

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
MESTRADO EM MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

ESTUDO DA PRECIPITAÇÃO NO ESTADO DE MINAS GERAIS-MG

ESMERALDO DAVID DA SILVA

Itajubá (MG)

2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
MESTRADO EM MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

ESMERALDO DAVID DA SILVA

ESTUDO DA PRECIPITAÇÃO NO ESTADO DE MINAS GERAIS-MG

Dissertação submetida ao Programa de Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências em Meio ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Itajubá.

Área de Concentração: Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Michelle Simões Reboita

Itajubá (MG)

2013

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Mauá –
Bibliotecária Margareth Ribeiro- CRB_6/1700

S586e

Silva, Esmeraldo David da
Estudo da precipitação no Estado de Minas Gerais - MG /
Esmeraldo David da Silva. -- Itajubá, (MG) : [s.n.], 2013.
68 p. : il.

Orientadora: Profa. Dra. Michelle Simões Reboita.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Itajubá.

1. Climatologia. 2. Extremos de chuva. 3. Minas Gerais. 4.
ENOS. I. Reboita, Michelle Simões, orient. II. Universidade
Federal de Itajubá. III. Título.

Dedico este trabalho às pessoas mais importantes de minha vida: minha mãe, meu pai, meus irmãos e minha sobrinha.

AGRADECIMENTOS

Agradeço.....

Primeiramente, às forças divinas.

À professora Doutora Michelle Simões Reboita, minha orientadora, por introduzir-me no mundo da ciência, por seus ensinamentos, seus incentivos e, principalmente, por sua paciência.

A CAPES, pela bolsa de estudos, pois sem este recurso financeiro não seria possível dedicar-me exclusivamente ao desenvolvimento dessa pesquisa.

Aos docentes do Instituto de Recursos Naturais, onde eu tive aula; aos funcionários que, direta ou indiretamente, colaboraram com minha pesquisa; aos professores e funcionários da Escola Estadual Silvério Sanches que me apoiaram nessa etapa de minha vida.

Agradeço aos primeiros mestres de minha vida. Os docentes da Escola Municipal Dorvina Teixeira Arantes, de Arcos – MG, principalmente Júlio, Maria dos Reis, Rosarinha, Ivone, Martinha, Giselda, Remaclo e, em especial, a Tia Neneca que me auxiliou após uma grave cirurgia.

Aos meus amigos e companheiros, moradores da república Jedi: Reginaldo, Nirton, Vanessa, Thiago, Maria Amélia, Dona Ieda, Dona Dil, Cecília e Carla, com quem convivi nos últimos anos em Itajubá. Também agradecer meus colegas de mestrado: Leonardo, João Maurício, Davi Fortes e meus velhos amigos dos tempos de Arcos: João Paulo Martins, Fernando Magela, Jonathan e Átila.

A todos, muito obrigado.

RESUMO

A precipitação é uma das variáveis atmosféricas mais estudadas, pois o conhecimento da sua variabilidade espacial e temporal permite o planejamento das atividades humanas, como o plantio de culturas, disponibilidade para geração de energia elétrica, etc. Com base no exposto, esse trabalho tem como objetivos determinar a precipitação média sazonal no Estado de MG, avaliar a possível influência do fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) na precipitação sazonal e identificar o início e fim da estação chuvosa em tal Estado, no período de 1990 a 2009. Para isso, serão utilizados dados de 335 postos pluviométricos (PP) do sítio da Agência Nacional de Águas (ANA). Entre os resultados, tem-se que os maiores totais de precipitação em MG ocorrem no verão e os menores no inverno, sendo a região Sul do Estado a mais úmida durante todo o ano. A fase positiva do ENOS (El Niño) não possui influência significativa em MG, enquanto a fase negativa do ENOS (La Niña) tende a reduzir a precipitação no verão, em grande parte do Estado. Em geral, a estação chuvosa em MG inicia entre os dias 13 a 17 de outubro e termina entre os dias 22 a 26 de março.

Palavras-chave: Climatologia. Chuvas. ENOS. Extremos de chuva. Minas Gerais. Precipitação.

ABSTRACT

Precipitation is one of the most atmospheric variables studied, therefore knowledge of their spatial and temporal variability allows for the planning of human activities, such as planting crops, availability for power generation. On this basis, this study aims to determine the seasonal average precipitation in the State of Minas Gerais (MG), the potential influence of El Niño-Southern Oscillation (ENSO) in seasonal precipitation and identify the beginning and end of the rainy season in such state, the period 1990-2009. For this, we used data from 335 rain gauges (PP) Site of the National Water Agency (ANA). Among the results, it follows that the largest rainfall totals in MG occur in summer and lower in winter, and the southern region of the state to more humid throughout the year. The positive phase of ENSO (El Niño) does not have significant influence in MG, while the negative phase of ENSO (La Niña) tends to reduce rainfall in the summer in most of the state. In general, in Minas Gerais State the rainy season starts between 13th and 17th October and ends between 22th and 26th March.

