

Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM

ESTUDOS DE AVALIAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO EM BACIAS DO ESTADO

ACORDO DE RESULTADOS - 2014

SEMAD - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Secretário

Alceu José Torres Marques

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas

Diretora Geral

Marília Carvalho de Melo

Diretora de Pesquisa, Desenvolvimento e Monitoramento das Águas

Ana Carolina Miranda Lopes de Almeida

Gerência de Monitoramento Hidrometeorológico e Eventos críticos

Jeane Dantas de Carvalho

Equipe Técnica

Anita Veiga, Engenheira Civil

Adelmo Antônio Correia, Meteorologista

Cleber Afonso de Souza, Meteorologista

Daniel dos Santos, Meteorologista

Dayan Diniz de Carvalho, Meteorologista

Erlon Aide A. de Oliveira, Analista de Sistemas

Heriberto dos Anjos Amaro, Meteorologista

Luiza Pinheiro Ribas, Engenheira Ambiental

Michael Bezerra da Silva, Meteorologista

Paula Pereira de Souza, Meteorologista

Patrícia Lopes Carvalho, Engenheira Civil

Raimundo Nonato Frota Fernandes, Analista de Sistemas

Ruany Gomes Xavier Maia, Meteorologista

1 - INTRODUÇÃO

Freqüentemente grande parte do Estado vem sendo atingido por eventos hidrometeorológicos extremos. Estes eventos vão desde a ocorrência de inundações à secas, causando significativos danos a toda população, ao meio ambiente, aos bens vulneráveis e as atividades sociais e econômicas.

Dentre as adversidades meteorológicas que mais afetam o ser humano, a seca ocupa posição de destaque. As dificuldades associadas à mitigação e combate dos efeitos dessa anomalia climática têm início desde o estabelecimento de uma definição clara do termo seca, até o conhecimento da vulnerabilidade que cada atividade, região ou sociedade apresenta em relação a essa condição climática adversa. Nesse aspecto, WILHITE ET al. (1987) afirmam que o estudo da seca não deve ser separado do contexto social. Contudo, para esses autores, todos os casos desse fenômeno são originados por um déficit de precipitação pluvial, que resulta em baixa disponibilidade hídrica para a atividade que a requer.

Sob as diversas abordagens que as avaliações dessa adversidade podem ser conduzidas, entre elas a agrícola, a hidrológica ou até mesmo a sócio-econômica, o enfoque meteorológico, ou simplesmente a seca meteorológica, é relacionada, por autores como WILHITE (2000), a um déficit de precipitação. Em outras palavras, esse último tipo de seca ocorre quando os totais de precipitação pluvial observados em determinada região e em um período específico, encontram-se consideravelmente abaixo do que seria climatologicamente.

Nos últimos anos, tem sido observada a ocorrência deste tipo de seca em grande parte de Minas, inclusive em regiões que normalmente recebem grande quantidade de precipitação.

Sendo assim, o objetivo desse trabalho é analisar as precipitações ocorridas entre os anos de 1979 e 2014, em Minas Gerais, em particular no período chuvoso nas bacias do Rio São Francisco, Grande, Doce e Jequitinhonha, caracterizando de forma subjetiva a tendência de redução ou aumento das chuvas ao longo dos anos.

2 - DADOS E METODOLOGIA

O Estado de Minas Gerais situa-se entre os paralelos de 14°13'58" de latitude norte e 22°54'00" de latitude sul e os meridianos de 39°51'32" e 51°02'35", a oeste de Greenwich. Seus limites compreendem, ao norte e nordeste, a Bahia; a leste o Espírito Santo; a sudeste o Rio de Janeiro; ao sul e sudeste São Paulo; a oeste Mato Grosso do Sul e a noroeste o Estado de Goiás e Distrito Federal.

O Estado se destaca por apresentar grande diversidade de climas, em razão de ser uma região tropical de transição climática. A climatologia do Estado se origina de circulações globais, como as células de circulação atmosférica tropical, e os sistemas frontais (fatores dinâmicos) e de suas interações com a continentalidade tropical e a topografia regional (fatores estáticos), bastante acidentada (NIMER 1989).

Em Minas a estação chuvosa acontece de outubro a março, com pouca chuva ainda ocorrendo em abril, sendo que a quadra chuvosa abrange o período de dezembro a março na maior parte das regiões. Os demais meses compreendem o período seco do Estado.

Os principais sistemas que atuam no processo de precipitação no Estado de Minas Gerais são: Frentes Frias, Zona de Convergência do Atlântico Sul – ZCAS, Instabilidades no Centro-oeste e Altas Subtropicais do Atlântico Sul – ASAS.

As frentes frias localizadas inicialmente no sul do País geralmente possuem uma trajetória, a partir do Sul da América do Sul em direção nordeste e devido à força de Coriolis a tendência é de se afastar do continente avançando sobre o Oceano Atlântico (Mattos, 1987). No verão, tais frentes são mais intensas e atingem todo o Estado. No Inverno, são menos intensas e geralmente a maioria destes sistemas apenas atinge as regiões do Sul de Minas e Zona da Mata (APUD JUSTI ET ALL, 2002).

Durante os meses de outubro a março, pode ocorrer o fenômeno ZCAS. Uma simples definição das ZCAS é uma faixa de transporte de umidade entre a Amazônia e o litoral do Sudeste, criando uma faixa de nebulosidade que provoca chuva constante por vários dias. Esse mecanismo é muito importante para manter, por exemplo, os reservatórios das hidrelétricas cheios. Visto que, as nascentes mais importantes dos Rios que são utilizados na produção de energia elétrica estão dentro da região de atuação da ZCAS (SEABRA, 2002).

Já as instabilidades no Centro-oeste são núcleos convectivos de grande poder de precipitação que se formam durante o verão entre o Paraguai e o Centro-oeste do Brasil que podem atingir o Estado de Minas Gerais devido à circulação

atmosférica. Tais sistemas são importantes para a precipitação no Noroeste de Minas e Triângulo Mineiro (apud BORSATO 2010; apud BORSATO 2006).

As Altas Subtropicais são sistemas de alta pressão localizados em torno de 30 graus de latitude nos principais oceanos de nosso Planeta. Elas estão associadas à circulação média meridional da atmosfera, surgindo devido às células de Hadley. No Atlântico Sul, a Alta Subtropical (ASAS) é de grande importância para o clima da América do Sul. Ela afeta o clima do Brasil tanto no inverno como no verão. No inverno, ela inibe a entrada de frentes e causa inversão térmica e concentração de poluentes nos principais centros urbanos das regiões sudeste e sul. Na região nordeste, a ASAS contribui para o regime de chuvas no litoral (BASTOS, 2000). A dinâmica desse sistema também favorece a formação de nevoeiros e geadas no sul e sudeste do Brasil. Por outro lado, no verão o transporte de umidade nos baixos níveis troposféricos ao longo da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) (KODAMA, 1993; QUADRO, 1994), são afetados pela circulação associada a ASAS. É sabido que o ramo oceânico das ZCAS é fortemente modulado pela convergência de umidade no Atlântico (KODAMA, 1993). Além disso, no inverno a ASAS afeta dramaticamente os grandes centros urbanos, como é o caso de São Paulo, devido ao estabelecimento de inversões térmicas, causando problemas para saúde das pessoas e para o meio ambiente em que vivem.

Anos com irregularidades na ocorrência destes sistemas podem gerar o grande problema de seca na região, principalmente levando-se em conta que Minas Gerais concentra em seu território as nascentes e formadores de importantes rios federais e é conhecido como “caixa d’água do Brasil”.

