamentos clandestinos (ocupações desordenadas), que nos tempos atuais estão sendo melhoradas suas infraestruturas viárias e de drenagem, no entanto, ainda, prevalecem os aterros de matérias argilosos que dificultam a percolação da água no solo, além disso, há um grande número de canais abertos nos quais correm o esgoto e as águas da chuva.

Essa situação se explica também por serem as áreas mais densamente povoadas no Município, tornando-se naquelas as quais o poder público deverá dá mais atenção, sendo assim, acabam ficando em evidência na hora do socorro e nos registros oficiais.

CONCLUSÃO

Baseado neste artigo é possível constatar que a ação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) exerce, forte influência na variação da pluviosidade no município de Vila Velha (ES). Esta influência se manifesta sobre extremos pluviométricos, ocasionando problemas de inundação, prejuízos sociais, ambientais e econômicos entre outros, ano após ano.

Compreender os fatores que desencadeiam os eventos de inundação no município de Vila Velha é de fundamental importância, tendo em vista os transtornos e os prejuízos causados por esses. Por hora, o artigo se debruçou em um dos fatores naturais que corrobora para a ocorrências de inundação que são os eventos pluviométricos extremos associados as ZCAS. Contudo, há a necessidade de estudos que abarquem os outros fatores naturais, bem como os antrópicos, para possibilitar medidas de planejamento ambiental para o município de Vila Velha.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) pela disponibilização dos dados climatológicos da estação convencional do Município de Vitória (ES).

REFERÊNCIAS

- ABREU, M. L. Climatologia da estação chuvosa de Minas Gerais: de Nimer (1977) à zona de convergência do atlântico sul. *Revista Geonomos*, Vol. 6, nº 2. 1998. p. 17-22.
- AMARO, H. A.; LACERDA, E. G; MOLION, L. C. B. Um episódio da Zona de Convergência na América do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 16., 2010, Belém, PA. A Amazônia e o clima global: anais. Belém, PA: SBMET, 2010
- ANDRADE, F.M.; MARTON, E.; ARAVÉQUIA, J.A. Modulação espacial de episódios de ZCAS durante o verão austral. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 16., 2010, Belém, PA. A Amazônia e o clima global: anais. Belém, PA: SBMET, 2010
- ANDRADE, F. M. de. Influências remotas na previsibilidade, estrutura e ciclo de vida da Zona de Convergência do Atlântico Sul. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). São José dos Campos -SP, 2011.
- ASSOCIAÇÃO DOS EMPRESÁRIOS DE VILA VELHA - ASEVILA. Plano de Desenvolvimento Sustentável de Vila Velha. 120p.: il. Color, 2010.
- BOTELHO, R. G. M. Bacias hidrográficas urbanas. In: GUERRA, A. T. S. (org.) Geomorfologia urbana. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 71-115.
- BRASIL, Defesa Civil. Sistema integrado de informações sobre desastres – S2ID. Disponível em: <<http://s2id.mi.gov.br/>>. Acessado em 26/03/2013.
- BRASIL, Ministério das Minas e Energia, RADAMBRASIL. Projeto RadamBrasil: levantamento de recursos naturais. Secretária Geral. vol. 32, Rio de Janeiro, 1982.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Caderno da Região Hidrográfica Atlântico Sudeste. Secretária de Recursos Hídricos – Brasília, 2006. p. 23-30.
- CARVALHO, L.M.V.; JONES, C.; LIEBMANN, B. The South Atlantic Convergence Zone: Extreme Rainfall. *J. Climate*, v.17, p.88-108, 2004.
- CARVALHO, L. M. V. de; JONES, C. Zona de convergência do atlântico sul. In: CAVALCANTI, I. F. A. (Org.). Tempo de clima no Brasil. São Paulo: Oficina de textos, 2009. p. 95-125.
- CERQUEIRA, F.A.: Estudo Climatológico-Dinâmico dos Sistemas Sinóticos que Afetam o Sudeste do Brasil. Monografia (Graduação em Meteorologia). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2006.
- CLIMANÁLISE. Boletim de monitoramento e análise climática. Cachoeira Paulista, SP, Brasil. INEP/CPETC. Disponível em: <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/#>>, Acessado em 8/02/2012.
- COELHO, A. L. N., CORREA, W. de S. C., NASCIMENTO, F. H. Uso de produtos de sensoriamento remoto para a classificação e análise de temperaturas de superfície no município de Vila Velha/ES (Brasil). *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica - GeoFocus*, v.13 n.1, Madri – Es, 2013 p. 61-76.
- CORREA, W. de S. C.; ALBUQUERQUE, T. T. de A. A influência da zona de convergência do atlântico sul nas precipitações intensas no mês de novembro de 2008 e suas consequências sobre o município de Vitória/ES. *Revista GEONORTE*, Ed. Especial 2, V. 1 N. 5. 2012, p. 796-806.
- CORREA. W. de S. C. Comportamento dos elementos climáticos, temperatura e precipitação, no município de Vitória (ES) no período de 1987 a 2007. Monografia (Graduação do Curso de Geografia). Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2011.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação do Solo. Editora Embrapa. Rio de Janeiro (RJ). 1999. 412p.