Keywords: Climatology. Rains. ENSO. Extreme rainfall. Minas Gerais. Precipitation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - (a) Média sazonal da precipitação (mm) no verão (a) e no inverno (b) na AS entre 1979 e 2008.....	15
Figura 2 - Anomalias da direção dos ventos na AS entre 1979 e 2004 no (a) verão e (b) inverno.....	16
Figura 3 - Localização de estado de Minas Gerais.....	20
Figura 4 - Distribuição dos 1334 PP (a) e 335 PP (b) no Estado de MG.....	21
Figura 5 - Região do ENOS.....	25
Figura 6 - Distribuição dos 68 PP em MG.....	31
Figura 7 - Exemplo de mapa de precipitação correspondente ao dia 31 de dezembro de 2008.	32
Figura 8 - Exemplo de método utilizado na identificação do início e fim da estação chuvosa no PP MG_19 no ano de 1991.....	35
Figura 9 - Média mensal da precipitação em MG no período de 1990 a 2009, sendo (a) janeiro, (b) fevereiro, (c) março, (d) abril, (e) maio, (f) junho, (g) julho, (h) agosto, (i) setembro, (j) outubro, (k) novembro e (l) dezembro.....	37
Figura 10 - Média sazonal da precipitação em MG, sendo (a) verão, (b) outono, (c) inverno, (d) primavera.....	38
Figura 11 - Média anual da precipitação em MG no período de 1990 a 2009.....	39
Figura 12 - Diferença entre a média sazonal de precipitação em anos de El Niño menos neutros (Significância) para MG no período de 1990 a 2009.....	41
Figura 13 - Diferença entre a média sazonal de precipitação em anos de La Niña menos anos neutros (Significância) para MG no período de 1990 a 2009.....	42
Figura 14 - Precipitação para limiares de 90% para MG no período de 1990 a 2009.....	43
Figura 15 - Tendência de eventos extremos de precipitação (90%) nos PP em MG no período de 1990 a 2009. Círculos azuis indicam aumento e triângulo vermelho diminuição de extremos significativos estatisticamente ao $\alpha = 0,05$	44
Figura 16 - Precipitação para limiares de 90% para MG no período de 1990 a 2009.....	45
Figura 17 - Tendência de eventos extremos de precipitação (99%) nos PP em MG no período de 1990 a 2009. Círculos azuis indicam aumento e triângulos vermelhos diminuição de eventos extremos significativos estatisticamente ao nível de $\alpha = 0,05$	46
Figura 18 - Número de dias com mais de 0 mm de chuvas por estação do ano.....	47
Figura 19 - Número de dias com mais de 1 mm de chuvas por estação do ano.....	48
Figura 20 - Início da estação chuvosa em MG. Os valores no mapa correspondem a pântadas.....	49
Figura 21 - Fim da estação chuvosa em MG. Os valores no mapa correspondem a pântadas.	50
Figura 22 - Duração da estação chuvosa em MG. Os valores no mapa correspondem a pântadas.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ilustração da organização dos 6 primeiros e 6 últimos dados (precipitação em mm) em 6 PP.	21
Tabela 2 - Ocorrência de eventos El Niño, Neutros e La Niña no verão do período de 1990 a 2010 com base no ONI.	26
Tabela 3 - Ocorrência de eventos El Niño, Neutros e La Niña no outono do período de 1990 a 2010 com base no ONI.	26
Tabela 4 - Ocorrência de eventos El Niño, Neutros e La Niña no inverno do período de 1990 a 2010 com base no ONI.	26
Tabela 5 - Ocorrência de eventos El Niño, Neutros e La Niña no inverno do período de 1990 a 2010 com base no ONI.....	27
Tabela 6 - Exemplo de dado faltante do dia 31 de dezembro de 2008 no PP MG_19.....	32
Tabela 7 - Exemplo das coordenadas geográficas do PP MG_19.....	33

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	OBJETIVOS	11
2.1	Objetivo Geral.....	11
2.2	Objetivos específicos	11
3	JUSTIFICATIVA	12
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
4.1	Principais sistemas atmosféricos atuantes na América do Sul (AS) e em MG	13
4.1.1	Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS)	13
4.1.2	Zona de convergência do Atlântico Sul (ZCAS)	13
4.1.3	Sistemas frontais	14
4.2	Sistema de Monção Sul Americana (SMSA).....	14
4.3	El Niño-Oscilação Sul (ENOS).....	17
4.4	Eventos Extremos de Chuva (EEC)	18
5	METODOLOGIA	20
5.1	Caracterização da área de estudo	20
5.2	Obtenção dos Dados.....	20
5.3	Controle de Qualidade dos Dados	22
5.3.1	Teste de Homogeneidade	23
5.4	Cálculo das Médias	24
5.5	Avaliação da Precipitação em Anos de Eventos ENOS.....	25
5.6	Valores Extremos de Precipitação	28
5.7	Identificação do número de dias com chuva por estação do ano	31
5.8	Identificação do início e fim da estação chuvosa em MG	33
6	RESULTADOS	36
6.1	Distribuição espacial e temporal da precipitação em MG	36
6.1.1	Precipitação mensal em MG	36
6.1.2	Precipitação sazonal em MG.....	38
6.1.3	Precipitação anual	39
6.2	Influência dos eventos El Niño e La Niña na precipitação de MG	40
6.2.1	El Niño x Precipitação	40
6.2.2	La Niña x Precipitação	41
6.3	Eventos extremos de precipitação	43

6.3.1	Eventos extremos acima do percentil de 90%	43
6.3.2	Eventos extremos acima do percentil de 99%	45
6.4	Identificação do número de dias com chuva por estação do ano em MG.....	47
6.4.1	Dias com chuvas acima de 0 mm em MG.....	47
6.4.2	Dias com chuvas acima de 1 mm em MG.....	48
6.5	Identificação do ciclo de vida da estação chuvosa.....	49
6.5.1	Início da estação chuvosa.....	49
6.5.2	Fim da estação chuvosa.....	50
6.5.3	Duração da estação chuvosa.....	50
7	CONCLUSÃO	52
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
9	ANEXOS	60
9.1	Anexo 1: Controle de qualidade para testar a homogeneidade (teste SNHT). As estações marcadas de vermelho foram descartadas.....	60
9.2	Anexo 2: Tabela com os valores críticos do teste estatístico SNHT para 6 níveis críticos	65
9.3	Anexo 3: Tabela ONI com os anos de El Niño, Neutro e La Niña.....	66
9.4	Anexo 4: Tabela das pântadas.....	67

1 INTRODUÇÃO

A precipitação é uma das variáveis atmosféricas mais estudadas, pois o conhecimento da sua variabilidade espacial e temporal permite o planejamento das atividades humanas. São vários os setores que dependem diretamente do conhecimento do regime pluviométrico, por exemplo, agricultura, setor energético, entre outros. Um problema devido ao déficit de precipitação que vale a pena ser mencionado foi o ocorrido no Brasil em 2001: escassez de chuvas aliada à mudança estrutural do setor energético com o processo de privatização culminou na ocorrência do chamado *apagão*, ocorrendo racionamento de energia em todo o Brasil (GOMES, 2007).

Alguns estudos apresentam a distribuição espacial de chuva em Minas Gerais (MG), mas, em geral, incluem poucos postos pluviométricos (PP) e dados que não são representativos do presente. Um exemplo que pode ser citado é o estudo de Souza et al. (2011) que utilizaram as Normais Climatológicas (NC) de 1961 a 1990, determinadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2009a), de 57 estações meteorológicas no estado de MG.