Para este trabalho foram utilizados:

- 1) Dados consistidos de chuva do NCEP do período de 1979 a 2014. Os dados de chuva são originais de estações meteorológicas automáticas e convencionais e depois passam por um rigoroso sistema de consistência dos dados utilizando diversas ferramentas descritas em (ADLER ET ALL, 2003) e (CHEN ET AL, 2007). Para tal, os dados são dispostos em uma matriz de dados de chuva de tamanho 760x360 pontos, que representam o globo terrestre inteiro. Cada ponto de grade – PG representa uma área de aproximadamente 3000 Km².

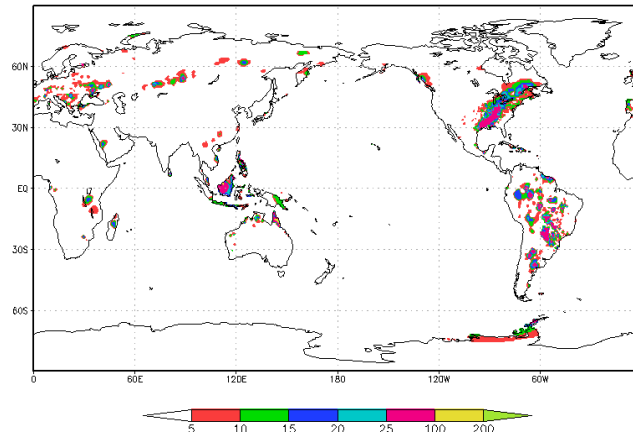


Figura 1 – Grid inicial dos dados de chuva do NCEP. Imagem gerada pelo software Grads (GRADS,1986).

Foram utilizados apenas os PG que fazem parte da área representativa do Estado de Minas Gerais. Alguns dados limítrofes apesar de não estar dentro do Estado foram selecionados por estarem numa região de influência da chuva numa área dentro do Estado.

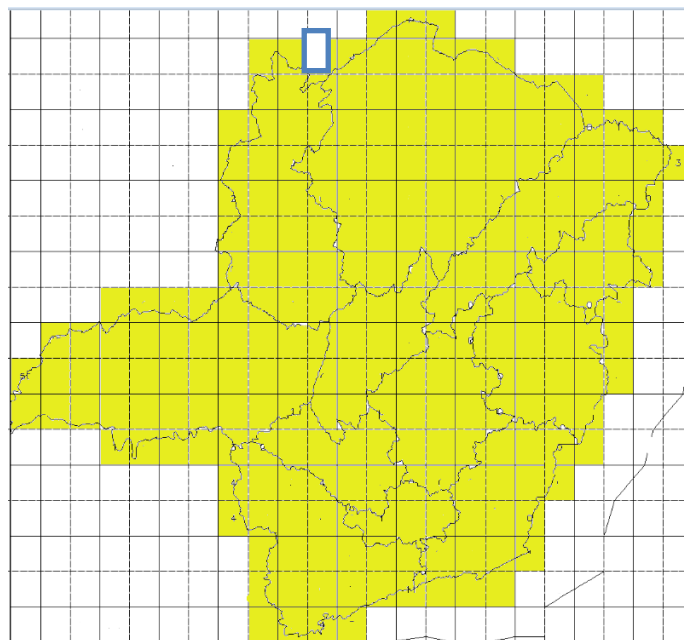


Figura 2 - Grid contendo a região de Minas Gerais. Os PG's em amarelo são os PG's selecionados para o estudo. Imagem gerada pelo software Grads (GRADS, 1986).

Para cada PG será calculado:

- Acumulado mensal de cada mês e em cada ano do período de 1979-2014.

$$M_{i,j,k,n} = \sum_{j=1,20}^j \sum_{i=1,26}^i \sum_{k=1,34}^k \sum_{n=1,12}^n \sum_{l=1,nd}^l P_{i,j,k,n,l}$$

- Média do Acumulado mensal total de cada mês no período de 1979-2014.

$$\bar{M}_{i,j,k} = \sum_{j=1,20}^j \sum_{i=1,26}^i \sum_{k=1,34}^k \sum_{n=1,12}^n P_{i,j,k,n}$$

Esta duas quantidades nos darão o perfil de cada mês nos 36 anos de dados disponíveis e uma média no período que utilizaremos para compor a normal climatológica.

2) Normais Mensais Climatológicas de chuva do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET do período de 1961 a 1990.

Realizou-se então, para o período de 36 (trinta e seis) anos, a comparação com as Normais Climatológicas do INMET (anomalias), segundo a seguinte formula:

$$A=D-NC$$

Em que:

A= anomalia;

D= Dado NCEP;

NC=Normal Climatológica

Com as quantidades, avaliaremos da seguinte forma:

- 1) Avaliação quanto à anomalia da chuva acumulada anual.

Será avaliada a distribuição da chuva pelo Estado no decorrer dos anos.

- 2) Avaliação quanto à anomalia da chuva acumulada no período chuvoso.

Será avaliada a distribuição anomalia da chuva pelo Estado no decorrer dos períodos chuvosos.

Em ambas as situações, porcentagens positivas indicam o quanto choveu acima da Normal e as porcentagens negativas apresentam o quanto choveu abaixo da Normal.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 - Avaliação da Anomalia do Acumulado Anual de Chuva

Nesta seção será avaliado o comportamento de cada ano, considerando o período de janeiro a dezembro, em torno da média climatológica. O objetivo é verificar em quais anos a precipitação ocorrida esteve acima ou abaixo da climatologia exibida na figura 3, da distribuição da média climatológica da chuva para o período de janeiro a dezembro que mostra, para o Estado de Minas Gerais, existência de três faixas climatologicamente bem definidas:

- Faixa Mais Úmida: compreende as mesorregiões do Triângulo Mineiro (fronteira com São Paulo), Sul de Minas, Zona da Mata, sul da Metropolitana, Campo dos Vertentes e as parte mais ao sul da mesorregião do Noroeste Mineiro e Vale do Mucuri. A característica desta região é ter acumulados significativos de chuva e na estação seca é normal ter eventos de chuva nestas regiões;
- Faixa Normal: compreende o interior central do Estado com a mesorregião Central Mineira, Oeste e norte da Metropolitana. A característica desta região é ter acumulados significantes de chuva na estação chuvosa e ser bem seca na estação seca;
- Faixa Seca: compreende as regiões Norte, leste da mesorregião do Noroeste e partes do Vale do Jequitinhonha. A característica da região é ter baixo volume de chuvas no verão e uma estação seca bem definida.

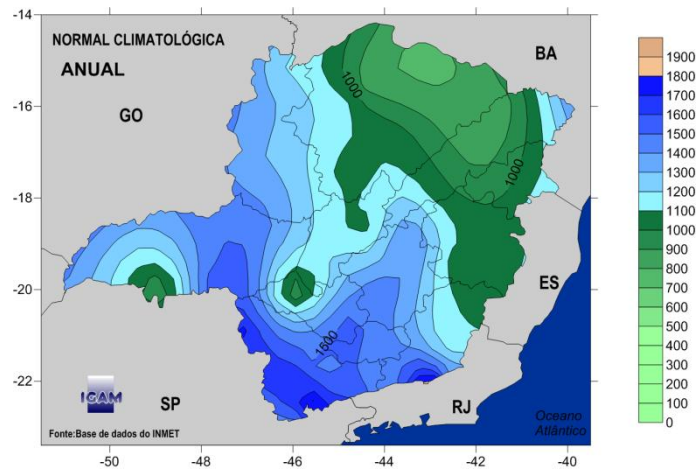


Figura 3 - Distribuição da média climatológica da chuva para o período de janeiro a dezembro. Fonte: INMET/SIMGE.

