



## **XII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE**

### **FENÔMENOS CLIMÁTICOS : A ZONA DE CONVERGÊNCIA DO ATLÂNTICO SUL EM DEZEMBRO DE 2013 E SEUS EFEITOS NO ESPÍRITO SANTO-BRASIL**

*Maria Bernardete Guimarães \**

**RESUMO** – Os efeitos das alterações no clima do planeta provocam impactos à nossa qualidade de vida e danos materiais, sociais, econômicos e ambientais imensos. Mensurar tais impactos é um desafio. Outro desafio é adotar moderno sistema para previsão de fenômenos climáticos. A ZCAS – Zona de Convergência do Atlântico Sul provocou tais efeitos no estado do Espírito Santo em dezembro de 2013 deixando milhares de pessoas desabrigadas, pessoas desalojadas, pessoas mortas e prejuízos materiais e econômicos enormes. Este artigo relata o que ocorreu ao estado durante a passagem do fenômeno e tenta analisar como podemos futuramente nos preparar para melhor enfrentá-lo , com uma gestão mais eficiente.

**ABSTRACT** – The effects of climate change on the planet cause impacts to our quality of life and material , social, economic and environmental immense damage. Measuring such impacts is a challenge . Another challenge is adopt modern system for forecasting climatic phenomena. The SACZ-South Atlantic Convergence Zone caused such effects in the state of Holy Spirit in december 2013 leaving thousands homeless people, displaced people, killed people , wounded people and material and economic losses.This article reports on that happened to the state during the passage of the phenomenon and attempts to analyze how we can better prepare us for cenario future it with a more efficient management.

**Palavras-Chave:**Zona de Convergência do Atlântico Sul , Fenômenos Climáticos, Chuvas Intensas

\*Engenheira Civil e M.Sc.Engenharia Ambiental , MBA Gerenciamento de Projetos e Analista de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do , IEMA. Email: mguimaraes@iema.es.gov.br/mbuguimar@gmail.com.br.  
IEMA-Instituto Estadual de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos-IEMA-Br 262- Pátio Porto Velho , Jardim América, Cariacica, ES. CEP: 29.140.500-027-3636-2543.www.meioambiente.es.gov.br.

## 1-INTRODUÇÃO

Segundo o relatório da Defesa Civil do estado do Espírito Santo entre 2000 e 2009 o estado teve como principal problema as precipitações que ocorrem em um curto espaço de tempo , denominadas pelo sistema nacional de defesa civil como inundação brusca ou enxurrada . De um total de 376 desastres entre 2000 e 2009, 276 estão relacionados com este fenômeno. Além dos danos causados pela ação direta da água, as enxurradas também podem provocar deslizamentos de terra, que potencializam seu efeito destruidor (DEFESA CIVIL DO ES , 2014).

Analisando-se os dados da DEFESA CIVIL DO ES (2014) referentes aos desastres que ocorreram em todo o estado do Espírito Santo de 2000 a 2009 verifica-se que apenas o município de Irupi , de um total de 72 municípios não decretou situação de emergência ou estado de calamidade pública, enquanto Conceição da Barra decretou situação anormal 15 vezes , sendo 11 devido ao histórico problema de erosão marinha que ocorre na orla da cidade. O fenômeno da Zona de Convergência do Atlântico Sul já provocou prejuízos ao estado em outros períodos mas nunca com tal efeito simultâneo em todos os municípios do estado, num total de 57 (dos 72 municípios que compõem o estado), como o ocorrido no período de 12 a 25 de dezembro de 2013 . A situação resultou em decretação de estado de emergência no estado pelo Governador do Estado . O fenômeno deixou vários prejuízos econômicos, sociais, danos materiais, danos ambientais, danos humanos, vários desalojados, desabrigados, feridos e mortes , deslizamentos, escorregamentos, inundações, cidades isoladas, falta de água, luz e telefone fixo e móvel. Pontes e estradas desapareceram assim como bairros inteiros ficaram submersos por vários dias até após o término das chuvas , principalmente nos municípios de Vila Velha e Linhares . Também Minas Gerais sofreu com as chuvas intensas na região Sudeste.

