

## A Influência da Zona Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) nos Eventos de Inundação no Baixo Jucu em Vila Velha (ES)

*The Influence of the South Atlantic Convergence Zone (SACZ) in Flood Events in Baixo Jucu in Vila Velha (ES)*

Miquelina Aparecida Deina<sup>1</sup>

André Luiz Nascentes Coelho<sup>2</sup>

**Resumo:** O presente artigo tem como finalidade principal analisar a relação entre a ZCAS e os eventos de inundação no baixo Jucu em Vila Velha. Para tanto foram analisados os dados de precipitação e de vazão do rio Jucu num período aproximado de quarenta anos, com destaque para os dados das vazões máximas. Quanto aos dados da ZCAS estes foram analisados a partir de 1996, período no qual inicia-se o seu monitoramento constante pelo Climanálise. Os resultados levantados forneceram informações importantes ao comprovar que as maiores vazões máximas do período analisado ocorreram sob a atuação da ZCAS, cujos resultados foram dramáticos na maioria desses eventos. Tais fatos deixam claro que a solução dos históricos problemas de inundação em Vila Velha é bastante complexa e perpassa fatores de ordens locais se estendendo para fatores de escalas mais abrangentes, com é o caso da ZCAS.

**Palavras-chaves:** Condições climáticas. Dados hidrológicos. Impactos socioambientais urbanos.

**Abstract:** *This article has as main objective to analyze the relation between SACZ and flood events in lower Jucu in Vila Velha. For that objective was analyzed the rainfall and flow data of river Jucu in an approximate period of forty years, with highlight for the maximum flow data. Regarding SACZ data, it was analyzed from 1996, period in which began a regular monitoring by Climanálise. The obtained results provided important information, proving that the largest maximum flows of the analyzed period happened under the influence of SACZ, and the results were dramatic in the majority of those events. Such facts make clear that the solution of the historic flood problems in Vila Velha is very complex and surpasses local factors reaching more comprehensive scale factors, like the SACZ case.*

**Keywords:** *Weather conditions. Hydrological data. Urban socio-environmental impacts.*

---

<sup>1</sup> Bacharel em Geografia. Mestre em Geografia pela Universidade Federal do Espírito Santo. Professora Mestre do Instituto Federal do Espírito Santo/IFES - Avenida 7 de novembro – 40 – Centro - 29395-000 – Ibatiba – Espírito Santo – Brasil - [mdeina@gmail.com](mailto:mdeina@gmail.com)

<sup>2</sup> Licenciado em Geografia. Doutor em Geografia pelo Instituto de Geociências da Universidade Federal Fluminense IG/UFF. Professor Adjunto do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo/UFES - Av. Fernando Ferrari – 514 – Goiabeiras - 29075-910 - Vitória – Espírito Santo – Brasil - [alnc.ufes@gmail.com](mailto:alnc.ufes@gmail.com)

## INTRODUÇÃO

No Brasil, as áreas urbanas, especialmente as regiões metropolitanas, têm vivenciado situações cada vez mais caóticas devido aos constantes episódios de enchentes e inundações, que se repetem ano a ano em diversas cidades do país. No sudeste brasileiro, tais eventos se iniciam, em geral, no final da primavera e se estendem durante o verão, deixando muitos rastros de destruição e até perdas humanas (DEINA, 2013).

Tal fato passou a ser um desafio ao planejamento urbano, pois à medida que as cidades se desenvolvem, junto à parcela planejada, disciplinada por planos urbanísticos, cresce igualmente a ocupação desordenada do território (CARNEIRO e MIGUEZ, 2011).

É imprescindível lembrar que esse crescimento, seja da cidade ordenada ou não, ocorre sobre o território de uma ou mais bacias hidrográficas. Essa é uma questão crucial e de primeira ordem a ser considerada em qualquer planejamento, pois o comportamento hidrológico das bacias hidrográficas é complexo e depende de um conjunto de fatores, como as características físicas naturais da região e a forma dos usos e cobertura da terra.

A bacia do rio Jucu, situada no Estado do Espírito Santo, nos dá um exemplo desta realidade. Abrangendo seis Municípios do Estado, o comportamento hidrológico desta, especialmente nas áreas urbanas por onde corre o baixo curso do seu canal principal (o Jucu), reflete tanto as condições naturais como as de uso e cobertura da terra na região.

O baixo curso do rio Jucu percorre predominantemente o Município de Vila Velha, que faz parte da RMGV, e é o mais urbanizado da bacia. A região possui relevo plano, com grandes parcelas formadas por planícies fluviais sujeitas a inundações naturais e constantes em período das águas altas do rio, cujo avanço da urbanização com a ocupação desordenada do território, tem agravado os eventos de cheia no baixo curso e conseqüentemente as inundações em parcelas significativas do Município de Vila Velha que estão sob sua área de influência (DEINA, 2013; DEINA e COELHO, 2013).

As condições climáticas nos últimos anos têm igualmente contribuído com as cheias e conseqüentes inundações. O monitoramento da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), pelo Climanálise, mostra a atuação deste sistema atmosférico sobre o baixo Jucu, caracterizado por episódios de intensas precipitações e significativas inundações.

O exemplo mais marcante desta situação foi vivenciado no final do ano de 2013, cujo acumulado de chuvas gerou resultados dramáticos. Vila Velha foi o Município mais atingido da RMGV, pois suas condições físicas naturais, como a baixa topografia e o modelo de uso e cobertura da terra, associado às intensas e duradouras chuvas sob a influência da ZCAS, no mês de dezembro de 2013, produziram resultados nunca antes vistos pela maioria da população.

Para compreender melhor as consequências que a conjugação dos fatores acima citados promove no Município de Vila Velha, este trabalho propõe como objetivo central analisar a relação entre a ZCAS e os eventos de inundação no baixo Jucu em Vila Velha (ES). Portanto, tornou-se necessário: a) analisar o comportamento das precipitações e das vazões totais no baixo Jucu nos últimos 40 anos; b) identificar a relação da ZCAS com as dez maiores vazões máximas do baixo Jucu nos últimos 40 anos; c) identificar como as condições físicas naturais aliadas ao modelo de uso e cobertura da terra na região contribuem com os eventos de inundações no baixo Jucu em Vila Velha.

## COMPORTAMENTO CLIMÁTICO NA BACIA DO JUCU

A bacia do rio Jucu encontra-se totalmente inserida na faixa do Hemisfério Sul (clima tropical úmido em escala macro), caracterizada por uma diversidade climática considerável. Essa variedade deve-se a um conjunto de fatores como a posição geográfica (latitude/continentalidade/maritimidade), as características de relevo/topografia e a atuação de diferentes massas de ar<sup>3</sup>, principal elemento determinante do clima, pois mudam bruscamente o clima nas áreas onde atuam (FERREIRA, 2006 *apud* COELHO, 2007).

