UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO – UFES
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS – CCHN
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA – DGEO

GRAZIANI MONDONI SILVA

A ZONA DE CONVERGÊNCIA DO ATLÂNTICO SUL E A PRECIPITAÇÃO PLUVIAL DO MUNICÍPIO DE VILA VELHA (ES): REPERCUSSÕES SOBRE AS INUNDAÇÕES

VITÓRIA – ES
2013

GRAZIANI MONDONI SILVA

A ZONA DE CONVERGÊNCIA DO ATLÂNTICO SUL E A PRECIPITAÇÃO PLUVIAL DO MUNICÍPIO DE VILA VELHA (ES): REPERCUSSÕES SOBRE AS INUNDAÇÕES

Monografia apresentada ao Departamento de Geografia do Centro de Ciências Humanas da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Eberval Marchioro

VITÓRIA – ES

2013

GRAZIANI MONDONI SILVA

A ZONA DE CONVERGÊNCIA DO ATLÂNTICO SUL E A PRECIPITAÇÃO PLUVIAL DO MUNICÍPIO DE VILA VELHA (ES): REPERCUSSÕES SOBRE AS INUNDAÇÕES

Monografia apresentada ao Departamento de Geografia do Centro de Ciências Humanas da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em Geografia.

Aprovado em 28 de maio de 2013

COMISSÃO EXAMINADORA

_____

Prof. Dr. Eberval Marchioro
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

_____

Prof. Dr. André Luiz Nascentes Coelho
Universidade Federal do Espírito Santo

_____

Prof.ª Dr. Cláudia Câmara do Vale
Universidade Federal do Espírito Santo

Agradecimentos,

A Deus, porque sem ele nada seria possível.

A minha esposa por compreender e apoiar a conclusão desta etapa de estudo na minha vida.

Ao professor Dr. Eberval Marchiore que acreditou que seria possível concluir este estudo no tempo que eu dispunha.

E ao Wesley de Souza Campos Correa pelas indicações bibliografias que ajudaram redigir essa pesquisa.

RESUMO

Este trabalho 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, na sazonalidade da primavera e verão estendida entre os anos de 2001 e 2011. 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 influência o comportamento pluvial, aumentando os totais de chuva que acabam gerando ocorrências de inundações no município de Vila Velha (ES). Estas estão associadas aos episódios de ZCAS e trazem muitos transtornos a população da área, onde foram registrados 8 eventos de inundações de grande magnitude, de acordo com os dados disponíveis no S2ID. A pesquisa demostrou 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 – chaves: ZCAS. Comportamento pluvial. Inundação.

ABSTRACT

This paper aims to analyze the influence of the convergence zone of the South Atlantic (SACZ) on the behavior of rainfall in the municipality of Vila Velha (ES), as related to the occurrence of flooding in the spring and summer seasonality extended between the years 2001 and 2011. The study area is systematically affected by flood events, which year after year has caused serious social and economic damage to the local population. This study identified the SACZ episodes, the behavior of rainfall and flooding events, through the magazine Climanálise, INMET, the Integrated Disaster Information (S2ID) and A Tribuna, respectively. From these data it was established that the action of rain ZCAS influence behavior, increasing the total rain that end up generating occurrences of floods in the municipality of Vila Velha (ES). These episodes are associated with many disorders ZCAS and bring the population of the area, which were recorded 8 flood events of great magnitude, according to the data available in S2ID. The research demonstrated that the SACZ plays an important role on the behavior rain and this can trigger the occurrence of natural disasters brought by the floods, thus deepening the subject is necessary.

Key - words: SACZ. Behavior rain. Flood.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – A inundação de 1960 marcou a história da cidade por ser a primeira a atingir elevado contingente populacional para época. A imagem superior mostra a área ocupada nos dias atuais e a imagem inferior o evento de inundação, com destaque ao Colégio Marista localizado no distrito sede.....18

Figura 2 – Evolução dos principais modelos de circulação geral da atmosfera.....22

Figura 3 – Modelo de circulação geral da atmosfera e direção do próximo à superfície.....23

Figura 4 – Efeito da força de Coriollis que ocasiona o desvio na direção do vento, a letra A e B representam áreas de alta e baixa pressão respectivamente.....25

Figura 5 – Padrão na direção dos ventos superficiais.....26

Figura 6 – Padrão de movimento do ar vertical em larga escala.....28

Figura 7 – Área de ocorrência da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) em dois episódios, a esquerda 13 a 19/01/2003 e a direita 25/01 a 01/02/203, representado pelo brilho médio GOES (K).....30

Figura 8 – Radiação de Onda Longa (ROL), que evidência a formação de ZCAS, janeiro de 2003.....31

Figura 9 – Comportamento atmosférico associado à formação de ZCAS, na figura da esquerda nota-se os campos de vento, os jatos e sistemas atmosféricos atuantes, na figura da direta, há a presença da ZCAS e os centros de baixa pressão (frentes) e

alta pressão (alta da Bolívia) que caracterizam esse sistema. Ambas as figura são referentes ao mesmo episódio de ZCAS.....33

Figura 10 – As três regiões de atuação geográfica e intensidade da ZCAS, representadas pelas linhas tracejadas, estabelecidas a partir do campo de ROL....34

Figura 11 – Evolução do aumento do nível das águas do leito do rio.....38

Figura 12 – Evolução do aumento do nível das águas do leito do rio.....39

Figura 13 – Inundação do valão – trecho do canal da Costa, no entroncamento das ruas Jair de Andrade e Luciano das neves, em Itapoã, Vila Velha no dia 19/03/213.....41

Figura 14 – Localização da área em estudo.....42

Figura 15 – Domínios Climáticos do estado do Espírito Santo.....46

Figura 16 – Caracterização geomorfológica da área em estudo.....51

Figura 17 – Copos d'águas presentes na área em estudo.....53

Figura 18 – Classe de intensidade dos episódios de ZCAS.....55

Figura 19 – Pluviômetro manual utilizado para obtenção de dados diários de precipitação pluviométrica.....56

Figura 20 – Área de ação máxima da ZCAS, S (área sul) C (área central), N (área norte).....61

Figura 21 – Percentual dos episódios de ZCAS em relação à duração em dias.....62

Figura 22 – Comportamento pluviométrico médio por duração dos episódios.....62

Figura 23 – Escassez e excesso de precipitação referente à duração das ZCAS.....63

Figura 24 – Comparativo entre a média climatológica e a média dos episódios.....65

Figura 25 – Comparativo entre a média climatológica, a média dos episódios e a média sem o episódio.....71

Figura 26 – Atuação da ZCAS sobre a área em estudo pode se observada pelo campo de ROL inferior a 200 W/t^2. 2º episódio de 16 a 21 de novembro de 2001.....73

Figura 27 – Atuação da ZCAS sobre a área em estudo pode se percebida pela baixa temperatura de brilho médio infravermelho do satélite GOES, na qual verifica-se a banda de nebulosidade orientada no sentido NW/SE. 1º episódio de 02 a 06 de janeiro de 2004.....74

Figura 28 – Atuação da ZCAS sobre a área em estudo pode se percebida pela baixa temperatura de brilho médio infravermelho do satélite GOES, na qual verifica-se a banda de nebulosidade orientada no sentido NW/SE., a esquerda, e acumulado de chuva para o evento, alto na área em estudo, a direita. 2º episódio de 13 a 24 de novembro de 2008.....75

Figura 29 – Impactos causados pelas chuvas, a imagem maior mostra alagamento de uma das principais vias de circulação da área em estudo.....76

Figura 30 – Atuação da ZCAS sobre a área em estudo pode se percebida pela baixa temperatura de brilho médio infravermelho do satélite GOES, a qual verifica-se um

banda de nebulosidade orientada no sentido NW/SE., a esquerda, e acumulado de chuva para o evento, alto na área em estudo, a direita. 3º episódio de 27 de outubro a 03 de novembro de 2009.....77

Figura 31 – Impactos causados pelas chuvas no Barrio Cobilândia (Vila Velha), que é frequentemente atingido por alagamentos e inundações dos canais que cortam o Bairro.....77

Figura 32 – Impactos causados pelas chuvas, alagamento em via de circulação importante para mobilidade urbana do município de Vila Velha (ES).....78

Figura 33 – Atuação da ZCAS sobre a área em estudo pode se percebida pela baixa temperatura de brilho médio infravermelho do satélite GOES, a qual verifica-se um banda de nebulosidade orientada no sentido NW/SE. 1º episódio de 28 de fevereiro a 04 de março de 2010.....79

Figura 34 – Trasbordamento de canal que corta o bairro Itapoã em Vila Velha (ES).....80

Figura 35 – Atuação da ZCAS sobre a área em estudo pode se percebida pela baixa temperatura de brilho médio infravermelho do satélite GOES, a qual verifica-se um banda de nebulosidade orientada no sentido NW/SE., a esquerda, e acumulado de chuva para o evento, alto na área em estudo, a direita. 2º episódio de 10 a 18 de março de 2011.....80

Figura 36 – Destaque para o município de Viana, que registrou as principais consequências.....81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).....58

Tabela 2 – Episódios de ZCAS ocorridas em outubro.....67

Tabela 3 – Episódios de ZCAS ocorridas em novembro.....68

Tabela 4 – Episódios de ZCAS ocorridas em dezembro.....68

Tabela 5 – Episódios de ZCAS ocorridas em janeiro.....69

Tabela 6 – Episódios de ZCAS ocorridas em fevereiro.....70.

Tabela 7 – Episódios de ZCAS ocorridas em março.....70

Tabela 8 – Episódios de ZCAS ocorridas em abril.....71

LISTA DE SIGLAS

ASEVILA – Associação Dos Empresários De Vila Velha

AVADAM – Formulário de Avaliação de Danos

CPTEC – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

ES – Espírito Santo

GOES – Satélite Ambiental Operacional Geoestacionário

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IJSN – Instituto Jones Dos Santos Neves

INCAPER – Instituto De Capixaba De Pesquisa, Assistência Técnica E Extensão Rural

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

LCGG – Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologia

mEc – Massa Equatorial Continental

mPa – Massa Polar Atlântica

mTa – Massa Tropical Atlântica

NOPRED – Formulário de Notificação Preliminar de Desastre

PMVV – Prefeitura Municipal de Vila Velha (ES)

RMGV – Região Metropolitana da Grande Vitória

S2ID – Sistema Integrado de Informações sobre Desastres

ZCAS – Zona de Convergência do Atlântico Sul

ZCIT – Zona de Convergência Intertropical

ZCOU – Zona de Convergência de Umidade

ZCPS – Zona de Convergência do Pacífico Sul

ZCST – Zonas de Convergências Subtropicais

ZPS – Zona de Precipitação Subtropical

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO.....15

2 – REVISÃO TEÓRICA.....20

2.1 – Padrão de circulação global da atmosférica.....20

2.1.1 – Movimento horizontal do Ar.....24

2.1.2 – Movimento vertical do Ar.....27

2.2 – A Zona de Convergência do Atlântico Sul– ZCAS.....29

2.3 – Os eventos de inundação.....36

3 – CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA EM ESTUDO.....42

3.1 – Localização, uso e ocupação da terra do município de Vila Velha (ES).....42

3.2 – Caracterização Climática do município de Vila Velha (ES).....44

3.3 – Caracterização geomorfológica do município de Vila Velha (ES).....47

3.4 – Caracterização hidrológica do município de Vila Velha (ES).....52

4 – METODOLOGIA.....54

5 – RESULTOS E DISCUSSÔES.....58

5.1 – O papel das ZCAS sobre os eventos de inundações e alagamentos no município de Vila Velha (ES).....72

6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....82

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....84

ANEXO.....90

1 – INTRODUÇÃO

O estudo do comportamento pluviométrico vem sendo objeto de analise nas últimas décadas nos ramos das geociências, pois contribui significativamente para ocorrência de desastres naturais [1], como por exemplo, as inundações e os movimentos de massas.

A precipitação pluvial, conhecida popularmente como chuva, é fator dominante na definição do clima local, resultando de uma série de eventos em escalas de tempo e espaço variado (SILVA DIAS; JUSTI DA SILVA, 2009). Pode ser caracterizada quanto à duração (diferença entre o início e término) que varia de curta a longa e a intensidade (quantidade de água que cai por unidade de tempo) que varia de fraca a forte (VAREJÃO-SILVA, 2005).

As chuvas ocorrem de formas variadas, sendo possível classificá-las quanto aos tipos de processo que as controlam. Esses estão ligados a altimetria do relevo, chuva orográfica; ao movimento vertical do ar, chuva convectiva; e ao movimento horizontal do ar, chuva frontal.

As chuvas orográficas são ocasionadas pela ação física do relevo que barra à advecção livre do ar. Nas regiões serranas e montanhosas o ar é levado a ascender sobre o obstáculo rochoso, e quando o ar apresenta característica quente e úmida sofre resfriamento adiabático, provocando a formação de nuvens estratiformes e cumuliformes que potencializam a produção de chuvas, estas são mais intensas nas vertentes de barlavento do que em sotavento (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007, KOBIYAMA et al., 2006).

---

[1] Os desastres naturais estão ligados à “relação entre homem e natureza [...] [e] resultam das tentativas humanas em dominar a natureza, que, em sua maioria, acabam derrotadas” (KOBIYAMA et al., 2006, p. 1).

As chuvas convectivas resultam do movimento vertical do ar, potencializado pelo aquecimento da coluna de ar úmido. Este aquecimento força o ar ascender à troposfera, quando atinge altitudes elevadas resfria-se e retorna a superfície, completando o processo de convecção. Nesse processo há formação de nuvens tipo cumuliformes que potencializam a ocorrência de chuva no final da tarde, que em ambientes tropicais são intensas, fato comum na área em estudo (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007, KOBIYAMA et al., 2006).

Já as chuvas frontais, ocorrem do encontro de frentes frias e quentes, que ocasiona a ascensão do ar úmido ao longo das rampas, provocando chuva que vária de intensidade e duração, uma vez que isso depende do tempo de permanência, do teor de umidade, do contraste de temperatura e da velocidade de deslocamento, relacionado à frente (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007, KOBIYAMA et al., 2006).

Os eventos pluviométricos trazem consequências significativas às sociedades humanas, principalmente quando esses não são bem compreendidos, corroborando para a geração de prejuízos econômicos, perdas sociais e ambientais. Tais consequências, quase sempre, decorrem dos eventos extremos, relacionados ao excesso de chuva, que tem influência nas atividades agrícolas e industriais, na mobilidade urbana, na propagação de incêndios e doenças que afligem a sociedade (BOTELHO, 2011, KOBIYAMA, 2006).

A alta concentração pluvial verificada no sudeste do Brasil está associada aos vários sistemas circulatórios atmosféricos de mesoescala e escala sinótica, sendo a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), apontada por Quadros (1994) e Abreu (1998), como responsável por sua ocorrência no verão austral. A ZCAS é bem caracterizada quanto ao comportamento espacial e temporal, estendendo-se do sul da Amazônia ao sudoeste do Atlântico subtropical, numa faixa orientada de noroeste-sudeste (NW/SE) com duração média entre 5 a 7 dias (ANDRADE, 2011, CARVALHO; JONES, 2009, LUCAS, 2007, ABREU, 1998).

De acordo Lucas (2007) a precipitação pluvial ocasionada pela ZCAS promove chuvas concentradas e/ou duradouras, que associadas às condições geoambientais de uma determina região corrobora para a ocorrência de desastres naturais, que impactam a humanidade há tempos e na atualidade têm sido registradas sistematicamente (BOTELHO, 2011, LUCAS, 2007, KOBIYAMA, 2006).

Dentre os desastres naturais, destaque tem sido dado para as inundações, que têm ligações estreitas com o excesso pluviométrico e as condições de morfologia, litologia e drenagem do relevo, constituindo-se nos elementos naturais que levam a sua ocorrência. Adiciona-se o papel do homem, de modelador da superfície terrestre, que altera o comportamento natural da água sobre o relevo, potencializando ainda mais a ocorrência de inundações (BOTELHO, 2011).

No município de Vila Velha (ES) há uma condição natural e antrópica suscetível à ocorrência de inundações. Nesta área as precipitações pluviais são elevadas e intensas, sobre tudo no verão austral, o relevo é dominado por terras baixas junto ao mar e recortado por cursos d'água. Além do uso e ocupação da terra ser pautado na retirada da cobertura vegetal com impermeabilização do solo, tornando-a num cenário ideal para ocorrência de inundações.

As inundações em Vila Velha não é algo novo, tendo em vista que ao longo de sua história foram registrados eventos de inundações que trouxeram grandes transtornos à população. Entre esses, destacam-se os ocorridos em 1935, conhecido como enchente centenária por causa da comemoração do tricentenário da colonização espírito-santense, 1943, 1960 (Figura 1) e 2004, ocasionados pelo transbordamento dos canais e rios que drenam a cidade (MORRO DO MORENO, 2005).

Figura 1 – A inundação de 1960 marcou a história da cidade por ser a primeira a atingir elevado contingente populacional para época. A imagem superior mostra a área ocupada nos dias atuais e a imagem inferior o evento de inundação, com destaque ao Colégio Marista localizado no distrito sede. Fonte: Morro do Moreno (2005).

Em Vila Velha, na primeira década do século XXI foram registrados inúmeros eventos de inundação que causaram transtornos a milhares de pessoas, levando o poder público local a decretar situação de emergência ou calamidade pública[2]. Essas ações foram registradas por 8 (oito) vezes, tendo em vista as perdas sociais (milhares de pessoas desabrigadas ou desalojadas[3]), os prejuízos econômicos (bens públicos e privados destruídos ou danificados) e ambientais (contaminação dos cursos d'água e solo) (BRASIL, 2012).

---

[2] Quando é decretado situação de emergência ou calamidade pública, o executivo municipal tem alguns podres em relação à situação de normalidade, como contratar serviço sem a necessidade de licitações, retirar, mesmo que a força, a população das áreas atingidas, dentre outros, esses poderes são por tempo limitado. Isso permite as autoridades públicas dar respostas (ajudas) mais rápidas a população atingida (CASTRO, 1998).

[3] Os termos desabrigados e desalojados, significam respectivamente, pessoas que não tem para onde ir, em decorrência de desastres naturais necessitando de abrigo por parte das autoridades públicas; pessoas que foram afetas por desastres naturais e ficam impedidas de retornar a residência temporariamente, abrigando-se na casa de terceiros, sem a necessidade de intervenção das autoridades públicas (KOBIYAMA et. al., 2006; CASTRO, 1998)

A partir deste cenário e dos trabalhos de Mattiuzzi e Marchioro (2012), Correa e Albuquerque (2012) e Marchioro (2012), no estado do Espírito Santo, e os de Nascimento (2012), Alvarenga (2012), Brandão e Fisch (2009), Lucas (2007) e Abreu (1998), no sudeste do país, acerca do papel da ZCAS no comportamento pluviométrico e sua influência nas inundações. Despertou o interesse em estudar os efeitos da ZCAS sobre as inundações no município de Vila Velha (ES).

Assim será possível compreender os mecanismos atmosféricos que levam a ocorrência das inundações em Vila Velha, contribuindo para as ações governamentais objetivando mitigar as consequências das inundações sobre a área em estudo. Já que os mecanismos atmosféricos são, hoje, passiveis de serem monitorados.

Para tanto, a presente pesquisa tem por o objetivo geral 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 durante os meses de outubro a abril (primavera/verão estendida) entre os anos de 2001 e 2011.

Para contribuir com o objetivo geral, têm-se como objetivos específicos:

- Identificar os eventos de ZCAS ocorridos na sazonalidade da primavera e verão entre os anos de 2001 e 2011.
- Averiguar a frequência e a intensidade da ZCAS sobre o município de Vila Velha (ES);
- Discutir o papel da ZCAS no comportamento pluviométrico e sua relação com a ocorrência das inundações na área em estudo;
- Selecionar eventos de inundações que trouxeram danos significativos à área em estudo, a fim de verificar o papel da ZCAS sobre a ocorrência desses.

2 – REVISÃO TEÓRICA CONCEITUAL

O estudo do comportamento atmosférico e hidrológico é tarefa fundamental para compreender as ocorrências das inundações, para tanto, torna-se necessários delinear os agentes deflagradores destes processos. Por isso, o presente capítulo se debruçará em caracterizar a circulação global da atmosfera, dando atenção especial à ação da ZCAS, além de discutir o mecanismo que rege as inundações.

2.1 – *Padrão de circulação global da atmosférica*

O planeta Terra é envolto por uma massa gasosa heterogenia bastante dinâmica chamada atmosfera. Esta se encontra em constante movimento ocasionado pelo desigual aquecimento da superfície terrestre, onde a “região tropical tem excesso de energia, ao passo que as regiões polares têm déficit de energia” (CARVALHO; JONES, 2009, p. 16), essa distribuição de energia varia também ao longo do tempo – estações do ano. Com isso os fluidos, ar e água, buscam o equilíbrio térmico do desigual aquecimento entre as regiões, fato que nunca é atingido (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007, CARVALHO; JONES, 2009).

Acrescentam-se o vento à superfície e o movimento de rotação da Terra, que produziram movimentos verticais e horizontais do ar, ocorrendo em diferentes escolas temporais e espaciais, há também a influência da topografia, da circulação oceânica e a diferença na cobertura da superfície terrestre (continentais e oceânicas), como agentes indutores da movimentação do ar (AYOADE, 1996).

O movimento atmosférico se manifesta em três níveis de abrangência – chamados de sistemas circulatórios, dividido em: *primário*, representado pela circulação geral

da atmosfera; *secundário*, ligado a circulação zonal; e *terciário*, relacionado a dinâmica local dos ventos (AYOADE, 1996). Tais níveis de abrangência tem papel importante no comportamento da atmosfera, e consequentemente, no papel climático.

A circulação geral da atmosfera consiste em "padrões em larga escala, ou escala global, de vento e pressão que se mantêm ao longo do ano ou se repetem sazonalmente. É a circulação geral que realmente determina o padrão dos climas do mundo" (BARRY; CHORLEY, 1976, apud AYOADE, 1996, p. 72).

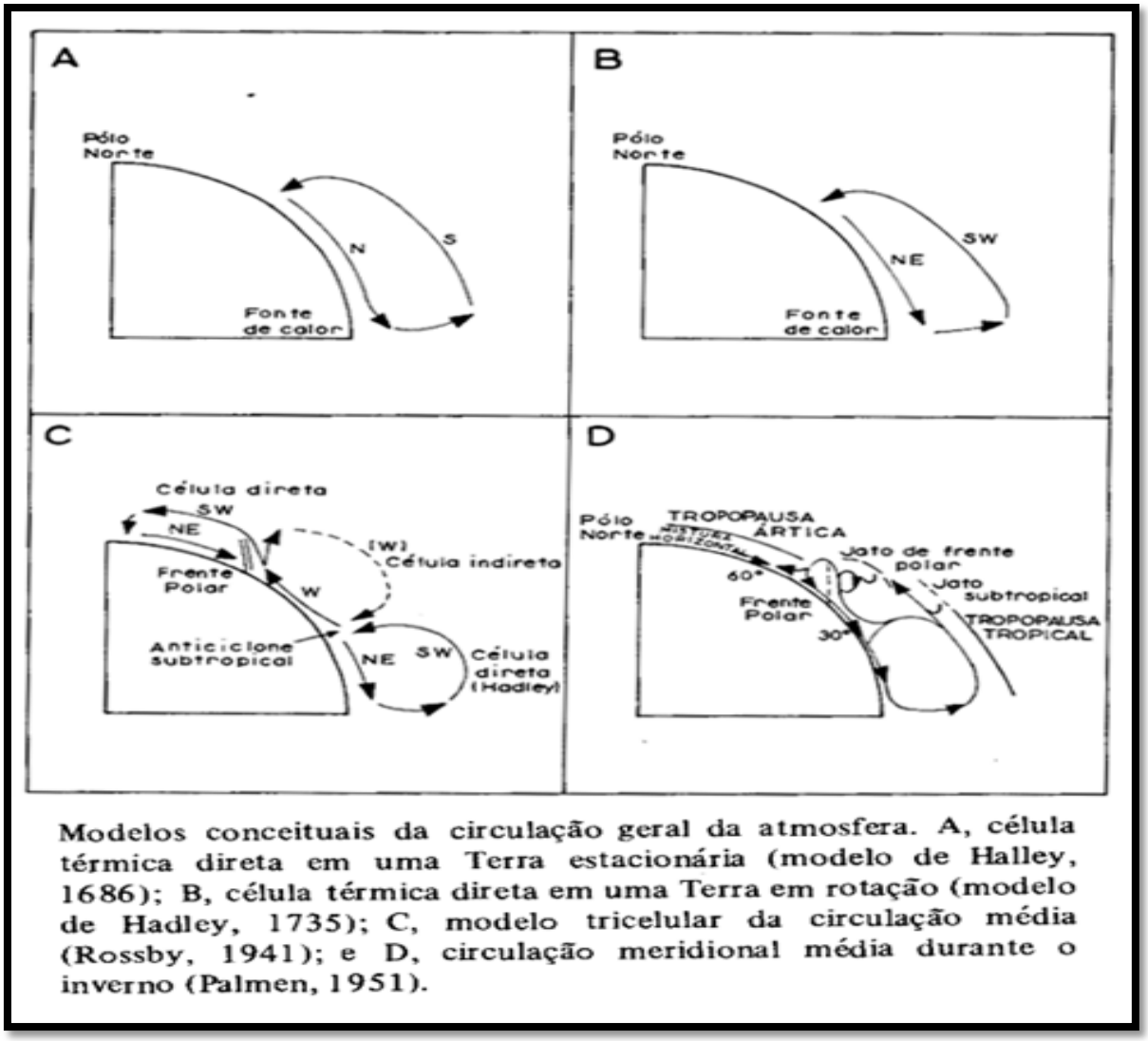
Esse comportamento atmosférico é o responsável pelas zonas climáticas que estão associadas às áreas de abrangência da circulação geral da atmosfera, e encontram-se assim compartimentadas: baixas latitudes – zona intertropical; médias latitudes – zona temperada e altas latitudes – zona polar (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Os sistemas circulatórios secundários e terciários são definidos por sua "existência relativamente breve e se movem muito rapidamente" (AYOADE, 1996, p. 73). Os sistemas circulatórios secundários são as depressões e os anticiclones das latitudes médias, além das várias perturbações tropicais. Já os sistemas circulatórios terciários, são controlados por fatores locais e de curta duração, resultado dos ventos locais, como as brisas terrestres e marinhas, sota-ventos, dentre outros (op.cit.).