A enchente que ocorreu no ano de 1979 no estado do ES, entre os meses de janeiro e fevereiro , decorrente de 35 dias de fortes chuvas ocasionou várias mortes e regiões inteiras ficaram isoladas, principalmente na bacia do rio Doce. Nesta enchente de dezembro de 2013 em Linhares foi registrado 109 mm em dois dias e fazendas ficaram submersas por 40 dias, assim como bairros inteiros em vários municípios do ES. Culturas como a do mamão, café, côco e banana foram fortemente impactadas. Centenas de animais (galinhas,gado,outros) morreram.Entre os anos de 2008 e 2012 as enchentes deixaram 10.589 desabrigados ou desalojados no ES, as enxurradas deixaram 32 mil fora de casa e mais de 50 municípios foram atingidos resultando em 29 mil edificações danificadas nestes 4 anos. Segundo Correia (2014) em novembro de 2008 as precipitações apresentaram um acumulado mensal em Vitória-ES acima de 600 mm devido à ZCAS que ocorreu em 3 episódios : dias 01 a 11; dias 13 a 24 e 27 a 01 dezembro de 2009, resultando 26 dias de precipitação.

## **2-FENÔMENOS CLIMÁTICOS**

### **2.1-El Niño e La Nina**

El Niño é um fenômeno atmosférico-oceânico caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais no Oceano Pacífico Tropical, e que pode afetar o clima local e global, mudando os padrões de vento a nível mundial, e afetando assim os regimes de chuva em regiões tropicais e de latitudes médias. As últimas ocorrências : 2002-2003, 2004-2005, 2006-2007, 2009-2010 (CPTEC,2014).

No Brasil o fenômeno na região sudeste tem provocado como impacto a elevação das temperaturas médias mas não existe um padrão característico de mudanças na distribuição e intensidade das chuvas (CPTEC,2014). La Niña representa um fenômeno oceânico-atmosférico com características opostas ao El Niño, e que caracteriza-se por um esfriamento anormal nas águas superficiais do Oceano Pacífico Tropical. Alguns dos seus impactos tendem a ser opostos aos do El Niño . Últimas ocorrências : 1998-2001, 2007-2008 (CPTEC,2014).

### **2.2-Zona de Convergência do Atlântico Sul**

A ZCAS - Zona de Convergência do Atlântico Sul pode ser considerada como o principal sistema de grande escala responsável pelo regime de chuvas sobre o Brasil durante o verão astral , que vai de outubro a março. Este sistema influencia um padrão de dipolo entre anomalias de precipitação nas regiões sul e sudeste do país . Estas variações podem ser atribuídas às frentes (escala sinótica), mudanças dentro de uma estação (escala intra-sazonal), El Niño e La Niña (escala interanual) , variações nas temperaturas do oceano em longo termo (escala interdecadal), além de outros motivos (CPTEC,2010b).

Segundo o CPTEC (2014a) a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) é caracterizada como uma banda persistente de precipitação e nebulosidade orientada no sentido noroeste-sudeste, que se estende desde o sul da Amazônia até o Atlântico Sul-Central por alguns milhares de quilômetros, como pode ser visto na figura 1. Pode ser identificada através de imagens de satélite como o que ocorreu durante o período de 12 a 25 de dezembro de 2013 na região do estado do Espírito Santo . Na figura 1 podemos observar a disposição das nuvens orientadas no sentido noroeste-sudeste, compondo o sistema ZCAS (CPTEC,2014a). A figura 1 é uma imagem de satélite da ZCAS em 22.12.2013 na América do Sul onde podemos observar a disposição das ZCAS pela imagem do satélite , observa-se a disposição das nuvens orientadas no sentido noroeste-sudeste, compondo o sistema ZCAS.