Com base no exposto, o objetivo do presente trabalho é a determinação das características médias da precipitação, no estado de MG, incluindo dados de um grande número de PP (335) da Agência Nacional de Águas (ANA) e mais atuais (entre 1990 a 2009). Também será avaliado se o fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) tem alguma influência na precipitação sazonal. Outra questão importante relacionada com a precipitação é saber que valores diários (dentro de uma dada estação do ano) correspondem a valores extremos chuvosos, bem como o número de dias com chuvas em cada estação do ano e início, fim e duração do período chuvoso no Estado de MG.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Determinar as características médias da precipitação, no Estado de MG, com dados mais recentes (1990 a 2009) e com um grande número de PP.

2.2 Objetivos específicos

- Calcular a precipitação média mensal, sazonal e anual em MG;
- Verificar a influência do fenômeno ENOS na precipitação;
- Identificar limiares de chuva diários, por estação do ano, que caracterizam eventos extremos chuvosos no Estado de MG;
- Determinar o número de dias com precipitação em cada estação do ano e identificar o início, fim e duração do período chuvoso em MG.

3 JUSTIFICATIVA

As regiões: central, sul, leste do Estado de MG vêm nos últimos anos sofrendo uma sequência de sérios impactos negativos devido aos altos índices pluviométricos que causam desastres, como: enchentes e deslizamentos de taludes. Um exemplo de altos totais pluviométricos foi o ocorrido na cidade de Itajubá-MG, em 2000, quando o rio Sapucaí, que corta o município, subiu 8 metros, gerando transtornos como inundações e deslizamentos de encostas (CAMPOS et al., 2011).

Em contrapartida, a região Norte sofre com longos períodos de estiagem. De acordo com a Defesa Civil de MG (2012), até o dia 5 de junho de 2012, cento e cinco cidades decretaram situação de emergência devido à estiagem. Esses acontecimentos, que têm relação direta com a precipitação, geram prejuízos financeiros para sociedade civil e para os órgãos governamentais. Neste sentido, há uma crescente preocupação em entender a distribuição espacial e temporal das chuvas. Portanto, esse estudo vem contribuir no conhecimento das características da precipitação no Estado de MG.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Principais sistemas atmosféricos atuantes na América do Sul (AS) e em MG

O conhecimento dos sistemas atmosféricos atuantes na AS é fundamental para o entendimento das chuvas em MG. Segundo Reboita et al. (2010), a AS não possui um clima homogêneo, uma vez que essa região se estende por diferentes latitudes e possui geografia diversificada, o que propicia o desenvolvimento e atuação de diferentes sistemas atmosféricos. A seguir serão apresentados os sistemas atmosféricos mais importantes para o tempo e clima de MG.

4.1.1 Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS)

O ASAS é um sistema de alta pressão que no verão tem seu centro distante da AS e no inverno se intensifica atuando também sobre o leste do Brasil (REBOITA et al., 2010). Segundo Vianello e Maia (1986), no inverno ocorre subsidência atmosférica e juntamente com a continentalização do ASAS há redução das instabilidades tropicais e das frentes frias, principalmente na região Sudeste do Brasil, assim diminui a umidade atmosférica dessa área gerando períodos longos de escassez pluviométrica (PADILHA; REINKE e SATYAMURTY, 2004).

4.1.2 Zona de convergência do Atlântico Sul (ZCAS)

Durante o verão, os ventos alísios transportam umidade para o continente que se associa com a umidade proveniente da Amazônia e grande parte dessa umidade é transportada para os subtropicais por um jato de baixos níveis. Quando essa umidade se associa a atividade local do centro da AS e com a umidade transportada pelo ASAS para o continente pode se desenvolver uma região de convergência de umidade chamada Zona de

Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) (CARVALHO et al., 2004; REBOITA et al., 2010). A ZCAS é uma faixa de nebulosidade que se estende basicamente na direção noroeste – sudeste (NO-SE) do Brasil (KOUSKY, 1988; KODAMA, 1992 E 1993). Tavares e Silva (2008) relataram que no verão de 2005, na região sul de MG, a ZCAS provocou índices pluviométricos acima da média histórica.

No inverno, com o deslocamento aparente do sol para o Hemisfério Norte, diminui o aquecimento continental sobre a AS, o que reduz grandemente a atividade convectiva. Além disso, durante essa estação do ano, o ASAS encontra-se na sua posição mais ocidental, atuando muitas vezes sobre a região Sudeste do Brasil, o que inibe a atividade convectiva. Nessa estação do ano, a precipitação nessa região acaba sendo influenciada basicamente pela passagem de sistemas frontais (SILVA, 2011).

4.1.3 Sistemas frontais

Os sistemas frontais, também chamados de frentes, correspondem ao limite entre uma massa de ar quente e outra fria (PETTERSEN, 1956). Segundo Satyamurty e Mattos (1989) o centro-sul da AS é uma região propensa à passagem e formação de frentes, principalmente frias. Cavalcanti e Kousky (2009) constataram que as frentes atuam o ano todo no Brasil, principalmente na região Sul e Sudeste contribuindo para as chuvas.

As frentes frias são o principal mecanismo capaz de gerar instabilidade nas regiões de menores latitudes do Brasil, no período de inverno (VIANELLO e MAIA, 1986). Silva (2011) ressalta que as frentes frias são responsáveis por quase 60% das chuvas na região Sul de MG, na estação do inverno. Segundo Mello et al. (2007), as passagens das frentes frias por MG geram chuvas de longa duração, porém com baixa intensidade.

4.2 Sistema de Monção Sul Americana (SMSA)

De acordo com Vera et al. (2006), Garcia (2006) e Marengo et al. (2012), a AS possui um regime de monção que é conhecido como Sistema de Monção Sul Americano (SMSA). Nesse regime, há altos índices pluviométricos no verão e baixos no inverno. Isso pode ser observado na figura 1 extraída de Reboita et al. (2012).