- FERREIRA, N.J.; SANCHES, M. B., SILVA DIAS, M. A. F. Da: Composição da Zona de Convergência do Atlântico Sul em Períodos De El Niño e La Niña. In: Revista Brasileira de Meteorologia, v.19, n.1, 89-98, 2004.
- FIGUEROA, S. N.: Estudo dos sistemas de circulação de verão sobre a América do Sul e suas simulações com modelos numéricos. Tese de Doutorado do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE-7121-TDI/672). São José dos Campos, 1997.
- GARCIA, D. G. Configuração urbana do município de Vila Velha/ES: reflexões sobre os espaços livres e áreas ambientalmente fragilizadas. VI Colóquio QUAPÁ-SEL. Fau-Maranhão – SP, 2011.
- GRIMM, A. M.; FERRAZ, S. E. T. Variação Interdecadal da Relação entre Eventos El Niño E La Niña e Precipitação no Brasil. in: Anais do XII Congresso Brasileiro de Meteorologia. Foz do Iguaçu/BRA: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2002.
- 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.
- GUSMÃO, A. M. Alta da Bolívia. Revista climanálise. Cachoeira paulista, ed.Especial, p. 143-146, out. 1996.
- HOREL, J.D.; JONES, C. A circulação da Alta da Bolívia e a atividade convectiva sobre a América do Sul. Revista brasileira de Meteorologia, 5(1)379-387, 1990.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=21&uf=32>>. Acessado em 26/09/2012.
- INSTITUTO DE CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL – INCAPER. Programa de assistência técnica e extensão rural PROATER 2011 – 2013: Vila Velha. 2011.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. Normais climatológicas do Brasil 1961-1990. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acessado em: 10/03/2013.
- JORGETTI, T.: A Zona de Convergência do Atlântico Sul e os Processos Oceânicos do Atlântico e do Pacífico. Tese (Doutorado em Ciências Atmosféricas). Departamento de Ciências Atmosféricas, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- JORNAL A TRIBUNA. Edições de 31 de outubro de 2009. Disponível em: <<http://pdf.redetribuna.com.br/>>. Acessado em: março de 2013.
- KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D. A.; MARCELINO, I. P. V. O.; MARCELINO, E. V.; GONÇALVES, E. F.; BRAZETTI, L. L. P.; GOERL, R. F.; MOLLERI, G.; RUDORFF, F. Prevenção de desastres naturais: Conceitos básicos. Curitiba: Organic Trading, 2006. 109p.
- KODAMA, Y-M. Large-scale common features of sub-tropical precipitation zones (the Baiu Frontal Zone, the SPCZ, and the SACZ). Part I: characteristics of subtropical frontal zones. Journal of Meteorological Society of Japan, 1992.
- LUCAS, T. DE P. B. Chuvas persistentes e ação da zona de convergência do atlântico sul na região metropolitana de belo horizonte. Dissertação (mestrado em geografia). Universidade federal de minas gerais, belo horizonte, 2007.
- MARCHIORO, E. A incidência de frentes frias no município de Vitória (ES). Revista ACTA Geografia, Boa Vista, Ed. Esp. Climatologia Geográfica, 2012. p. 49-60.
- MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. p. 139-182.
- NIMER, E. Climatologia do Brasil. Editora do IBGE. Rio de Janeiro. 1979. 422p.
- OGUEIRA, S. Praia Mole ou Vila Velha? Estudo mostra prós e contras da implantação de porto de águas profundas. GAZETAONLINE, 2012. Disponível em: <http://gazetaonline.globo.com/_conteudo/2012/12/noticias/dinheiro/1379566-praia-mole-ou-vila-velha-estudo-mostra-pros-e-contras-da-implantacao-de-porto-de-guas-profundas.html>. Acessado em 26/04/2013.

- PINHEIRO, H.; ANDRADE, K., MOURA, C. A maior catástrofe climática do Brasil sob a visão operacional do CPTEC/INPE. In: IV Simpósio internacional de Climatologia, 4., 2011, João Pessoa-PB. Mudanças Climáticas e seus Impactos nas Áreas Urbanas: anais. João Pessoa-PB, SBMET, 2011.
- PMVV - PREFEITURA MUNICIPAL DE VILA VELHA. Plano de Diretor de Drenagem Urbana Sustentável. 2011. Volumes I, II e III.
- QUADRO, M. F. L., SILVA DIAS, M.A.F., HERDIES, D. L. GONÇALVES, L.G.G. Análise Climatológica da Precipitação e do Transporte de Umidade na Região da ZCAS através da Nova Geração de Reanálises. Revista Brasileira de Meteorologia, v.27, n.2, 152 - 162, 2012.
- QUADRO, M. F. L., Estudo de episódios de zonas de convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a América do Sul. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos (SP), 1994, 97 pp.
- REIBOTA, M. S.; GAN, M.A.; ROCHA, R.P.; AMBRIZZI, T. Regimes de Precipitação na América do Sul: Uma Revisão Bibliográfica. Revista Brasileira De Meteorologia. VOL.25 N.2 SÃO PAULO, 2010, P. 185 - 204.
- SILVA DIAS, P.L.; CAPLAN P.; KOUSKY, V.E. As chuvas intensas de fevereiro de 1988: circulação global e previsibilidade. In: congresso brasileiro de meteorologia, 5. Rio de Janeiro, 7-11 nov. 1988. Anais ii, p. IX.6-10.
- SILVA, G. M. A Zona de Convergência do Atlântico Sul e a precipitação pluvial do município de Vila Velha (ES): repercussões sobre as inundações. Monografia (Bacharelado em Geografia). Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.
- TUCCI, C. E. M. Controle de enchentes. In: TUCCI, C. E. M.; SILVEIRA, A. L. L. da [et al.] HIDROLOGIA: ciência e aplicação. 3ª ed., primeira reimpressão. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2004, p. 622-658.