A distribuição da anomalia anual de chuva de 1979 a 2013 (janeiro a dezembro) é exibida nas figuras 4, 5, 6 e 7. Os anos que apresentaram chuvas em intervalos acima da Normal em quase toda a totalidade do estado são 1979, 1980, 1981, 1983, 1985 e 1992. Por outro lado, os anos em que a maior parte das regiões do Estado de Minas apresentou chuvas em intervalos abaixo da Normal foram: 1984, 1990, 1993, 2001, 2007 e 2012. Na maioria dos anos, a chuvas se caracterizaram entre Normal e abaixo da Normal.

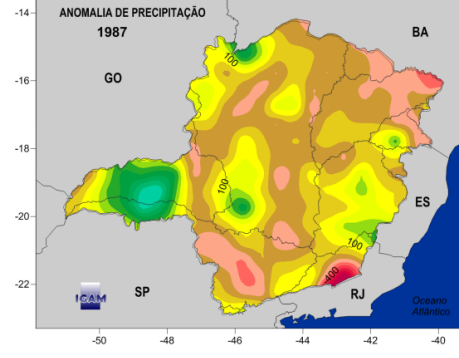
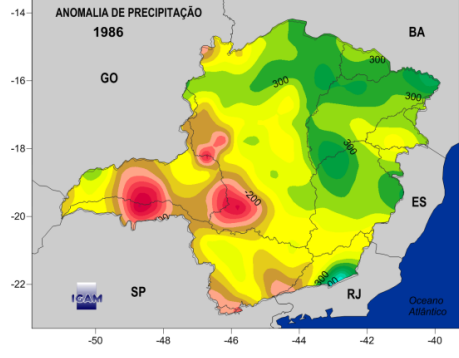
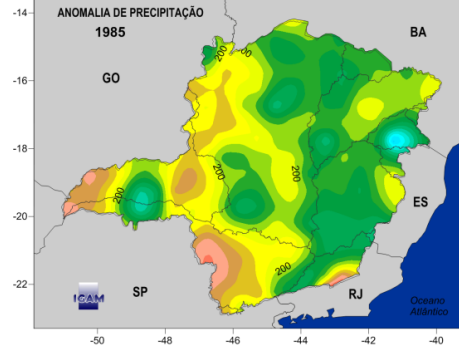
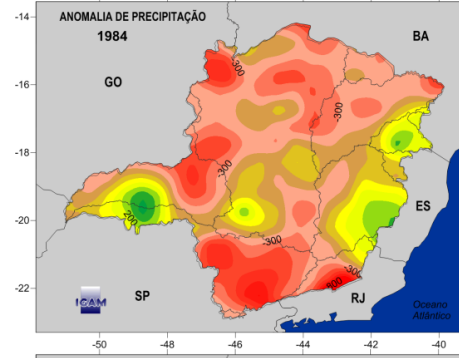
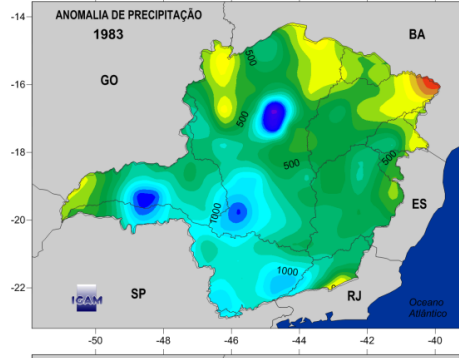
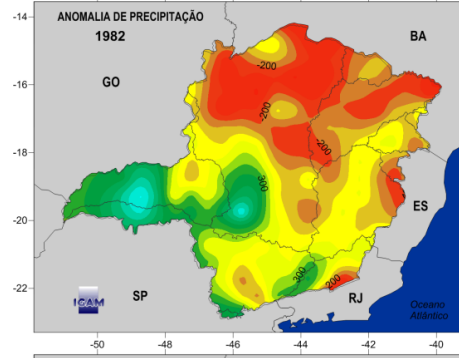
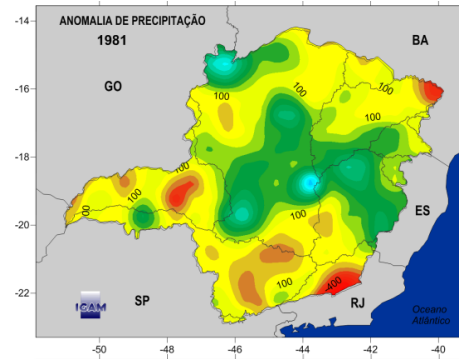
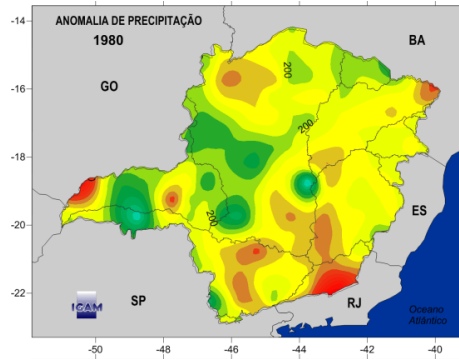
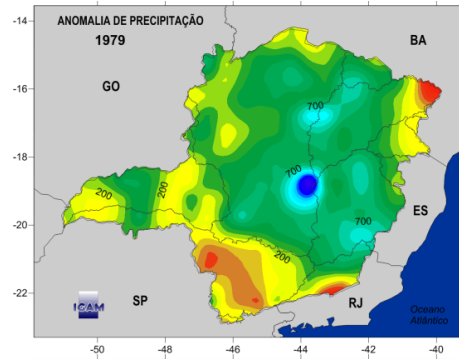


Figura 4- Distribuição da anomalia anual de chuva (1979 a 1987)