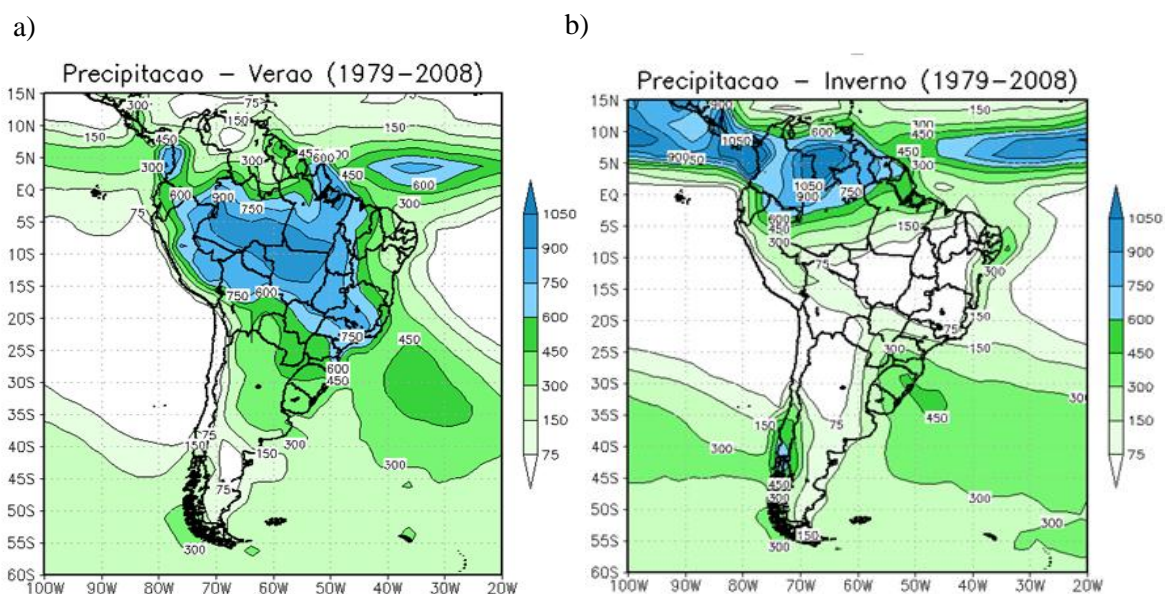


Figura 1 - (a) Média sazonal da precipitação (mm) no verão (a) e no inverno (b) na AS entre 1979 e 2008 (REBOITA et al., 2012).

O sistema de monção mais amplamente conhecido é o da Ásia, onde ocorre a reversão sazonal dos ventos entre o verão e o inverno; esse fenômeno ocorre devido ao aquecimento desigual entre o oceano e o continente, assim no verão formam-se núcleos de alta pressão no oceano forçando ventos em direção ao continente e no inverno acontece o inverso. As características espaço temporal e de intensidade das monções depende de variáveis como a natureza do continente, quantidade de insolação e topografia (MORAN e MORGAN, 1986).

Segundo Zhou e Lau (1998), na AS não há reversão sazonal dos ventos como ocorre no sul da Ásia. Entretanto, essa inversão é observada apenas quando a média anual dos ventos em baixos níveis (até 800 hPa) é subtraída da média sazonal. Isso pode ser observado nas figuras 2a e 2b extraídas de Silva (2009).

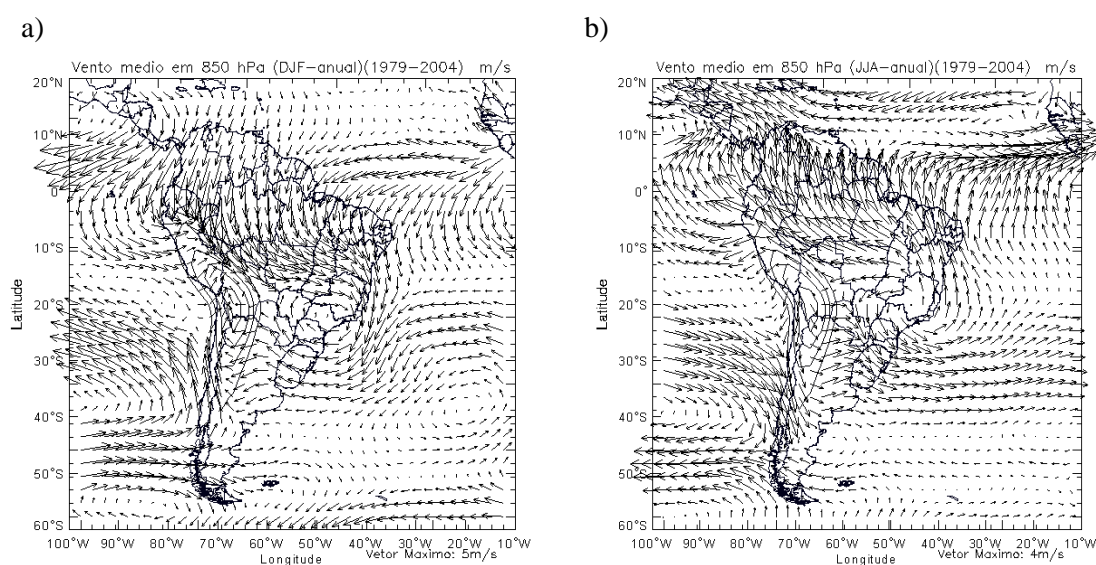


Figura 2 - Anomalias da direção dos ventos na AS entre 1979 e 2004 no (a) verão e (b) inverno (SILVA, 2009).

Segundo Vera et al. (2005), a SMSA tem uma fase úmida e outra seca. A fase úmida inicia-se em setembro, atinge a maturidade no final do mês de novembro e estende-se até final de fevereiro. Esse período é o mais úmido do setor central da AS, parte da umidade desse período é transportada pelos ventos alísios do Nordeste que adentram o continente e depois originam os jatos de baixos níveis (JBN) que levam a umidade da Amazônia para os subtropicais gerando chuvas. Na fase madura da SMSA acontece uma associação da umidade transportada pelos JBN com a umidade vinda do Atlântico através do ASAS e a convecção continental gerada pelo aquecimento da superfície. Essa interação desenvolve uma banda de nebulosidade conhecida como ZCAS.

O início, fim e duração das chuvas da SMSA, no Brasil, são usualmente caracterizados na literatura através das pântadas (ver metodologia no capítulo 5.8). Kousky (1988) usando a metodologia das pântadas mostrou que o início da estação chuvosa acontece entre as pântadas 58 e 59 (13 a 22 de outubro). Resultados similares foram encontrados por Gan et al. (2004), na qual utilizando as pântadas concluíram que na região Sudeste do Brasil, o início da estação chuvosa da SMSA ocorre entre as pântadas de 56 a 60 (início de outubro a início de novembro). Bombardi e Carvalho (2008) usaram dados de precipitação por satélite do Global Precipitation Climatology Project (GPCP) entre 1979-2004 e encontrou a duração da estação chuvosa em MG (165 dias ou 33 pântadas).

4.3 El Niño-Oscilação Sul (ENOS)

Além dos sistemas atmosféricos citados que atuam na AS, também é importante abordar a influência do fenômeno ENOS, devido ser um fenômeno de grande escala que pode contribuir ou não para as chuvas nas diferentes áreas do globo.