No estado do Espírito Santo a complexidade do relevo tem fator de destaque na determinação climática, apresentando temperaturas mais baixas a Oeste e temperaturas mais elevadas nas planícies costeiras (AMARANTE, 2009). Tais características são igualmente observadas na área de abrangência da bacia do rio Jucu.

Com base na classificação de Köppen (VALE, 2004; ANA, 2012), na região serrana da bacia predomina o clima **tropical de altitude** (mesotérmico), com temperaturas amenas no verão, médias inferiores a 10°C nos meses mais frios (AMARANTE, 2009) e intensas precipitações orográficas em vários períodos do ano -

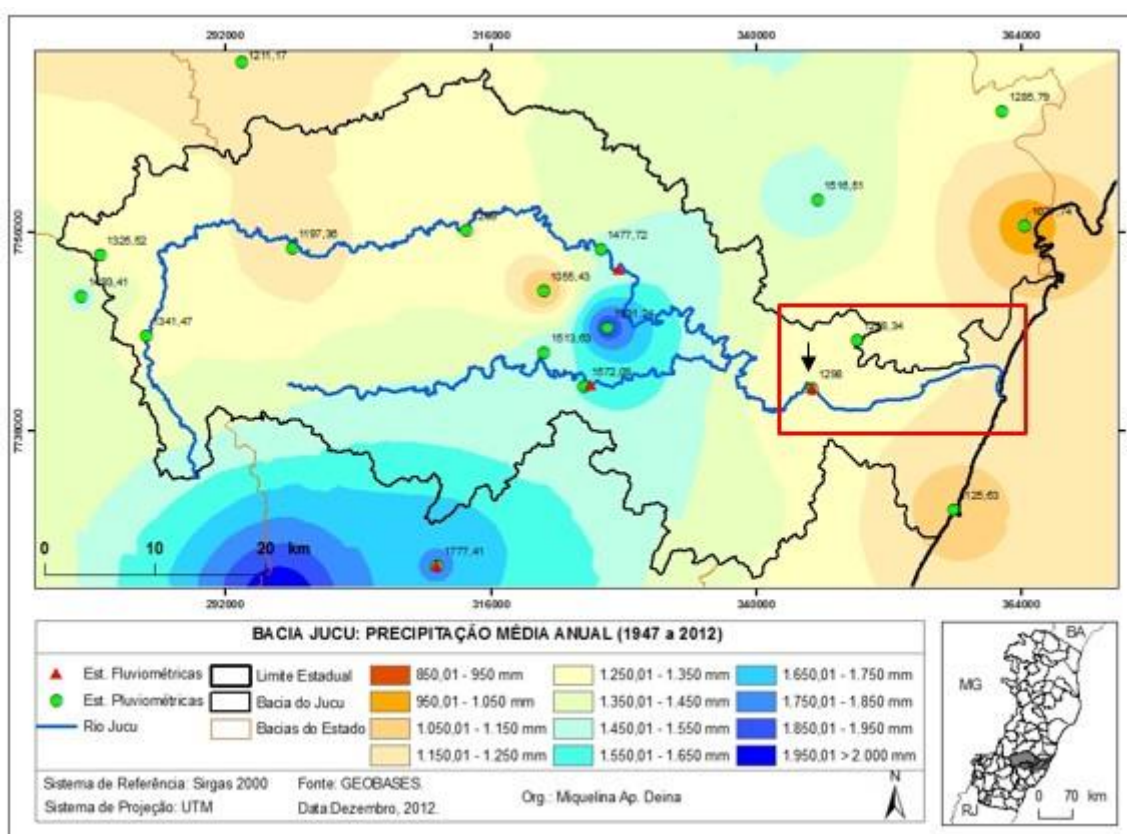
---

<sup>3</sup> No litoral Sudeste do Brasil atuam especialmente: a Massa Tropical Atlântica (ou Massa Tropical Marítima), de característica quente e úmida, responsável por uma estação mais chuvosa, que se estende comumente de novembro a abril; e, as Massas Polares, que atingem o Sul e Sudeste do Brasil no inverno, responsável pela estação mais seca no ano (Varejão Silva, 2006).

acima de 1400 mm/ano podendo chegar a 2000 mm/ano ou mais nas regiões circunvizinhas à cidade de Domingos Martins (Figura 1). Na porção litorânea da bacia, especificamente no Município de Vila Velha, prevalece o clima **tropical quente e úmido** (Af), onde são registrados um dos menores índices de precipitações da bacia, entre 1100-1300 mm/ano aproximadamente (Figura 1), com temperatura média do mês mais frio superior a 18°C.

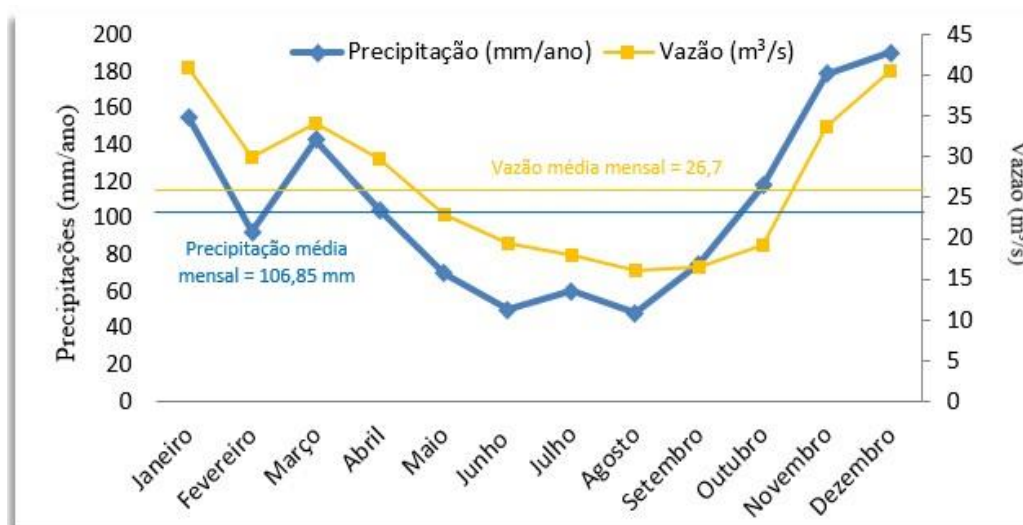
O regime hidrológico fluvial é perene e bem definido e, de modo geral, acompanha a pluviosidade da bacia (Figura 2). Entre os meses de novembro a abril aproximadamente está o período das águas altas do rio, com as maiores vazões observadas nos meses dezembro (de 40,45 m<sup>3</sup>/s) e janeiro (40,86 m<sup>3</sup>/s), conforme medições feitas na Estação Fazenda Jucuruaba, localizada no baixo Jucu. Enquanto os meses de maio a outubro são, em geral, os mais secos durante o ano, com vazões mínimas frequentemente em agosto (16,03 m<sup>3</sup>/s) e setembro (16,42 m<sup>3</sup>/s).