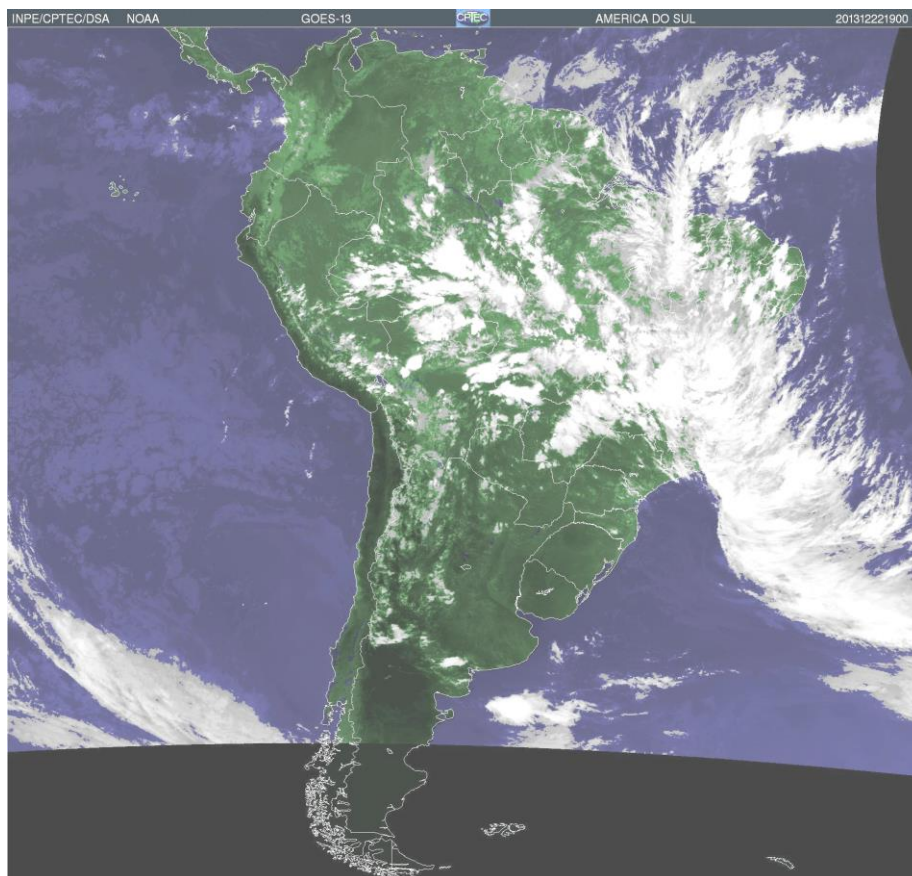


Figura 1 -Zona de Convergência do Atlântico Sul-22.12.2013 -Fonte:CPTEC(2014a)

Em um estudo observacional das zonas de convergência subtropicais essas zonas aparecem somente quando duas condições de grande escala são satisfeitas : o escoamento de ar quente e úmido, em baixos níveis, em direção às altas latitudes e um jato subtropical (JST) em altos níveis fluindo em latitudes subtropicais. O escoamento em baixos níveis intensifica a convergência de umidade enquanto combinado com o JST intensifica a frontogênese no campo da temperatura potencial equivalente, influenciando na geração de instabilidade convectiva (WIKIPEDIA,2014).

Existem ainda outros mecanismos que estão sendo sugeridos para explicar a ocorrência da ZCAS, como por exemplo a interação oceano-atmosfera na zona de confluência entre a Corrente das Malvinas e a Corrente do Brasil, e as interações não-lineares entre as diversas escalas de fenômenos atmosféricos, mas estes mecanismos ainda não foram confirmados em estudos (WIKIPEDIA,2014). De acordo com a Síntese Sinótica do mês de dezembro de 2013 do CPTEC (2014b) observou-se chuva acima da média principalmente sobre parte do sudeste e Nordeste do país. Chuva abaixo da média observou-se sobre grande parte da região Sul e Norte do país. Sobre o leste de MG e o centro-oeste do ES registraram-se anomalias superiores a 300 mm. Estas anomalias foram mais significativas durante a segunda quinzena do mês de dezembro provocando impactos na população. No ES foram mais de 60 mil pessoas desabrigadas, sendo que 24 morreram vítimas de enchentes e

deslizamentos de terra. Em MG o total de vítimas fatais chegou a 21. As chuvas extremas e anômalas registradas no leste de MG e no centro-oeste do ES ocorreram no período entre o dia 12 e 25 de dezembro de 2013. Estas chuvas estiveram associadas com um bloqueio atmosférico. Nota-se neste período o predomínio de anomalias positivas de altura geopotencial localizadas no centro-sul da Argentina e no oceano Pacífico Sul. Este comportamento foi observado tanto em altitude quanto em superfície. O máximo anômalo da Argentina esteve associado com uma intensa crista que atuou ao longo de todo este período. Observou-se também um mínimo de altura geopotencial sobre parte do Sudoeste do Brasil, refletindo a presença do cavalo que deu suporte dinâmico à ZCAS (CPTEC, 2014b).