O ENOS possui duas componentes, uma atmosférica e outra oceânica. A componente atmosférica é chamada de Oscilação Sul e a oceânica de El Niño. Um evento El Niño é caracterizado pelo aquecimento da temperatura da superfície do mar (TSM) no Pacífico Equatorial Centro-leste. Esse aquecimento favorece o decréscimo da pressão atmosférica no Pacífico Leste em relação ao Pacífico Oeste; nesse caso tem-se a fase negativa da Oscilação Sul e a fase positiva do ENOS. A La Niña é caracterizada pelo resfriamento da TSM do Pacífico Leste, onde haverá aumento na pressão atmosférica nesse setor do Pacífico, o que intensifica os ventos alísios; nessa situação tem-se a fase positiva da Oscilação Sul (PHILANDER, 1985) e negativa do ENOS.

Os eventos El Niño e La Niña são monitorados através de alguns índices. Entre eles tem-se o *Oceanic Niño Index* (ONI), proposto pela *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). O ONI indica a ocorrência de eventos El Niño (EN) e La Niña (LN) através das anomalias de TSM. Maiores detalhes da metodologia desse índice serão fornecidos no capítulo 5.5

Em alguns estudos, o ENOS vem sendo apontado como fator principal na ocorrência de aumento ou diminuição de chuva em diferentes setores do globo. Segundo Grimm et al. (2000), a ocorrência de El Niño contribui para secas na região Nordeste do Brasil. Já Grimm (2004), utilizando dados de mais de 1000 estações distribuídas em todo Brasil, relatam que entre os anos de 1956 a 1999 houve na primavera de La Niña aumento significativo de chuvas nos setores norte, central e leste do Brasil e diminuição na região Sul.

No Brasil, principalmente na região Sudeste, há poucos estudos que avaliam a influência do ENOS na chuva. Em um desses estudos Minuzzi et al. (2007a), através de dados de 203 estações distribuídas pelos estados de MG, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo, entre o período de 1949 e 2000, encontraram fraca correlação entre o ENOS e a precipitação.

Coelho et al. (1999) relacionaram a influência de episódios de EN e LN (forte/moderado e fraco) com a pluviosidade no Brasil. No verão em eventos forte/moderado

de EN, o setor central de MG apresentou anomalias positivas e na região norte negativas; no outono aconteceu anomalias positivas no Sudeste brasileiro, no período de EN forte/moderado e fraco; já no inverno, as diferenças ficaram próximas da climatologia; na primavera teve anomalias negativas para o centro-norte de MG em EN forte/moderado e em episódios fracos, anomalias negativas sobre o Sudeste. No verão de período de LN forte/moderada foram observadas anomalias negativas na região Sudeste e na LN fraca, anomalias positivas nesse setor; contudo na estação do outono o Sudeste brasileiro apresenta anomalias pluviométricas negativas no setor sudeste em LN forte/moderada e positivas em alguns pontos do Sudeste brasileiro em LN fraca. Assim como em períodos de EN o inverno apresentou em LN tanto forte/moderada quanto fraca, anomalias bem próximas à climatologia; entretanto na primavera em LN forte/moderada aconteceram anomalias negativas no Sudeste e em LN fraca anomalias positivas. Tais resultados não passaram por testes estatísticos de significância.

Coelho et al. (1999) usando dados de 206 estações do INMET entre os anos de 1970 a 1993 e interpolados em pontos de grade de 5° x 5° observou que no centro da AS as precipitações diminuem e no setor sul do Sudeste as chuvas aumentam em anos de EN no período do verão; também concluiu que no outono de EN ocorrem anomalias negativas no nordeste do Brasil, parte do setor norte da região Sudeste brasileira e o inverso acontece no centro-sul do Brasil. Ainda segundo Coelho (2001), na primavera de LN a pluviosidade diminui no centro do continente, já no verão as chuvas diminuem no semi – árido nordestino e no estado de MG. O outono de LN mostrou diminuição de chuvas no Nordeste do Brasil, grande parte do estado de MG e norte do Sudeste, em contrapartida, acontecem anomalias positivas no centro-sul brasileiro.

4.4 Eventos Extremos de Chuva (EEC)

Eventos extremos (secos ou chuvosos) são a rara ocorrência de um dado evento de tempo (IPCC, 2007). Porém a definição do termo raro em valores absolutos varia de local e período do ano. Normalmente um evento extremo é caracterizado pelos valores acima do percentil de 90% e abaixo do percentil 10%. Portanto, não existe um valor fixo para a definição de extremo, pois há uma variabilidade que depende das médias pluviométricas de cada região. Por exemplo, no trabalho de Barreto (2008), que analisou eventos extremos de chuva no Distrito Federal, considerou-se 30 mm em 24 horas como um EEC baseando-se

nas médias do mês de fevereiro de 2004. Lucas e Abreu (2004) definem evento extremo para a cidade de Belo Horizonte como toda a chuva acima de 40 mm como forte e extremamente forte.

Na literatura são encontradas muitas pesquisas cuja técnica do percentil de 90% e 99% é utilizada. Dereczynski et al. (2009) em uma climatologia da cidade do Rio de Janeiro, utilizou o percentil de 99% para limiares de evento extremo.

5 METODOLOGIA

5.1 Caracterização da área de estudo

A área de estudo é o estado de MG, localizado entre os paralelos 14°13'58'' e 22°54'00''S e os meridianos 39°51'32'' e 51°02'35''W (SECRETARIA DE ESTADO DE TURISMO DE MG, 2012). O estado de MG cobre uma área de 586.528,293 km², possui 19.595.309 habitantes e é o segundo estado mais populoso do país (IBGE, 2010).