**Figura 1 – Precipitação média anual da bacia do rio Jucu (1947 a 2012).**



Fonte: ANA (2012). Nota: Retângulo em vermelho destaca a região do baixo Jucu e seta indica a localização da Estação Fazenda Jucuruaba.

**Figura 2. Vazão e precipitação média mensal referente à Estação Fazenda Jucuruaba.**



Fonte: ANA (2012). Org.: O próprio autor.

### **A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)**

Somado aos fatores anteriormente citados, a atuação das massas de ar nesta região é significativa, com destaque especialmente para a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

Segundo informações do Climálise (ROCHA e GANDU, op. cit.), os estudos da ZCAS revelam que este é um dos mais importantes fenômenos na escala intrasazonal, que ocorre durante o verão na América do Sul, com episódios de estiagem prolongada e inundações que atingem diversas regiões do país. Os mecanismos que originam e mantêm a ZCAS não estão ainda totalmente definidos, porém, estudos observacionais e numéricos indicam que este sistema sofre influências tanto de fatores remotos quanto locais. As influências remotas indicam relações com a convecção na Zona de Convergência do Pacífico Sul (ZCPS), que modulam o início, duração e localização da ZCAS. As influências locais relacionam-se ao papel da convecção na região Amazônica (ROCHA e GANDU, op. cit.).

No entanto, independentemente dos fatores responsáveis pela atuação da ZCAS, o fato é que o seu monitoramento constante pelo Climanalise, tem contribuído significativamente para confirmar a influência deste fenômeno no território brasileiro, caracterizado por episódios de estiagem prolongada ou por significativas inundações, como a que ocorreu recentemente no Espírito Santo, em dezembro de 2013, atingindo praticamente todos os Municípios do Estado, com destaque neste *paper* para o Município de Vila Velha na RMGV.

Deste modo, para alcançar o objetivo central deste trabalho (anteriormente descrito), fez-se necessário a análise dos dados de precipitações e vazões da Estação Fazenda Jucuruaba, ao longo das últimas décadas, sendo esta a única estação localizada no baixo curso do Jucu próximo as suas planícies fluviais em Vila Velha (Figura 01).

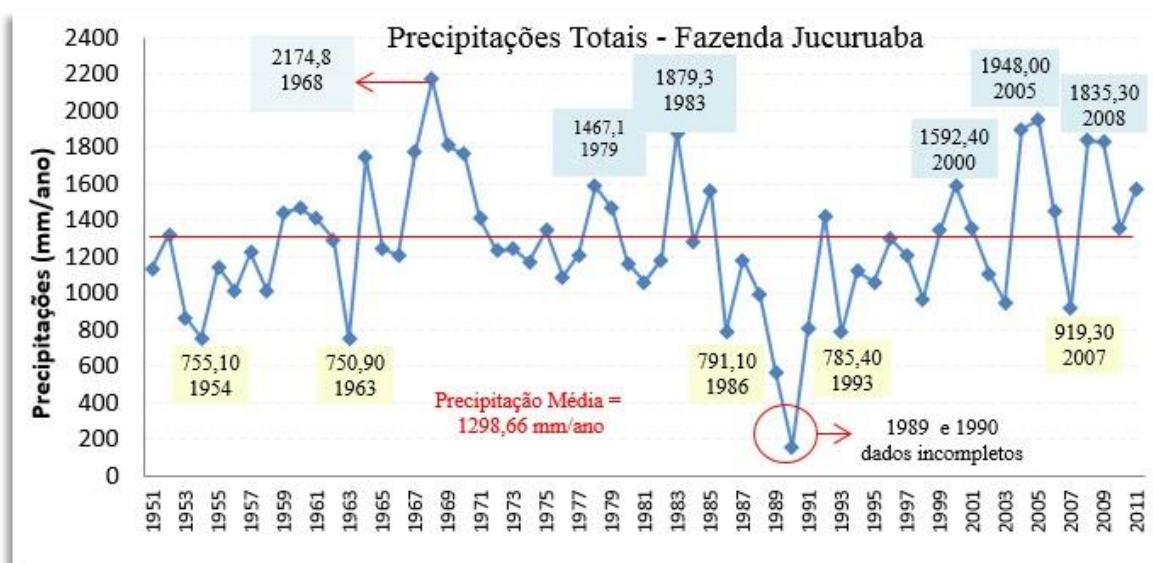
## **REGIME DE PRECIPITAÇÕES**

Conforme dados coletados na Estação Fazenda Jucuruaba no período de 1951 a 2011 (Figura 03), o ano com o maior volume de chuvas foi 1968 com 2.174,8 mm/ano, seguido de 2005 com 1.948,00 mm/ano, ou seja, o segundo maior volume de chuva do período em questão só ocorreu quase 40 anos depois. Desde então não haviam sido registrados valores maiores ou iguais a este.

Contudo, em paralelo às informações da ANA, de acordo com os dados do Incaper (2014), o ano com maior volume de chuvas para a capital capixaba foi o ano de 1924, cujo volume acumulado chegou a 2.040,9 mm/ano. Mas esta média foi superada recentemente, em dezembro de 2013, no qual se registrou um dos maiores volumes de chuva da história do Espírito Santo, 2.200,6 mm/ano, ultrapassando o recorde histórico de 1924.

Além dos elevados volumes de chuvas, nota-se igualmente períodos com estiagem bastante acentuadas na região, conforme a Figura 3, cujos valores anuais de chuvas ficaram bem abaixo da média, com destaque para o ano 1963 com apenas 750 mm/ano de chuva. Em geral, observa-se um período razoavelmente longo, de 1972 a 2003, com menores quantidades de chuvas anuais e períodos secos bem expressivos, como 1986 e 1993, apesar de algumas exceções como em 1983 com 1.879,3 mm/ano e 1979 com 1.467,1 mm/ano.

**Figura 3. Precipitações totais referentes à Estação Fazenda Jucuruaba (1951 a 2011).**



Fonte: ANA (2012). Org.: O próprio autor.