As temperaturas mínimas mostraram valores acima da média sobre grande parte do Brasil. A circulação atmosférica entre o sul e leste da região Sudeste esteve influenciada pela ocorrência de um pequeno cavalo influenciando parte de MG e ES através da geração de divergência (CPTEC, 2014 b). A ZCAS já havia provocado enchentes em Vitória-ES em novembro de 2008 durante 26 dias.

### **3-ANÁLISE DAS AÇÕES DE PREVISÃO E CONTINGÊNCIA**

A frente fria situada sobre o Oceano Atlântico associada à umidade oriunda da Amazônia originou a ZCAS. O Instituto Capixaba de Assistência Técnica e Extensão Rural -INCAPER emitiu no dia 16 de dezembro um Alerta de chuvas moderadas e fortes. Segundo o Centro de Meteorologia do INCAPER precipitou entre o dia 1 e 19 de dezembro 600 mm em Portal do Ipiranga, 561,1 mm em Povoação, ambos no município de Linhares, 558,7 em Águia Branca, 505,8 mm em Sooretama, 472,8 mm em Vitória e 318,6 mm em Viana (INCAPER, 2014).

Entre os dias 17 e 19 Linhares foi a região litorânea com maior precipitação no mundo, segundo imagens do satélite Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) da NASA, figura 2. O sistema de Alerta de Cheias do rio Doce divulgou boletim no dia 24 alertando sobre a cota 783 cm acima do nível de inundação e neste dia, às 15 horas, ele atingiu 922 cm. As enchentes de dezembro de 2013 foram desde 1979 consideradas as piores para os municípios de Rio Bananal e Barra de São Francisco. No ES o acumulado mensal de dezembro foi de 619,9 mm em Linhares, 714,0 mm em Vitória (sendo 507,6 mm entre os dias 19 e 24) e 839,1 mm em Santa Teresa (com acumulado diário de 205,4 mm em 21 de dezembro de 2013 e 117,8 no dia 24). Em 24 de dezembro o nível do rio Doce atingiu 910 cm, cota acima do nível de inundação que é de 520 cm (WIKIPEDIA, 2014).

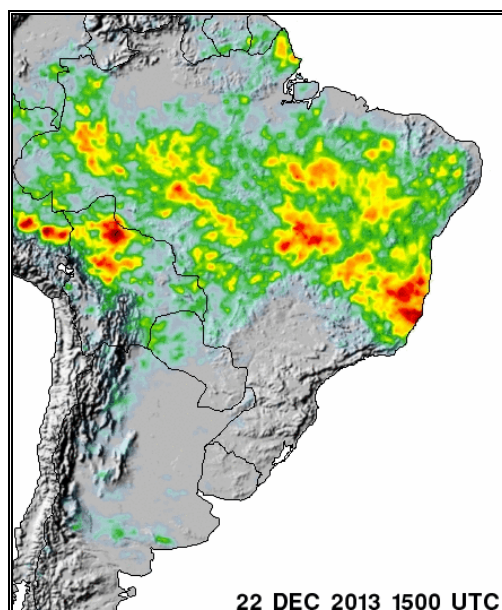


Figura 2 - Acumulado de sete dias de chuva sobre a América do Sul-até as 15:00 de 22 de dezembro de 2013 - Fonte:TRMMN(2014)

Em 25 de dezembro de 2013 havia no ES 23 mortos, 5.689 desabrigados e 55.690 desalojados e em MG havia 18 mortos, 744 desabrigados e 3.410 desalojados. O Decreto Estadual número 2924-S de 24 de dezembro de 2013 decretou o estado de emergência para 47 municípios do estado do ES , totalizando 57 municípios através do decreto número 04-S de 03 de janeiro de 2014. A Defesa Civil possui o Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil - PEPDEC instituído através do decreto número 3.140-R de 30 de outubro de 2012.A participação do Exército Nacional e de voluntários foi importante para o resgate em áreas completamente isoladas. A solidariedade da população e o apoio da mídia permitiu que várias famílias pudessem ser atendidas e resgatadas. A Defesa Civil emitiu relatórios/boletins diários e o resgate foi possível através de helicópteros do exército e muitas toneladas de alimentos , roupas e água foram doadas e transportadas através também de voluntários. Formou-se uma corrente de solidariedade que comoveu o país. Assim as milhares de vítimas puderam ter um Natal mais digno nesta situação tão difícil. Igrejas serviram de dormitórios e abrigos para milhares de famílias e milhares de voluntários doaram alimentos e trabalho nestes locais. A comunicação falhou em vários locais e apenas por meio do rádio ocorreu o resgate. Várias pontes desapareceram e as rodovias foram destruídas pela força das águas e deslizamentos.