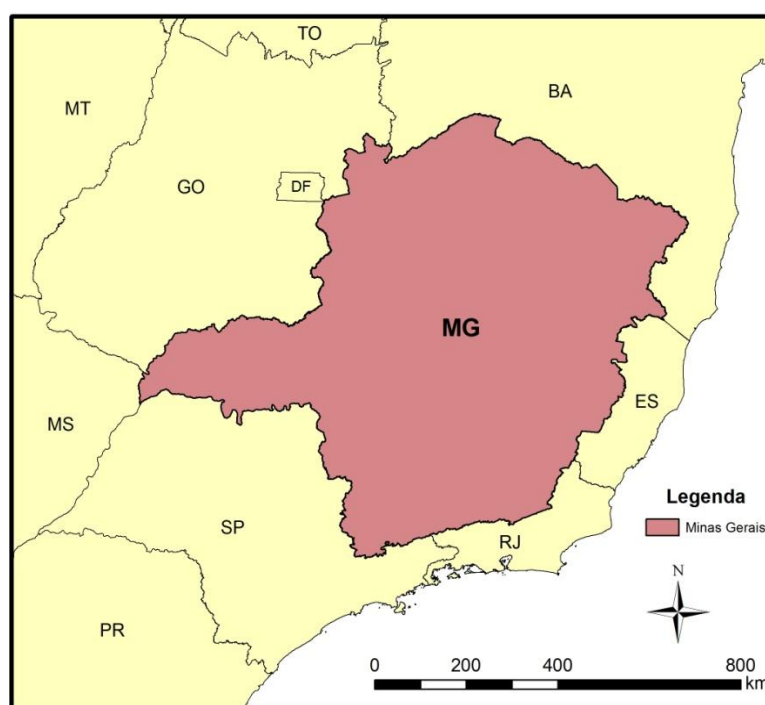


Figura 3 - Localização de estado de Minas Gerais.

5.2 Obtenção dos Dados

Foram utilizados dados diários de precipitação obtidos no sítio da ANA (<http://hidroweb.ana.gov.br/>). Inicialmente, obtiveram-se as séries temporais de 1134 PP distribuídos por todo o estado de MG (figura 4a). Como os PP começaram a funcionar em períodos diferentes e, atualmente, alguns se encontram desativados e outros em operação, foi necessário encontrar um período comum de dados entre esses postos e que incluísse os anos mais próximos do presente. Seguindo esses pressupostos foram selecionados 389 PP com

dados entre o ano de 1990 e 2009. Após os dados terem passado por um controle de qualidade (ver seção 5.3) 54 PP foram descartados, restando 335 PP para o respectivo trabalho (figura 4b).

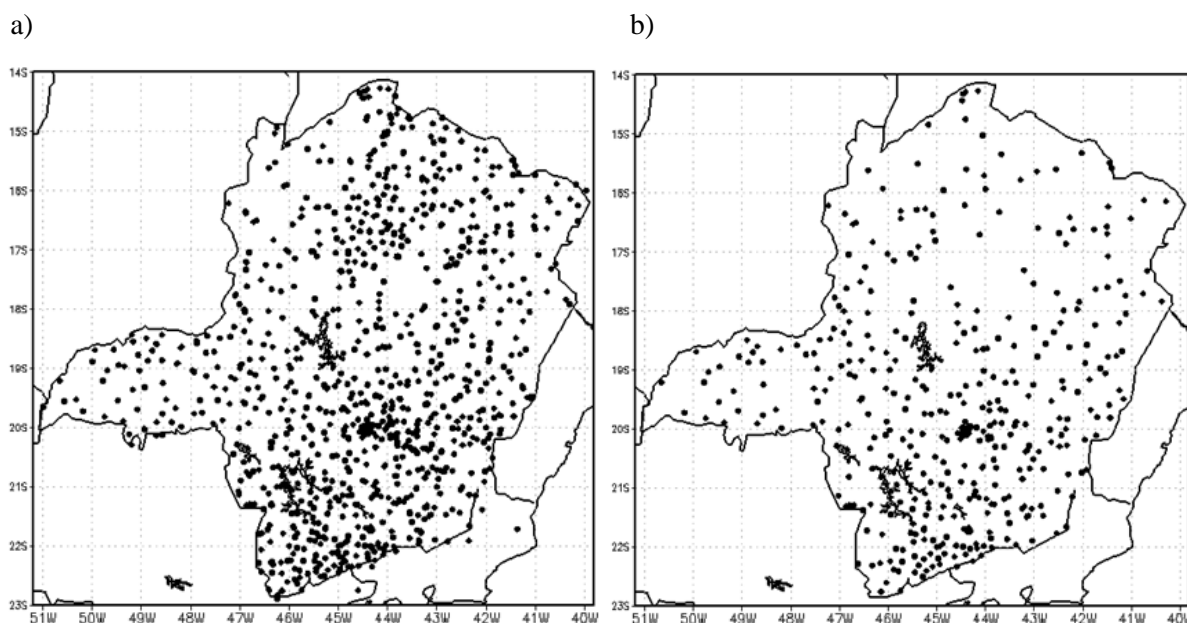


Figura 4 - Distribuição dos 1334 PP (a) e 335 PP (b) no Estado de MG.

Para a execução desse estudo, os PP foram codificados como MG_1, MG_2, etc. Cada PP possui 7305 dados diários (tabela 1).

Tabela 1 - Ilustração da organização dos 6 primeiros e 6 últimos dados (precipitação em mm) em 6 PP.

Número de medições	Datas das medições	Códigos dos PP					
		MG_19	MG_20	MG_22	MG_23	MG_24	MG_29
1	01/01/1990	0,2	2,2	0	0	5,1	23,8
2	02/01/1990	0	0	0	0	0	0,2
3	03/01/1990	0	0	6,1	0	0	0
4	04/01/1990	11,4	7	0,1	7,5	9,5	56,2
5	05/01/1990	0,4	0,2	0	0,2	0	22,4
6	06/01/1990	0	0	0	0	0	0
.....							
7300	26/12/2009	1,7	0	19,1	1,2	0	53,9
7301	27/12/2009	25,4	14,6	0	9	8,1	0
7302	28/12/2009	6,1	16,6	55,7	36,9	28	0
7303	29/12/2009	10,3	3,2	0	13,5	26,5	0
7304	30/12/2009	3,6	3,7	44,1	11,6	8	0
7305	31/12/2009	5,4	16,9	2,1	12,4	36,1	0

5.3 Controle de Qualidade dos Dados

Inicialmente, foi realizada uma busca por dados errôneos nas séries temporais de precipitação. Dados errôneos são aqueles valores que uma determinada variável não pode assumir. Por exemplo, a ocorrência de um total de precipitação de 1000 mm ao longo de 24 horas. Sugahara et al. (2011) sugere a criação de um limiar superior para a identificação de possíveis dados errôneos nas séries temporais de precipitação baseado na estatística da Variação Interquartil (*Interquartile Range*, IQR). O IQR é simplesmente a diferença entre os quartis superior ($Q_{75\%}$) e inferior ($Q_{25\%}$) de uma série de dados (WILKS, 2006):

$$n = Q_{98\%} + 3IQR \quad 5.1$$

onde:

$Q_{98\%}$ é o percentil de 98% e IQR é $Q_{75\%} - Q_{25\%}$

Os valores maiores do que n em cada PP foram descartados. Também é interessante lembrar que o menor valor (limiar inferior) que pode ser encontrado numa série de precipitação é zero. Sendo assim, também se procurou por valores menores do que zero.