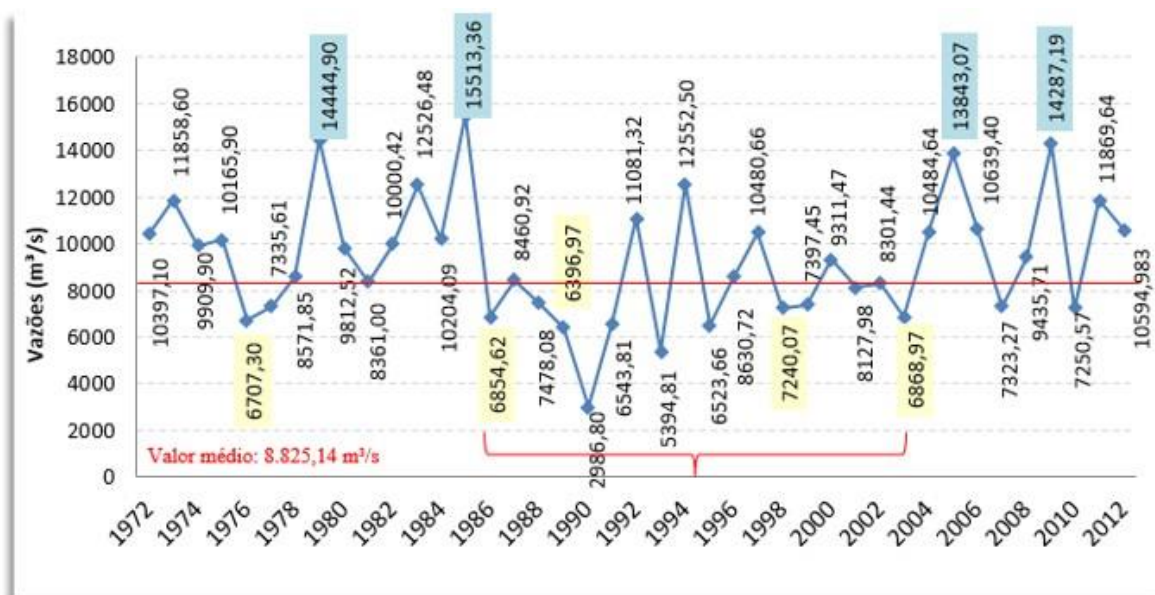
De 2003 para cá há indícios de aumento da precipitação anual, com picos anuais de chuvas bem mais elevados do que as do período anterior, conforme comprovado pelo atual episódio de chuvas do mês dezembro de 2013.

## REGIME DE VAZÕES

### Vazões totais

As vazões totais do rio Jucu apresentam, de modo geral, comportamento semelhante às precipitações, conforme dados da ANA na Estação Hidrometeorológica Fazenda Jucuruaba, período de 1972 a 2012 (Figura 4). A vazão total deste período variou bastante, desde cheias bem expressivas a secas bastante marcantes. Os anos com maior descarga fluvial foram 1979, 1985, 2005 e 2009, enquanto os mais secos foram 1976, 1986, 1989, 1995 e 2003. Entre os anos de 1986 a 2003/2004 nota-se tendência de queda das vazões totais, com descargas, em geral, abaixo da média que é de 8.825,14 m<sup>3</sup>/s, salvo algumas exceções como os anos de 1992, 1994 e 1997 que apresentaram vazão acima da média.

Figura 4 – Vazões totais do rio Jucu na Estação Fazenda Jucuruaba (1972 a 2012).



Nota: A chave em vermelho indica período com tendência de queda das vazões. Nota-se que os anos de 1990, 1991 e 1993, presentes no gráfico com valores ainda mais baixos que os citados acima, apresentam valores incompletos por isso não são utilizados para comparação.  
Org.: O próprio autor.

A partir de 2005 parece haver tendência de aumento das vazões totais, com valores bastante acentuados, especialmente em 2005 e 2009, na ordem de 13.848 m³/s e 14.287 m³/s, respectivamente. Valores maiores que estes só haviam sido registrados em 1985 e 1979, respectivamente.

Os dados do ano de 2013 não foram inseridos na Figura 4, pois apesar de ter sido disponibilizado recentemente pela ANA, no Hidroweb, estes estão incompletos. Dos trinta e um dias do mês de dezembro de 2013 seis deles ficaram sem o registro das vazões, justamente no período em que a região mais sofreu com as intensas chuvas que atingiram quase todo o Estado.

Mesmo assim, é importante lembrar que conforme os dados de precipitação do Incaper, referente ao último episódio de chuvas intensas e duradouras que atingiram quase todo o Estado do Espírito Santo, o ano de 2013, especialmente o seu mês de dezembro, ficou marcado como o mais chuvoso desde 1924, tendo como referência a capital Vitória.

Logo, os valores das vazões nesta região também ficaram elevados haja vista que esta reflete em grande medida o volume das precipitações. Prova disso, é que mesmo não tendo o registro das vazões durante seis dias da segunda quinzena do mês de dezembro, ainda assim foram registrados neste período três das dez maiores vazões máximas dos últimos 41 anos, referente a Estação Fazenda Jucuruaba.



## Vazões Diárias Máximas

A Tabela 1 mostra o ranking das dez maiores vazões registradas entre 1972 a 2013, com destaque para a máxima ocorrida em 02 de fevereiro de 1979, com vazão de 204,77m<sup>3</sup>/s (Figura 5), uma das maiores cheias da história do rio. A segunda maior vazão máxima só foi atingida após trinta anos, no dia 31 de outubro de 2009 (195,01 m<sup>3</sup>/s). Porém, o ano de 2009 foi marcado por mais duas vazões máximas dos últimos 41 anos. No dia 09 de janeiro de 2009 registra-se a terceira maior vazão máxima (193,39 m<sup>3</sup>/s) e no dia 01 de novembro de 2009 registra-se a quinta maior vazão máxima do período (187,87 m<sup>3</sup>/s).

**Tabela 1 - Vazões Máximas Diárias na Estação Fazenda Jucuruaba (1972 A 2013)**

Ordem	Ano	Dia/Mê	Vazão m <sup>3</sup> /s
1	1979	02-fev	204,77
2	2009	31-Out	195,01
3	2009	09-Jan	193,39
4	2012	11-jan	192,93
5	2009	01-Nov	187,87
6	2013	20-dez	187,64
7	2013	21-dez	183,70
8	2013	18-dez	181,70
9	1985	15-jan	179,74
10	1997	20-dez	178,00

Fonte: HIDROWEB, 2014. Org.: O próprio autor.

O ano de 2013 também merece destaque com três das dez maiores vazões máximas do período analisado, mas com o diferencial destas três terem ocorrido num intervalo de tempo muito pequeno, entre os dias 18 e 21 de dezembro de 2013 (Tabela 1).

As demais vazões máximas ocorreram em 2012, no qual se registrou a quarta maior vazão máxima (192,93 m<sup>3</sup>/s), em 1985 foi registrada a nona vazão máxima (179,74 m<sup>3</sup>/s) e em 1997 a décima vazão máxima (178,00 m<sup>3</sup>/s).