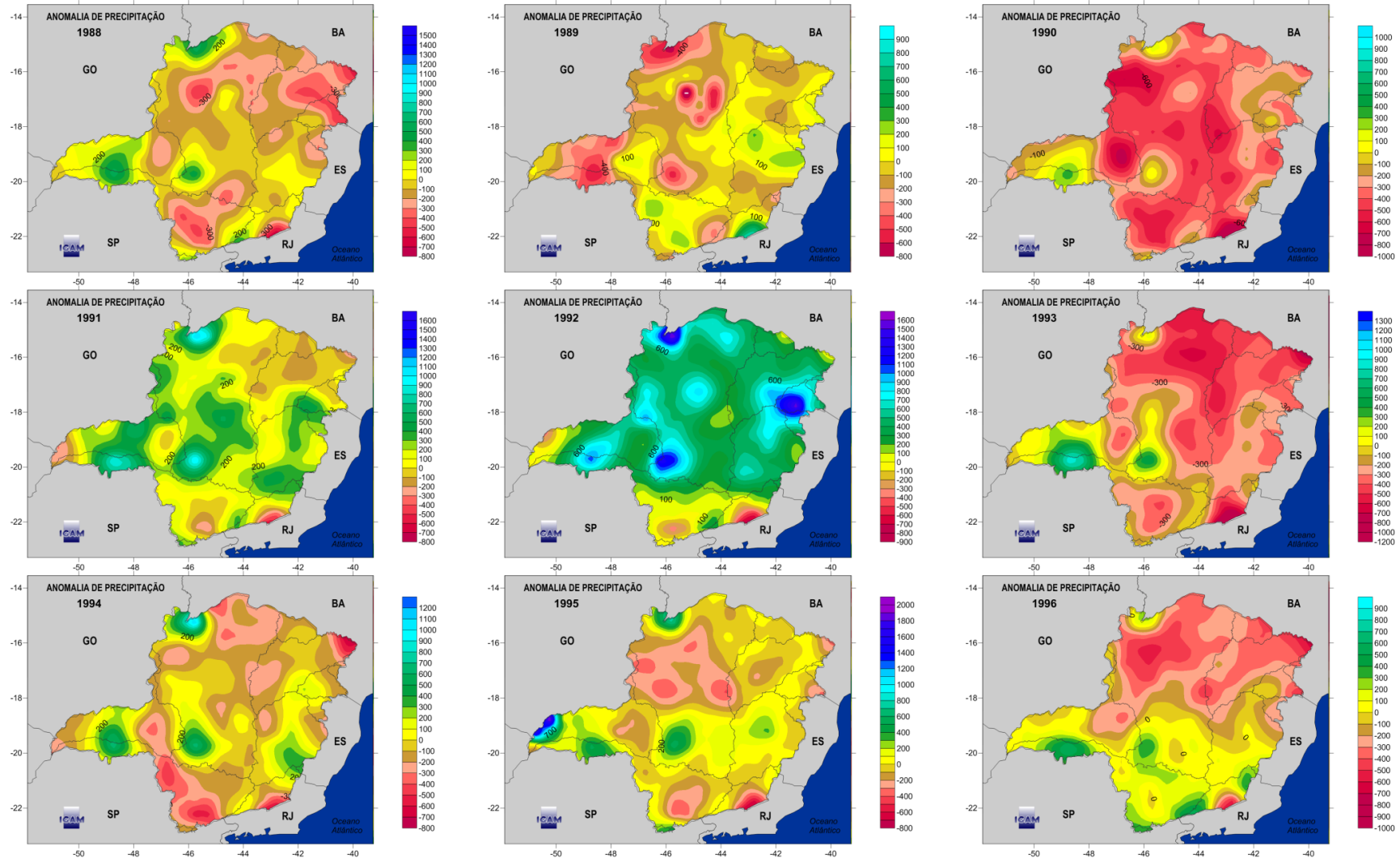
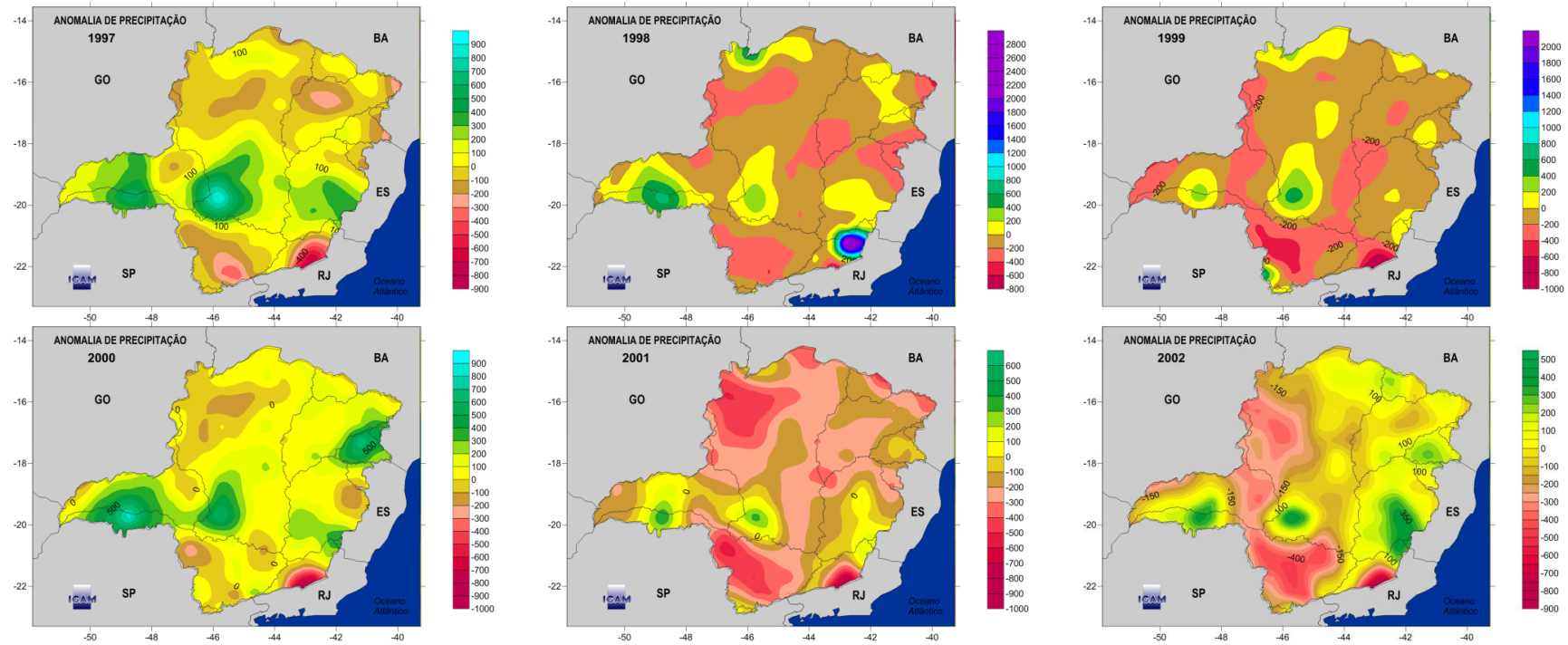


Figura 5- Distribuição da anomalia anual de chuva (1988 a 1996)



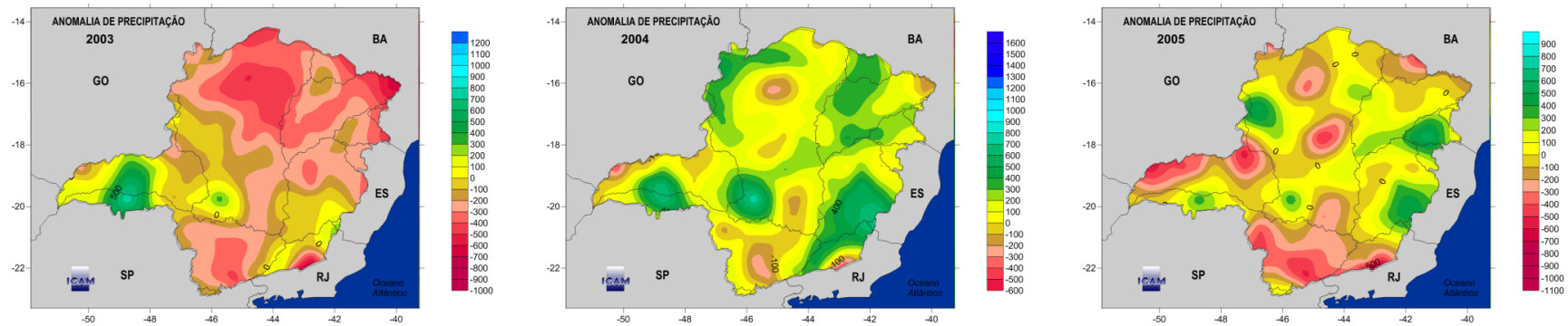
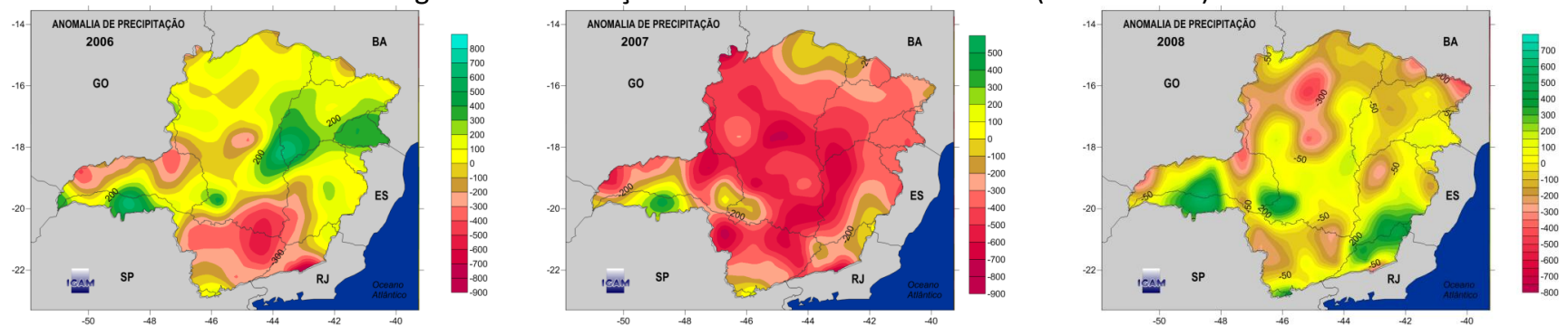