As figuras 3 e 4 mostram os valores de precipitação registrados nas estações do INMET - Instituto Nacional de Meteorologia para as estações de Vitória e Linhares. O INMET possui no ES 8 estações : São Mateus, Afonso Claudio, Alegre, Linhares, Vitória, Presidente Kennedy , Nova Venécia e Santa Teresa.(INMET,2014). Na maioria das estações do INMET ocorreu o registro de altas precipitações no período de 12 a 25 de dezembro de 2013, figura 3 e 4.



Figura 3- Registro de Precipitação –dezembro 2013-Estação INMET Vitória-Fonte:INMET(2014)

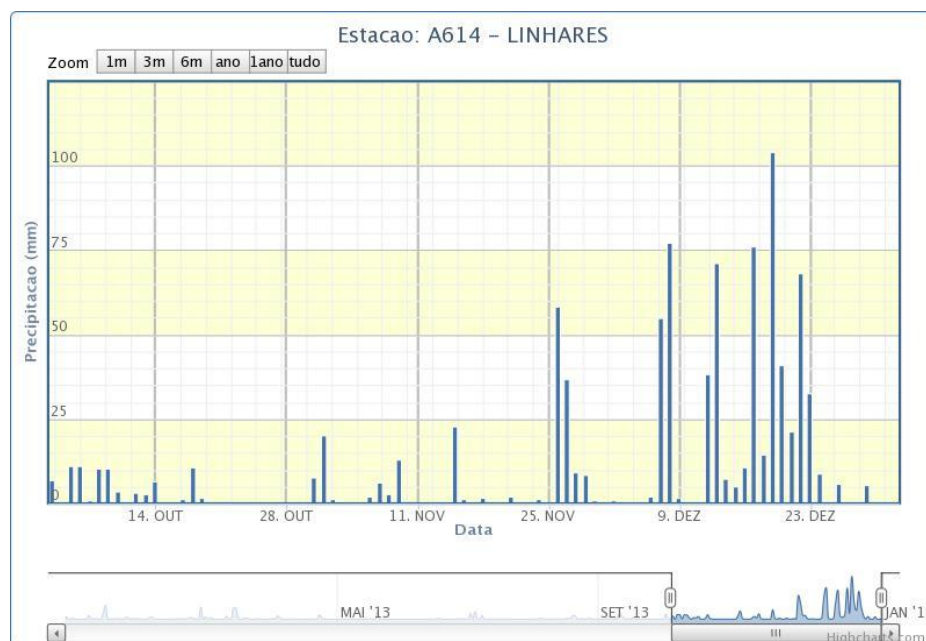


Figura 4- Registro de Precipitação –dezembro 2013-Estação INMET Linhares. Fonte:INMET(2014)

#### 4-ANÁLISES DOS PREJUÍZOS AO ESPÍRITO SANTO

Segundo Taveira (2014) estima-se em 1,36 bilhões os prejuízos sofridos pelo estado com as chuvas em dezembro de 2013. Foram estimadas perdas de 200 milhões para indústria, 150 milhões para o comércio, 150 milhões em agropecuária , 146,2 milhões como perdas das famílias (casas,

eletrodomésticos, outros), 150 milhões em infraestrutura das rodovias. Foram 61.773 desabrigados, e deverão ser construídas 2,5 mil casas populares, 750 km de estradas foram perdidos e deverão ser restaurados em 52 municípios, 375 pontes foram destruídas e 44 milhões devem ser gastos na reconstrução. Ainda não podemos avaliar todos os prejuízos econômicos, materiais, sociais e ambientais ocorridos, apenas estima-se. A análise será feita para os dados no período de 2000 a 2009, no qual ocorreu o fenômeno climático da ZCAS (moderada intensidade : 2002-2003; fraca intensidade : 2004-2005; 2006-2007; 2009-2010), sendo o fenômeno relatado por Correa e Albuquerque (2012).