A observação mais significativa, no entanto, é que das dez maiores vazões máximas de um período de 41 anos, sete delas ocorrem num intervalo de apenas cinco anos, entre 2009 e 2013. Em 2009 são registradas a segunda, terceira e quinta maiores vazões máximas, enquanto em 2013 são registradas a sexta, sétima e oitava maiores vazões máximas.

## A ATUAÇÃO DA ZCAS E A RESPOSTA HIDROLÓGICA

Os dados acima relacionados sugerem significativas correlações com a atuação da ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul) sobre a Região Sudeste. Segundo dados dos Boletins Climanálise (1996 a 2013) a ZCAS tem promovido episódios de estiagens prolongadas e/ou de inundações marcantes que atingem diversas regiões do país, especialmente a Região Sudeste e, conseqüentemente, o Espírito Santo.

Ao comparar as informações sobre o período de atuação das ZCAS, nos Boletins Climanálise, com os dados históricos das vazões na Estação Fazenda Jucuruaba obtidos pela ANA, nota-se significativa correlação entre os picos de vazões máximas no baixo Jucu e a atuação da ZCAS no Estado do Espírito Santo, enquanto nos momentos de ausência da mesma observam-se menores índices de vazões nesta região (Tabela 2).

Conforme Tabela 2 nota-se que das dez maiores vazões máximas, seis coincidem exatamente com a atuação da ZCAS (três em 2009 e três em 2013). Já a vazão máxima de 2012 ocorreu três dias após a passagem deste sistema atmosférico, enquanto para a vazão máxima de 1997 não houve influência da ZCAS e, para as vazões máximas de 1979 e 1985, não foi possível estabelecer nenhuma correlação com a ZCAS, pois nas respectivas datas ainda não havia o monitoramento desta.

Numa análise preliminar, é possível perceber a significativa influência da ZCAS sobre os eventos de vazões máximas registradas no baixo Jucu, sobretudo em Vila Velha, pois, levando em consideração que o monitoramento deste sistema atmosférico teve início apenas em 1996 pelo Climanálise, conclui-se que das dez maiores vazões aqui analisadas, somente em oito delas já era realizado o monitoramento da ZCAS e, destas oito, apenas uma (a de 1997) não sofreu a influência deste sistema atmosférico.

Outra informação importante é que sete das dez maiores vazões máximas do baixo Jucu ocorreram a partir de 2009, ou seja, há um aumento das vazões máximas nos últimos anos e estas tem deixado marcas significativas. O ano de 2009 é um dos destaques, pois três das cinco maiores vazões máximas entre 1972 a 2013 ocorreram em 2009 (Tabela 2) e estes três eventos estavam sobre a influência da ZCAS na região.

Segundo informações do Boletim Climanálise (Volume 24, nº1, jan. 2009), o mês de janeiro de 2009 teve dois episódios de ZCAS atuando sobre o Sudeste brasileiro (04 a 08 de jan., 20 a 24 de jan.). O primeiro deles favoreceu a ocorrência da terceira maior vazão máxima da história do baixo Jucu nos últimos 40 anos.

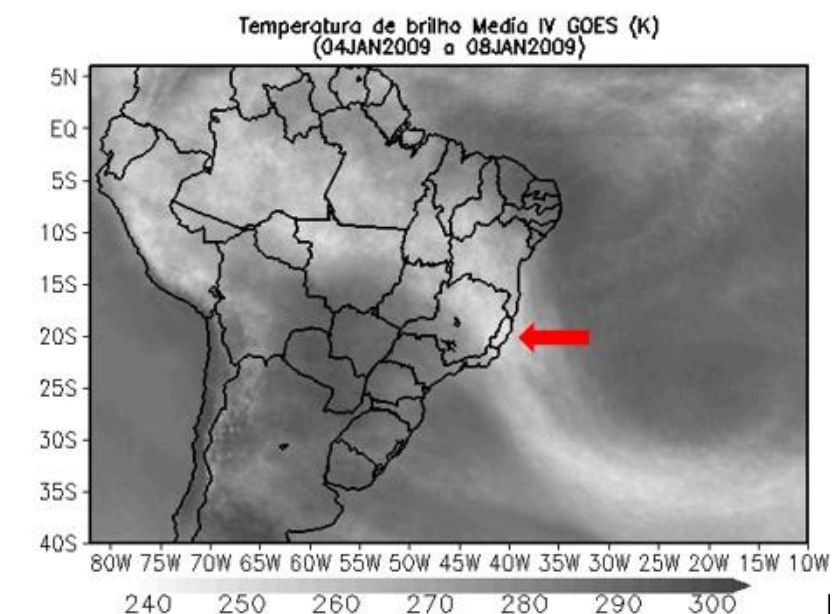
**Tabela 2 - Vazões Máximas Diárias na Estação Fazenda Jucuruaba e Massas de Ar Atuantes (1972 A 2013)**

Ordem	Ano	Dia/Mês	Massas de Ar Atuantes*	Vazão m <sup>3</sup> /s
1	1979	02-fev	-	204,77
2	2009	31-Out	ZCAS (27 a 31 out.)	195,01
3	2009	09-Jan	ZCAS (04 a 08 jan.)	193,39
4	2012	11-jan	ZCAS (01 a 08 jan.)	192,93
5	2009	01-Nov	ZCAS (01 a 03 nov.)	187,87
6	2013	20-dez	ZCAS (17 a 24 dez.)	187,64
7	2013	21-dez	ZCAS (17 a 24 dez.)	183,70
8	2013	18-dez	ZCAS (17 a 24 dez.)	181,70
9	1985	15-jan	-	179,74
10	1997	20-dez	-	178,00

Fonte: HIDROWEB, 2014. \* Nota: Informações obtidas nos Boletins Climanálise. (CPTEC/INPE, 2013. Org.: O próprio autor.