Figura 6- Distribuição da anomalia anual de chuva (1997 a 2005)



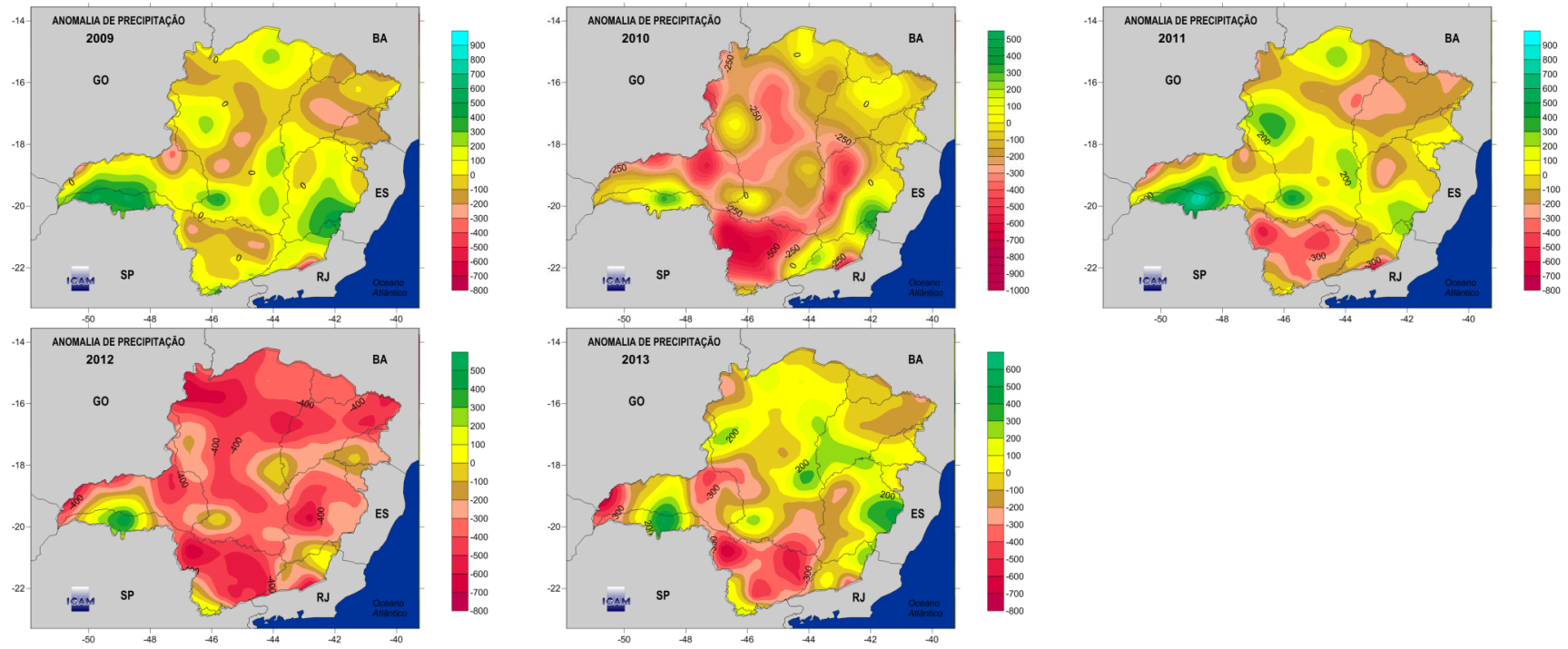


Figura 7- Distribuição da anomalia anual de chuva (2006 a 2013)

3.2 - Avaliação da Anomalia do Acumulado de Chuva na Estação Chuvosa

Nesta seção será avaliado o comportamento dos períodos chuvosos, entre 1979 e 2014, em torno da média climatológica. O período chuvoso está compreendido entre os meses de outubro a março e apresenta três regiões distintas sob o aspecto do acumulado de chuva, conforme Fig. 8:

- Nordeste do estado, onde os valores de acumulado de chuva devem ficar em torno de 800 mm no período. Caso esse limite não seja atingido, gera-se um grande problema de antecipação da seca na região, que normalmente começaria em Julho e sem atingir esse limite o período de seca inicia-se bem mais cedo.
- Região Central do Estado, onde os acumulados ficariam entre 800-1200 mm no período.
- Região Sul do Estado, Campo das Vertentes e Parte do Vale do Paranaíba são as regiões onde são esperados acumulados de chuva acima de 1200 mm no período.

A análise é realizada para as bacias do Rio São Francisco, Grande, Doce e Jequitinhonha. O objetivo é caracterizar de forma subjetiva a tendência de redução ou aumento das chuvas ao longo dos anos.

Também são investigados os episódios de ocorrência de anomalias das condições de anomalia de temperatura do Oceano Pacífico Equatorial através dos fenômenos El-niño, La-niña ou a não ocorrência dos mesmos, chamada de neutralidade.

O fenômeno El Niño representa o aquecimento anormal das águas superficiais e sub-superficiais do Oceano Pacífico Equatorial, é uma alteração do sistema oceano-atmosfera no Oceano Pacífico tropical e que tem consequências no tempo e no clima em todo o planeta. Nesta definição, considera-se não somente a presença das águas quentes, mas também as mudanças na atmosfera próxima à superfície do oceano, com o enfraquecimento dos ventos alísios (que sopram de leste para oeste) na região equatorial. Com esse aquecimento do oceano e com o enfraquecimento dos ventos, começam a ser observadas mudanças da circulação da atmosfera nos níveis baixos e altos, determinando mudanças nos padrões de transporte de umidade e portanto variações na distribuição das chuvas em regiões tropicais e de latitudes médias

e altas. Em algumas regiões do globo também são observados aumento ou queda de temperatura.

O fenômeno La Niña representa um fenômeno oceânico-atmosférico com características opostas ao EL Niño, e que se caracteriza por um esfriamento anormal nas águas superficiais do Oceano Pacífico Tropical. Alguns dos impactos da La Niña tendem a ser opostos aos de El Niño, mas nem sempre uma região afetada pelo El Niño apresenta impactos significativos no tempo e clima devido à La Niña.

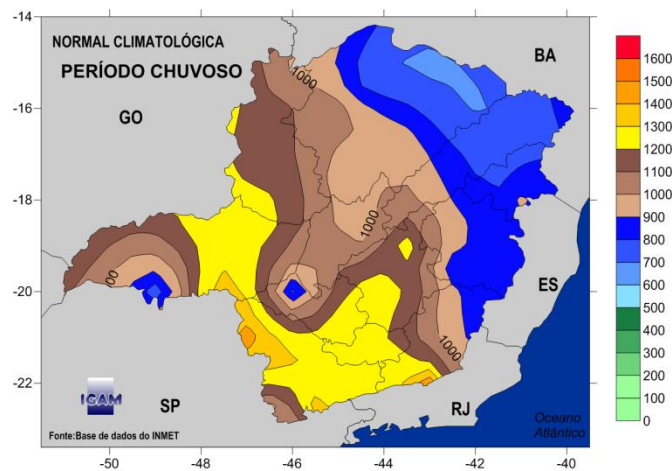


Figura 8 - Distribuição da média climatológica da chuva para o período chuvoso (outubro-março). Fonte: INMET/SIMGE.