Na etapa de controle de qualidade dos dados, também é necessário avaliar se as séries temporais são homogêneas, pois a troca de instrumentos, instrumentos mal calibrados, mudança do local do PP, urbanização ao redor do PP, dentre outros, podem afetar as séries temporais criando descontinuidades nos dados. Isso acaba afetando as médias climatológicas sazonais, anuais, etc. Nesse caso, a série deve passar por um processo de homogeneização ou ser descartada. No presente estudo, as séries que não apresentaram homogeneidade foram descartadas.

O teste que será apresentado no item 5.3.1 trabalha com dados mensais. Sendo assim, inicialmente, foi necessário calcular o total mensal de precipitação em cada PP. Nesse ponto há um problema: a falta de um único dado diário, num dado mês, faz com que esse não tenha total mensal (WMO, 1983), mas para calcular o teste é necessário que as séries não possuam falhas. Preencher falhas de precipitação é extremamente difícil, uma vez que essa variável é muito influenciada por fatores locais. Por exemplo, pode chover na zona central de uma pequena cidade enquanto na região menos urbana não. Isso mostra que não é confiável

preencher as falhas de um PP com dados, por exemplo, de PP de cidades próximas. Mas como é necessário o preenchimento das falhas para aplicação do teste de homogeneidade, nesse momento do trabalho, as falhas foram preenchidas com os dados de PP vizinhos, o que é comumente usado em vários estudos (exemplo, Minuzzi et al., 2010). Suponha que no PP MG_19 tenha faltado um dado mensal referente a janeiro de 1992. Procurou-se o PP mais próximo dele e calculou-se a correlação entre as séries de dados mensais, se esta foi superior a 0,5, preencheu-se a falha com o valor mensal do PP vizinho (procedimento similar ao de Minuzzi et al., 2010). Se o PP vizinho mais próximo não apresentou correlação, procuraram-se outros PP nas cercanias até preencher a falha. Uma vez que as falhas nos dados mensais dos PP foram aleatórias (isto é, não foram concentradas em períodos seguidos), os preenchimentos delas com o procedimento descrito, não afeta a eficiência do teste de homogeneidade.

5.3.1 Teste de Homogeneidade

A *World Meteorological Organization* (WMO) apresenta uma listagem de vários testes que podem ser utilizados para verificar se uma série temporal é ou não homogênea (AGUILAR et al., 2003). Dentre eles, o *Standard Normal Homogeneity Test* (SNHT) é um dos mais utilizados. Toreti et al. (2010), Minuzzi (2010) e Santos (2012) são alguns exemplos de estudos que utilizaram o SNHT para avaliar a homogeneidade de séries temporais.

O SNHT, proposto por Alexandersson (1986), testa um desvio na média (\bar{Y}) de uma série temporal. Para isso, compara a média dos primeiros K anos de registros mensais com os últimos $n - K$ anos:

$$T(K) = K\bar{z}_1^2 + (n - K)\bar{z}_2^2 \quad 5.2$$

onde $K = 1, 2, \dots, n$ sendo n o número total de dados da série temporal.

e:

$$\bar{z}_1 = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K \frac{(Y_i - \bar{Y})}{s} \quad 5.3$$

assim:

$$\bar{z}_2 = \frac{1}{n-k} \sum_{i=k+1}^n \frac{(Y_i - \bar{Y})}{s} \quad 5.4$$

Os valores máximos que aparecerem na série temporal $T(K)$ indicam a localização no tempo de onde ocorre descontinuidade na média da série temporal. Entretanto, é necessário verificar se essas descontinuidades são significativas. Para isso, emprega-se o teste estatístico T_0 que é definido como:

$$T_0 = \frac{\max T(K)}{1 \leq K < n} \quad 5.5$$

Deixa-se de rejeitar a hipótese H_0 (amostra é aleatória e homogênea) se T_0 estiver abaixo de um determinado nível e deixa-se de rejeitar a hipótese alternativa H_1 (amostra não é aleatória e não homogênea) se T_0 estiver acima de um determinado nível. Tal nível é dependente do tamanho da amostra. No presente estudo, considerou-se o nível de confiança de 90%, $n = 240$ meses que é o tamanho total da amostra e a tabela de Khaliq e Ouarda (2007) para avaliação do teste. No anexo 2 é mostrada essa tabela e no anexo 1 o resultado obtido no teste empregado aos 389 PP.

Como mencionado anteriormente, 54 PP não apresentaram homogeneidade e, portanto, foram excluídos. Dessa forma, utilizaram-se 335 PP no estudo (figura 4b).

5.4 Cálculo das Médias

Para cada mês do período em estudo de cada PP foram determinados os totais mensais de precipitação. Se num dado mês ocorreu à falta de pelo menos um dado diário, já não se teve total mensal de precipitação. Nessa etapa do trabalho, não será considerado o preenchimento de falhas descrito no item 5.3, pois como se construiu uma “análise mensal” de precipitação no período de 1990 a 2009 com o método de interpolação de Cressman (1959), esse método foi responsável por interpolar os dados no espaço.

Aqui a palavra análise é empregada com o sentido utilizado em procedimentos numéricos de meteorologia, isto é, colocar os dados observados de forma irregular no espaço numa grade com espaçamento regular. A interpolação no método de Cressman é feita

através de médias ponderadas, determinando o valor da variável em cada ponto de grade, como sendo somatória dos valores ponderados localizados a certa distância de tal ponto. Quanto mais próximo um PP estiver do ponto de grade, maior será a sua influência no valor desse ponto (ZIMERMANN, 2012).

Uma vez obtida a “análise de precipitação” bastou determinar as médias mensais e sazonais da precipitação. Consideraram-se os meses de dezembro, janeiro e fevereiro (DJF) como verão; março, abril e maio (MAM) como outono; junho, julho e agosto (JJA) como inverno; e setembro, outubro e novembro (SON) como primavera.