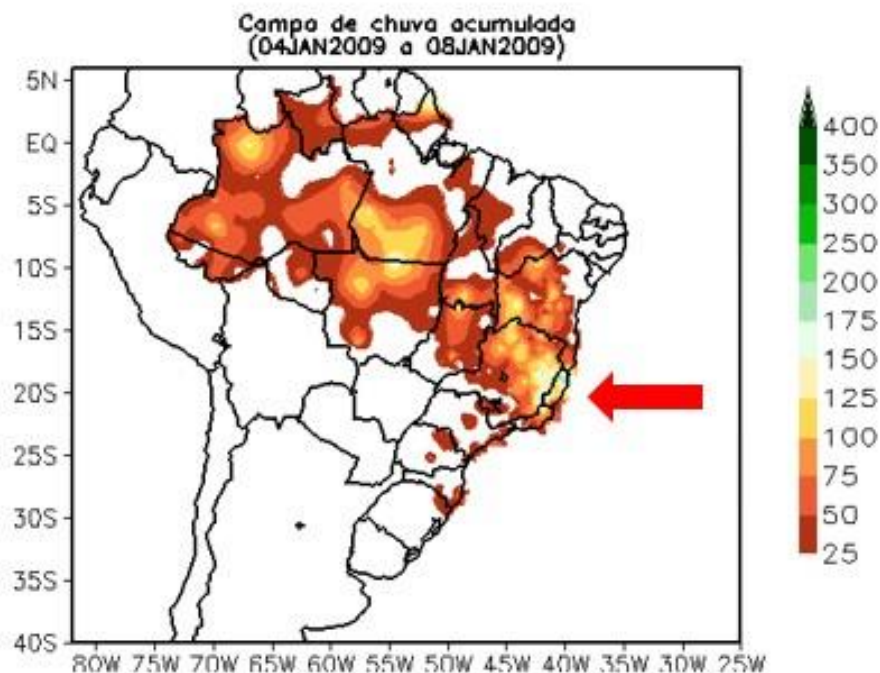
A Figura 5 mostra esse episódio ilustrado pela banda de nebulosidade associada a ZCAS, que afetou sobretudo o Norte de Minas Gerais e os Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo em janeiro de 2009. Nota-se igualmente a persistência da faixa de nebulosidade que se estende do Atlântico Sul Central ao sul da Amazônia, associada a uma zona de convergência na baixa troposfera e orientada no sentido noroeste-sudeste ficando bem caracterizada no verão como foi o caso. A Figura 6 mostra o acumulado de chuvas, cuja Região Sudeste com destaque para o Espírito Santo teve neste período os maiores acumulados de chuva.

**Figura 5. Campos ilustrativos dos episódios de ZCAS entre 04 a 09 Janeiro/2009**



Conforme informações do próprio Boletim Climanálise (2009), as chuvas provocadas pela presença deste sistema, causou a elevação e o transbordamento de alguns rios, além de alagamentos e deslizamentos de terra em diversas localidades da Região Sudeste, deixando centenas de famílias desabrigadas.

**Figura 6. Campo de precipitação acumulada em mm.**



Nota: seta vermelha apontada para o ES, onde o acumulado de chuvas foi maior.  
Fonte: Climanálise, 2009.

Em fins de outubro e início de novembro de 2009 a região do baixo Jucu novamente sofre com a atuação da ZCAS. Tal episódio foi responsável pela segunda e quinta maiores vazões máximas do baixo Jucu entre 1972 a 2013 (Tabela 2), respectivamente. Durante este episódio, no início do mês de novembro de 2009, o rio Jucu transbordou, atingindo o nível máximo de segurança de 3,1 metros em relação ao dique localizado em sua margem esquerda (Figura 7), sendo necessário um trabalho de emergência através da elevação da barreira do dique em 70 cm em um trecho de 1,5 quilômetros (COSTA, 2009).

Tais reparos foram realizados para evitar o extravasamento da água através do dique e um possível rompimento do mesmo, o que ocasionaria consequências alarmantes, pois grande parte do Município de Vila Velha ficaria em baixo d'água, como ocorreu na grande enchente de 1960 antes da construção do mesmo. Esta grande enchente alagou as áreas mais urbanizadas do Município e motivou, conseqüentemente, a construção do dique que resolve, em parte, até hoje os alagamentos da região (Medeiros, acesso em 21 fev. 2013).

**Figura 7. Dique do rio Jucu.**



Nota: Dique do Jucu com reforço de 300 caminhões de areia para evitar alagamento dos bairros, quando atingiu a marca de 3.1 metros em 02/11/2009. Foto: Gil Loyola.  
Fonte: COSTA, 2009.

Em 11 de janeiro de 2012 registra-se a quarta maior vazão máxima do baixo Jucu (192,93 m<sup>3</sup>/s) nos últimos quarenta anos (Tabela 2), três dias após a passagem da ZCAS. Segundo informações do Boletim Climanálise (vol. 27, jan. 2012), esta atuou entre os dias 01 e 08 de janeiro, proporcionando os maiores acumulados de chuva nos setores leste e sul de Minas Gerais, no norte do Rio de Janeiro e no Espírito Santo. Este evento de ZCAS também foi o que mais contribuiu para as anomalias positivas de precipitação sobre grande parte do setor central do Brasil, durante a primeira quinzena de janeiro.

No dia 5 de janeiro de 2012, durante a atuação da ZCAS no Espírito Santo, Vila Velha precisou decretar estado de emergência em função do elevado número de alagamentos e de famílias afetadas pelas fortes chuvas (Figura 8). Até o exército precisou ser chamado para ajudar na remoção de pessoas em locais onde os carros da prefeitura não conseguiam chegar (MONTEIRO, 2012).

**Figura 8. Ruas alagadas em Vila Velha nos dias 04 e 05 de janeiro de 2012.**



Fotos: Luiz C. Gozzer e TV Gazeta respectivamente. Fonte: <http://g1.globo.com/espírito-santo/noticia/2012/01/sobe-para-25-o-numero-de-cidades-afetadas-pela-chuva-no-es.html>.

Como já mencionado, poucos dias depois e com mais chuvas durante a passagem da ZCAS, o rio Jucu deu sua resposta hidrológica através da quarta maior vazão máxima dos últimos quarenta e um anos.

Contudo, o evento mais marcante relacionado a atuação da ZCAS no Espírito Santo ocorreu em dezembro de 2013, mês e ano que ficaram marcados como os mais chuvosos da história do Estado do Espírito Santo. Apesar dos dados de vazão de dezembro de 2013, disponibilizados pela ANA, estarem incompletos, estes, juntamente as demais informações, nos dão uma noção bastante clara do que o referido período representou.

Das dez maiores vazões máximas dos últimos 41 anos, três delas foram registradas na segunda quinzena de dezembro de 2013 (Tabela 2). É importante ressaltar que estes dados foram obtidos a partir de um conjunto de registros no qual faltam os dados das vazões de seis dos quinze dias da segunda quinzena do mês em questão.

Mesmo assim, os dados obtidos foram suficientes para ilustrar como foram significativas as chuvas que caíram na região e em quase todo o Estado na última quinzena de 2013, sob a atuação da ZCAS. As três maiores vazões máximas de dezembro de 2013 (nos dias 18, 20 e 21) ocorreram nestas condições.

Fortes chuvas sob a influência da ZCAS atingiram praticamente todo o Estado em dezembro de 2013, afetando aproximadamente 50 Municípios com consequências dramáticas para a maior parte deles. Foram 23 mortes em todo o Estado e mais de 60 mil pessoas ficaram desabrigadas e/ou desalojadas (G1 ESPÍRITO SANTO, 2013). Vila Velha foi o Município mais atingido da RMGV (Figura 9).