3.2.a - Bacia do Rio Jequitinhonha

O rio Jequitinhonha nasce nas serras do Espinhaço, na região da cidade de Serro, em Minas Gerais, atravessa o nordeste do estado e deságua no Oceano Atlântico, em Belmonte, no estado da Bahia. Sua área de 70.315 Km² compreende 63 municípios mineiros e 7 baianos e uma população de, aproximadamente, 977,8 mil pessoas. Atualmente, os principais usos de água na bacia do Jequitinhonha são o abastecimento humano (urbano e rural) e a irrigação.

Analisando a série temporal do Gráfico 1 da anomalia de precipitação por período chuvoso no período de 1979 a 2014, observa-se que em 20 anos a anomalia foi positiva, tendo a maior ocorrido no período chuvoso 1978/1979, que se caracterizou por precipitações 74% acima da Normal e ocorrência de Neutralidade, ou seja, sem El-niño ou La-niña. Dentro desses 20 anos de anomalia positiva ocorreram condições de Neutralidade, El-niño e La-niña.

Em 6 anos, as anomalias foram bem pequenas, entre -5% e 5%, caracterizando chuvas em torno da Normal. Dentre esses anos ocorreram condições de Neutralidade, El-niño e La-niña.

Nos demais anos da série o período chuvoso se caracterizou por chuvas abaixo da Normal. Essa situação ocorreu em 10 anos, sendo observados episódios de Neutralidade, El-niño e La-niña. O período chuvoso mais crítico na bacia do Jequitinhonha quanto à baixa ocorrência de chuvas foi 1994/1995. Nele as chuvas ficaram 24% abaixo da Normal, com ocorrência de Neutralidade.

No último período chuvoso 2013/2014, ano de Neutralidade, os valores estiveram abaixo da normal climatológica em todas as regiões abrangidas pela bacia do Jequitinhonha no estado de Minas Gerais.

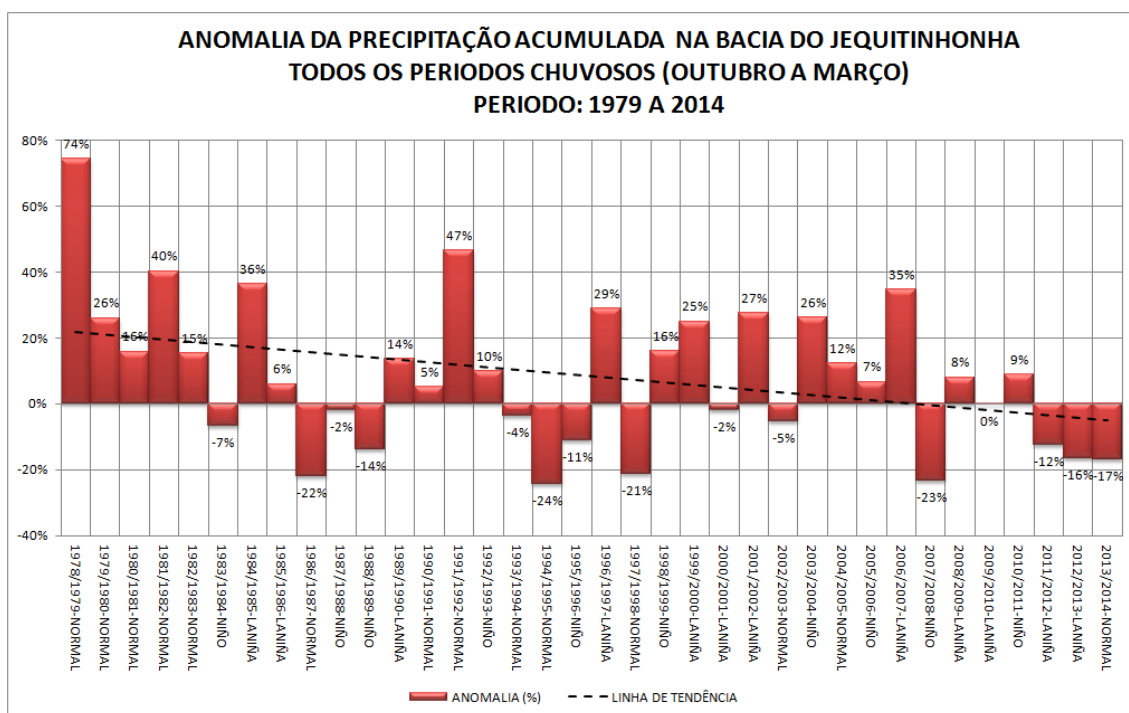


Gráfico 1 – Anomalia de precipitação por período chuvoso no período de 1979 a 2014.

3.2.b - Bacia do Rio Doce

O rio Doce tem como principal formador o rio Piranga, cuja nascente localiza-se na Serra da Mantiqueira. No Município de Rio Doce, ao receber as águas do rio do Carmo, o rio Piranga passa a se chamar rio Doce. Compreende uma área de drenagem de cerca de 83.400 Km², dos quais 86% do seu território localizado na região centro-leste do Estado de Minas Gerais. São 202 municípios em Minas e 26 no Espírito Santo, com uma população da ordem de 3,1 milhões de

habitantes. Nessa bacia, a água é captada do rio para satisfazer quatro usos principais: irrigação, uso industrial, abastecimento público e energia elétrica.

O Gráfico 2, da anomalia de precipitação por período chuvoso no período de 1979 a 2014 referentes à Bacia do rio Doce, mostra que em 17 anos a anomalia foi positiva, sendo a maior anomalia ocorrida no período chuvoso 1978/1979, com precipitações 66% acima da Normal e ocorrência de Neutralidade. Dentre esses anos de anomalia positiva ocorreram condições de Neutralidade, El-niño e La-niña.

Em 8 anos, as anomalias foram bem pequenas, entre -5% e 5%, caracterizando chuvas em torno da Normal. Dentre esses anos ocorreram condições de Neutralidade, El-niño e La-niña.

Nos demais anos da série o período chuvoso se caracterizou por chuvas abaixo da Normal. Essa situação ocorreu em 11 anos, sendo observados episódios de Neutralidade, El-niño e La-niña. O período chuvoso mais crítico na bacia do Jequitinhonha quanto à baixa ocorrência de chuvas foi 1994/1995. Nele as chuvas ficaram 24% abaixo da Normal, com ocorrência de Neutralidade.

O último período chuvoso 2013/2014, foi o mais crítico na Bacia do Doce quanto à baixa ocorrência de chuvas. Na maior parte das regiões da Bacia as chuvas estiveram abaixo da Normal, exceto na Zona da Mata onde os valores estiveram entre normal e acima do normal (entre 0% e 11%). Nesse ano ocorreu episódio de Neutralidade.