O estabelecimento de um padrão na circulação geral da atmosfera é algo complexo, tendo em vista os diversos fatores que estão intrínsecos[4] nesse processo. Vários

[4] As complexidades intrínsecas são: diferença nas propriedades térmicas da superfície da Terra (continentais e oceânicas); variação da topografia; transformação de energia de uma forma para outra dentro da atmosfera; e escalas de movimento diferentes e atuação recíproca (AYOADE, 1996).

pesquisadores propuseram modelos conceituais para circulação geral atmosférica ao longo do tempo, sendo que os mais representativos encontram-se na figura 2.



Modelos conceituais da circulação geral da atmosfera. A, célula térmica direta em uma Terra estacionária (modelo de Halley, 1686); B, célula térmica direta em uma Terra em rotação (modelo de Hadley, 1735); C, modelo tricelular da circulação média (Rossby, 1941); e D, circulação meridional média durante o inverno (Palmen, 1951).

Figura 2 – Evolução dos principais modelos de circulação geral da atmosfera.
Fonte: AYOADE (1996), p. 85.

Os modelos propostos por Edmun Halley (1686) e George Hadley (1735), apresentam semelhanças quanto à existência de duas células de circulação meridional, porém o modelo de Hadley (figura 2b) incorpora os efeitos de rotação da Terra para explicar os ventos alísios, que para Halley (figura 2a) são explicados pelo máximo aquecimento nas baixas latitudes.

Posteriormente, Willian Ferrel (1856) propôs um modelo com três células de circulação, considerando também os ventos das médias e altas latitudes, além da

presença da força de Coriollis, o mesmo modelo foi aprimorado por Bergeron (1928) e Rossby (1941), figura 2c.

A partir deste modelo temos nas baixas latitudes as células de Hadley, nas médias latitudes as células de Ferrel e nas altas latitudes as células Polares, em cada um dos hemisférios, conforme a figura 3 (AYOADE, 1996; VAREJÃO-SILVA, 2005).

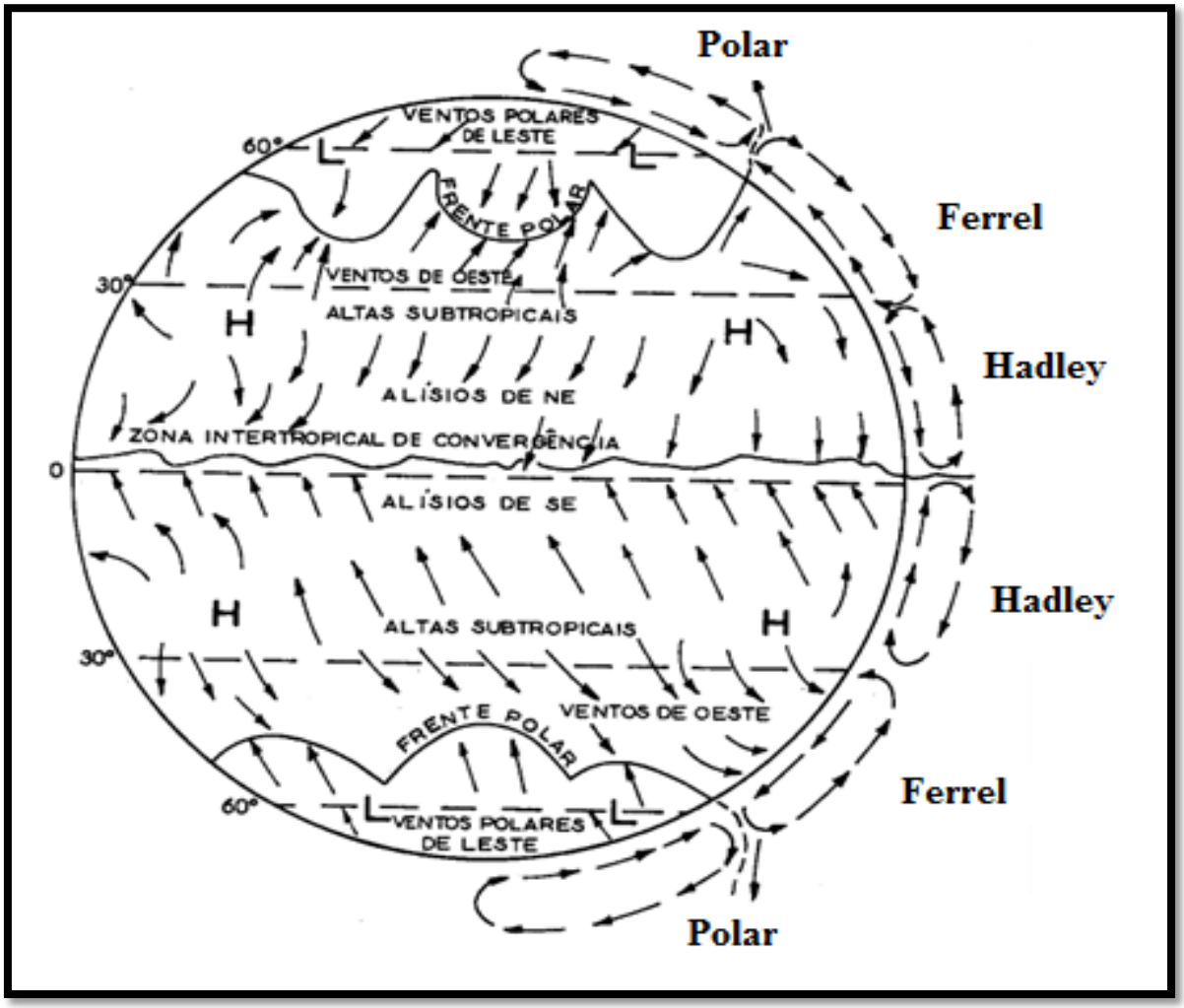


Figura 3. Modelo de circulação geral da atmosfera e direção do próximo à superfície.
Fonte: Adaptado de AYOADE (1996), p. 82.

Tal caracterização é meramente didática, já que construir um modelo padrão da circulação atmosférica é algo complexo, mesmo assim avanços vêm sendo verificado com o emprego de tecnologias de sensoriamento remoto (VAREJÃO-SILVA, 2005).

2.1.1 – Movimento horizontal do Ar

A movimentação horizontal do ar atmosférico esta relacionado aos sistemas circulatórios, onde o movimento do ar próximo à superfície terrestre ocorre por causa do gradiente de pressão, da força de Coriolis, da aceleração centrípeta e da força de fricção. Quando tais fatores se manifestam o ar entra em movimento e a atmosfera torna-se extremamente complexa (AYOADE, 1996).

A diferença no gradiente de pressão horizontal é a causa primordial do movimento do ar, movendo-se das áreas de alta pressão para as áreas de menor pressão, ocasionadas por fatores térmicos ou mecânicos, sendo o gradiente de pressão inversamente proporcional à densidade do ar (AYOADE, 1996), ou seja, nas áreas de alta pressão encontrasse ar denso (frio), já nas áreas de baixa pressão encontrasse ar leve (quente)[5].

Tal mecanismo ocorre de forma compartimentada criando zonas de circulação global, conforme a figura 3, onde as zonas são representadas pela linha tracejada (dentro do circulo) e expressa pelas setas circulares (fora do circulo). Sobre isso Ayoade (1996, p.81) afirma:

> [...] há zonas de baixa pressão em torno do equador e em torno das latitudes 60° ao norte e ao sul do equador. As zonas de alta pressão ocorrem em torno dos polos e em torno das latitudes de 30° ao norte e ao sul do equador. A zona de baixa pressão em torno do equador é essencialmente de origem térmica, isto é, causada pelo aquecimento solar. As zonas de baixa pressão subpolares, em torno das latitudes de 60° ao norte e ao sul do equador são, essencialmente, de origem dinâmica. Elas são causadas pela rotação da Terra, que provoca um turbilhão polar e, assim, uma tendência para a baixa pressão em torno dos polos, o efeito dinâmico é mascarado pelo efeito térmico. A pressão é, assim, alta em torno dos polos por causa do ar intensamente frio reinante nessas áreas.
>
> As altas subtropicais têm sido explicadas como decorrência dos efeitos de um ou mais dos seguintes mecanismos:

---

[5]Esse mecanismo age tanto no movimento horizontal do ar, quanto no movimento vertical, que será abordado mais adiante.

1. o acúmulo de ar que se move em direção aos polos, à medida que seja defletido para leste, através da rotação da Terra e da conservação do momento;
2. o mergulho de correntes dirigidas para os polos, por resfriamento radioativo;
3. a necessidade de uma zona de alta pressão, próxima ao paralelo de 30°, separar aproximadamente zonas iguais de ventos alísios e ventos de oeste.

Uma vez que o gradiente de pressão age sobre o ar atmosférico e o coloque em movimento, a força de Coriolis[6] passa a atuar. Esta força resulta do movimento de rotação da Terra, que faz qualquer objeto, inclusive o ar, sofrer um aparente desvio na trajetória inda para esquerda no hemisfério sul e para a direita no hemisfério norte, considerando-se o sentido da direção do vento (Figura 4), sendo seu efeito máximo nos pólos e nulo no equador (AYOADE, 1996, VAREJÃO-SILVA, 2005, MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

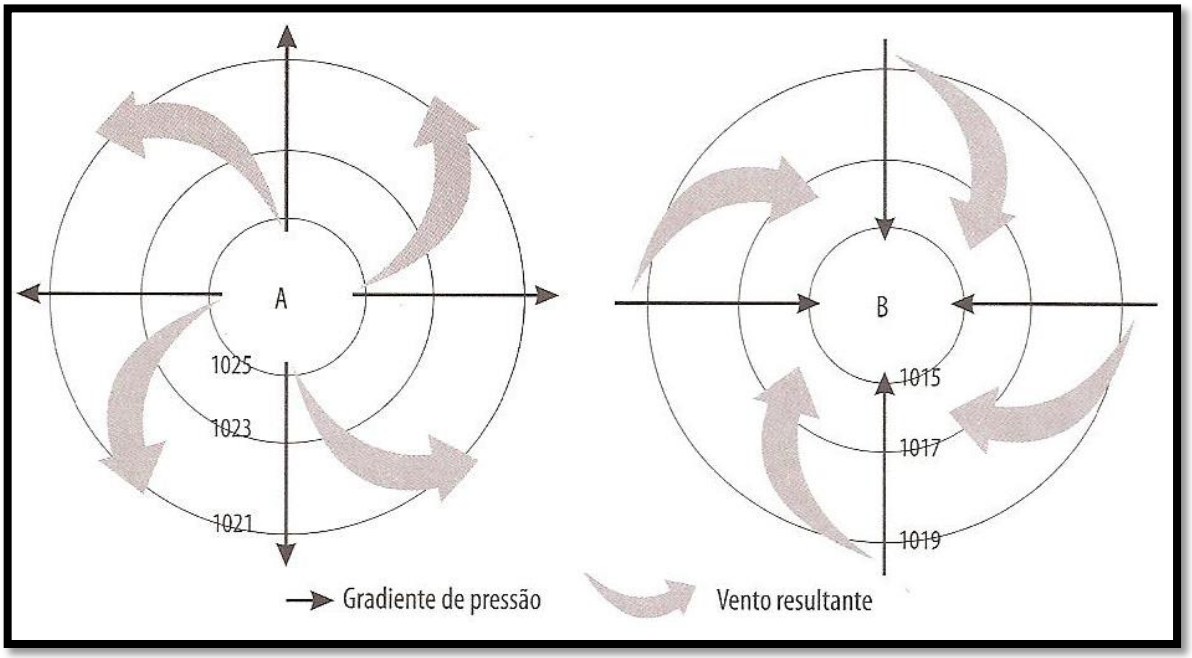


Figura 4 – Efeito da força de Coriollis que ocasiona o desvio na direção do vento, a letra A e B representam áreas de alta e baixa pressão respectivamente.
Fonte: MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA (2007), p. 78.

[6] A força de Coriolis ou defletora foi descrita matematicamente pela primeira vez em 1835 pelo francês Gaspard de Coriolis, mas só foi demostrada em 1856 pelo meteorologista americano William Ferrel (AYOADE, 1996). Se não existisse o movimento de rotação da Terra a direção do vento resultaria apenas do gradiente de pressão (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007)

Quando a força de Corriolis é aplicada na mesma intensidade da força do gradiente de pressão, “o vento resultante é paralelo às isóbaras, gerando o vento geostrófico” (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 78), que se caracteriza por ser um vento horizontal não acelerado que sopra ao longo de trajetórias retilíneas a trajetória das isóbaras.

Assim, há um padrão na direção dos ventos superficiais, formando seis sistemas de ventos igualmente divididos entre os hemisférios norte e sul, sendo esses respectivamente: “ventos alísios de nordeste, os ventos dominantes de oeste e os ventos polares de leste [...] os alísios de sudeste, os ventos predominante de oeste e os ventos polares de leste” (AYOADE, 1996), que podem ser vistos na figura 5. Os ventos alísios de ambos os hemisférios cruzam a linha do equador, tornando-se ventos de sudoeste (alísios de sudeste) e ventos de noroeste (alísios de nordeste).

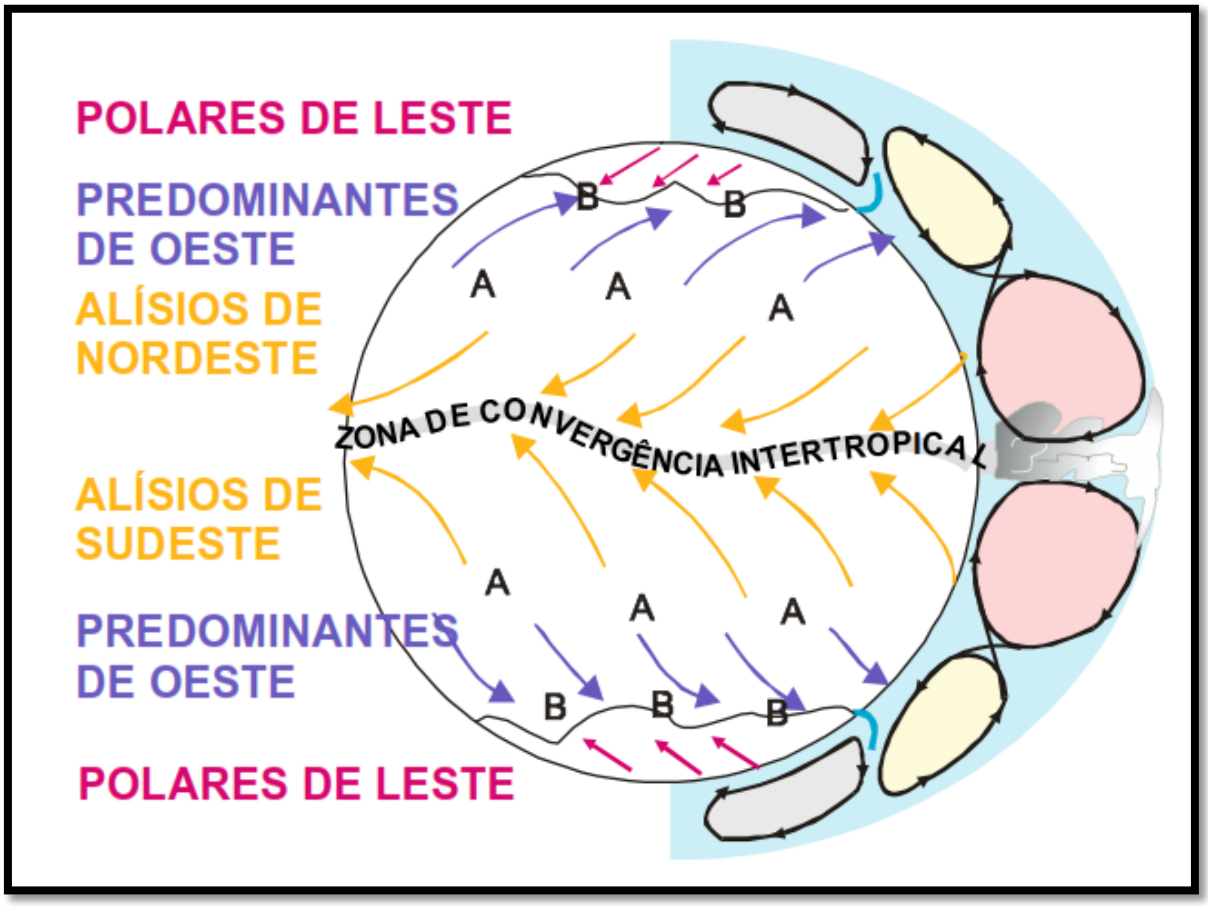


Figura 5 – Padrão na direção dos ventos superficiais.
Fonte: Adaptado de VAREJÃO-SILVA (2005), p.345.

Com a força de Coriollis surge uma trajetória curva na direção do movimento do ar, assim há “uma aceleração em direção ao centro de rotação. Essa aceleração centrípeta [...] pode ser [...] considera como uma força centrifuga, que opera radialmente para fora” (AYOADE, 1996, p. 74) fazendo com que o vento mova-se para fora da rotação ocasionada pela força de Coriollis. Como a força centrípeta é de grandeza pequena sua ação só se torna importante em sistemas de pressão intensamente baixo, visto que os ventos em altas velocidades movem-se em curvas acentuadas (op.cit.).

Há também à força de fricção que atua da superfície da Terra até aproximadamente 500-1000 metros de altitude, sendo responsável pelo controle da velocidade e na direção do ar, isso por causa das características da superfície, onde os obstáculos naturais e antrópicos (relevo, vegetação e edificações) reduzem a velocidade do vento, minimizando a ação da força de Coriollis, e consequentemente da força centrípeta (AYOADE, 1996).

As forças aqui descritas agem simultaneamente e reciprocamente, onde em dadas situações uma sobressai sobre a outra, variando no espaço e no tempo.

2.1.2 – Movimento vertical do Ar

O mecanismo de funcionamento do ar na vertical difere-se do apresentado acima, porém esse ocorre simultaneamente ao movimento do ar na horizontal. Essa movimentação ocorre em duas escalas de grandezas – larga e pequena escala, sendo que a primeira ocorre numa área de vários milhares de quilômetros quadrados com intervalo de tempo de poucos metros por segundo, enquanto a segunda ocorre numa área de poucas centenas de quilômetros quadrados e num intervalo temporal de 1 a 30 metros por segundo (AYOADE, 1996).

Há uma grande diferença quanto à atuação dessas duas escalas de grandeza, onde a pequena escala é “geralmente induzida diretamente pela superfície da Terra e sua combinação e geralmente dependente da estrutura térmica e da umidade da atmosfera sobre ela [...] [que] dão origem à condensação na atmosfera” (ATKINSON, 1972, apud AYOADE, 1996, p. 78). Já os de larga escala estão associados a “ascensão ou a descida do ar [que] ocorre basicamente em resposta a fatores dinâmicos, que estão relacionados ao fluxo horizontal” (op.cit., p. 79).

Esta última ocorre por causa da perda de massa, divergência, e acumulo de volume, convergente, resultante respectivamente, da aceleração local e da desaceleração no fluxo horizontal, o que ocasiona maior saída de ar (divergência) e maior entrada de ar (convergência).

Assim, conforme apresenta a figura 6, “uma vez que a atmosfera é um meio contínuo, configurações de divergência e convergência estão interligadas. [...] se a divergência sobrepõe-se à convergência há elevação, mas se a convergência sobrepõe-se à divergência, ocorre a subsidência” (AYOADE, 1996, p. 79). Essas podem ocorrer também por indução das formas topográficas de larga escala e nos limites terra/oceano, porém são geralmente fenômenos dinâmicos da atmosfera livre e acima da camada basal atmosférica.

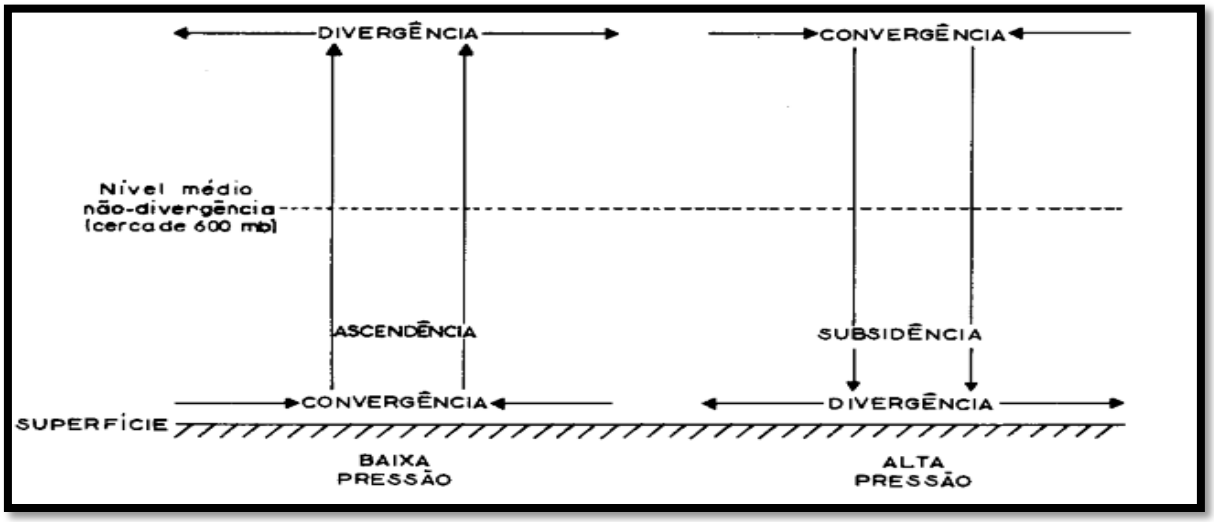


Figura 6 – Padrão de movimento do ar vertical em larga escala.
Fonte: AYOADE (1996) p. 79.

Já a movimentação em pequena escala se faz através do aquecimento e da umidade do ar que confere gradientes de pressão diferente para o ar na superfície e na troposfera. Quando o ar da superfície é aquecido (baixas latitudes) às moléculas ficam mais agitadas e expandem seu volume, o que confere ao ar uma baixa pressão favorecendo sua ascensão, quando isso ocorre sobre áreas úmidas favorece a formação de nuvens de chuva, já em áreas seca ocorre o contrário intensificando a estiagem. Uma vez que o ar ascende à troposfera ele se resfria, tornando-se mais denso, havendo contração no volume do ar, o que lhe confere uma alta pressão atmosférica sofrendo subsidência e retornando a superfície.

Nas altas latitudes isso não ocorre, tendo em vista a pouca quantidade de energia solar, o que favorece a formação de centro de alta pressão, como não há aquecimento suficiente do ar, a umidade não gera condensação, o que impossibilita a formação de nuvens de chuva.

Esse movimento em pequena escala e mobilizado pelo movimento em grande escala e pelo movimento horizontal, estudado anteriormente.

2.2 – A Zona de Convergência do Atlântico Sul– ZCAS

O comportamento zonal da atmosfera faz parte do segundo sistema circulatório atmosférico, e é neste que se encontra a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), ilustrado na figura 7 por uma faixa de nebulosidade que se estende desde o sul da Amazônia até a porção sudoeste do oceano Atlântico subtropical, climatologicamente se estaciona entre o norte do Paraná e Sul da Bahia, podendo se fazer presente em outras áreas, porém em menor frequência (QUADRO, 1993 apud ANDRADE, 2011).