Segundo informações do Incaper, o volume de chuvas esperado para a maior parte do Espírito Santo nesta época do ano é de aproximadamente 250mm. Porém, até o

dia 26 de dezembro de 2013, o volume de chuvas na capital Vitória já alcançava a marca de 746,4 mm no referido mês (INCAPER, 2013).

Dezembro de 2013 foi o mais chuvoso de todos os meses desde que começaram as medições em 1924, assim como o ano de 2013, que atingiu o recorde de 2200,6 mm de chuva, seguido de 1924 com 2040,9 mm (INCAPER, 2014).

A região do baixo Jucu em Vila Velha sentiu bem os efeitos deste evento meteorológico. A situação no Município foi dramática. Segundo Decreto Nº 255/2013 (ESPÍRITO SANTO, 2013), publicado em 24 de dezembro de 2013 no Diário Oficial dos Poderes do Estado, as chuvas em Vila Velha já haviam provocado alagamentos, inundações, transbordamento de canais, deslizamento de rocha, alagamento de ruas, danificação de casas, destruição de bueiros, obstrução da malha viária, em aproximadamente 99 bairros do Município.

**Figura 9. Alagamentos em bairros próximos ao Jucu e inundações do canal principal em dezembro de 2013.**



Nota: Seta pontilhada indica posição aproximada e direção do rio Jucu.  
Fonte: VEJA, 2013.

Conforme informações do referido decreto até o dia 24 de dezembro as estimativas já eram de 220 desabrigados, 15.000 desalojados, 28.000 casas populares destruídas ou danificadas, isso tudo só em Vila Velha, pois mais da metade dos Municípios do Estado viveram situações semelhantes.

Entretanto, os problemas de inundações em Vila Velha não é fato recente, conforme já mencionado. O município historicamente tem sofrido com as inundações em função de uma série de fatores, tanto do ponto de vista das condições físicas naturais do

território quanto do uso e cobertura do mesmo, que favorecem e intensificam o acúmulo da água.

As condições topográficas da região são um bom exemplo. O Município está assentado majoritariamente sobre planícies costeiras e/ou fluviais, de topografia baixa e plana, cujas declividades predominantes variam de 0 a 8%, o que facilita o acúmulo da água. O tipo de solo também contribui para tal fato, pois grande parte da região é composta por solos arenosos, com baixa capacidade de retenção de água (DEINA, 2013).

Como se não bastasse os diferentes fatores que favorecem o acúmulo da água em Vila Velha, o município ainda sofre com a ocupação irregular do território. A urbanização se estende para áreas cada vez mais próximas ao baixo Jucu, ocupando as planícies fluviais que estão sujeitas a alagamentos naturais e constantes, e que tendem a se agravar significativamente aliados aos fatores citados.

O que aconteceu em dezembro de 2013 em Vila Velha evidencia muito bem esta realidade. A população viveu momentos dramáticos em função de um conjunto de fatores que se somaram e deixaram a região em estado de calamidade. A atuação da ZCAS foi determinante para desencadear as fortes chuvas que caíram na região juntamente com as condições físicas naturais desfavoráveis para receber grandes volumes de chuvas assim como a ocupação irregular do território.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A análise hidrológica do baixo Jucu deixa evidente o quão significativo são as mudanças em seu comportamento nos últimos anos. Os dados das vazões totais, por exemplo, mostram um expressivo aumento desta a partir do ano de 2005.

Contudo, o que mais chama atenção são os dados das vazões máximas dos últimos quarenta e um anos (1972 a 2013), uma vez que das dez maiores vazões máximas desse período sete delas foram registradas entre 2009 e 2013, período considerado extremamente curto se comparado ao total analisado.

É sabido que uma série de fatores contribui para este processo como, por exemplo, a retificação do rio Jucu em um importante trecho do seu baixo curso, os canais artificiais construídos para drenar a água das planícies fluviais com mais velocidade, o processo de ocupação da região responsável pela impermeabilização de grandes parcelas de solo acelerando o escoamento superficial, entre outros fatores.



Todavia, o fator que mais chamou atenção nesta análise ao ser comparado aos dados hidrológicos foi a atuação da ZCAS, pois das dez maiores vazões máximas registradas nos últimos quarenta e um anos, sete delas estavam sob a atuação deste sistema atmosférico. Tal fato deixa claro que a solução do problema das inundações no Município de Vila Velha é uma tarefa bastante complexa, pois além das peculiaridades de ordem local na região, já conhecidas e que facilitam as inundações, há ainda a interferência deste sistema atmosférico cuja área de atuação encontra-se numa escala mais ampla.

O monitoramento da ZCAS, pelo Climanálise, ganha destaque neste contexto ao fornecer desde 1996 informações regulares sobre a atuação deste sistema atmosférico no Brasil. Estas informações podem e devem ser utilizadas pelo poder público competente durante o processo de planejamento e gestão do território.

No caso de Vila Velha, resolver ou amenizar o problema das históricas inundações no Município, passa necessariamente por uma análise e gestão integrada da realidade. É necessário considerar todos os fatores que de alguma forma contribuam com os processos de inundação na região, desde aqueles de ordem local como os de abrangência mais ampla, como é o caso da ZCAS. Só assim será possível alcançar resultados mais satisfatórios, com menores impactos ambientais e menores prejuízos a sociedade.

## REFERÊNCIAS

- AMARANTE, Odilon A. Camargo do. **Atlas Eólico**: Espírito Santo / Odilon A. Camargo do Amarante, Fabiano de Jesus Lima da Silva, Paulo Emiliano Piá de Andrade. Vitória (ES): ASPE – Agência de Serviços Públicos de Energia do Estado do Espírito Santo, 2009. 100 p.
- ANA - Agência Nacional de Águas. **Bacias Hidrográficas do Atlântico Sul – Trecho Leste: Sinopse de informações do Rio de Janeiro, Espírito Santo, Bahia e Sergipe**. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/cd4/index.htm>>. Acesso em: 25 ago. 2012.
- ANA - Agência Nacional de Águas. **HIDROWEB**. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em: 12 jan. 2013.
- \_\_\_\_\_. **HIDROWEB**. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em: 17 abr. 2014.
- CARNEIRO, Paulo Roberto Ferreira; MIGUEZ, Marcelo Gomes. **Controle de Inundações em Bacias Hidrográficas Metropolitanas**. 1ª Ed. São Paulo: Annablume, 2011. Fls. 300.
- CLIMANÁLISE - **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**. Cachoeira Paulista (SP): Edição: INPE / CPTEC, publicações de 1996 a 2012. Vol. 11 ao 27. Disponível em: <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/>>. Acesso em: 02 jun. 2013.