A inundação gradual é caracterizada por um transbordamento paulatino de água da calha normal de rios e lagos, ou acumulação de água por drenagem deficiente e na maioria das vezes é provocada por precipitações pluviométricas intensas e pela intensificação do regime de chuvas sazonais mas podem ter outras causas. A inundação gradual causou prejuízos econômicos à Indústria em 57%, e às outras atividades como a Agrícola e Pecuária em 10% e 6% sendo que o setor de Serviços foi impactado em 27%. De acordo com o relatório da Defesa Civil estadual no período de 2000 a 2009 foram os seguintes os prejuízos relativos à inundação gradual : 18,84 milhões de prejuízos econômicos, 8,21 milhões de prejuízos sociais, 24,08 de danos materiais e 4,3 milhões de danos ambientais com 8.543 desalojados, 2.312 desabrigados e 33 feridos (DEFESA CIVIL ES, 2014). As inundações bruscas ou enxurradas possuem causas e efeitos semelhantes à inundação gradual, porém advém de escoamentos superficiais com grande velocidades resultantes de fortes chuvas. Os prejuízos econômicos no estado foram 59% (684,54 milhões) na Agricultura, 23% (261,75 milhões) na Pecuária, 5% (63,24 milhões) nas Indústrias e 13% (153,91%) nos serviços de um total de 1.163,44 milhões de reais no período de 2000 a 2009. Fenômenos como Vendavais e Granizo também causaram prejuízos ao nosso estado. Os vendavais causaram no período de 2000 a 2009 aproximadamente 5,15, 12,79 e 1,55 milhões de reais em danos ambientais, econômicos e sociais respectivamente (DEFESA CIVIL ES, 2014).

Os Vendavais afetaram economicamente em 82% a Agricultura, em 11% o setor de serviços e em 6% a Indústria. O granizo causou 487 desabamentos com 128 feridos e 5.963 desalojados com danos econômicos estimados em 100% à Agricultura. Tem-se como anos mais críticos para os efeitos climáticos devido às enxurradas os anos de 2009, 2008 e 2004 com prejuízos econômicos de 265,86, 113,34 e 141,94 milhões de reais. Os anos com menos prejuízos devido às enxurradas foram os anos de 2007, 2000 e 2002 com 6,67, 9,45, e 9,71 milhões de prejuízo econômico (DEFESA CIVIL ES, 2014). Os deslizamentos deixaram 7 mortes, 353 desabrigados, 15 feridos e 3.146 desalojados neste período.

O total de prejuízos estimado foi de 21,9 milhões de reais para danos materiais, 40,63 milhões de reais de prejuízo econômico, 7,26 e 12,99 milhões de reais para prejuízos sociais e danos



ambientais. Estimou-se em 87% prejuízos econômicos à Agricultura , 8% aos serviços e 5% à Pecuária. No período foram 128.729 desalojados e 27.489 desabrigados, 100 mortos e 1.015 feridos em todos os desastres no estado. Foram 684,54 milhões de prejuízos econômicos para a Agricultura, 153,91 para Serviços, 261,75 para Pecuária e 63,24 para Indústria. Os anos de 2008 (276,01 milhões) , 2007 (236,59 milhões), 2003 (231,98 milhões), 2009 (129,41 milhões) e 2001 (112,16 milhões) foram os mais críticos em termos de prejuízos econômicos por desastres (deslizamentos, enchentes, erosão, chuvas intensas)(DEFESA CIVIL ES,2014).

## 5-CONCLUSÃO

Os CBH-Comitês de Bacia Hidrográfica , instituídos através da Política Nacional de Recursos Hídricos – lei nº 9.433/94 são os gestores das bacias hidrográficas estaduais e é através dos Planos de Recursos Hídricos/Plano de Bacia, constantes na mesma lei, que teremos metas e ações para enfrentar o cenário futuro visando uma melhor gestão das bacias hidrográficas. Atualmente com a criação da SALA DE SITUAÇÃO (ANA –Agência Nacional de Águas e Agência Estadual de Recursos Hídricos-AGERH-ES) estes fenômenos serão melhor monitorados em tempo real pela equipe técnica , Comitês e demais instituições assim como pela população.