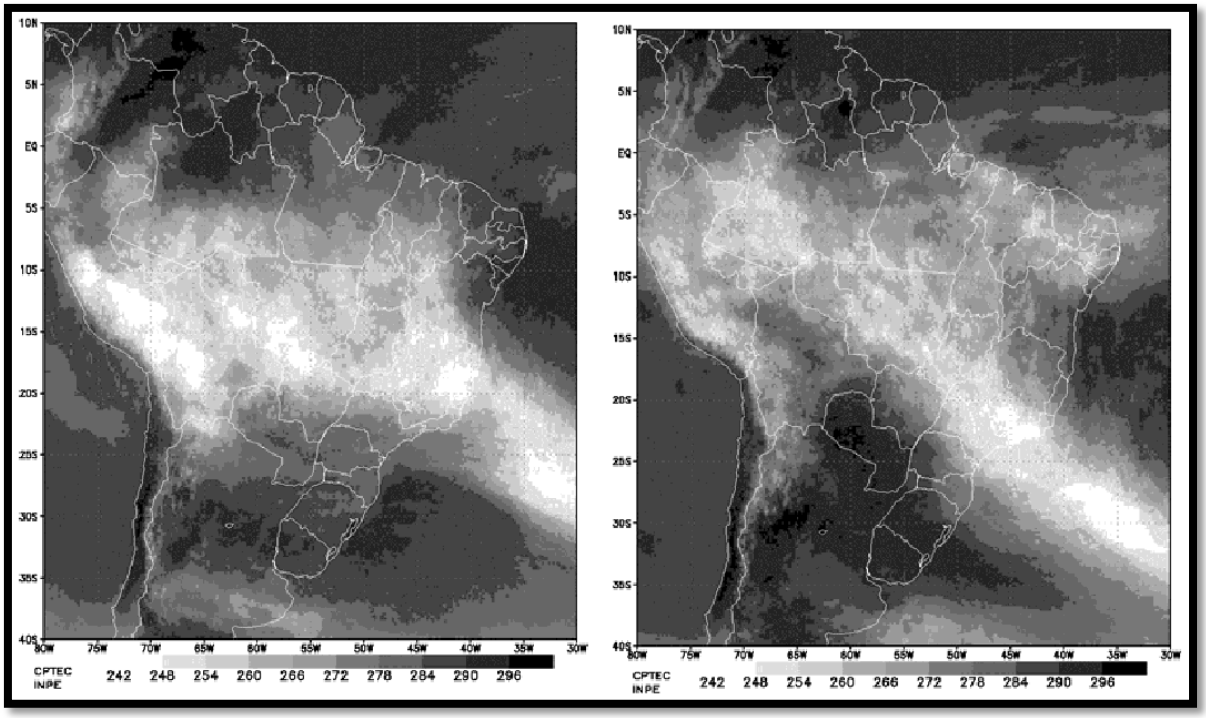


Figura 7 – Área de ocorrência da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) em dois episódios, a esquerda 13 a 19/01/2003 e a direita 25/01 a 01/02/203, representado pelo brilho médio GOES (K). Fonte: CLIMANÁLISE (2003), Vol. 18, nº 1, p.24.

A ZCAS tem atuação marcante entre as regiões centro-oeste e sudeste do Brasil entre os meses de outubro a abril (primavera/verão estendida), gerando grande quantitativo de precipitação praticamente em todos os anos, provocando eventos severos de alagamentos, inundações e deslizamentos de terra. No entanto, há anos que a ausência de chuva e descaracterização desse sistema, provoca períodos prolongados de seca ou má distribuição espacial das chuvas sobre o território nacional (CARVALHO; JONES, 2009).

A identificação (Figura 7) de “uma proeminente banda de nebulosidade com orientação noroeste-sudeste sobre a América do Sul puderam ser feitas com o uso sistemático das informações de satélites” (CARVALHO; JONES, p. 96, 2009), além das imagens de satélites é possível identificar episódios de ZCAS fazendo uso do campo de radiação de ondas longas (ROL), conforma a figura 8, com ROL inferior 200 W/m-^{2}, que estão relacionados aos padrões de precipitação (CARVALHO; JONES, 2009, ANDRADE 2011).

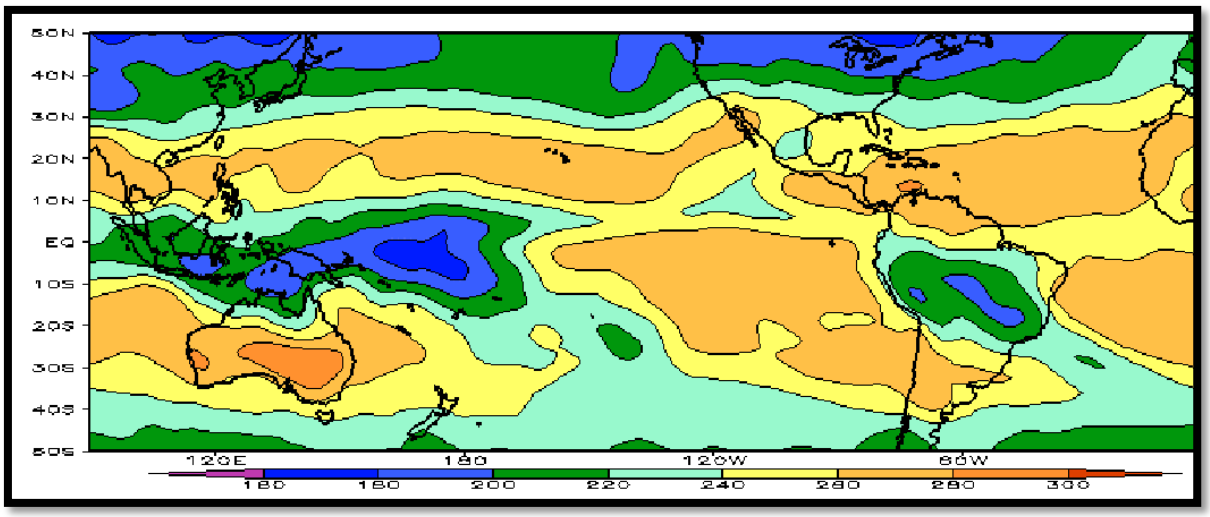


Figura 8 – Radiação de Onda Longa (ROL), que evidência a formação de ZCAS, janeiro de 2003.
Fonte: CLIMANÁLISE (2003), Vol. 18, nº 1, p.8.

Com estes recursos os primeiros estudos começaram a serem feitos, destacando-se os trabalhos de Streten (1973) e Yasunari (1977), que mais tarde foram aprimorados por Kodama (1992a,199b), tais estudos identificavam a presença da banda de nebulosidade e descreviam as principais características espaciais e temporais deste sistema circulatório secundário, como a orientação NW/SE, o regime de chuvas e temperatura (CARVALHO; JONES, 2009).

Uma vez identificado, através de imagens de satélites e do campo ROL, o passo seguinte foi descrever o mecanismo de funcionamento, esses estão associados às fortes convecções sobre a floresta Amazônica e o oceano Atlântico, onde as massas de ar quentes e úmidas se encontram sobre o Brasil central e formam uma faixa longitudinal noroeste-sudeste (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007, CARVALHO; JONES, 2009, ANDRADE, 2011).

Mendonça e Danni-oliveira (2007) fazem associação da ZCAS a outras zonas de convergência atmosférica, sendo essas a Zona de Convergência do Pacífico Sul (ZCPS) e a Zona Frontal Baiu/Meiyu[7] (oceânica/continental). Essas zonas juntas são

[7] A Zona Frontal Baiu cruza o Japão e a Meiyu atua sobre a China, configurando-se numa única zona de convergência.

conhecidas como Zonas de Convergências Subtropicais (ZCST) e são bem distintas da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e dos sistemas frontais de latitudes médias, porém mostram-se semelhantes entre si, apresentado as seguintes características que condicionam sua formação (Figura 9):

- Estender-se para leste, nos subtrópicos, a partir de regiões tropicais específicas de intensa atividade convectiva.
- Formar-se ao longo de jatos subtropicais em altos níveis e a leste de cavados semi-estacionários.
- Ser zonas de convergência em uma camada inferior úmida, espessa e baroclínica.
- Estar localizada na fronteira de massas de ar tropical úmida, em regiões de forte gradiente de umidade em baixos níveis, com geração de instabilidade convectiva por processo de advecção diferencial (op. cit., p. 92).

Kodama (1992a) apud Carvalho e Jones (2009) corroboram com o exposto acima ao afirmar que a Zona de Precipitação Subtropical (ZPS), que Mendonça e Danni-Oliveira (2007) chamam de ZCST,

> [...] formam-se ao longo dos jatos subtropicais a leste de um cavado quase permanente situado nordeste (no Hemisfério norte) e sudeste (no Hemisfério sul) da banda de convecção associada à monção tropical [...] caracterizadas por zonas de convergência de umidade e por zonas baroclínicas com um cavado subtropical de alto nível associado [...] são limites em direção ao polo da massa de ar úmido de origem tropical ou monçônico associada a um gradiente de umidade (razão de mistura) em baixos níveis (op. cit., p. 97).

Essas zonas apresentam precipitações acentuadas em torno de 400 mm/mês em sua fase ativa, e perduram numa escala intrassonal de aproximadamente 30-60 dias. O alto índice de precipitação estaria ligado a dois fluxos de umidade, “um ao longo da ZPS, em direção leste, e outro em direção à ZPS, ao longo da periferia sudoeste (noroeste no Hemisfério Norte) da alta subtropical” (CARVALHO; JONES, 2009, p. 27), onde foi detectada uma taxa de evaporação muito menor do que a de precipitação, sendo a convergência do fluxo de umidade aproximadamente igual à diferença da taxa de evaporação e precipitação, essas respectivamente, “~2mm/dia em ~30ºN e 30ºS [...] ~ 10 mm/dia” (op. cit., p. 97).

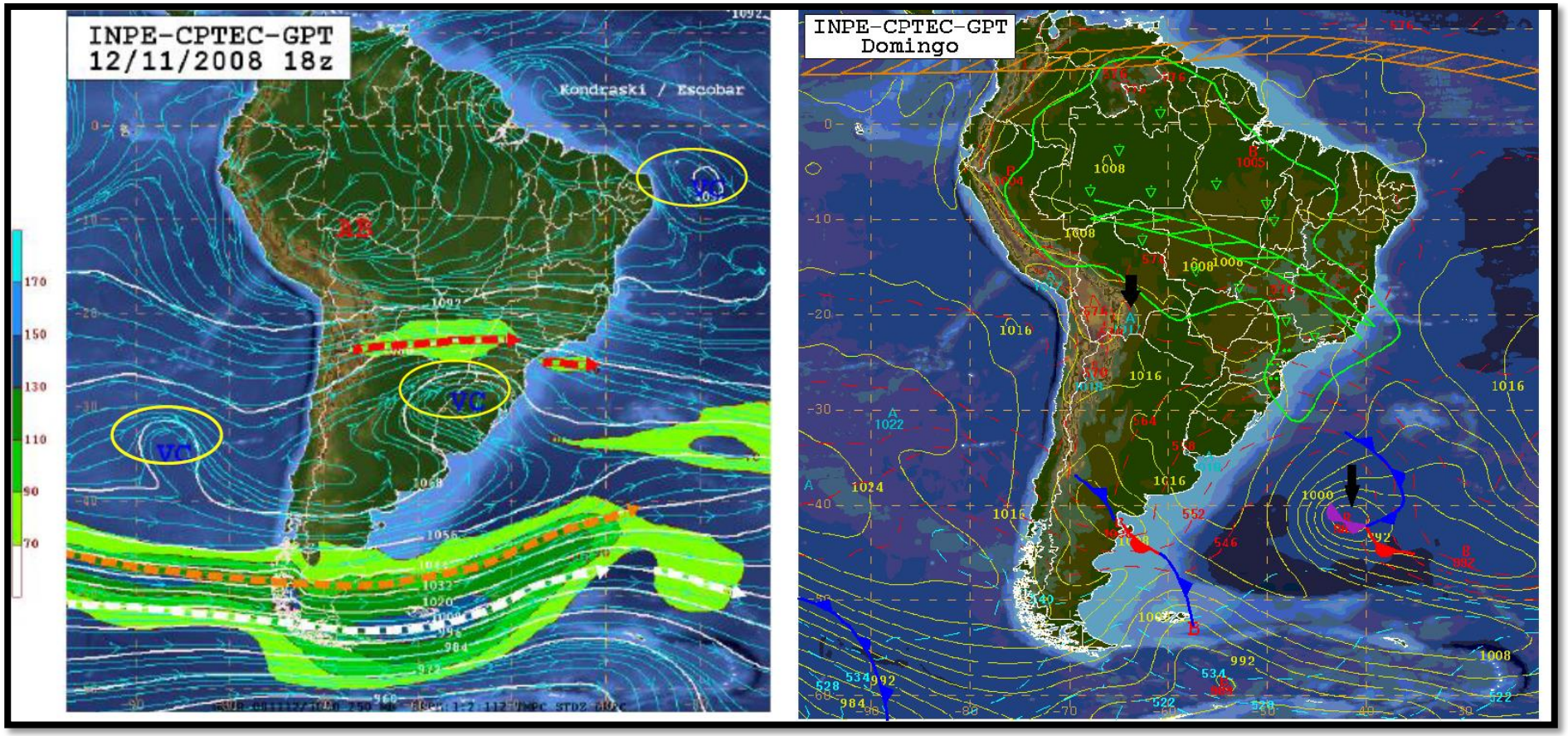


Figura 9 – Comportamento atmosférico associado à formação de ZCAS, na figura da direita nota-se os campos de vento, os jatos e sistemas atmosféricos atuantes, na figura da esquerda, há a presença da ZCAS e os centros de baixa pressão (frentes) e alta pressão (alta da Bolívia) que caracterizam esse sistema. Ambas as figura são referentes ao mesmo episódio de ZCAS.
Fonte: Adaptado de CORREA; ALBURQUEQUE (2012); CPETC (2008).

Assim alguns estudos vêm se dedicando em localizar e caracterizar o comportamento espacial da ZCAS, os quais sugerem a importância das monções tropicais para manter a zona de convergência, enquanto outros apontam para o forte aquecimento adiabático sobre a floresta amazônica em contradição a presença do Andes, como indispensáveis para ocorrência da ZCAS. Há ainda estudos que mostram uma variação na área de abrangência e duração da ZCAS, podendo se estender até o Atlântico subtropical ou a região sudeste, bem como persistir durante dias ou não (CARVALHO; JONES, 2009).

O comportamento espacial da ZCAS apresenta-se em três regiões (Figura 10) referentes à “máxima atividade convectiva e mínima variabilidade subsazonal (“amazônica”), e máxima variância subsazonal (áreas denominadas “costeiras” e “oceânicas”)” (CARVALHO; JONES, 2009, p. 99). Essas apresentam as variações de intensidade e localização geográfica, com particular ênfase à extensão oceânica em contradição à convecção ativa continental (op. cit.).

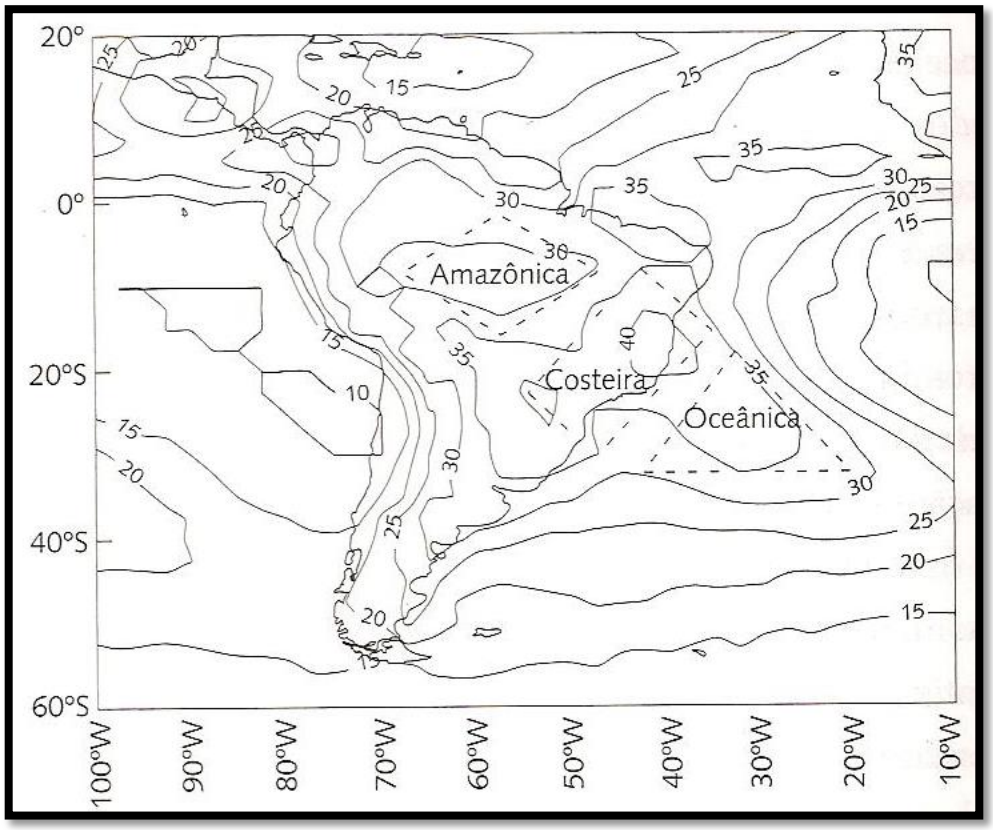


Figura 10 – As três regiões de atuação geográfica e intensidade da ZCAS, representadas pelas linhas tracejadas, estabelecidas a partir do campo de ROL.
Fonte: CARVALHO; JONES (2009), p. 99.

Há uma variação e/ou supressão na intensidade e forma da ZCAS que independente da localização “pode-se observar intensa e persistente atividade convectiva sobre o continente, sem necessariamente haver uma correspondente alta atividade convectiva sobre o oceano” (CARVALHO; JONES; LIEBMAM, 2002, apud CARVALHO; JONES, 2009, p. 100). O contrário também se verifica, onde “intensa atividade convectiva sobre o oceano e região Sudeste do Brasil pode ocorrer independentemente do que é observado no interior do continente” (op. cit.).

Os mesmos autores associam a intensa atividade convectiva sobre o oceano a propagação de trens de ondas das medias latitudes, que estão ligados aos distúrbios intrassazonais tropicais, e quando a convecção sobre o continente é intensa e inexistente sobre o oceano não há relação com os trens de onda, sugerindo que há outros fatores que contribuem a essa variabilidade. Acrescentam que a gangorra de precipitação e convecção sobre o sudeste e sul do Brasil é mais evidente quando há atividade convectiva intensa sobre o oceano, demostrando o papel importante dos trens de onda das medias latitudes.

A persistência da ZCAS depende de fatores que agem em diferentes escalas espaço-temporais, onde foi observado que a presença do El niño favorece a persistência da ZCAS, fato que não ocorre com sua ausência (CARVALHO; JONES; LIEBMAM, 2002, apud CARVALHO; JONES, 2009).

A ação da ZCAS no comportamento pluviométrico, principalmente relacionado aos eventos extremos, foi alvo de investigação por Carvalho, Jone e Liebmann (2002) para o estado de São Paulo, os quais 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” (CARVALHO; JONES; LIEBMAM, 2002, apud CARVALHO; JONES, 2009, p. 107). Os mesmo autores constataram que 65% dos eventos extremos ocorrem quando a atividade convectiva apresentou-se intensa e que 35% ocorrem quanto essa estava fraca.

2.3 – Os eventos de inundação

As inundações são um dos processos geomorfológicos responsáveis por modelar a superfície terrestre, mobilizando os sedimentos produzidos pelas intemperes. Sua ocorrência relaciona-se aos extremos pluviométricos e a morfologia do terreno, onde a adição de chuva em excesso num ambiente rico em drenagem, o qual apresenta características de acumulo de água, potencializa a ocorrência das inundações. Acrescenta-se o papel modificar da humanidade em alterar as condições naturais, ocupando e impermeabilizando o solo (BOTELHO, 2011).

Naturalmente esse processo geomorfológico se caracteriza pelo “aumento do nível dos rios além da sua vazão normal, ocorrendo o transbordamento de suas águas sobre as áreas próximas a ele” (KOBIYAMA et al., 2006, p, 45). Castro (1998, p.96) corrobora ao afirmar que a inundação ocorre do “transbordamento de água da calha normal de rios, mares, lagos e açudes, ou acumulação de água por drenagem deficiente, em áreas não habitualmente submersas”.

O aumento do nível do rio e seu transbordamento se dão em dois padrões evolutivos principais, sendo esses: inundações graduais e bruscas, que popularmente são chamadas por enchentes e enxurradas, respectivamente. Nesse processo há variação na magnitude, que pode ser excepcional, grande, normal ou regular e pequena (KOBIYAMA et al., 2006, CASTRO, 1998).

As inundações graduais são mais lentas e previsíveis, ocorrem geralmente em áreas planas e acompanhadas de chuvas prolongadas. Atingem uma grande extensão territorial e caracterizam-se por serem sazonais, persistem por alguns dias e em seguida escoam gradualmente. Esse tipo de inundação é a mais comum e estão associadas aos regimes sazonais de cheia dos rios que ampliam seu leito sobre a planície de inundação (KOBIYAMA et al., 2006, CASTRO, 1998).

As inundações bruscas resultam da elevação repentina das águas e ocorrem geralmente em áreas acidentadas, ocasionadas por chuvas intensas e concentradas. Atingem uma pequena extensão territorial e tem um escoamento violento, o que lhe confere maior poder de destruição, mesmo sendo a área impactada menor que nas inundações graduais, que são menos violentas. (KOBIYAMA et al., 2006, CASTRO, 1998).

Kobiyama et al. (2006) citando Baker (1994) e Few et al. (2004), ressalta que a detecção em campo desses conceitos é algo complexo e afirma que “hoje diversas vezes as inundações graduais vêm sendo registradas como inundações bruscas e vice versa” (op cit. p. 47). Isso ocorre, não pela falta de conhecimento, mas pela dificuldade em si, de identificar o fenômeno em campo e por causa das definições ambíguas, além dos tipos de inundações apresentarem muitas vezes características comportamentais similares.

Os dois tipos de inundações diferenciam-se quanto à velocidade e o tempo de duração do evento (Figura 11). As inundações graduais, geralmente previsíveis, ocorrem num intervalo de tempo mais longo, o que permite ao poder público tomar medidas que levem a minimizar os danos econômicos e sociais às áreas atingidas. Já as inundações bruscas, mais súbitas, são de curta duração, não permite ao poder público tomar medidas que visam minimizar os danos econômicos e sociais às áreas atingidas (KOBIYAMA et al., 2006, CASTRO, 1998).

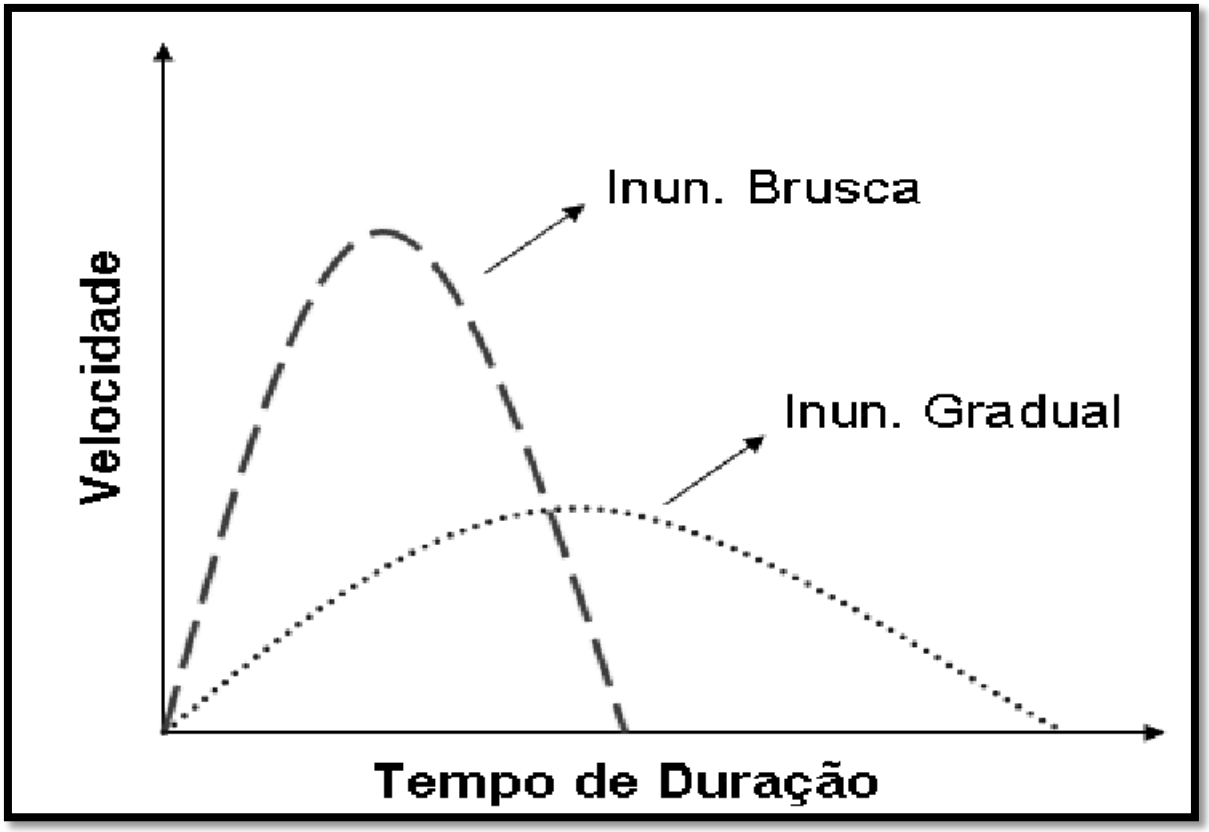


Figura 11 – Evolução do aumento do nível das águas do leito do rio.
Fonte: KOBIYAMA et al. (2006), p. 47.

As inundações bruscas são na maioria das vezes mais severas que as inundações graduais, porém em alguns casos, as inundações graduais podem causar impactos superiores que a inundações bruscas. Tal fato depende do tempo de duração e da concentração populacional, ou seja, se o evento de inundação demora muito para se desfazer e se a área atingida abriga muitas pessoas.

O senso comum atribui aos conceitos enchentes e inundações (Figura 12) os mesmos significados, porém esses apresentam diferenças quanto ao padrão evolutivo. O primeiro deve ser entendido como um meio para atingir o segundo, já que o rio só inundará as áreas adjacentes após o transbordamento do leito, o que só ocorrer quando o leito do rio enche além do limite.