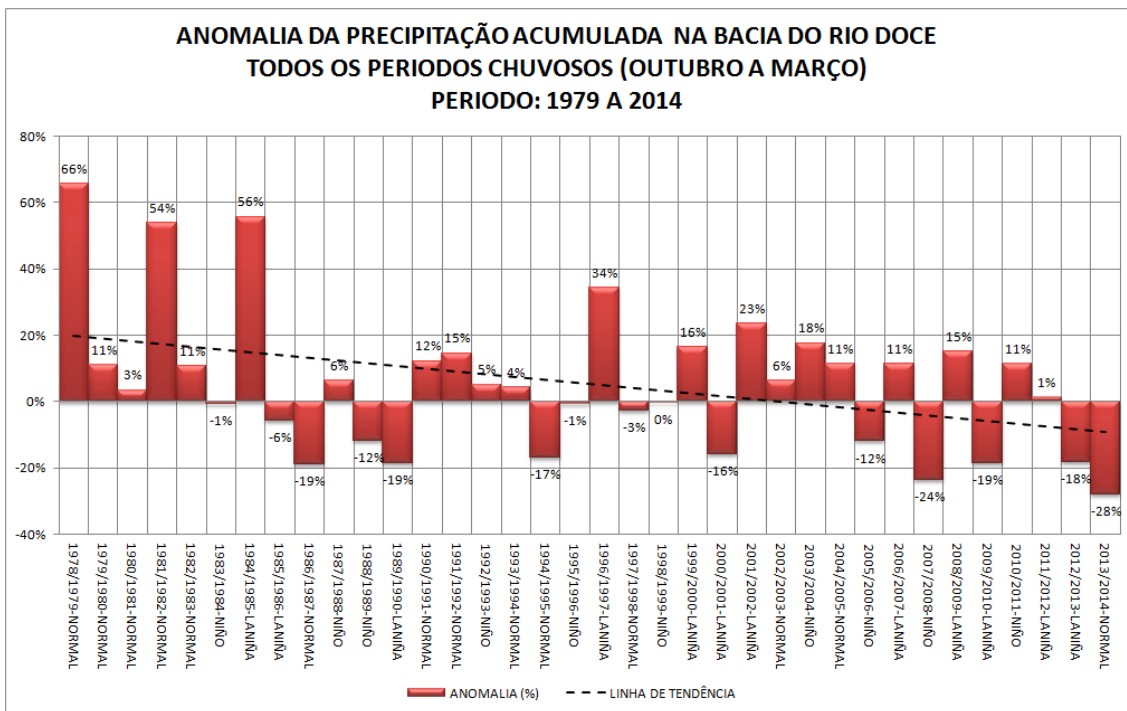


Gráfico 2 – Anomalia de precipitação por período chuvoso no período de 1979 a 2014.

3.2.c - Bacia do Rio São Francisco

O rio São Francisco nasce na Serra da Canastra, em Minas Gerais, e escoar no sentido Sul-Norte pela Bahia e Pernambuco, quando altera seu curso para o Sudeste, chegando ao Oceano Atlântico na divisa entre Alagoas e Sergipe.

A Bacia do São Francisco é a terceira maior do país, sendo uma das doze regiões hidrográficas do Brasil. Drena uma área de 640 mil km² (7,5% do território nacional) e abastece cerca de 14 milhões de habitantes em 504 municípios.

A bacia registra todos os tipos de usos dos recursos hídricos: irrigação, geração de energia, navegação, saneamento, pesca e aquicultura, atividades turísticas e de lazer.

Os dados sobre a anomalia de precipitação por período chuvoso entre 1979 e 2014, na Bacia do rio São Francisco estão na série temporal do Gráfico 3. Observa-se que em 20 anos a anomalia foi positiva. Dentro desses, ocorreram condições de Neutralidade, El-niño e La-niña. A estação mais chuvosa ocorreu em 1978/1979, que se caracterizou por precipitações 66% acima da Normal e ocorrência de Neutralidade.

Em 6 anos, as anomalias caracterizaram chuvas em torno da Normal, com desvio de -5% a 5% em relação à Normal. Nesses anos ocorreram condições de Neutralidade, El-niño e La-niña.

Nos demais 10 anos da série o período chuvoso se caracterizou por chuvas abaixo da Normal. Foram observados episódios de Neutralidade, El-niño e La-niña nesses anos.

No ultimo período chuvoso 2013/2014, ano de Neutralidade, os valores estiveram abaixo da normal climatológica em todas as regiões abrangidas pela Bacia do rio São Francisco no estado de Minas Gerais. Foi o pior valor registrado no intervalo, com chuvas 39% abaixo da Normal.

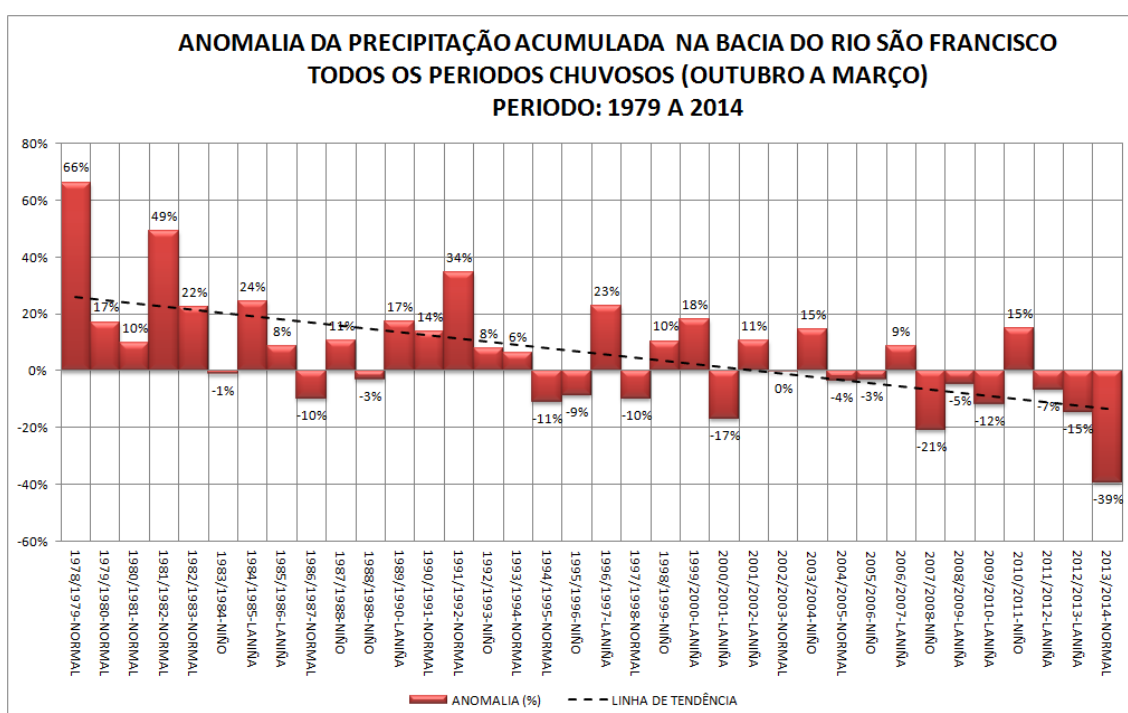


Gráfico 3 – Anomalia de precipitação por período chuvoso no período de 1979 a 2014.

3.2.d - Bacia do Rio Grande

A Bacia do Rio Grande nasce na Serra da Mantiqueira, no município de Bocaina de Minas. É uma bacia hidrográfica de expressiva área territorial, com mais de 143 mil Km² de área de drenagem. Abrange uma população de nove milhões de habitantes é formada por 393 municípios.

Para a Bacia do Rio Grande a análise da série temporal do Gráfico 4 referente à anomalia de precipitação por período chuvoso no período de 1979 a 2014,

observa-se que em 18 anos a anomalia foi positiva, tendo a maior ocorrido no período chuvoso 1982/1983, que se caracterizou por precipitações 74% acima da Normal e ocorrência de Neutralidade, ou seja, sem El-niño ou La-niña. Dentro desses 20 anos de anomalia positiva ocorreram condições de Neutralidade, El-niño e La-niña.

Em 14 anos, as anomalias foram bem pequenas, entre -5% e 5%, caracterizando chuvas em torno da Normal. Dentre esses anos ocorreram condições de Neutralidade, El-niño e La-niña.

Nos demais anos da série o período chuvoso se caracterizou por chuvas abaixo da Normal. Essa situação ocorreu em 4 anos, não sendo observado nesses anos nenhum episódio de El-niño. O período chuvoso mais crítico na Bacia do Grande quanto à baixa ocorrência de chuvas foi 2013/2014. Nele a precipitação esteve 56% abaixo da normal climatológica.