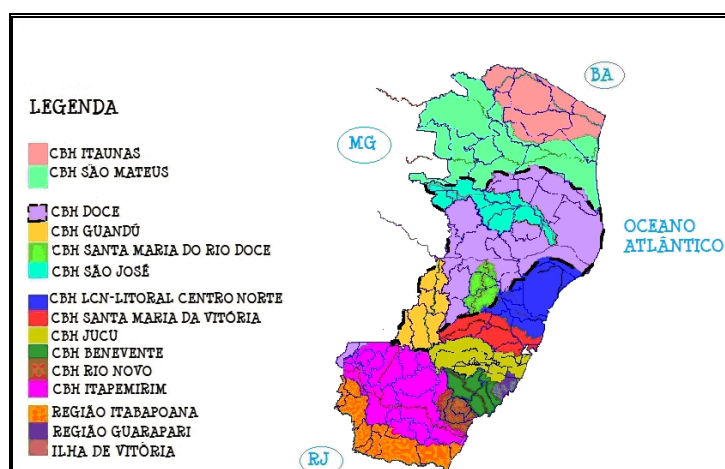


Figura 6-Comitês de Bacia Hidrográfica do Estado do Espírito Santo.Fonte:IEMA(2014)

Existem trabalhos elaborados que orientam atualmente as equipes em situações de emergência : o ATLAS de Vulnerabilidade às Inundações no Estado do Espírito Santo (ANA/ IEMA) elaborado em 2013 e o ATLAS de Riscos do Estado do Espírito Santo – ARES ( Defesa Civil/ IJSN-Instituto Jones Santos Neves/UFES).A Defesa Civil disponibiliza mapas de risco de deslizamento e inundação elaborados pelo CPRM-Serviço Geológico Nacional que já mapeou 38 municípios, ou 48% do estado.Quatorze municípios, de um total de 72 já possuem planos de Contingência. Mas ainda existe cidade sem unidade do Corpo de Bombeiros ou outra estrutura para atuar na prevenção

de riscos e desastres. O Plano de Gestão Integrada da Bacia do Rio Doce já foi concluído em 2010. As mudanças no Clima do Planeta já são uma realidade mas incluí-las nas agendas políticas e econômicas são ainda um grande desafio. O Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas existe e já tem site (PBMC, 2014). Assim o grande desafio deste novo século é incluir nas agendas a mudança no clima do nosso Planeta e as medidas para a sua mitigação .

## **Agradecimentos**

Ao CPTEC/INPE-Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos , ao INMET-Instituto Nacional de Meteorologia , à Defesa Civil do Estado do Espírito Santo , ao IEMA-Instituto Estadual de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos e à equipe de Hidrometeorologia da INCAPER- ES.

## **BIBLIOGRAFIA**

CORREA, W.S.C. ; ALBUQUERQUE,T.T.de A. (2012) “A Influência da ZCAS nas Precipitações Intensas no mês de novembro de 2008 e suas consequências sobre o município de Vitória-ES.” Revista GEONORTE ..Edição Especial 2, V.I,N.5.

CPTEC (2014 a) “Imagens de Satélite” Disp.em: <http://www.cptec.inpe.br>. Acesso em 06 de 2014.

CPTEC (2014 b) “Síntese Sinótica 2008/2009” Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br>. Acesso em junho de 2014.

DEFESA CIVIL ES (2014) “Relatório Desastres ES 2000-2008”. Disponível em : <http://www.defesacivil.es.gov.br>. Acesso em junho de 2014.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2014). “MUNIC 2013” Disponível em:<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/2013/> .Acesso em junho 2014.

IEMA Instituto de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos-ES (2014) ”Geomática-Mapas:Shape-Comitês de Bacias”.Disponível em <http://www.meioambiente.es.gov.br>. Acesso em junho de 2014.

INCAPER (2014) “Dados” Disponível em <http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br>. Acesso em junho de 2014.

INMET Instituto Nacional de Meteorologia (2014) “Gráficos de Precipitação nas estações automáticas no ES “.Disponível em : <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em junho de 2014.

TAVEIRA, V. (2014) “A matemática das chuvas : os verdadeiros números das enchentes no ES”. Disponível em <http://www.revistaesbrasil.com>.Acesso em junho de 2014.

PBMC (2014) “Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas: Mitigação das mudanças climáticas-Sumário Executivo”. Disponível em : [www.pbmc.coppe.ufrj.br](http://www.pbmc.coppe.ufrj.br). Acesso em junho de 2014.

WIKIPEDIA(2014) “Enchentes no Sudeste do Brasil em 2013”. Disponível em <http://pt.wikipedia.org>. Acesso em junho de 2014.