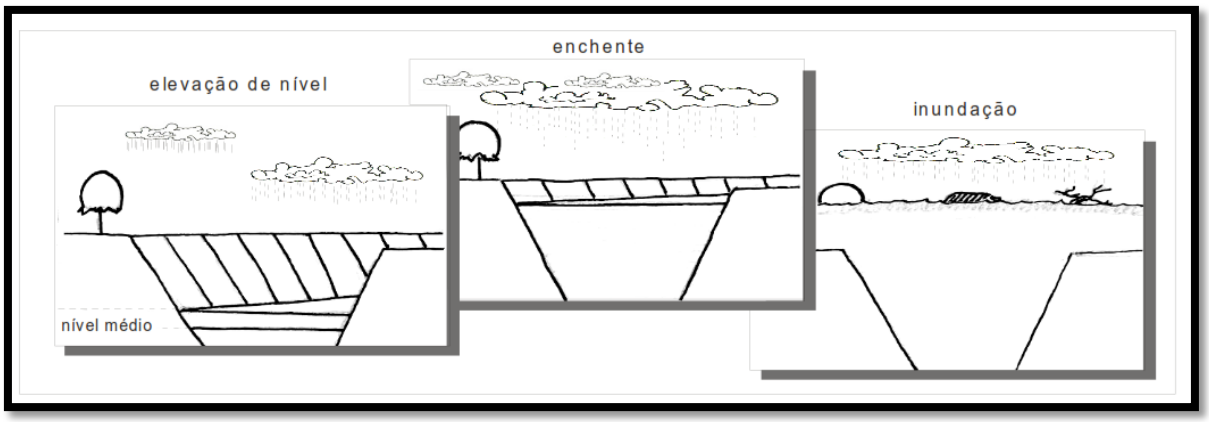


Figura 12 – Evolução do aumento do nível das águas do leito do rio.
Fonte: KOBIYAMA et al. (2006), p. 46.

Se o leito do rio encher e não transbordar, tem-se caracterizado uma enchente, a esse respeito Kobiyama et al. (2006) afirma que “quando não ocorre o transbordamento, apesar do rio ficar parcialmente cheio, tem-se uma enchente e não uma inundação. Por esta razão, no mundo científico, os termos “inundações” e “enchentes” devem ser usados com diferenciação” (op. cit. p. 45).

Outro conceito que o senso comum compreende como sinônimo são inundação e alagamento, este se associa a “água acumulada no leito das ruas e no perímetro urbano por fortes precipitações pluviométricas, em cidades com sistemas de drenagem deficientes” (CASTRO, 1998, p. 12). Assim percebemos uma grande diferença entre inundações e alagamentos, onde o primeiro relaciona-se aos corpos d’águas e o segundo a infraestrutura urbana.

Algumas pesquisas vêm apontam para relação entre as intervenções antrópicas e as inundações, sobretudo nas cidades, pois muitas das vezes as redes de drenagem urbana são insuficientes, ou até mesmo inadequadas, o que impossibilita dá vazão aos grandes volumes de precipitação (BOTELHO, 2011).

Essas pesquisas apontam que as intervenções humanas nos cursos d’águas os tornam um problema ainda maior, pois ao serem realizadas não são considerados

os processos geomorfológicos básicos de erosão, transporte e deposição. Assim, “qualquer intervenção no curso d’água altera esse equilíbrio dinâmico, obrigando o rio a buscar um novo ajuste [...] Ao retificar o trecho de baixo curso de um rio, é preciso lembrar que não apenas esse trecho está sendo alterado, mas o rio como um todo” (BOTELHO, 2011, p. 77).

O homem ao ocupar áreas suscetíveis ou atingidas por inundações acabam realizando intervenções nos cursos d’água objetivando impedir a ocorrência das mesmas. O problema é que as ações realizadas, geralmente obras estruturais, não surtem efeitos no médio e longo prazo (Figura 13), como afirma Botelho 2011:

> “As intervenções antrópicas nos cursos d’água [...] notadamente nas grandes cidades brasileiras, geraram um novo quadro, uma nova paisagem urbana como novos elementos e nova dinâmica. Na busca de novos espaços de ocupação e, principalmente, na solução do problema das enchentes, o homem alterou profundamente os rios, tornando-os “urbanos”. Tais alterações [...] por obras estruturais e mecânicas nos cursos d’água, levaram ao surgimento de problemas ambientais que, em verdade, não eram novos, ao contrário, já eram bem conhecidos: enchentes, destruição de casas e patrimônios, propagação de doenças de veiculação hídrica, surgimento de focos de vetores perdas de vidas humanas. As onerosas obras de drenagem urbana: canalização (aberta ou fechada), retificação, alargamento, afundamento, desvio etc. não só impediram as enchentes, como contribuíram para sua ocorrência, muitas vezes em maior proporção, ao longo do tempo.” (op. cit, p. 76)

Figura 13 – Inundação do valão – trecho do canal da Costa, no entroncamento das ruas Jair de Andrade e Luciano das neves, em Itapoã, Vila Velha no dia 19/03/213.
Fonte: Adaptada de GAZETAONLINE (2013).

Além disso, há a retirada da mata ciliar, a ocupação da planície inundável e o lançamento de lixo nos cursos d'águas que causam seu assoreamento, trazendo como consequência a diminuição da capacidade de escoamento das águas da chuva, que em eventos pluviais extremos culminam nas inundações.

Dessa forma, percebemos que o homem tem uma parcela de culpa na ocorrência das inundações, visto que muito das vezes utilizamos o espaço geográfico de forma inadequada, não respeitando suas características naturais, inserindo-nos em áreas que apresentam condicionantes naturais à ocorrência das inundações.

3 – CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA EM ESTUDO

3.1 – Localização, uso e ocupação da terra do município de Vila Velha (ES)

A área em estudo desta pesquisa é o município de Vila Velha localizado na porção centro-leste do estado do Espírito Santo e faz parte da Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV). O município de Vila Velha limita-se a leste com Oceano Atlântico, a norte com Vitória, a oeste com Cariacica e Viana, e a sul com Guarapari (Figura 14) (INCAPER, 2011).

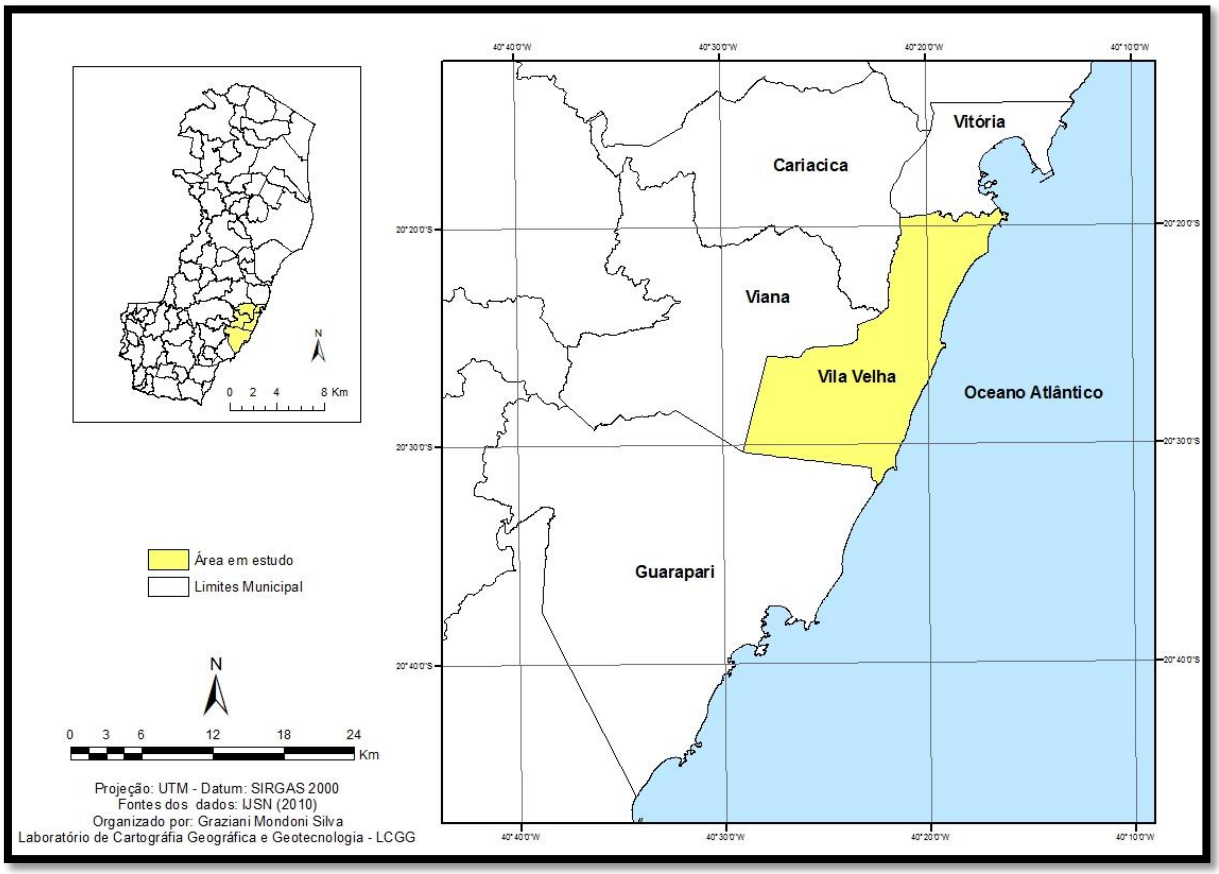


Figura 14 – Localização da área em estudo.
Organizado por: Graziani Mondoni Silva.

O município Canela Verde[8], foi a primeira área da capitania do Espírito Santo a receber núcleo de povoamento e, com a expansão populacional verificada no município de Vitória, no século XX, tornou-se destino de grandes contingentes populacionais (INCAPER, 2011).

Hoje é o município mais populoso do estado com 414.586 habitantes, sendo que 99% vivem em áreas urbanas, distribuídos em 212,4 km^2 de área, o que lhe confere uma elevada densidade demográfica de 1951,99 hab./Km^2. Esse perfil de município populoso e povoado vem se configurando desde o final do século XX, onde a população representava quase a metade da existente hoje (IBGE, 2010).

Entre as atividades econômicas presentes em Vila Velha (ES) destacam-se as relacionadas aos setores alimentícios, confecções e serviços, que concentram grande parte da população empregada. A cidade tem uma das mais importantes fabricas de chocolate do país e é um importante centro de produção e comércio de roupa do estado, neste século ganha destaque as atividades portuárias e correlatas.

As formas de uso e ocupação da terra do município de Vila Velha (ES) são pautadas na edificação de prédios residenciais, industriais e comerciais, além da pavimentação das vias de circulação e instalação de áreas retroportuária.

Atualmente o município passa por um processo de expansão imobiliária, na forma de prédios e condomínios fechados de alto padrão e conta também com projetos governamentais de atração empresarial, sobretudo ligado ao setor de logística, tendo em vista o desejo do município em receber a instalação de um porto de águas profundas (ASEVILA, 2010; NOGUEIRA, 2012).

---

[8] O termo é uma referência dada aos primeiros homens que desceram da Caravela Glória, na chegada de Vasco Fernandes Coutinho, em 1535. É atribuído ao fato dos homens terem as canelas cobertas por algas verde-alface, muito comum na região à época (MORRO DO MORENO, 2013).

Esse *boom* da expansão urbana ocorre, sobretudo, na porção sul do município, que é ainda pouco urbanizada. Deina e Coelho (2013) vêm indagando se os eventos de inundações serão mais marcentes no município, depois que áreas frequentemente inundáveis forem ocupadas por uso da terra que alterem sua dinâmica natural.

3.2 – Caracterização Climática do município de Vila Velha (ES)

Em virtude da ausência de dados de normais climatológicas do município de Vila Velha e, considerando sua proximidade com a capital capixaba, fator que repercute provavelmente sobre os elementos climáticos e a dinâmica atmosférica. Corrobora para que a caracterização da área em estudo seja feita levando-se em consideração os dados climatológicos de Vitória (ES).

Entre os mecanismos de circulação atmosférica que controlam as características climáticas da área em estudo, compreendida no sudeste brasileiro, estão às passagens das frentes frias, principalmente no inverno, a presença da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), principalmente no verão, e da Zona de Convergência de Umidade (ZCOU). Há também a influência das massas de ar, tropical atlântica (mTa), equatorial continental (mEc) e polar atlântica (mPa) (MARCHIORO, 2012, NUNES; VICENTE; CANDIDO, 2009, MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

O regime de chuva, temperatura, direção dos ventos e umidade da área em estudo, são fortemente influenciados pela circulação atmosférica, mas também pelos elementos climáticos, onde a maritimidade e a latitude têm papel importante na característica climática local. Por localizar-se numa zona de média latitude, as temperaturas tendem a ser elevadas, principalmente no verão, e por causa da proximidade do mar, que confere elevado teor de umidade ao ar, contribui para

ocorrência de chuvas e na regulação térmica, influenciando ainda na direção dos ventos.

O comportamento pluvial se caracteriza por dois extremos, com um período bastante abundante e outro bem escasso, sendo esses, respectivamente, novembro a janeiro e junho a setembro (CORREA, 2011, MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007). Por causa do efeito da maritimidade, mesmo no período seco as precipitações são consideráveis, onde o mês de agosto, menos chuvoso, registra na normal climatológica 40,3mm, já o mês de dezembro, mais chuvoso, registra 175,8mm na normal climatológica (INMET, 2013).

A alternância de períodos mais chuvosos e menos chuvosos, associado ainda às condições atmosféricas locais, faz o teor de umidade do ar vária muito entre os meses do ano, porém apresenta-se num média de 78% aproximadamente (MARCHIORO, 2011).

As temperaturas médias giram em torno dos 24,3ºC, onde os meses de fevereiro com aproximadamente 28ºC e julho com cerca de 23ºC, são os mais quentes e frios, respectivamente (CORREA, 2011, MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007). Esse fato pode ter ligação com a atuação das massas de ar tropical atlântica (mTa) e polar atlântica (mPa), respectivamente, que atuam na área em estudo, principalmente nessas épocas do ano.

O padrão na direção dos ventos apresenta-se de duas formas, numa predomina ventos do quadrante nordeste (NE) ao longo do ano e outra os ventos são provenientes dos quadrantes sudeste (SE) e sul (S) entre abril e setembro (EMCAPA, 1981; MONTEIRO, 1949, NIMER, 1973 apud CORREA, 2011).

Essas características confere a região um clima (figura 15) com temperaturas e precipitações pluviais elevadas, o qual é classificado por Bernades (1951) como quente Super Úmido - subseca (CORREA, 2011).

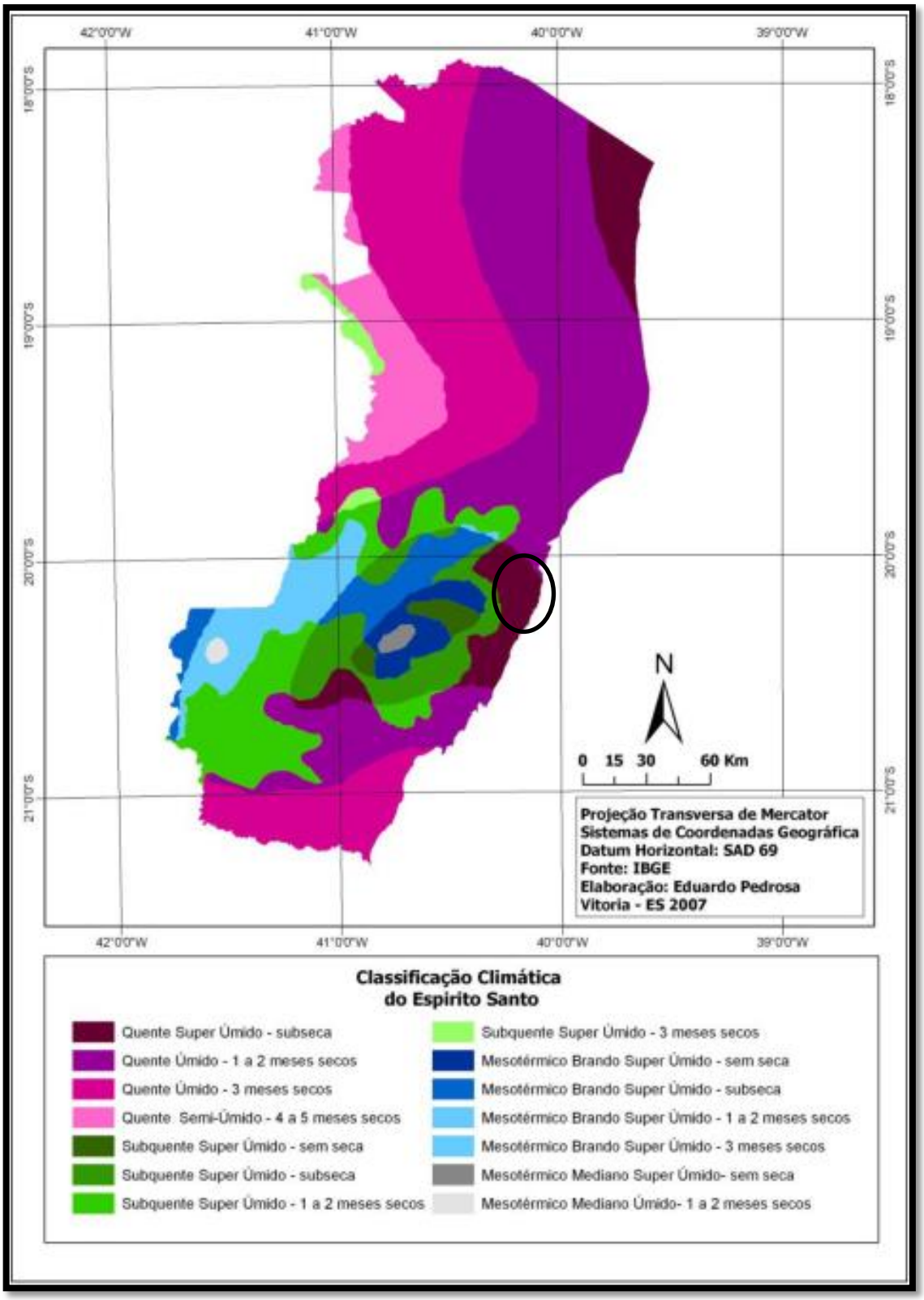


Figura 15 – Domínios Climáticos do estado do Espírito Santo.
Fonte: Adaptado de CORREA (2011), p. 40.

3.3 – Caracterização geomorfológica do município de Vila Velha (ES)

O conhecimento dos aspectos geomorfológicos, formas do relevo, é de fundamental importância para compreensão dos fenômenos naturais, onde, por exemplo, um relevo excessivamente plano propicia a ocorrência de inundação associada a eventos pluviais extremos. Além disso, é sobre esse que o homem irá desenvolver suas atividades cotidianas, rurais ou urbanas (IJSN, 2012).

No município de Vila Velha a morfologia do terreno apresenta-se nas formas de colinas, maciços, tabuleiros e planícies. Essas formas encontram-se compartimentada em unidades geomorfológicas denominadas de Colinas e Maciços Costeiros, Tabuleiros Costeiros e Planícies Litorâneas (RADAMBRASIL, 1983).

As colinas, pequenas elevações no terreno com declividades suaves e altitudes inferiores aos 50 metros, são formas de relevo intermediarias derivadas da erosão e encontram-se isoladas uma das outros. Já os maciços, parcialmente erodidos, encontram-se em grandes extensões territoriais nas massas de rochas cristalinas atingindo altitudes entre 100 e 200m (GUERRA, 1987).

Os tabuleiros, semelhantes aos planaltos, terminam geralmente de forma abrupta, apresentam topografia plana, baixas altitudes e material sedimentar. As planícies compreendem uma extensão do terreno mais ou menos plana, onde os processos de deposição de material superam o de erosão, essas se caracterizam por apresentarem superfícies com poucos acidentes e sem grandes desníveis relativos (GUERRA, 1987).

O processo de uso e ocupação da terra em Vila Velha, fez com que as formas acima apresentadas sofressem com cortes e aterros para edificação de vias de circulação e prédios residências/comerciais, potencializando o desencadeamento dos

processos geomorfológicos, sobretudo as inundações que são frequentes nas áreas juntos aos corpos d' água e aterradas, sobre domínio das planícies.

Em relação aos compartimentos geomorfológicos presente na área em estudo, segundo o RadamBrasil (1983), as Colinas e Maciços Costeiros, localizadas principalmente na porção norte, apresentam 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*.

Os Tabuleiros Costeiros, localizados principalmente na porção sul, são 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 foram gradual, sem às vezes perceber a mudança de unidade geomorfológica. Os Tabuleiros são formados por deposição e compactação de sedimentos provenientes das rochas cristalinas (RADAMBRASIL, 1983).

As Planícies Litorâneas caracteriza-se por apresentarem ambientes diversificados que reflete em sua distribuição espacial. Esse comportamento é "constituído de material acumulativo, do tipo aluvial e coluvial, com larguras e extensões variadas" (RADAMBRASIL, 1983. p, 314). Nestes locais quando há o encontra das águas dos rios com a do mar desenvolvem-se os manguezais, que podem atingir quilômetro continente adentro. Esse compartimento encontra-se junto à linha de costa, aos cursos d'águas e em as áreas sujeitas à inundação, é marcante na porção central numa extensão leste/oeste, delimitando os outros dois compartimentos geomorfológicos (op. cit.).

Quanto aos materiais que constituem essas formas de relevo, ou seja, os componentes litológicos são formados por rochas cristalinas e sedimentares, e por

depósitos inconsolados. Esses se encontram compartimentados em complexos geológicos, sendo esses a “Suíte” Intrusiva Espírito Santo, o Grupo Barreira, o Quaternário Marinho e Aluvionar (RADAMBRASIL, 1983). Estando associado respectivamente, as Colinas e Maciços Costeiros, aos Tabuleiros Costeiros e as Planícies Litorâneas, num grosso modo.

A “Suíte” Intrusiva Espírito Santo, tem como características faixas de biotita gnaisse e kinzigitos, faixas de gnaisse migmatizados, e granito e granodioritos, 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 Brasiliano 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 cataclase constante e sua composição mineralógica não varia muito, com feldspatos brancos e róseos, quartzo e, em menor proporção, biotita e/ou anfibólio. (RADAMBRASIL, 1983).

O Grupo Barreira, formado por sedimentos continentais costeiros 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, o que torna incapaz um bom selecionamento, esses têm como origem a decomposição de rochas gnáissicas (RADAMBRASIL, 1983).

O Quaternário Marinho ou sedimentos marinhos são formados basicamente por areais 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 o Quaternário Aluvionar é proveniente dos acúmulos de sedimentos em diversos ambientes, sendo mais frequentes ao longo do litoral. Os materiais constituintes são cascalhos, areias e siltes. (RADAMBRASIL, 1983).

O Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN) realizou um refinamento das características geomorfológicas do estado do Espírito Santo, em relação aos trabalhos realizados nas décadas de 1970 e 1980 pelo Projeto RadamBrasil. Esse novo mapeamento tem por objetivo ampliar a escala de observação, aproximando das características locais do estado (IJSN, 2012).

Nesse estudo foram delineadas classificações geomorfológicas em diferentes escalas, sendo essas: Morfoestruturas, Regiões e Unidades. Onde a área em estudo está inserida respectivamente, nos Depósitos Sedimentares, Planícies Costeiras e Piemontes Inumados e, Planícies Costeiras, Estuários e Praias e Tabuleiros Costeiros. (Figura 16) (IJSN, 2012).

Sobre essas classificações, faz-se necessário destacar, aqueles que não foram abordados até então. Na morfoestrutura geomorfológica, os Depósitos Sedimentares são formados por “sedimentos arenosos e argilo-arenosos com nível de cascalhos, basicamente do grupo da Formação Barreiras e dos ambientes costeiros, depositados durante o período Cenozóico” (IJSN, 2012, p. 8).

Nas regiões geomorfológicas, os Piemontes Inumados se constituem de sedimentos Cenozóico do Grupo Barreiras, muito alterado com espessura variada e disposição suborzontal, em direção ao Oceano Atlântico (IJSN, 2012). Em relação as outras classificações apresentam semelhanças conceituais quanto as abordas pelo RadamBrasil.

Há também a classe dos modelos de acumulação, que para área em estudo é compreendida pelo acumulo fluvial (Af), que se caracteriza por “área plana resultante de acumulação fluvial sujeita a inundações periódicas, correspondentes às várzeas atuais. Ocorre nos vales com preenchimento aluvial” (IJSN, 2012, p. 11).