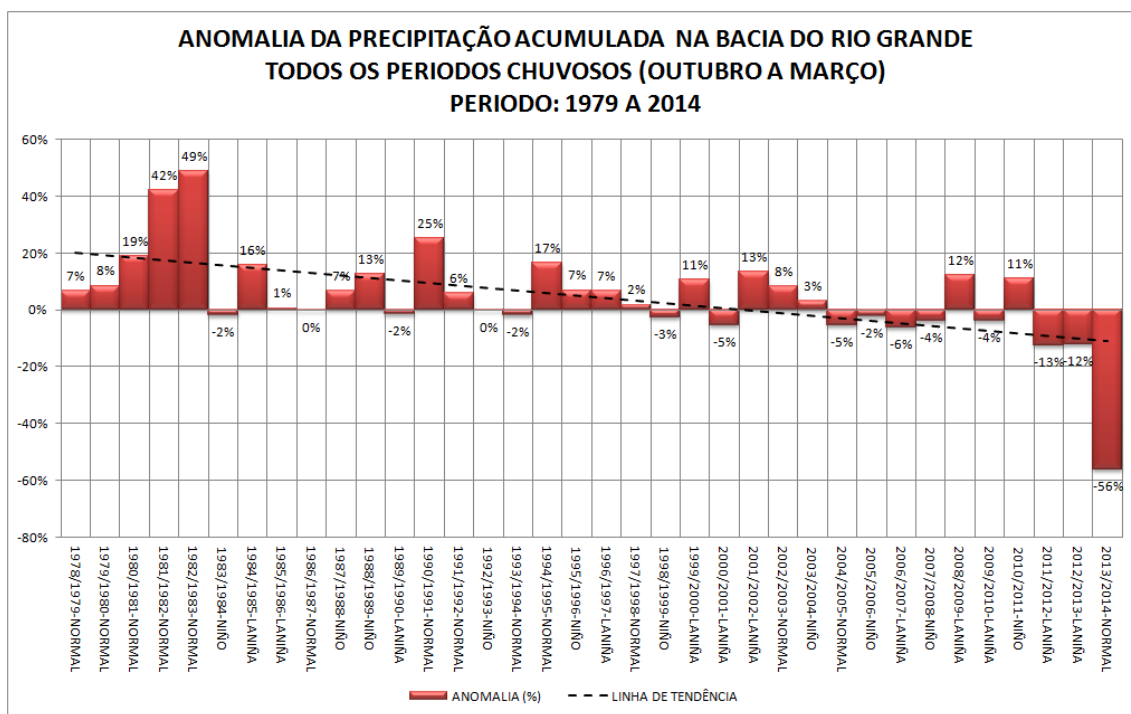


Gráfico 4 – Anomalia de precipitação por período chuvoso no período de 1979 a 2014.

4 – CONCLUSÕES

A distribuição espaço-temporal das chuvas é uma característica regional muito importante, seja para a sociedade como para a economia. Além disso, o conhecimento dessa característica pode orientar decisões quanto às medidas necessárias para minimizar os danos decorrentes da irregularidade das chuvas (PICCININI, 1993).

Tanto a quantidade como a qualidade das águas sofrem alterações em decorrências de causas naturais ou antrópicas. Entre as causas naturais que alteram o clima e, conseqüentemente, a disponibilidade de água, destacam-se as flutuações sazonais com período de um ano e outras com ciclos de médio e longo prazo, tais como o "El Niño" e os períodos glaciais, além de outras variações climáticas naturais. Outras causas sem um ciclo determinado podem ser classificadas como "catástrofes".

Entre as ações humanas que podem alterar o balanço hídrico, destacam-se em escala local e regional o desmatamento, a mudança do uso do solo, os projetos de irrigação e a construção de barragens. Na escala planetária, destaca-se a mudança climática global decorrente da alteração das características químicas da atmosfera com gases que promovem o "efeito estufa".

No período em estudo, as chuvas em Minas Gerais apresentaram anos, considerando o período de janeiro a dezembro, com irregularidades nos quais as anomalias negativas, ou seja, chuvas abaixo da Normal apresentaram grande frequência de ocorrência;

Quanto às anomalias de chuvas ocorridas nos meses do período chuvoso, é possível se observar uma linha de tendência de diminuição das chuvas em todas as bacias estudadas;

A Bacia do Rio Grande, embora apresente uma leve tendência de diminuição das chuvas quando se considera o início e o final da série, mostra um padrão de alternância de valores positivos e negativos bem próximos à Normal, sugerindo uma menor ocorrência de eventos extremos (positivos ou negativos);

O período chuvoso 1978/1979 apresentou chuvas muito acima da Normal na maior parte das bacias hidrográficas de Minas;

Por outro lado, o período chuvoso 2013/2014 apresentou chuvas muito abaixo da Normal na maior parte das bacias hidrográficas de Minas;

Anomalias positivas, negativas ou próximas à Normal ocorreram sob as condições de Neutralidade, El-niño e La-niña. Portanto não foi encontrada relação de padrão de ocorrência ligada a nenhuma das condições, o que vai ao encontro dos resultados da Bibliografia atual.

Como apresentado neste estudo, ainda não se tem uma figura clara e certa sobre as possíveis mudanças do clima na distribuição espacial e temporal do recurso água no estado. Isto se deve, ao pequeno histórico de dados climatológicos disponíveis.

5 – BIBLIOGRAFIA

ADLER, R. F., et al. (2003), The Version 2 Global Precipitation Climatology Project (GPCP) monthly precipitation analysis (1979– present), J. Hydrometeorol., 4, 1147– 1167.

BORSATO, V. A., A Participação dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia do Auto Rio Paraná no período de 1980 a 2003. Tese (parcial), (Doutorado) Nupélia, Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2006.

BORSATO, V. da A. A participação dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia do rio Paraná no período 1980 a 2003. Revista Brasileira de Climatologia. Associação Brasileira de Climatologia. Presidente Prudente. SP. Ano 6 - V.07, pp. 87-102, 2010.

BASTOS, C. C.; FERREIRA, N. J. Análise climatológica da alta subtropical do Atlântico Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11, 2000, Rio de Janeiro. Anais... 2000. p. 612-619.

MINGYUE CHEN,¹ WEI SHI,¹ PINGPING XIE,¹ VIVIANE B. S. SILVA,^{1,2} VERNON E. KOUSKY,¹ R. WAYNE HIGGINS,¹ AND JOHN E. JANOWIAK¹ ; Assessing objective techniques for gauge-based analyses of global daily precipitation;

JUSTI DA SILVA, M. G. A., M. A. F. SILVA DIAS. A frequência de fenômenos meteorológicos na América do Sul: Uma climatologia. Anais do XI Congresso Brasileiro de Meteorologia, Foz do Iguaçu, 2002.

KODAMA, Y., 1993: Large-Scale Common Features of Subtropical Precipitation Zones (The Baiu Frontal Zone, The SPCZ and The SACZ), Part I: Characteristics of Subtropical Precipitation Zones. J. Met. Soc. Japan, 70: 813-836.

MATTOS, L. F. O papel da deformação horizontal na frontogênese na Região Sul brasileira. São José dos Campos. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1987.

NIMER, E. Climatologia do Brasil. Rio de Janeiro:Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1989. 421p.

PAIVA, M. P. Determinação das datas de início e fim da estação chuvosa e da ocorrência de veranico na bacia do rio Doce. 1997. 65 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

PICCININI, M.R.D. Distribuições de probabilidade de precipitação de intensidade máxima para Piracicaba, SP. 1993. 81f. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agronômica) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1993.

SEABRA, M. S., 2004, “Estudo sobre a Influência da Zona de Convergência do Atlântico Sul em Bacias Hidrográficas nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil”, Dissertação de Mestrado, COPPE, RJ, RJ.