\_\_\_\_\_. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática.** Cachoeira Paulista (SP): Edição: INPE / CPTEC. Disponível em:

<<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/>> Acesso em: 17 abr. 2014,

COSTA, Hemerson. **Vila Velha pode ficar debaixo d'água se dique do Rio Jucu não for recuperado.** A Gazeta. Vitória, 04 nov. 2009. Disponível em:

<[http://gazetaonline.globo.com/\\_conteudo/2009/11/558701-](http://gazetaonline.globo.com/_conteudo/2009/11/558701-vila+velha+pode+ficar+debaixo+d+agua+se+dique+do+rio+jucu+nao+for+recuperado.htm)

[vila+velha+pode+ficar+debaixo+d+agua+se+dique+do+rio+jucu+nao+for+recuperado.htm](http://gazetaonline.globo.com/_conteudo/2009/11/558701-vila+velha+pode+ficar+debaixo+d+agua+se+dique+do+rio+jucu+nao+for+recuperado.htm)  
>. Acesso em: 22 fev. 2013.

COELHO, André Luiz Nascentes. **Alterações Hidrogeomorfológicas no Médio-Baixo Rio Doce/ES.** 2007.

CPTEC/INPE. **Casos Significativos do Mês De Dezembro de 2013.** Disponível em:

[http://www.cptec.inpe.br/~rupload/arquivo/caso\\_sig\\_dezembro\\_2013.pdf](http://www.cptec.inpe.br/~rupload/arquivo/caso_sig_dezembro_2013.pdf). Acesso em: 26 de mar. 2014.

DEINA, Miquelina Aparecida. **Alterações Hidrogeomorfológicas do Baixo Curso do rio Jucu (ES).** 2013. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós Graduação em Geografia – Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2013.

DEINA, Miquelina A.; COELHO, André Luiz N. **Análise das Áreas Inundáveis no Baixo Rio Jucu em Vila Velha (ES) com Imagens Temporais CBERS – 2B/CCD.**

XV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada: Uso e Ocupação da Terra e as Mudanças das Paisagens. Vitória (ES), 8 a 12 de julho de 2013. Departamento de Geografia. CCHN. UFES.

ESPÍRITO SANTO. Decreto Nº 255/2013. Declara em situação anormal, caracterizada como situação de emergência, as áreas do Estado afetadas por enxurradas - 1.2.2.0.0 (COBRADE) e dá outras providências. **Diário Oficial dos Poderes do Estado.** Vitória, Espírito Santo, 23 de dezembro de 2013, Decretos, p. 36. Disponível em:

<[http://www.vilavelha.es.gov.br/midia/paginas/DECRETO\\_255\\_2013\\_Situa%C3%A7%C3%A3o%20Emerg%C3%Aancia\\_Publica%C3%A7%C3%A3o%20DIOES\\_24\\_12\\_2013.pdf](http://www.vilavelha.es.gov.br/midia/paginas/DECRETO_255_2013_Situa%C3%A7%C3%A3o%20Emerg%C3%Aancia_Publica%C3%A7%C3%A3o%20DIOES_24_12_2013.pdf)>  
Acesso em: 05 mar. 2014.

FERREIRA, Artur Gonçalves. Meteorologia Prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 190 p.

G1 ESPÍRITO SANTO. **Defesa Civil contabiliza 23 mortes em decorrência da chuva no ES.**

2013. Disponível em: <http://g1.globo.com/espírito-santo/noticia/2013/12/defesa-civil-contabiliza-mais-mortes-em-decorrencia-da-chuva-no-es.html>. Acesso em: 24 jan. 2014.

GAZETA ONLINE. **Internautas mostram os estragos da chuva nesta quinta-feira.** 2012.

Disponível em:

[http://gazetaonline.globo.com/\\_conteudo/2012/01/eu\\_aqui/cidadao\\_reporter/1079418-internautas-mostram-os-estragos-da-chuva-nesta-quinta-feira.html](http://gazetaonline.globo.com/_conteudo/2012/01/eu_aqui/cidadao_reporter/1079418-internautas-mostram-os-estragos-da-chuva-nesta-quinta-feira.html). Acesso em: 02 dez. 2013.

INCAPER - Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural.

**Últimas Notícias.** Disponível em: <[www.incaper.com.br](http://www.incaper.com.br)>. Acesso em: 10 abr. 2013.

\_\_\_\_\_. **Balanco das chuvas no Espírito Santo.** Disponível em:

<[hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/?pagina=ultimasnoticias](http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/?pagina=ultimasnoticias)>. Acesso em: 04 abr. 2014.

MEDEIROS, Gilberto. **Cidade submergiu com enchente de 1960. Século Diário. Ano [?].** Disponível em:

<<http://www.seculodiario.com.br/arquivo/2005/vilavelha/historia/index11.html>>. Acesso em: 21 fev. 2013.

MONTEIRO, Amanda. **Vila Velha decreta estado de emergência, na Grande Vitória.**

Disponível em: <<http://cabresto.blogspot.com.br/2012/01/vila-velha-decreta-estado-de-emergencia.html>>. Acesso em: 27 de março de 2014.

ROCHA, Ana Maria G. de C.; GANDU, Adilson Wagner. **A Zona de Convergência do Atlântico Sul.** Departamento de Ciências Atmosféricas (DCA); Instituto Astronômico e Geofísico (IAG); Universidade de São Paulo (USP), ano [?]. Disponível em:

<<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliesp10a/16.html>>. Acesso em: 02 jun. 2013.

VALE, Cláudia Câmara. Características do Meio Físico. In: \_\_\_\_\_. **Séries Geomórficas Costeiras do Estado do Espírito Santo e os Habitats para o Desenvolvimento dos Manguezais: uma visão sistêmica.** 2004. 386 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Programa de Pós-Graduação em Geografia Física - Universidade de São Paulo; Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo, 2004. cap. 5, p. 165-170.

VAREJÃO SILVA, Mário Adelmo. **Meteorologia e Climatologia.** Versão Digital 2. Recife, Pernambuco: 2006. Cap. VI. P. 215-258. Disponível em:

<[http://www.agritempo.gov.br/publish/publicacoes/livros/METEOROLOGIA\\_E\\_CLIMATOLOGIA\\_VD2\\_Mar\\_2006.pdf](http://www.agritempo.gov.br/publish/publicacoes/livros/METEOROLOGIA_E_CLIMATOLOGIA_VD2_Mar_2006.pdf)>. Acesso em: 16 jun. 2013.

VEJA. A tragédia das chuvas no Espírito Santo e Minas Gerais. 26/12/2013. Em: <

<http://veja.abril.com.br/multimedia/galeria-fotos/enchentes-no-espírito-santo-2013>>.

Acesso em 16/06/2016.

Recebido em 21/07/2014

Aceito em 16/05/2016