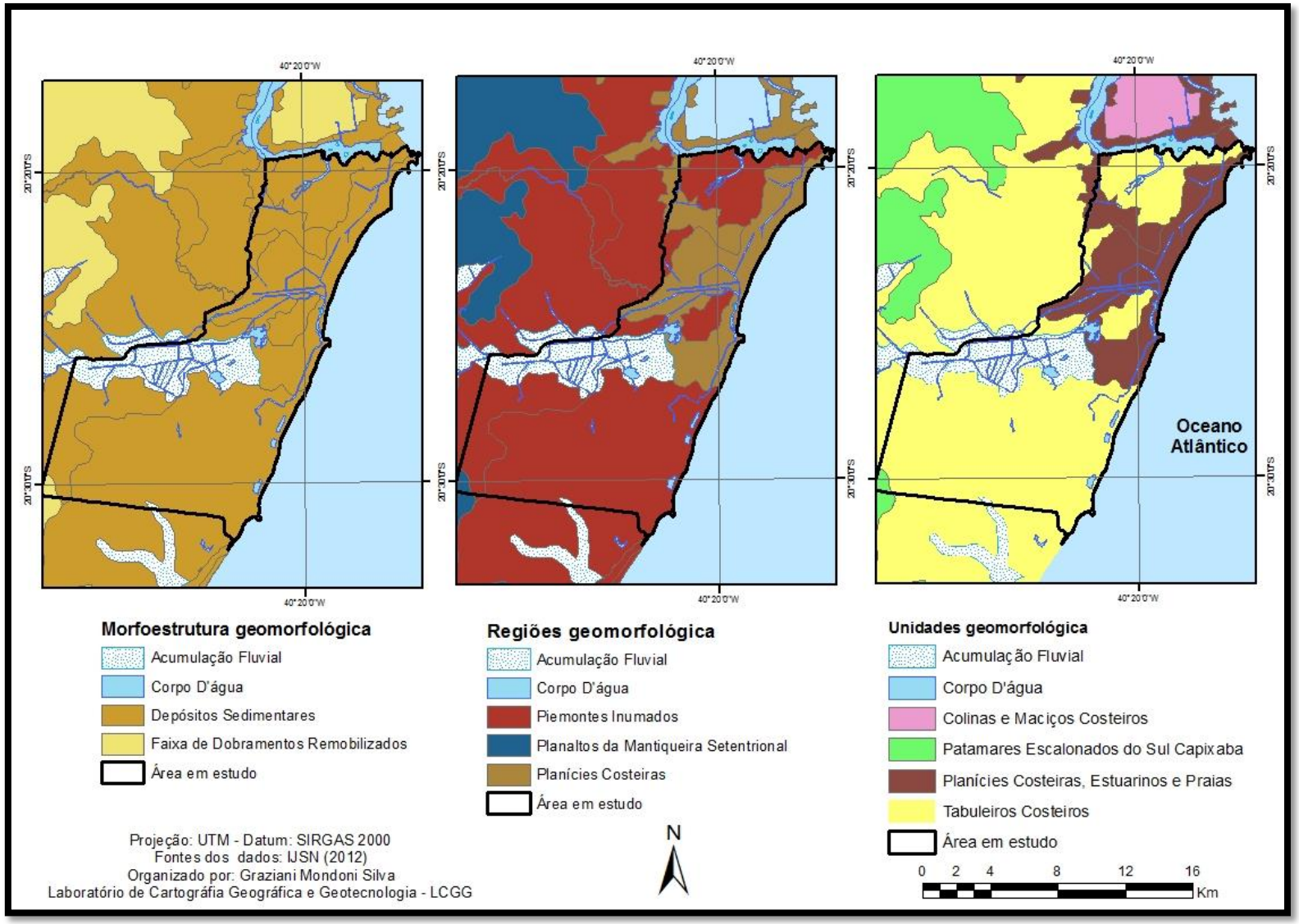


Figura 16 – Caracterização geomorfológica da área em estudo.
Organizado por: Graziani Mondoni Silva.

3.4 – Caracterização hidrológica do município de Vila Velha (ES)

O município de Vila Velha localizado na planície costeira do Atlântico leste é compreendido, em grande parte de seu território, pela bacia hidrográfica do rio Jucu, que totaliza 2.032Km^2 de área, sendo 5,13% localizado em território canela verde (IJSN, 2008).

Essa bacia desempenha importante papel social e econômico para RMGV, da qual a área em estudo faz parte. Tendo em visto o fornecimento de energia elétrica e o abastecimento de água para grande parte da população da região, além de ser uma região produtora de hortifrutigranjeiros consumidos por ela (DEINA, BOSCAGLIA, 2011; IJSN, 2008).

A rede hídrica (figura 17) municipal 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'águas 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).

Os rios e canais encontram-se em processo de degradação ambiental elevando, por causa do despejo de efluentes indústrias e residências (principalmente), tornando-os focos de propagação de doenças, sobretudo, em época de chuvas intensas e prolongas que levam ao transbordamento dos mesmos.

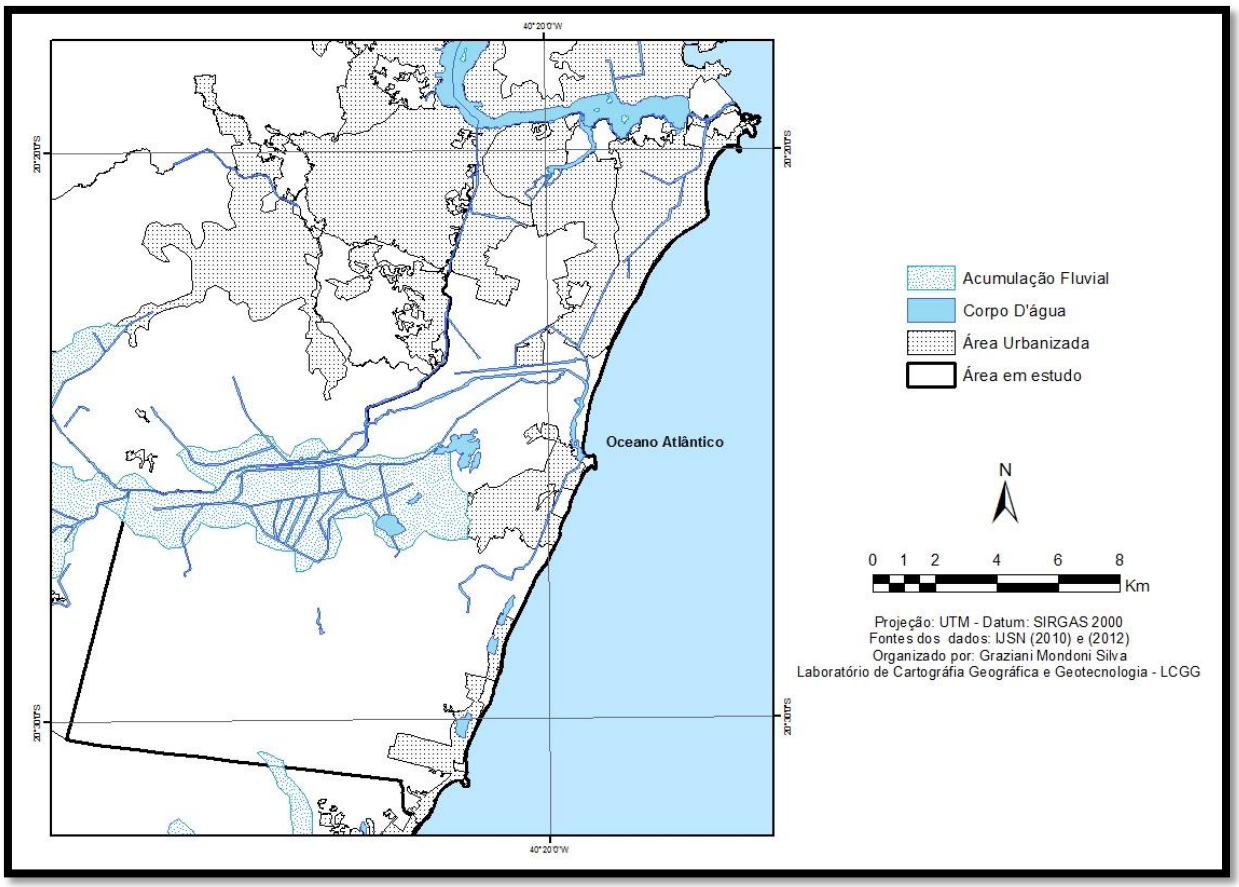


Figura 17 – Copos d'águas presentes na área em estudo.
Organizado por: Graziani Mondoni Silva.

Adiciona-se a questão ambiental, as ações realizadas para conter os constantes transbordamentos dos cursos d'águas ou ainda para permitir a ocupação da planície de inundação e áreas alagáveis. Essas intervenções são realizadas por meio de retificação e/ou manilhamento do leito dos cursos d'águas e aterro para edificação de estradas e habitações, o que contribuiu para transformar a dinâmica hídrica natural, potencializando ainda mais as inundações (MORRO DO MORENO, 2013; DENEIA, COELHO, 2013).

Por estar localizar no baixo curso do rio Jucu, o município é impactado também pela precipitação no alto e médio curso do rio, onde as médias pluviais são as mais elevadas do Estado, superiores a 1400 mm/ano, escoando em direção do mesmo. Esse fato contribui para aumentar o nível do rio, que associado à maré alta e precipitação intensa e prolongada sobre o município de Vila Velha potencializa a ocorrência de inundações (INCAPER, 2013; DENEIA, COELHO, 2013).

4 – METODOLOGIA

O presente estudo se enquadra num pesquisa exploratória, que tem por objetivo à "aproximação de um tema e visa criar maior familiaridade em relação a um fato ou fenômeno" (SANTOS, 2002, p.26). Assim buscou-se através de um estudo de caso, selecionar "um objeto de pesquisa restrito, como o objetivo de aprofundar-lhe os aspectos característicos [...] [e] reconhecer num caso um padrão científico já delineado, no qual possa ser enquadrado" (op. cit. 31).

Assim, o estudo se desenvolveu através de uma revisão bibliográfica, por meio de livros e artigos de autores reconhecidos nacionalmente e internacionalmente em relação ao tema proposto. Esses materiais serviram para delinear os caminhos teóricos a serem percorridos pela pesquisa, estabelecendo as bases conceituais que nortearam o estudo.

Com a compreensão teórica do tema proposto, utilizou-se do Boletim da Revista Climanálise, fornecido 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/. Como o intuito de quantificar o comportamento climatológico da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

A partir da analise dos boletins do Climanálise, identificou-se os episódios de ZCAS, ocorridos nos meses de outubro a abril (primavera e verão estendido) entre os anos de 2001 a 2011, e sua duração em dias, os quais foram tabulados no programa Microsoft Excel 2010. A escolha do período de outubro a abril se justifica pelo fato do boletim Climanálise registrar episódios de ZCAS nesse intervalo de tempo, os quais seguem os critérios de identificação propostos por Kodama (1992;1993) e Quadro (1993) apud Andrade (2011).

Com a tabulação dos dados, os episódios de ZCAS foram agrupados quanto à duração em dias e divididos em classes de intensidade (Figura 18), para melhor compreender sua relação com o comportamento pluviométrico no município de Vila Velha. As quais esse trabalho propõe da seguinte maneira:

- Curta duração: episódios que perduram entre 3 e 4 dias, que somados totalizam 15 ZCAS;
- Média duração: episódios que perduram entre 5 a 7 dias, que somados totalizam 47 ZCAS;
- Longa duração: episódios que perduram entre 8 a 10 dias, que somados totalizam 12 ZCAS; e
- Excepcional duração: episódios que perduram por mais de 10 dias, que somados totalizam 5 ZCAS.

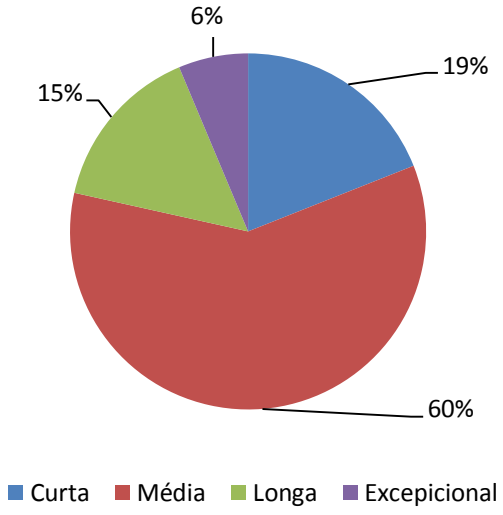


Figura 18 – Classe de intensidade dos episódios de ZCAS.
Organizado por: Graziani Mondoni Silva.

Para quantificar os dados diários de precipitação utilizou-se a estação convencional localizada no município de Vitória, latitude -20.31º, longitude -40.31º e altitude de 36.30m, fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), através do Professor Doutor Eberval Marchioro. A escolha dessa estação meteorológica se justifica pelo fato de que no município de Vila Velha não há estação meteorológica,

sendo a estação localizada em Vitória a mais próxima da área em estudo, refletindo também sua realidade meteorológica.

A precipitação diária e obtida por meio de pluviômetro (figura 19) manual de precipitação, sendo totalizada às 09h00min, representando a soma de 24 horas a partir do dia anterior e expresso em milímetro.

Figura 19 – Pluviômetro manual utilizado para obtenção de dados diários de precipitação pluviométrica.
Fonte: arquivo pessoal de Eberval Marchioro, foto tirada em 2006.

Os dados então fornecidos foram tabulados utilizando-se do programa Microsoft Excel 2010, e relacionados aos dados de duração da ZCAS, dos quais se confeccionou tabelas e gráficos, que auxiliaram na analise e compreensão do tema pesquisado.

A seleção dos eventos de inundações 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://150.162.127.84:8000/. Pesquisando nos banners 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.

Com os eventos de inundações 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 dada de publicação do dia.

Os mapas gerados foram confeccionados através do programa ArcGis 10.1 no Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologia (LCGG) do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo. Onde foi utilizado shapefile disponibilizado gratuitamente na homepage http://www.ijsn.es.gov.br/Sitio/.

5 – RESULTOS E DISCUSSÔES

Com base na tabela 1, pode-se verificar que a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) se fez presente em 90 episódios[9] durante a primavera e verão estendida entre os anos de 2001 e 2011, o que lhe confere em média 9 episódios por sazonalidade.

TABELA 1 – EPISÓDIOS DE ZONA DE CONVERGÊNCIA DO ATLÂNTICO SUL - ZCAS

Período / Mês	outubro	novembro	dezembro	janeiro	fevereiro	março	abril	%	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

Elaborado por Graziani Mondoni Silva.
Fonte dos dados: CLIMANÁLISE – CPTEC/INPE (2013).

Considerando a temporalidade de análise, pode-se verificar um aumento no número de episódios de ZCAS ao longo do decênio. 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

[9] Ocorreram 14 episódios que compreenderam dias em meses anteriores ou subsequentes, para tanto, considerou-lhes uma única vez e para o mês que apresentou o maior número de dias do episódio.

sazonalidade, esses períodos juntos totalizam 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 mensal, totalizando 11,4% dos eventos.

Andrade (2011) ao estudar as influências remotas na ocorrência de ZCAS identificou para o período de outubro a março entre os anos de 1990 e 2009, um total de 81 episódios. Como há coincidência de anos com a presente pesquisa, descontando-os e formando um decênio de 1990/2001 para os meses de outubro a março, contabiliza-se 30 eventos de ZCAS. Este número de episódios foi igualmente mensurado por Quadro (1993), ao analisar os trimestres de verão dos anos de 1980 e 1989[10] (QUADRO apud ANDRADE, 2011).

Com os dados apresentados no decênio 2001/2011 fica evidente o aumento na frequência de ZCAS comparado aos estudos de Quadro (1993) e Andrade (2011)[11], que registraram 2 vezes menos a presença de ZCAS. Tal situação suscita uma investigação mais profundamente, o que não é objeto nesta analise.

Em relação à frequência intrassazonal, ou seja, dentro da primavera e 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, destaca-se o mês de janeiro que registrou 23 episódios, o que corresponde a 1/4 dos casos, além disso, a ZCAS ocorreu em todos os anos. Já no outro extremo, menos ativo, os meses de outubro e abril representam 10% dos episódios, sendo que abril totalizou apenas 3 eventos. O mês de abril chama atenção, visto que só foi mensurado episódios de ZCAS a partir de 2009.

---

[10] Segundo Andrade (2011), Quadro (1993) identificou em média 3 eventos de ZCAS entre os meses de dezembro, janeiro e fevereiro (DJF), entre os anos de 1980 a 1989.

[11] Vale salientar que tal comparação deve ser feita com muito cuidada, uma vez que nos trabalhos de Quadro (1993) são analisados apenas três meses (DJF) e Andrade (2011) a quantidade passa para seis meses (ONDJFM), já nesta pesquisa inclui-se o mês de abril. Além disso, Andrade (2011) não considerou dois episódios de ZCAS identificados pelo Climanálise com três dias de duração.

Esse comportamento mensal pode ser apontado com resultado da ação de outros fenômenos atmosféricos associados à ZCAS, como o regime de monção[12], 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.

Já 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 há ocorrência de sistemas frontais nos subtrópicos do Atlântico Sul, que eleva a umidade atmosférica contribuindo para maior ocorrência de ZCAS (MARCHIORO, 2012, ANDRADE, 2011).

Andrade (2011) descreve a localização[13] da ZCAS em relação à posição climatológica, descrita por Kodama (1992a, 1992b) e Quadros (1993), em três zonas de máxima atuação (Figura 21), onde para área em estudo o mês de dezembro é o mais ativo, ou seja, a posição da ZCAS se encontra sobre a região compreende neste estudo causando influência no comportamento pluvial, sendo essa a área central (C).

---

[12] O regime de monção na América do Sul se diferencia das monções asiáticas, tendo em vista que aqui seu desenvolvimento se dá de oeste-leste (longitudinal) e não norte-sul (latitudinal). Para saber mais consulte Cavalcante et al. 2009.

[13] Para saber mais sobre a metodologia utilizada na compartimentação da posição da ZCAS quanto à climatologia, ver Andrade (2011).

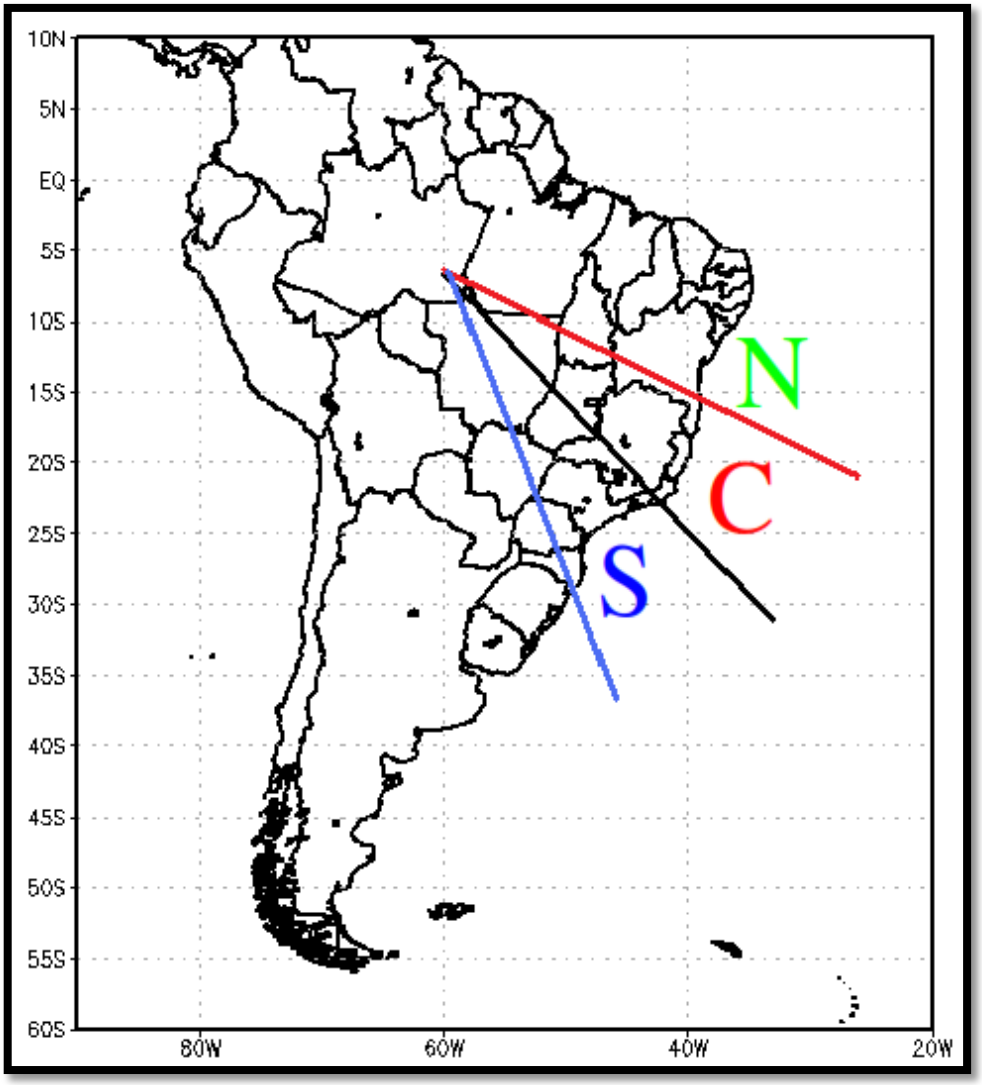


Figura 20 – Área de ação máxima da ZCAS, S (área sul) C (área central), N (área norte).
Fonte: ANDRADE (2011), p. 27.

Baseado na figura 21[14] pode-se verificar que a duração em dias dos episódios de ZCAS verificados neste trabalho foi de quatro a sete dias, totalizando 75% dos eventos. Há, porém episódios com duração inferior, que totalizaram 3 episódios com três dias, além de 1 episódio que durou vinte e um dias. Esses dados estão em consonância ao padrão na duração da ZCAS, salientado nos trabalhos de Carvalho e Jones (2009), Quadro (2011) e Andrade (2011), este último afirma que para área em estudo há um predomínio de episódios entre 6 a 7 dias de duração.

[14] A partir deste gráfico, são analisados apenas os episódios que puderam ser relacionados aos dados de precipitação registrados pela estação convencional, os quais totalizaram de 79 episódios. Assim 11 episódios ficam de fora da 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 episódio) e seis dias (2 episódios), e 2 em janeiro (2002) com quatro e nove dias de duração.

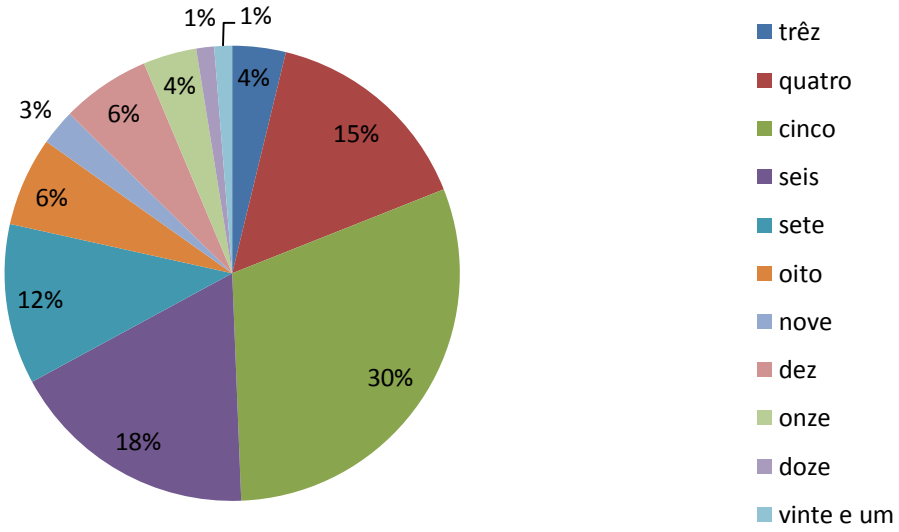


Figura 21 – Percentual dos episódios de ZCAS em relação à duração em dias.
Organizado por: Graziani Mondoni Silva.

Os eventos de ZCAS mostram-se bastantes dinâmicos quanto à precipitação pluviométrica na área em estudo, como pode ser observado na figura 22. Os eventos de longa e excepcional duração de ZCAS geram os maiores volumes médios de chuva, superando 90mm 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 19mm. Ao analisar o episódio de duração mais frequente, cinco dias, a média de chuva chega a 57,5mm por episódio.

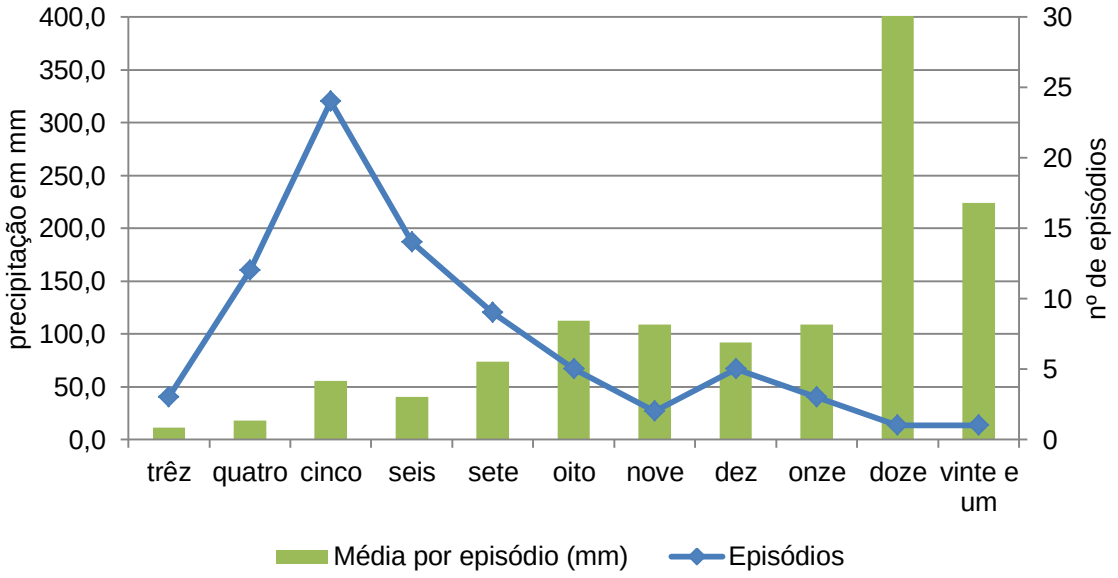


Figura 22 – Comportamento pluviométrico médio por duração dos episódios.
Organizado por: Graziani Mondoni Silva.

Tal característica evidência uma tendência de excesso de precipitação para episódios das classes de longa e excepcional duração. Esse excesso pluviométrico pode trazer consequências sociais e econômicas, tendo em vista que a chuva prolongada e em excesso, associada às características naturais do lugar, possibilita à ocorrência de inundação e deslizamento de terra, fato comum no município de Vila Velha, desencadeando desastres naturais significativos ano após ano.

Vale salientar, que nem todo evento de ZCAS trouxe precipitação a área em estudo (Figura 23). A escassez pluvial concentra-se em episódios de três a seis dias, sendo mais representativo nos eventos de curta duração, onde 1/3 dos episódios com três dias de duração não registrou chuva e o episódio de quatro dias de duração totaliza o maior número absoluto (4) dos episódios sem precipitação. Tais características estão em conformidade com o padrão espacial da ZCAS, que pode gera excesso de precipitação para algumas regiões e escassez para outras (CARVALHO; JONES, 2009).

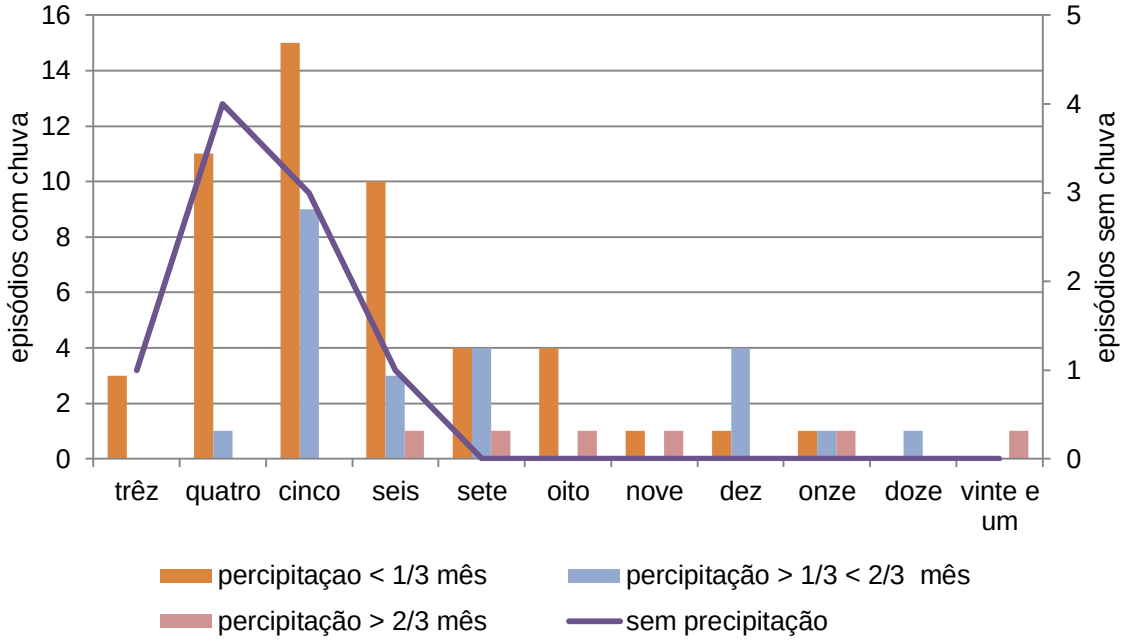


Figura 23 – Escassez e excesso de precipitação referente à duração das ZCAS.
Organizado por: Graziani Mondoni Silva.

A figura 23 permite ainda, aferir um predomínio de ZCAS que produziram precipitações inferiores a 1/3 do verificado no mês do evento, totalizando 50

episódios, sendo os episódios com cinco dias de duração o mais recorrente, com 30% do total. Em relação os episódios que geraram precipitações entre 1/3 e 2/3 do verificado no mês do evento, somam 23 ZCAS, neste também os episódios com cinco dias de duração são mais ativos, representando 39%. Já os episódios que superaram 2/3 da precipitação verificado no mês do evento são poucos, totalizando apenas 6 ZCAS, recorrentes em eventos superiores a cinco dias de duração.

Em relação às classes de intensidade dos episódios de ZCAS, os de curta e média duração, representam a maioria (43 num total de 50) dos eventos com precipitação inferior a 1/3 do verificado no mês do evento. No outro extremo, precipitação superior a 2/3 do verificado para o mês do evento, esses só não ocorrem na classe de curta duração e são igualmente representado pela outras três classes, com 2 episódios cada. Já em relação às precipitações entre 1/3 e 2/3 para o mês do evento, concentram-se na classe de média duração, totalizando 16 dos 22 episódios. Esta última situação vem de encontro com a afirmação de que para a área em estudo os episódios mais significativos são aqueles de duração entre 6 e 7 dias (ANDRADE, 2011)

Esse comportamento denota que a maioria das ZCAS geram precipitações fraca e moderada no município de Vila Velha, as quais geram corriqueiramente alagamentos. Já os extremos pluviométricos são poucos frequentes, mas presentes ano após ano, e vem se materializando em inundações cotidianas na área em estudo.

Ao analisar a precipitação média dos episódios de ZCAS e a média da normal climatológica para o período de 1961-1990 (Figura 24), fica evidente o papel que os eventos de ZCAS desempenham sobre a precipitação na área em estudo, onde em todos os meses analisados o quantitativo médio pluvial da normal climatológica e fortemente influenciada pela ocorrência de eventos de ZCAS. O padrão do efeito das ZCAS sobre a precipitação pluvial verificado neste trabalho, também foi observado por Quadros (1993) e Kodama (1992) (apud Andrade, 2011) e Abreu (1998).

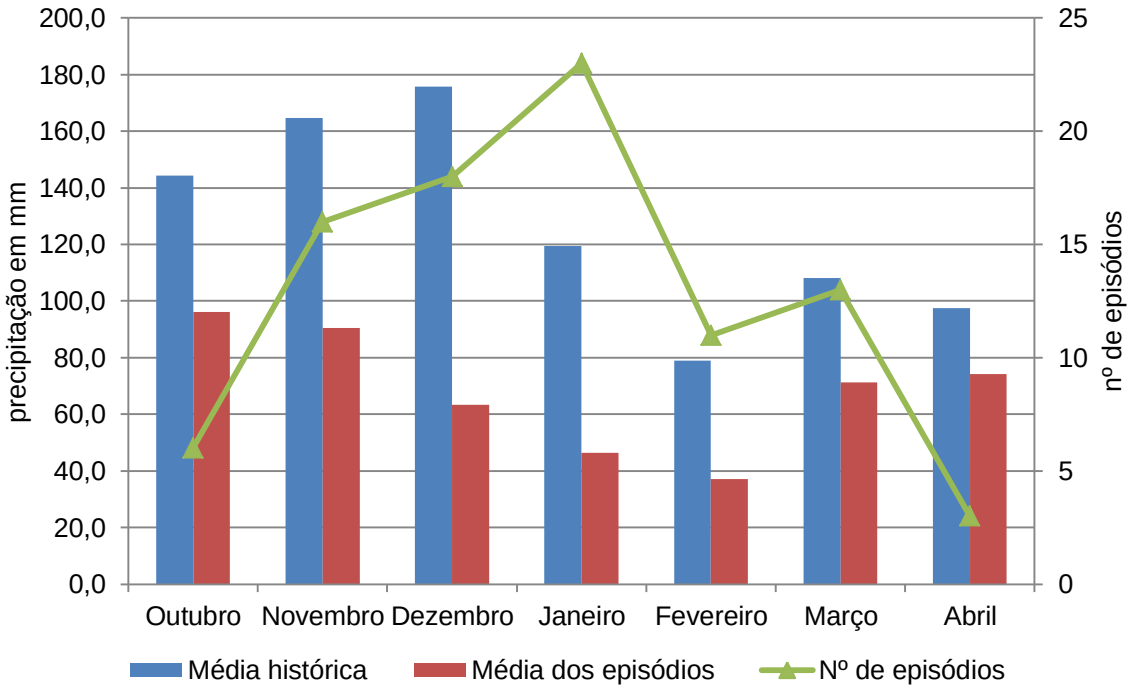


Figura 24 – Comparativo entre a média climatológica e a média dos episódios.
Organizado por: Graziani Mondoni Silva.

Na média histórica 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, os quais Andrade (2011) aponta como menos ativo que dezembro, porém representativos em relação a outubro.

Destaca-se ainda da figura 24, o fato do mês de outubro apresentar um volume de precipitação média dos episódios elevado e ter o segundo menor registro de ZCAS, como também, o mês de janeiro que é o mais ativo em episódios de ZCAS e apresenta a segunda menor média dos episódios pluviométrica. Isso pode se explicado porque o mês de outubro registrou um episodio atípico tanto em duração quanto ao total precipitado, persistindo por 8 dias e gerando 541mm de chuva, já o

janeiro apresentou 4 episódios sem precipitação, que de certo contribuíram para reduzir a média por evento.

Alerta-se para análise exclusiva do valor médio de precipitação pluvial dos episódios de ZCAS (Figura 24), que pode induzir para compreensão de que os eventos verificados no início e fim da sazonalidade são mais intensos em chuva quando comparados aos episódios que ocorrem no auge convectivo.

Tal observação é aferível, mas se configura pela exceção dos volumes pluviométricos e pela baixa quantidade de ZCAS, o que faz elevar a média por episódios, já que nos meses com maior frequência de ZCAS os totais pluviométricos não são excepcionais e apresentam precipitações próximas por eventos, o que poderá ser verificado nas tabelas de 2 a 8, na sequencia da discussão dos resultados. Além disso, dos 11 episódios que não puderam ser relacionados ao volume de chuva 7 ocorreram em dezembro e 2 em janeiro.

As tabelas de 2 a 8 apresentam a ação da ZCAS em relação à precipitação climatológica mensal e o comportamento individual dos episódios quanto à duração e o volume total precipitado. Nessas os meses menos ativos, abril (Tabela 8) e outubro (tabela 2), tiveram um comportamento bastante parecido quanto ao número de episódios registrados por sazonalidade, onde apenas em outubro de 2009 houve mais de 1 episódio.

Nos meses mais ativos, janeiro (Tabela 5) e dezembro (Tabela 4) é frequente a ocorrência de 2 episódios por sazonalidade, exceto em dezembro de 2009 e janeiro de 2005, com 1 episódio, e alguns janeiros com 3 eventos. Em relação aos outros meses, não há um padrão quanto ao número de ZCAS por mês da sazonalidade, ocorrendo desde 1 a 3 episódios.

Essa situação evidência um comportamento temporal médio de 2 episódios por mês, o que elevou o número total de ZCAS por sazonalidade de 3, encontrado nos trabalhos de Quadro (1993) e Andrade (20011), para os períodos 1980/89 e 1990/2001, respectivamente, para 10 no período em analise neste trabalho[15].

A tabela 2 demostra um predomínio de episódios de ZCAS de curta duração, exceto em dois casos, onde se destaca o 3º episódio de 2009, o qual apresentou longa duração, compreendendo três dias do mês subsequente. Além disso, os episódios contribuíram pouco para o acumulado mensal de precipitação, exceção se faz ao 3º episódio de 2009, com total pluvial de 514mm, o maior volume registrado entre todos os episódios analisados. Esse episódio desencadeou desastres naturais[16] que levaram as autoridades públicas a decretar situação de emergência.

TABELA 2 – EPISÓDIOS DE ZCAS OCORRIDAS EM OUTUBRO.

Período	Episódio 1		Episódio 2		Episódio 3		Acumulado em mm	Média histórica	Média mês	outro mês
	dias	mm	dias	mm	dias	mm				
out-06	4	13,2					13,2	144,4	66,5	
out-07	5	14,4					14,4	144,4	31,7	
out-08	3	11,7					11,7	144,4	108,6	
out-09	4	20,1	4	3,6	8*	514	537,7	144,4	406,4	139,9

Elaborado por Graziani Mondoni Silva. Observação: * indica que foi computado dia em outro mês.
Fonte dos dados: CLIMANÁLISE – CPTEC/INPE (2013).

No mês de novembro (Tabela 3) o padrão na duração dos eventos de ZCAS concentrou-se em eventos de média duração, sendo possível observar um evento de curta duração e outro de excepcional duração. Quanto à normal climatológica, verifica-se que as ações das ZCAS contribuem para caracterizar as médias mensais, onde os acumulados dos episódios excederam a climatologia pluvial, exceto no ano de 2007.

[15] Vale ressaltar que há diferença na quantidade de meses analisados nos três trabalhos citados.

[16] Os desastres naturais estão relacionados à ação dos eventos naturais e sua implicação na sociedade, que muita das vezes age em relação ao desenvolvimento dos eventos naturais tornando-os mais frequentes e danosos, para saber mais conferir Castro (1998), Kobiyama (2006) e Botelho (2011).

TABELA 3 – EPISÓDIOS DE ZCAS OCORRIDAS EM NOVEMBRO.

Período	Episódio 1		Episódio 2		Episódio 3		Acumulado em mm	Média histórica	Média mês	Outro mês
	dias	mm	dias	mm	dias	mm				
nov-05	6	65,7	5	38,9	5	15	119,6	164,7	272	
nov-06	5	124,5	7*	103,5			228	164,7	195,4	97,6
nov-07	4	4,4	6*	59,9			64,3	164,7	164,2	41
nov-08	5	98,3	12	405,1	5*	91,5	594,9	164,7	663	9
nov-10	5*	88,2	7	77,1	5	5,6	170,9	164,7	265,4	0

Elaborado por Graziani Mondoni Silva. Observação: * indica que foi computado dia em outro mês.
Fonte dos dados: CLIMANÁLISE – CPTEC/INPE (2013).

Há que se destacar o 2º episódio de 2008 com precipitações acumulada em 405,1mm, segundo maior volume precipitado por episódio, o que gerou desastres naturais que levou também as autoridades públicas decretar situação de emergência no município de Vila Velha.

O mês de dezembro (Tabela 4) tem um comportamento médio de precipitação e duração dos eventos semelhante ao verificado no mês de novembro, onde os episódios de ZCAS têm papel preponderante no aumento das precipitações em relação às médias climatológicas, exceto no ano de 2007. Neste mês não foi verificado casos de desastres naturais que levaram as autoridades públicas a declarar situação de emergência, mesmo havendo episódios com acumulado pluvial que excederam mais de 50% da média histórica.

TABELA 4 – EPISÓDIOS DE ZCAS OCORRIDAS EM DEZEMBRO.

Período	Episódio 1		Episódio 2		Acumulado em mm	Média histórica	Média mês
	dias	mm	dias	mm			
dez-02	7	66,2	5	111,4	177,6	175,8	212
dez-04	4	84,4	6**	51,3	135,7	175,8	242,7
dez-05	6	131,9	6	2,2	134,1	175,8	185,8
dez-06	10	157,8			157,8	175,8	326,7
dez-07	3	23,1	6	9,1	32,2	175,8	94,2
dez-08	5	27,02	9	32,1	59,12	175,8	135,02

Elaborado por Graziani Mondoni Silva.
Fonte dos dados: CLIMANÁLISE – CPTEC/INPE (2013).
Observação: ** nesse episódio dois dias não tiveram dados de precipitação registrados pela estação meteorológica.

Os dados da tabela 5 demostram que a ação da ZCAS no mês de janeiro é bastante dinâmica, havendo episódios que superam a média da normal climatológica, bem como episódios sem precipitação alguma, o que pode ser um indicativo do deslocamento ao sul da ação da ZCAS, apontado por Andrade (2011). Como já foi verificado nos meses de novembro e dezembro, a ZCAS em janeiro também contribui para exceder a média histórica de precipitação, exceção em 4 anos.

TABELA 5 – EPISÓDIOS DE ZCAS OCORRIDAS EM JANEIRO.

Período	Episódio 1		Episódio 2		Episódio 3		Acumulado em mm	Média histórica	Média mês	Outro mês
	dias	mm	dias	mm	dias	mm				
jan-03	7	79,3	7	89,8	9*	31,0	200,1	119,4	206,7	7,8
jan-04	6	192,6	11	94,9	5	10,5	298	119,4	345,4	
jan-05	5	0					0	119,4	115,7	
jan-06	8	14,3	7*	0,3			14,6	119,4	65	0,3
jan-07	21*	224,1	8	2,6			226,7	119,4	173,4	63,4
jan-08	4	37,9	5	11,9			49,8	119,4	128,4	
jan-09	5	116,6	5	49,2			165,8	119,4	218,1	
jan-10	4	0	3	0	4	0	0	119,4	15,6	
jan-11	7	6,5	6	12,7	4	0	19,2	119,4	26,8	

Elaborado por Graziani Mondoni Silva. Observação: * indica que foi computado dia em outro mês.
Fonte dos dados: CLIMANÁLISE – CPTEC/INPE (2013).

Quanto ao padrão temporal de Janeiro, este se relaciona a eventos de média duração, porém nesse mês, foi registrado o episódio mais longo, vinte e um dias com um total de 224,0mm. Esse mês apresentou 1 episódio de ZCAS que trouxe consequências significativa à população.

No mês de fevereiro (Tabela 6) a ação da ZCAS no município de Vila Velha, continua contribuindo para exceder a média histórica, onde apenas em 3 ocasiões não ultrapassou a normal climatologia mensal, porém em uma destas ficou muito próximo, situação semelhante ao verificado em janeiro. Há que se ressaltar o fato de que em 3 episódios o total pluviométrico acumulado não ultrapassou 1mm. Em relação à duração, os episódios de ZCAS mostram-se em um padrão de média duração, sendo os eventos com cinco dias mais frequentes.

TABELA 6 – EPISÓDIOS DE ZCAS OCORRIDAS EM FEVEREIRO.

Período	Episódio 1		Episódio 2		Episódio 3		Acumulado em mm	Média histórica	Média mês	Outro mês
	dias	mm	dias	mm	dias	mm				
fev-04	5	51,5	5	1			52,5	78,9	115,7	
fev-05	10	96,3					96,3	78,9	219,8	
fev-06	5	0					0	78,9	22,7	
fev-07	11*	41,1	6	13,1			54,2	78,9	87,2	0
fev-08	10*	47,6	4	27,6	4	103,8	179	78,9	173	10,2
fev-09	5	25,4					25,4	78,9	49	
fev-11	8	0,1					0,1	78,9	76,7	

Elaborado por Graziani Mondoni Silva. Observação: * indica que foi computado dia em outro mês.
Fonte dos dados: CLIMANÁLISE – CPTEC/INPE (2013).

O mês de março (Tabela 7) é o que apresenta o maior número de episódios, que sozinhos superam a média climatológica mensal, totalizando 4 ZCAS, o mesmo fato ocorreu em outubro de 2009, novembro de 2008, janeiro de 2004 e 2007, e fevereiro de 2005 e 2010. Em março predomina também o padrão de média duração e a contribuição dos episódios de ZCAS para exceder a média climatológica, exceto em duas sazonalidades.

TABELA 7 – EPISÓDIOS DE ZCAS OCORRIDAS EM MARÇO.

Período	Episódio 1		Episódio 2		Episódio 3		Acumulado em mm	Média histórica	Média mês	Outro mês
	dias	mm	dias	mm	dias	mm				
mar-05	7	93,8	6	0			93,8	108,2	197	
mar-06	10	117,8					117,8	108,2	207	
mar-07	5	0					0	108,2	48,3	
mar-08	6	1,7	6	12,8			14,5	108,2	75,9	
mar-09	4	8,4	11*	192			200,4	108,2	210,9	46,3
mar-10	5*	128,3	7	145,9	4	0	274,2	108,2	374,1	5,2
mar-11	10*	41,32	9	185,8			227,12	108,2	270,9	0

Elaborado por Graziani Mondoni Silva. Observação: * indica que foi computado dia em outro mês.
Fonte dos dados: CLIMANÁLISE – CPTEC/INPE (2013).

Neste mês em duas ocasiões foram decretada situação de emergência pelas autoridades públicas em função das inundações verificadas no município de Vila Velha, sendo uma em 2010, onde 2 episódios (1º e 2º), separados por um dia geraram acumulado pluviométrico de 128,3mm e 145,9mm, respectivamente. E outra em 2011, no 2º episódio que acumulou 185,8mm, este episódio ocorreu sem intervalo de dia do primeiro episódio do mês.

O último mês (Tabela 8) da sazonalidade primavera e verão estendida de atuação da ZCAS no município de Vila Velha, mostra-se bastante intenso em relação aos totais precipitados, contribuindo para exceder a média da normal climatológica, além de repetir o comportamento padrão de temporalidade apresentada nos outros meses, que é de média duração. Neste mês não foi registrados desastres naturais relacionados aos extremos pluviométricos.

TABELA 8 – EPISÓDIOS DE ZCAS OCORRIDAS EM ABRIL.

Período	Episódio 1		Acumulado em mm	Média histórica	Média mês
	dias	mm			
abr-09	5	98	98	97,6	230,1
abr-10	6	88	88	97,6	138,7
abr-11	5	36,3	36,3	97,6	384

Elaborado por Graziani Mondoni Silva.
Fonte dos dados: CLIMANÁLISE – CPTEC/INPE (2013).

Com os dados apresentados nas tabelas de 2 a 8, fica evidente que a ação da ZCAS ocorre num padrão temporal de média duração, 5 a 7 dias por episódios, contribuindo para elevar a precipitação (Figura 25). Tal comportamento geral da ZCAS é semelhante ao apontada por Quadro (1993), Kodama (1992a, 1991b) (apud Andrade, 2011), e Carvalho e Jones (2009).

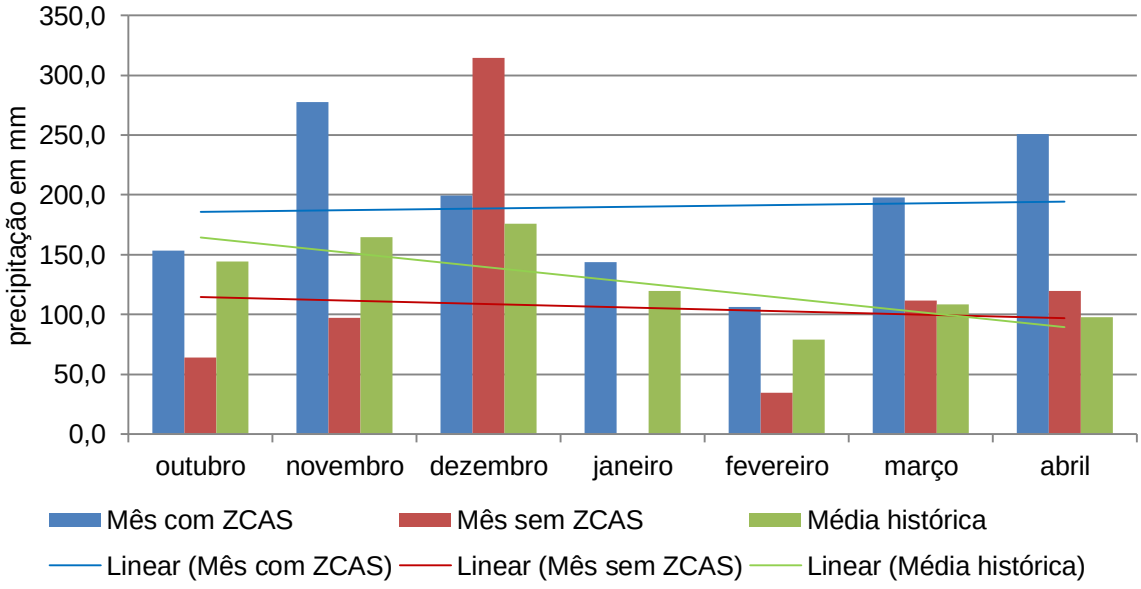


Figura 25 – Comparativo entre a média climatológica, a média dos episódios e a média sem o episódio.
Organizado por: Graziani Mondoni Silva.

5.1 – O papel das ZCAS sobre os eventos de inundações e alagamentos no município de Vila Velha (ES)

No decênio em analise foram verificados oito desastres naturais, classificados em alagamento, inundação e enxurrada, no município de Vila Velha (ES), por parte do pode público responsável (BRASIL, 2013), o que levou a autoridade pública local tomar medidas no intuito de socorrer a população atingida, tendo em vista a situação de anormalidade que se instalava.

No ano de 2001 foi registrado um desastre natural causado por inundação, levando as autoridades públicas decretarem estado de calamidade pública, tendo em vistas os danos humanos, materiais e ambientais causados, objetivando retornar a normalidade. Este fato ocorreu no período de 15 de novembro até a publicação do decreto em 21/11/2001, este ato englobou um grande número de municípios do Estado.

Esse desastre ocorreu na presença do 2º episódio de ZCAS do mês, que compreendeu os dias 16 e 21 (Figura 26), porém como a estação climatológica utiliza neste estudo não registrou dados neste mês, não há como afirmar o volume exato acumulado de precipitação pluvial, mas dá para estimá-lo através dos dados divulgados pelo Boletim do Climanálise em 73mm para a região que compreende a área em estudo (CLIMANÁLISE, 2001).

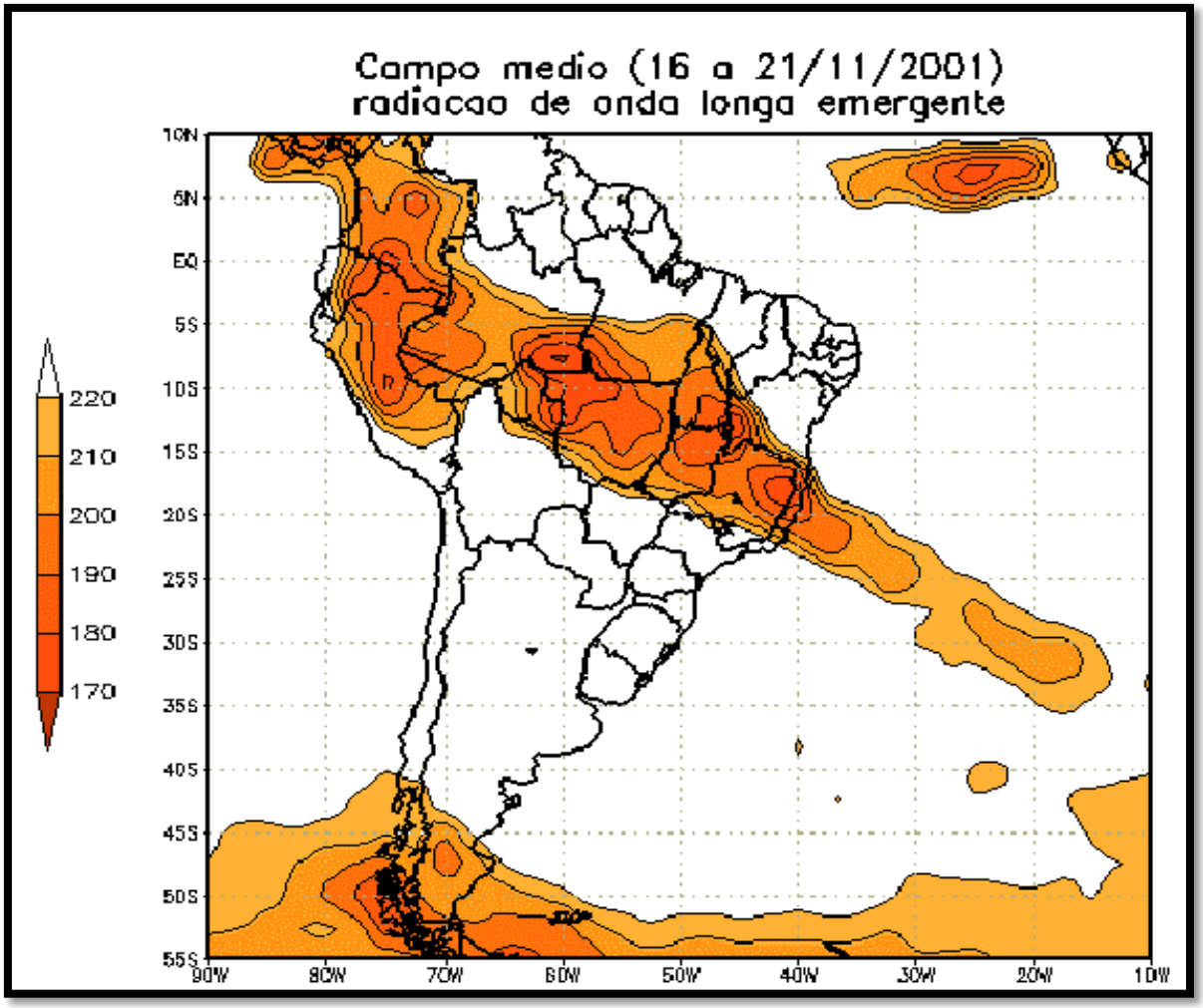


Figura 26 – Atuação da ZCAS sobre a área em estudo pode se observada pelo campo de ROL inferior a 200 W/t^2. 2º episódio de 16 a 21 de novembro de 2001.
Fonte: CLIMANÁLISE (2001), Vol. 16, nº 11, p.24.

Outro desastre natural ocorreu em 2004, e novamente as autoridades públicas decretaram estado de calamidade pública, em decorrência do transbordamento dos canais interiores e consequente acumulo de água nos bairros sobre influencia da drenagem urbana associada aos mesmos.

Nesse desastre, que foi caraterizado como enxurrada ou inundação brusca (BRASIL, 2003), por causa do volume pluvial de 182,2mm num só dia, ocorreu no 1º episódio de ZCAS do mês, entre os dias 2 e 6 (Figura 27), no qual a precipitação acumulada foi de 192,6mm, o volume que caiu num só dia foi verificado no último dia da atuação da ZCAS.

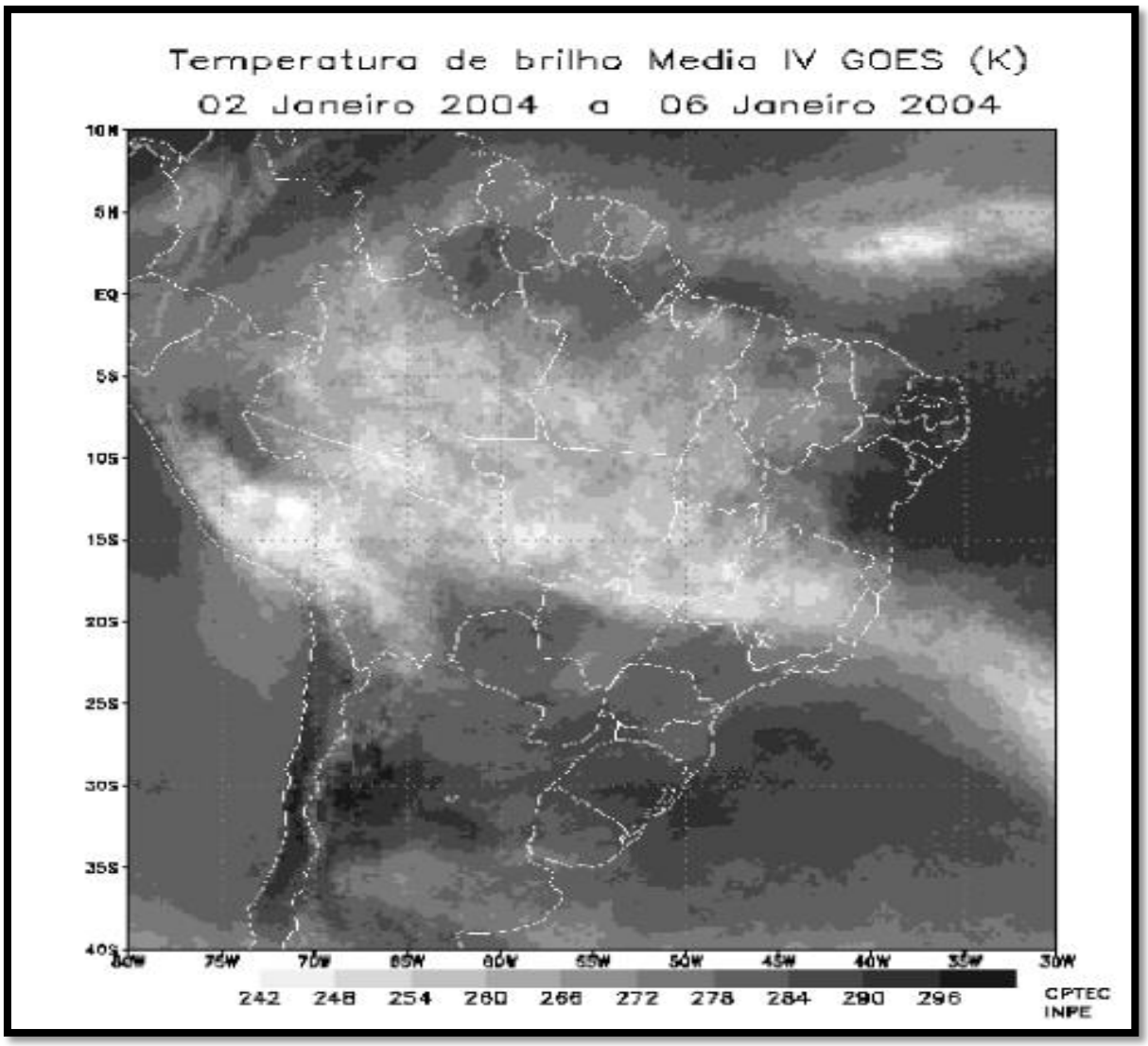


Figura 27 – Atuação da ZCAS sobre a área em estudo pode se percebida pela baixa temperatura de brilho médio infravermelho do satélite GOES, na qual verifica-se a banda de nebulosidade orientada no sentido NW/SE. 1º episódio de 02 a 06 de janeiro de 2004.
Fonte: CLIMANÁLISE (2004), Vol. 19, nº 01, p.24.

Neste desastre foram registros danos humanos considerados, com 1500 desalojadas, 272 desabrigados, 1 morto, 300 feridos, chegando ao total de 362.000 pessoas afetadas direta e indiretamente, ou seja, quase a totalidade da população do município à época, por causa da impossibilidade de mobilidade urbana. Acrescenta-se os prejuízos materiais estimados em 116 milhões de reais e ambientais em 5 milhões reais, conforme formulário de avaliação de danos (AVADAN), que quantifica os danos causados pelos desastres naturais (BRASIL, 2003).

No ano de 2008, dois desastres naturais foram registrados, um relacionado ao transbordamento dos corpos d'águas e outro à perturbação dos ventos, esses ocorreram dentro do 2º episódio de ZCAS do mês, que compreendeu os dias 13 e 24 (Figura 28), com total pluvial acumulado de 405,1mm dos 663mm registrados no mês, bem acima da climatologia, configurando-se no segundo episódio mais chuvoso do decênio, o maior ocorrido num único mês. Este foi o mês mais chuvoso dos últimos 32 anos (A TRIBUNA, 2008).

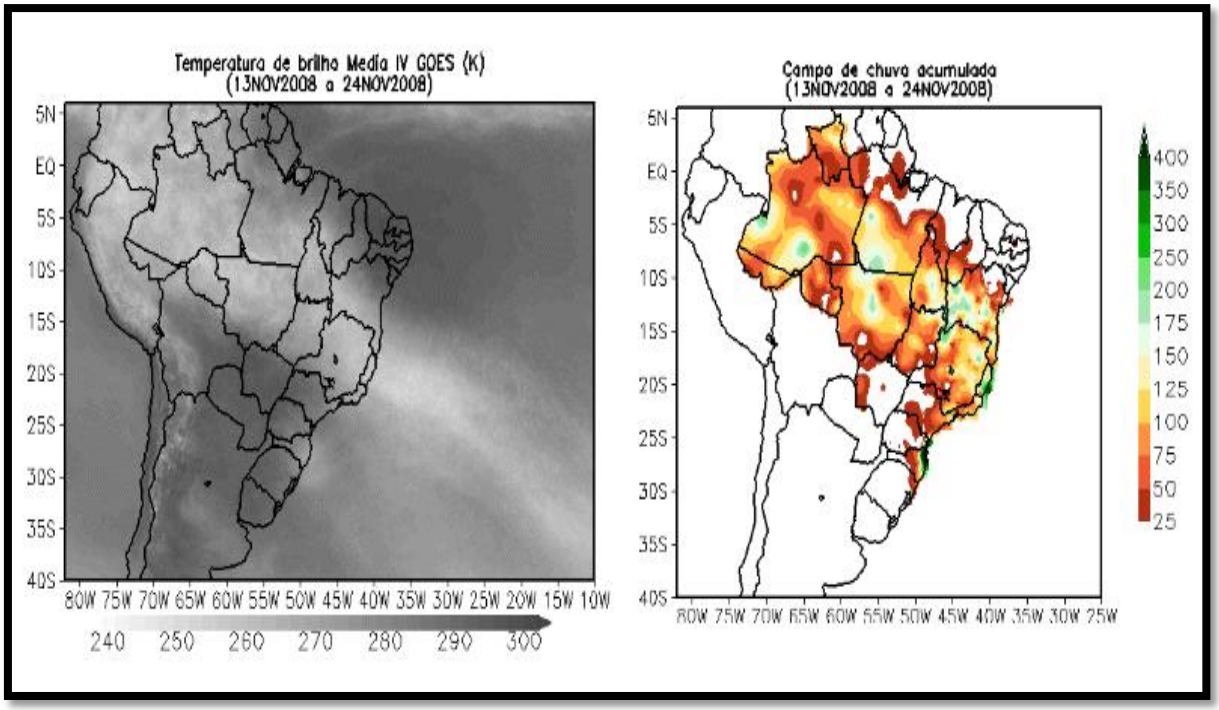


Figura 28 – Atuação da ZCAS sobre a área em estudo pode se percebida pela baixa temperatura de brilho médio infravermelho do satélite GOES, na qual verifica-se a banda de nebulosidade orientada no sentido NW/SE., a esquerda, e acumulado de chuva para o evento, alto na área em estudo, a direita. 2º episódio de 13 a 24 de novembro de 2008.
Fonte: CLIMANÁLISE (2004), Vol. 19, nº 01, p.24.

Esse episódio de ZCAS chamou atenção no só pelo total acumulado, mas porque em apenas um dia precipitou 105,6mmm, causando transtornos e danos à população, como forme os meios de comunicação local (Figura 29). Foram afetados 250.000 pessoas, sendo que 7000 ficaram desalojadas e 361 enfermas, o número de desabrigados foi de 30 pessoas o que levou o poder público local decretar situação de emergência (A TRIBUNA, 2008).

aTRIBUNA 70 ANOS

VITÓRIA-ES • TERÇA-FEIRA • 25/11/2008 • ANO LXVIII • Nº 22.899 • FUNDADO EM 22/09/1938 • EDIÇÃO DE 76 PÁGINAS

R$ 1,00

CHUVA É A MAIS FORTE DOS ÚLTIMOS 32 ANOS

Casas destruídas, avenidas interditadas e aulas suspensas

No Estado, mais de 260 pessoas estão desalojadas. Além disso, 70 deslizamentos de pedras foram registrados na Grande Vitória, onde diversas escolas estão interditadas. Árvores caíram em vários bairros. ▶ 2 a 6

Na avenida Lindenberg, em Vila Velha, até barcos foram usados. Já em Barro Branco, na Serra, um casal e quatro crianças escaparam do desabamento desta casa

Figura 29 – Impactos causados pelas chuvas, a imagem maior mostra alagamento de uma das principais vias de circulação da área em estudo.
Fonte: Capa do Jornal A TRIBUNA, dia 24/11/2008.

No ano seguinte, 2009, outra situação de anormalidade se instalou, com a presença do 3º episódio de ZCAS que se iniciou em 27 de outubro perdurando até o dia 3 de novembro (Figura 30). Mais uma vez a precipitação acumulada foi elevada, num total de 514m, durante os oitos dias do evento, em três dias superou os 100mm.

Este episódio foi o mais chuvoso do decênio, o que causou enormes danos humanos, materiais e ambientais, registando 6.498 desalojadas, 28 desabrigada e 1 morte, além de danos matérias que superam 100 milhões reais. Assim, mais uma vez, o poder público decretar situação de emergência (Figura 31) (BRASIL, 2013).

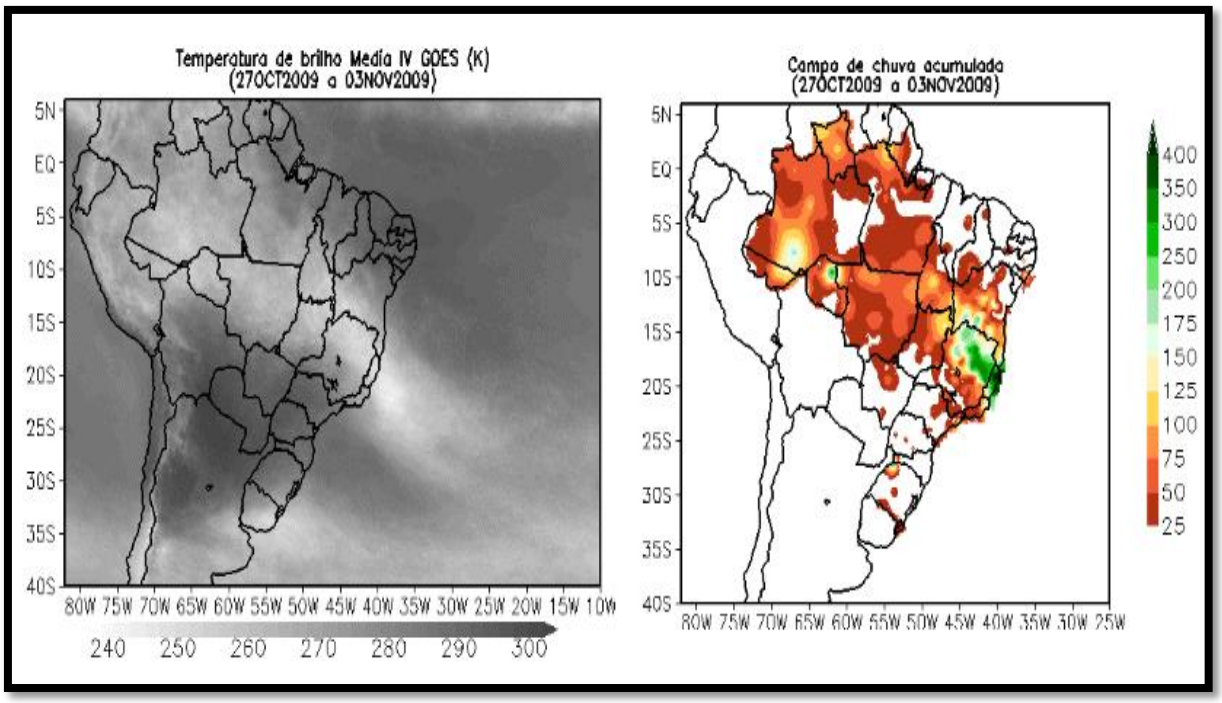


Figura 30 – Atuação da ZCAS sobre a área em estudo pode se percebida pela baixa temperatura de brilho médio infravermelho do satélite GOES, a qual verifica-se um banda de nebulosidade orientada no sentido NW/SE., a esquerda, e acumulado de chuva para o evento, alto na área em estudo, a direita. 3º episódio de 27 de outubro a 03 de novembro de 2009.
Fonte: CLIMANÁLISE (2009), Vol. 24, nº 10, p.21.

2 ATRIBUNA VITÓRIA, ES, SEXTA-FEIRA, 30 DE OUTUBRO DE 2009

Reportagem Especial

FOTOS: FÁBIO NUNES/AT

Um mergulho no valão

Com a chuva dos últimos dias, não dava para saber o que era pista e o que era valão, em Cobilândia, Vila Velha. Soma-se a isso a falta de sinalização.

Ontem, o caminhoneiro Tobias Almeida "mergulhou" com sua carreta na Primeira Avenida, justamente no trecho onde acabava o asfalto. Depois do susto, o cálculo dos prejuízos o preocupava: se tiver perdido só o motor, o custo é de R$ 25 mil.

A prefeitura promete iniciar drenagem e pavimentação de 118 ruas no mês que vem.

O CAMINHONEIRO Tobias sai de caminhão que caiu em valão no bairro Cobilândia, um dos mais afetados pelas chuvas. Ele não viu o perigo por causa do alagamento e se acidentou

Figura 31 – Impactos causados pelas chuvas no Barrio Cobilândia (Vila Velha), que é frequentemente atingido por alagamentos e inundações dos canais que cortam o Bairro.
Fonte: Jornal A TRIBUNA, dia 30/10/2009.

Os transtornos (Figura 32) advindos dos extremos pluviométricos perduraram por vários dias, onde a rotina diária da população foi alterada, com suspensão de aulas, interdições de vias, além ter serviços púbicos e particulares prejudicados. Esse foi sem dúvida o desastre natural que mais gerou transtorno a população nos últimos tempos, não apenas em Vila Velha, mas em grande parte do Estado (A TRBUNA, 2009).

VITÓRIA-ES | SÁBADO, 31 DE OUTUBRO DE 2009 | ANO LXVIII | Nº 23.240 | FUNDADO EM 22/09/1938 | EDIÇÃO DE 88 PÁGINAS

NA ESTRADA Jerônimo Monteiro, em Paul, motorista entrou em desespero quando um caminhão provocou ondas e fez o motor de seu carro morrer. O jeito foi pagar a dois rapazes para empurrar

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 32 – 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.

Em março de 2010, outro desastre natural ocasionado por alagamento e inundações foi verificado na área em estudo, onde os totais pluviométricos do 1º episódio de ZCAS do mês atingiram 128,3mm em cinco dias, desde 28 de fevereiro até 04 de março (Figura 33).

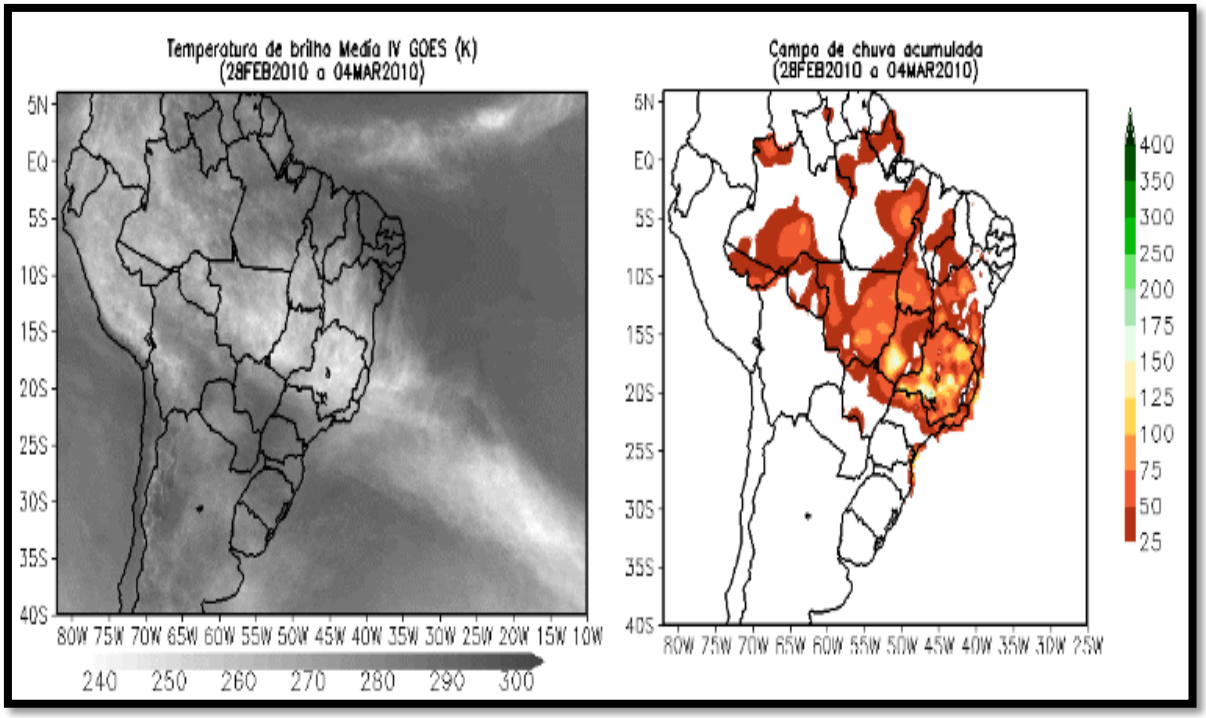


Figura 33 – Atuação da ZCAS sobre a área em estudo pode se percebida pela baixa temperatura de brilho médio infravermelho do satélite GOES, a qual verifica-se um banda de nebulosidade orientada no sentido NW/SE. 1º episódio de 28 de fevereiro a 04 de março de 2010.
Fonte: CLIMANÁLISE (2010), Vol. 25, nº 03, p.21.

Neste episódio foi constatados danos e transtornos à população da área em estudo com interdição de vias por causa dos alagamentos (Figura 34), porém esse episódio de ZCAS não gerou uma situação de anormalidade que leva-se as autoridades públicas decretar situação de emergência. Esse foi seguido de outro episódio de ZCAS um dia após o seu terminou, porém esse também não levou a situação de anormalidade, gerando apenas transtornos pontuais (A TRIBUNA, 2010).

Figura 34 – Trasbordamento de canal que corta o bairro Itapoã em Vila Velha (ES).
Fonte: Jornal A TRIBUNA, dia 03/03/2010.

O último desastre natural verifica na área em estudo, ocorreu também em março, porém em 2011. Neste o volume acumulado de chuva, atingiu 185,8mm, durante nove dias do 2º episódio do mês que ocorreu entre os dias 10 e 18 (Figura 35). Este episódio ocorreu na sequência do 1º episódio do mês que não havia gerado problemas para o município de Vila Velha (ES).

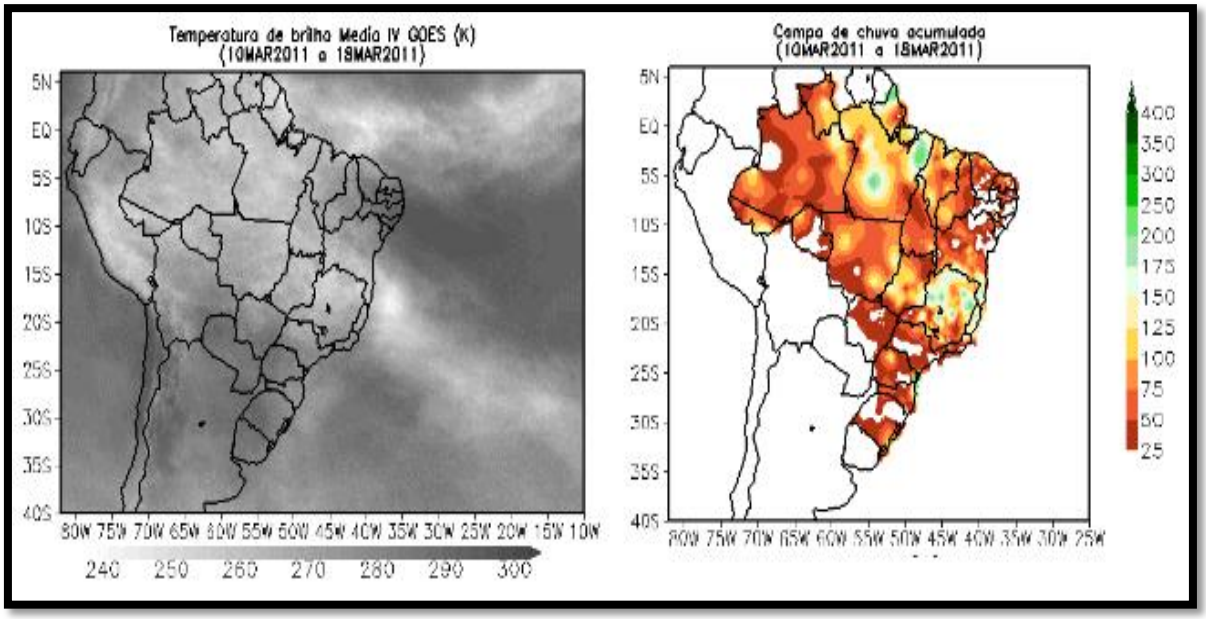


Figura 35 – Atuação da ZCAS sobre a área em estudo pode se percebida pela baixa temperatura de brilho médio infravermelho do satélite GOES, a qual verifica-se um banda de nebulosidade orientada no sentido NW/SE., a esquerda, e acumulado de chuva para o evento, alto na área em estudo, a direita. 2º episódio de 10 a 18 de março de 2011.
Fonte: CLIMANÁLISE (2011), Vol. 26, nº 03, p.21.

As consequências do 2º episódio foram alagamentos nas áreas sobre influência dos cursos d'água, sendo que em outros municípios do Estado a situação foi mais alarmante, como no caso de Viana (Figura 36), o que acabou tirando o foco dos noticiários da cidade de Vila Velha.

Estado de emergência em Viana

No município, 310 moradores estão desabrigados. No bairro Ipanema, 10 pedras podem deslizar a qualquer momento

O município de Viana, na Grande Vitória, decretou situação de emergência ontem, depois das fortes chuvas que atingiram a região.

Duas mil pessoas foram afetadas pelas enxurradas, 310 estão desabrigadas e seis casas foram destruídas, segundo informações da Defesa Civil Estadual.

O coordenador da Defesa Civil Municipal, Pedro Ivo Guedes Barbosa, informou que o decreto da situação de emergência será publicado hoje.

O risco maior no município, segundo Barbosa, é o deslizamento de cerca de 10 pedras de médio porte no bairro Ipanema. Cada pedra pesa cerca de uma tonelada, contou Barbosa.

As pedras podem atingir 250 famílias. Do total, 25 já foram retiradas da região.

O ponto mais afetado é a Rua 32, que fica logo abaixo do ponto de risco. Toda a rua foi evacuada e os moradores estão abrigados em uma creche no bairro.

Uma forte enxurrada inundou o bairro Ipanema na tarde do último domingo. Ontem, os moradores passaram o dia contabilizando estragos e tentando reorganizar o que restou.

As ruas estavam tomadas de lama e, nas calçadas, era possível ver vários móveis, roupas e eletrodomésticos empilhados e sujos com a lama que desceu com a água.

O auxiliar de produção Alari José Rodrigues teve parte de sua casa destruída pela força da água que veio da área montanhosa da região. Ainda há riscos de deslizamentos no local.

Ele contou que está morando com a mulher na casa de parentes. "Não dá mais para morar aqui", afirmou Alari.

Os municípios de Cachoeiro de Itapemirim, Guaçuí, Bom Jesus do Norte, Muniz Freire e Governador Lindenberg decretaram estado de emergência de ontem.

Já as cidades de Apiacá e Cariacica devem decretar hoje.

ABASTECIMENTO

As chuvas também afetaram o abastecimento de água em Vitória, Serra e Cariacica, por causa da elevação do nível de barro do Rio Santa Maria da Vitória, o que dificultou a distribuição.

Em Cariacica, um dos problemas foi que um deslizamento de terra provocou o rompimento da adutora Duas Bocas, prejudicando o abastecimento.

Segundo informações da Cesan, o abastecimento será normalizado assim que o rio oferecer condições de tratamento adequado da água.

"Não dá mais para morar aqui"

O auxiliar de produção Alari José Rodrigues, 49 anos, contou que estava em sua casa, no bairro Ipanema, Viana, na tarde do último domingo, quando uma forte enxurrada destruiu parte da residência.

"A correnteza era muito forte, alagou tudo. A rua virou um rio. Não dá mais para morar aqui. Está até perigoso entrar aí dentro", contou o auxiliar, apontando para o que restou de sua casa.

Sem ter para onde ir, ele está morando com a mulher na casa de parentes.

Figura 37 – Destaque para o município de Viana, que registrou as principais consequências.
Fonte: Jornal A TRIBUNA, dia 15/03/2011.

Nestes dois últimos desastres naturais, março de 2010 e 2011, não há registros no Banco de Dados e Registros de Desastres, do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (2SDI), da Defesa Civil Nacional, relacionado à 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 destes dois desastres naturais, que foram classificados como enxurradas.

6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a presente pesquisa foi possível constatar que a ação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) exerce, na maioria das vezes, forte influência no comportamento pluvial no município de Vila Velha (ES). Essa influência, extremos pluviométricos, trouxe consequências significativas à população do município, tendo em vista que 8 eventos de inundação de grande magnitude foram registrados, causando prejuízos sociais, ambientais e econômicos 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, a pesquisa se debruçou em um dos fatores naturais responsáveis que levam a ocorrências de inundação, extremo pluviométrico. Por isso há a necessidade de estudos que abarraquem os outros fatores naturais, bem como os antrópicos que desencadeiam as inundações.

Este estudo deve ser visto com um ensaio inicial, tendo em vista que muitos episódios de ZCAS geraram precipitações consideradas e não há registros oficiais que permitem relacioná-los às inundações a área em estudo. Sendo assim faz-se necessário um maior aprofundamento temporal da ação da ZCAS e dos eventos de inundação para o município de Vila Velha, bem como sua relação com a decretação dos estados de emergência e calamidade pública e sua repercussão financeira para o município.

Ressalta-se que compreender o papel da ZCAS em relação aos extremos pluviométricos é de fundamental importância, tendo em vista as possíveis consequências que estes trazem à população. Acrescenta-se que as consequências verificadas nesta pesquisa não se restringem a área em estudo, ocorrendo também em outras áreas do Estado.

Por fim, a influência da ZCAS no comportamento pluviométrico não se restringe ao desencadeamento das inundações, fato que foi objeto de analise neste estudo. Mas também, tem repercussão nas atividades agrícolas e pecuária, as quais no estado do Espirito Santo têm importância elevada, tanto na geração de emprego e renda, como para abastecimento da população estadual.

Assim, a compreensão do papel da ZCAS sobre o comportamento pluvial tem outros desdobramentos além das inundações, que podem causar muitos transtornos sociais e econômicos. Exigindo das autoridades públicas mais investimentos financeiros no intuito de minimizar os transtornos causados, além de corrigir as infraestruturas atingidas pelos desastres. Com isso, compreender sua dinâmica e influência no regime das chuvas permitirá intervir na organização do espaço geográfico de forma mais adequada, evitando o desperdício de dinheiro público e perdas sociais.

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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. Disponível em: < http://www.igc.ufmg.br/geonomos/indice62.htm>. Acessado em: 15/12/2012.

ALVARENGA, L. A. **Precipitação no sudeste brasileiro e sua relação com a zona de convergência do atlântico sul**. Revista Agrogeoambiental, v 4. n 2, agosto de 2012. Disponível em: <http://www.ifsuldeminas.edu.br/~ojs/index.php/Agrogeoambiental/issue/view/36>. Acessado em 20/12/2012.

ANDRADE, F. M. de. **Influências remotas na previsibilidade, estrutura e clico de vida da zona de convergência do atlântico sul**. São José dos Campos (SP): INPE, Dissertação, 2011. Disponível em: <http://mtc-m19.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m19/2011/02.24.21.46/doc/publicacao.pdf>. Acessado em: 10/01/2013.

ASSOCIAÇÃO DOS EMPRESÁRIOS DE VILA VELHA - ASEVILA. **Plano de Desenvolvimento Sustentável de Vila Velha**. 120p. : il. Color, 2010. Disponível em: <http://www.vilavelha.es.gov.br>. Acessado em 03 set. 2012.

AYOADE, J O. **Introdução a climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 4 ed. 1996. p. 72-97.

BOTELHO, R. G. M. Bacias hidrográficas urbanas. In: GUERRA, A. T. S. (org.) **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 71-115.

BRANDÃO. R. de S.; FISCH, G. F. **A zona de convergência do atlântico sul e seus impactos na enchentes em áreas de risco em Guaratinguetá – SP**. Revista Biociências – Unitau, vol. 14, nº 2, 2008. Disponível em:

<http://periodicos.unitau.br/ojs-2.2/index.php/biociencias/article/view/552/289>. Acessado em: 10/04/2013.

BRASIL, Defesa Civil. **Sistema integrado de informações sobre desastres – S2ID**. Disponível em: <http://150.162.127.14:8080/e-soll.ceped.aspx>. Acessado em 26/03/2013.

BRASIL, Ministério das Minas e Energia. **Projeto RadamBrasil**: levantamento de recursos naturais. Secretária Geral. vol. 32, Rio de Janeiro, 1982.

BRASIL. Defesa Civil. Banco de dados de registro de desastres. In:_____, **Sistema integrado de informações sobre desastres – S2ID**. Disponível em: <http://150.162.127.14:8080/e-soll.ceped.aspx>. Acessado em 26/09/2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Caderno da Região Hidrográfica Atlântico Sudeste**. Secretária de Recursos Hídricos – Brasília, 2006. p. 23-30. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/publicacoes/agua/category/42-recursos-hidricos>. Acessado em: 20/03/2013.

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.

CASTRO, A. L. de C. de. **Glossário de defesa civil:** estudos de riscos e medicina dos desastres. 2º ed. Brasília: MPO / Departamento de Defesa Civil, 1998.

CLIMANÁLISE. **Boletim de monitoramento e análise climática**. Cachoeira Paulista, SP, Brasil. INEP/CPETC, 1986 -. Volume 16, número 11. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/#>, Acessado em 8/02/2012.

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. Disponível em:

<http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/index.php/edicao-especial-climatologia>. Acessado em 15/12/2012.

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.

DEINA, M. A.; COELHO, A. L. N. **Zoneamento e análise das consequências socioambientais das áreas inundáveis no baixo Jucu em Vila Velha (ES) com emprego de imagens temporais CBERS-2B/CD**. Anais XVI Simpósio de Sensoriamento Remoto – SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE. p. 1758-1765. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/capa.html>. Acessado em 25/04/2013.

GAZETAONLINE, **Internautas mostram imagens do caos provocado pela chuva na Grande Vitória.** Disponível em: <http://gazetaonline.globo.com/_conteudo/2013/03/eu_aqui/cidadao_reporter/1421412-internautas-mostram-imagens-do-caos-provocado-pela-chuva-na-grande-vitoria.html>. Acessado em: 26/04/2013.

GUERRA, Antônio José Teixeira. **Dicionário geológico-geomorfológico**. 7° ed. revisada e ampliada. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1987.

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 JONES DOS SANTOS NEVES – IJSN. **Mapeamento geomorfológico do estado do Espírito Santo**. Vitória (ES), 2012. Disponível em: <http://www.ijsn.es.gov.br/Sitio/index.php?option=com_content&view=article&id=1310:nt-28-mapeamento-geomorfologico-do-estado-do-espirito-santo&catid=113:nt-geoprocessamento&Itemid=203#>. Acessado em: 14/02/2013.

_____, **Bases de dados / bases geográficas:** área efetivamente urbanizada do ES. 2010. Disponível em: <http://www.ijsn.es.gov.br/Mapas/Consulta/?module=Search&action=Results&lookfor=&type=AllFields&filter%5B%5D=format%3A%22Arquivo+Shapefile%22&view=list>. Acessado em 14/04/2013.

_____, **Bases de dados / bases geográficas:** limite municipal do ES. 2010. Disponível em: <http://www.ijsn.es.gov.br/Mapas/Consulta/?module=Search&action=Results&lookfor=&type=AllFields&filter%5B%5D=format%3A%22Arquivo+Shapefile%22&view=list>. Acessado em 14/04/2013.

_____, **Bases de dados / bases geográficas:** mapeamento geomorfológico do ES. 2012. Disponível em: <http://www.ijsn.es.gov.br/Mapas/Consulta/?module=Search&action=Results&lookfor=&type=AllFields&filter%5B%5D=format%3A%22Arquivo+Shapefile%22&view=list>. Acessado em 14/04/2013.

INSTITUTO DE CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL – INCAPER. **Programa de assistência técnica e extensão rural PROATER 2011 – 2013:** Vila Velha. 2011. Disponível em: <http://www.incaper.es.gov.br/proater/municipios/Centro_cerrano/Vila_Velha.pdf>. Acessado em: 10/04/2013.

_____, **Atlas Pluviométrico**: janeiro a dezembro do período de 1971 a 2000. Disponível em: <http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/>. Acessado em 10/04/2013.

INSTITUTO NACIONAL DE METEREOLOGIA – 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.

JORNAL A TRIBUNA. **Edições de março de 2011 e 2010, outubro de 209 e novembro de 2008**. Disponível em: <http://pdf.redetribuna.com.br/>. Acessado em: março de 2013.

KOBIYAMA, M. et al. **Prevenção de Desastres Naturais**: conceitos básicos. Curitiba: Ed. Organic Trading, 2006.

LUCAS, T. de P. B. **Chuvas persistentes e ação da zona de convergência do atlântico sul na região metropolitana de Belo Horizonte**. Belo Horizonte (MG), UFMG, Dissertação, 2007. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/MPBB-78BEL6/taizalucas.pdf?sequence=1>. Acessado em: 20/02/2013.

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. Acessado em: 20/12/2012. Disponível em: <http://revista.ufrr.br/index.php/actageo/article/view/1097>.

MATTIUZZI, H. V.; MARCHIORO, E. **O comportamento dos ventos em Vitória (ES)**: a gestão e interpretação dos dados climatológicos. Revista GEONORTE, Ed. Especial 2, V. 1 N. 5. 2012, p. 983-993. Disponível em: <http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/index.php/edicao-especial-climatologia>. Acessado em 15/12/2012.

MENDONÇA. F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. p. 139-182.

MORRO DO MORENO, Site. **Diluvio em Vila Velha**. Publicado em 04/02/2005. Disponível em: <http://www.morrodomoreno.com.br/materias/diluvio-em-vila-velha.html>. Acessado em: 23/03/2013.

NASCIMENTO, R. A. do. **A zona de convergência do atlântico sul – ZCAS e os eventos pluviais intensos no município de Piranga-MG**. Revista ACTA Geografia, Boa Vista, Ed. Esp. Climatologia Geográfica, 2012. p. 101-113. Acessado em:

20/12/2012. Disponível em: <http://revista.ufrr.br/index.php/actageo/article/view/1097>.

NOGUEIRA, 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.

NUNES, L. H.; VICENTE, A. K.; CANDIDO, D. H. Clima da região do sudeste do Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. A. (Org.). **Tempo de clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de textos, 2009. p. 243-258.

PMVV - PREFEITURA MUNICIPAL DE VILA VELHA. **Plano de Diretor de Drenagem Urbana Sustentável**, 2011. Volumes I, II e III. Disponível em: <http://www.vilavelha.es.gov.br>. Acessado em 03 set. 2012.

SILVA DIAS, M. A. F.; JUSTI DA SILVA, M. G. A. Para entender tempo e clima. In: CAVALCANTI, I. F. A. (Org.). **Tempo de clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de textos, 2009. p. 15-21.

VAREJÃO-SILVA, M. A.. **Meteorologia e climatologia**. Versão Digital, Recife, 2005. p. 296-363.

ANEXO

Período	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	T
out-01																																0,0
nov-01																																0,0
dez-01																																0,0
jan-02																																0,0
fev-02																																0,0
mar-02																																0,0
abr-02																																0,0

Período	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	T
out-02	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,8	4,1	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,1	19,5
nov-02	36,6	7,0	0,0	0,0	0,0	26,3	18,6	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,1	0,0	0,0	0,0	13,9	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		112,3
dez-02	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,4	39,2	17,8	0,1	2,6	0,0	0,1	1,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	28,6	0,3	79,4	5,6	26,3	0,1	0,0	212,0
jan-03	0,0	3,3	11,5	0,4	1,3	0,0	62,8	5,9	0,2	0,0	8,3	0,0	0,0	6,6	58,4	24,6	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,8	0,0	0,0	0,0	8,4	0,0	206,7
fev-03	7,8	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				11,8
mar-03	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	6,6
abr-03	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	1,6	0,4	14,8	0,0	0,1	59,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,9	39,8	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		159,6

eríodo	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	T
out-03	1,0	0,0	0,0	8,6	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2	0,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	49,9	4,6	0,1	2,1	0,0	2,7	11,9	10,0	105,3
nov-03	0,9	0,0	5,0	1,2	0,0	1,2	0,6	0,6	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	1,4	9,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,4	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		35,3
dez-03	0,0	0,6	0,0	0,6	4,2	14,5	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	27,0	60,2	49,1	0,6	0,0	0,0	69,6	8,2	22,0	13,3	28,2	10,0	0,0	0,0	314,4
jan-04	0,0	0,0	8,3	1,7	0,4	182,2	10,2	2,5	8,0	31,4	3,7	20,4	11,6	5,4	8,6	9,0	4,3	0,5	0,0	0,0	3,8	1,9	0,0	0,0	0,9	0,0	1,3	4,8	3,5	0,6	20,4	345,4
fev-04	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,1	14,0	24,8	11,2	11,4	0,5	0,2	0,0	0,0	47,9	1,4	1,0	0,0	0,8	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0			115,7
mar-04	1,1	8,1	0,0	0,0	8,4	9,3	4,7	1,0	6,1	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7	0,0	0,0	34,2	0,0	0,0	32,8	58,1	0,6	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	16,3	0,0	17,4	11,8	216,6
abr-04	21,8	4,9	0,8	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	39,6	0,1	3,6	2,3	4,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	1,8	0,0	0,0	28,0	9,8	4,6	0,3	0,0		125,7

Período	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	T
out-04	6,7	0,3	0,0	2,6	0,5	8,6	0,6	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	5,2	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	79,4	9,8	0,0	3,1	0,0	126,1
nov-04	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	1,0	2,3	12,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	2,4	24,6	28,0	3,2	1,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,9		107,1
dez-04	0,4	15,3	5,0	31,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	4,0	11,1	13,9	51,4	0,0	23,8	17,8	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	31,6	11,6	4,7			0,2	13,5	0,0	0,0	0,0	242,7
jan-05	0,3	7,8	2,7	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7	40,2	0,0	0,2	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	9,9	4,3	5,4	0,0	37,7	115,7
fev-05	93,8	1,1	0,0	0,0	0,0	4,7	8,9	0,1	11,0	0,0	0,0	0,0	7,1	16,9	0,0	4,9	20,4	9,1	11,0	22,4	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9				219,8
mar-05	23,3	26,5	19,3	13,6	3,2	0,6	7,3	5,1	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,5	1,1	0,8	11,6	27,9	53,7	197,0
abr-05	27,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,3	0,0	0,0	0,0	8,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	1,8	0,9	0,9	0,0		43,7

Período	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	T
out-05	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,9	1,3	11,3	20,4
nov-05	0,4	73,7	34,1	3,9	3,2	4,6	0,0	1,6	12,7	9,1	21,0	27,0	8,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	37,6	0,0	0,6	0,5	0,0	0,0	14,5	0,0	5,7	11,9		272,0
dez-05	0,1	0,0	35,6	0,4	0,0	0,0	3,0	9,3	1,1	0,0	0,0	7,7	30,6	0,7	90,2	2,7	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,8	2,0	0,0	185,8
jan-06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,8	2,5	8,5	0,0	4,6	18,3	4,6	14,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	65,0
fev-06	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	1,8	18,8	1,0				22,7
mar-06	7,8	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	19,2	11,0	6,5	7,8	31,5	35,0	0,0	0,0	6,6	0,2	2,0	8,7	4,4	9,0	0,0	0,0	2,6	1,2	0,0	0,0	13,4	0,2	0,2	0,0	39,4	207,0
abr-06	115,0	0,0	0,7	2,9	0,7	0,0	0,0	0,3	0,0	74,8	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	10,8	5,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		214,6

Período	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	T
out-06	1,1	6,3	0,4	0,1	0,0	0,4	1,1	0,6	0,3	0,0	0,0	1,1	0,9	2,3	7,7	0,3	3,1	0,0	0,9	9,2	0,3	0,4	21,7	3,0	0,0	0,0	0,0	5,3	0,0	0,0	0,0	66,5
nov-06	1,7	1,6	0,0	16,7	1,0	0,9	0,0	7,1	0,0	0,0	61,3	8,0	18,3	36,9	33,7	0,1	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,9		195,4
dez-06	86,0	11,6	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	9,8	6,2	31,8	93,5	9,1	0,8	2,5	3,6	0,5	0,0	0,4	7,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,6	9,9	15,9	326,7
jan-07	7,7	26,4	59,6	8,0	0,8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,8	6,2	12,1	10,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,8	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	173,4
fev-07	20,0	0,2	0,0	14,2	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,1	2,8	4,1	0,0	6,2	0,0	0,0	1,9	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	18,2	0,0	0,0	4,0	3,8				87,2
mar-07	0,0	0,0	0,1	5,6	17,6	10,0	0,4	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,8	0,0	48,3
abr-07	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	12,0	6,8	1,4	0,0	0,0	25,1	4,3	0,0	0,2	6,0	0,4	12,2	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	23,0	9,1	0,0		101,9

Período	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	T
out-07	0,0	0,4	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,4	3,6	10,0	0,0	0,0	0,0	31,7
nov-07	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,2	41,6	64,8	0,0	0,3	27,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,7	8,2	0,0	0,0		164,2
dez-07	7,7	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	18,8	4,9	1,6	0,6	0,0	4,7	3,2	1,2	0,0	0,0	0,5	5,6	0,4	0,0	5,1	0,0	0,0	94,2
jan-08	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	4,0	1,8	32,1	4,1	0,0	0,0	0,0	2,3	15,0	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,6	0,0	5,3	4,1	0,0	2,0	2,0	32,5	2,9	7,3	128,4
fev-08	0,4	0,0	0,0	13,0	18,2	3,2	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,4	10,2	28,1	70,0	5,7	0,0			173,0
mar-08	0,0	18,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	1,6	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	11,1	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5	4,5	3,9	5,2	2,6	9,9	75,9
abr-08	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	0,1	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	65,2	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		73,3

Período	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	T
out-08	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	22,9	6,7	0,3	6,6	20,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	5,4	6,3	32,8	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	108,6
nov-08	0,9	1,6	0,0	0,1	0,8	3,5	0,7	0,0	17,5	56,2	23,9	0,1	0,3	5,3	105,6	0,0	0,0	12,0	0,1	11,3	2,9	85,8	97,2	84,6	64,6	5,5	8,2	42,0	27,2	5,1		663,0
dez-08	9,0	0,0	0,0	26,8	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2	6,9	6,9	6,4	0,7	0,0	0,0	0,0	1,6	14,1	4,8	8,2	7,2	0,2	20,5	10,3	0,0	0,0	0,0	135,0
jan-09	0,0	0,0	3,9	9,5	44,0	2,8	56,1	4,2	0,4	0,8	2,2	22,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	47,0	0,0	4,3	6,2	10,0	1,3	0,0	0,0	0,0	218,1
fev-09	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	0,0	0,0	10,0	10,8	2,4	7,9	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	0,4	0,0				49,0
mar-09	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,4	1,0	39,4	1,6	5,8	3,1	6,9	0,0	1,0	43,3	9,9	63,3	0,0	0,0	9,1	18,9	0,2	210,9
abr-09	3,2	43,1	7,2	12,8	4,2	1,0	0,9	56,7	41,2	0,0	0,1	0,0	3,9	0,1	0,0	32,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,7	5,0	0,0	0,0	7,6	0,0	0,0	0,0	0,0		230,1

Período	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	T
out-09	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,1	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	0,6	0,0	1,8	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	9,2	35,0	135,9	119,4	74,6	406,4
nov-09	110,4	9,8	19,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4		144,3
dez-09	2,0	0,0	0,0																													2,0
jan-10	15,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,6
fev-10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	6,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,3	0,4	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,6	5,2				57,1
mar-10	3,8	109,4	0,3	9,6	56,0	108,6	4,4	14,4	10,9	0,2	7,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	5,3	0,0	0,0	0,0	37,4	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	374,1
abr-10	0,0	2,1	3,4	0,0	0,0	15,1	74,4	0,0	0,0	0,0	0,0	13,6	2,3	6,2	6,4	0,4	10,6	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	3,6		138,7

Período	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	T
out-10	0,0	8,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	12,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,4	0,0	0,0	0,0	0,0	47,2
nov-10	25,8	60,4	2,0	0,0	0,0	0,0	63,0	7,5	0,0	0,0	0,0	6,6	0,0	8,2	3,8	4,6	6,9	1,6	60,5	0,0	0,0	0,0	8,8	1,3	0,4	3,9	0,0	0,0	0,1	0,0		265,4
dez-10																																0,0
jan-11	3,4	0,0	1,3	0,0	0,4	0,8	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	1,6	8,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	1,3	0,6	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,8
fev-11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,2	0,0	6,4	9,2	1,4	0,0	0,0	0,0	1,8	37,2	0,0	0,0				76,7
mar-11	5,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,7	10,9	5,5	18,7	13,2	12,5	2,1	66,6	49,0	19,1	6,0	8,5	8,8	0,0	0,0	5,3	6,3	8,1	23,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	270,9
abr-11	11,5	4,5	0,0	26,3	5,0	5,0	0,0	2,4	0,0	0,2	0,1	0,6	0,1	0,0	0,0	0,3	1,6	2,4	27,4	1,9	85,9	0,0	0,0	0,0	19,1	0,0	22,1	138,2	27,6	1,8		384,0