5.5 Avaliação da Precipitação em Anos de Eventos ENOS

Com o objetivo de verificar se os anos de ENOS positivo ou negativo contribuem ou não para o aumento ou redução da chuva no estado de MG, foram separados os dados de mensais de chuva (as “análises de chuva”), em casos de eventos EN, Neutro e LN (ver tabelas 2, 3, 4 e 5) com base no *Oceanic Niño Index* (ONI). Esse índice é obtido através da anomalia de TSM na região de Niño 3.4 (5°N - 5°S e 120° - 170°W; figura 5) e de médias móveis trimestrais (NOAA, 2013). O anexo 3 mostra o ONI entre 1990 e 2010.

ONI negativo indica a ocorrência de águas mais frias do que a climatologia na região de Niño 3.4, já o ONI positivo, águas mais quentes do que a climatologia. Se o índice se mantiver negativo (com valor $\leq -0,5$) e por no mínimo cinco períodos consecutivos (período aqui corresponde a 5 casos de média móvel), tem-se a fase negativa do ENOS, ou em outras palavras um episódio de LN. Em contrapartida, se o índice se mantiver $\geq 0,5$ por no mínimo cinco períodos consecutivos, tem-se a fase positiva do ENOS, ou em outras palavras configura-se um episódio de EN.

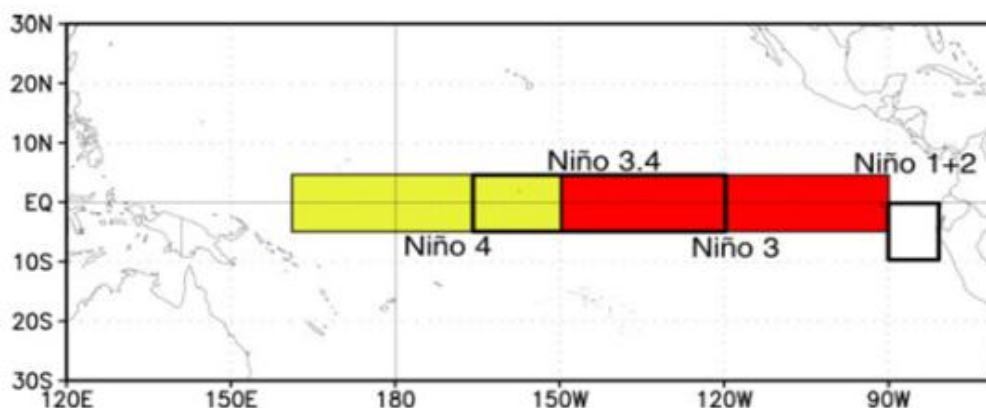


Figura 5 - Região do ENOS (NOAA, 2013).

Tabela 2 - Ocorrência de eventos El Niño, Neutros e La Niña no verão do período de 1990 a 2010 com base no ONI.

Verão: Dezembro (D) / ano antes – Janeiro e Fevereiro (J,F) / Ano seguinte.		
EN	N	LN
D91/JF92	D90/JF91	D95/JF96
D94/JF95	D92/JF93	D98/JF99
D97/JF98	D93/JF94	D99/JF00
D02/JF03	D96/JF97	D00/JF01
D04/JF05	D01/JF02	D05/JF06
D06/JF07	D03/JF04	D07/JF08
	D08/JF09	

Tabela 3 - Ocorrência de eventos El Niño, Neutros e La Niña no outono do período de 1990 a 2010 com base no ONI.

Outono: Março, Abril e Maio (M,A,M)		
EN	N	LN
92	90	99
98	91	00
	93	08
	94	
	95	
	96	
	97	
	01	
	02	
	03	
	04	
	05	
	06	
	07	
	09	

Tabela 4 - Ocorrência de eventos El Niño, Neutros e La Niña no inverno do período de 1990 a 2010 com base no ONI

Inverno: Junho, Julho e Agosto (J,J,A)		
EN	N	LN
EN	90	98
91	92	99
97	93	00
02	94	
04	95	
09	96	
	01	
	03	
	05	
	06	
	07	
	08	

Tabela 5 - Ocorrência de eventos El Niño, Neutros e La Niña na primavera do período de 1990 a 2010 com base no ONI.

Primavera: Setembro, outubro e novembro (S,O,N)		
EN	N	LN
	90	95
91	92	98
94	93	99
97	96	00
02	01	07
04	03	
06	05	
09	08	

Após a separação dos dados mensais por estação do ano e de acordo com as fases do ENOS (tabelas 2, 3, 4 e 5), calcularam-se as médias sazonais da precipitação e depois as diferenças EN menos Neutro e LN menos Neutro. Para verificar se as diferenças eram estatisticamente significativas, aplicou-se o teste não paramétrico de Wilcoxon-Mann-Whitney. Este é usado para testar a hipótese nula (H_0) de que duas amostras independentes provêm de populações com a mesma distribuição (isto é, as duas amostras são idênticas). A hipótese alternativa (H_1) é a afirmativa de que as duas distribuições são diferentes (TRIOLA, 2005).

O procedimento para encontrar a estatística é:

- combinar temporariamente as duas amostras em uma única amostra e, em seguida, cada valor amostral será substituído pelo valor do posto. Ex: menor valor recebe 1 (posto 1), segundo menor valor 2 (posto 2) e assim sucessivamente. Caso os valores da amostra dos postos sejam iguais, calcula-se a média do valor e atribui-se o valor para os postos. Ex: posto 1=9 e posto 2=9 ($9/2=4,5$, valor dos postos 1 e 2);
- determina-se a soma dos postos de cada uma das duas amostras;
- calcula-se a estatística do teste Z.

As equações a seguir são usadas nesse teste:

$$\mu_R = \frac{n_1(n_1+n_2+1)}{2} \quad 5.6$$

onde :

μ_R = média dos valores amostrais R que são esperados quando as duas populações são idênticas;

R = o mesmo que R_1 (soma dos postos da amostra 1);

R_1 = soma os postos da amostra 1;

R_2 = soma dos postos da amostra 2;

n_1 = tamanho da amostra 1;

n_2 = tamanho da amostra 2;

R = soma dos postos da amostra de tamanho n_1 ;

σ_R = desvio padrão dos valores amostrais R que são esperados quando as duas populações são idênticas.

$$Z = \frac{R - \mu_R}{\sigma_R} \quad 5.7$$

Assim, se os valores estiverem na região crítica rejeita-se o H_0 , em contrapartida, se os valores localizarem fora de região crítica rejeita-se H_1 . Considerou-se $\alpha = 0,05$.

5.6 Valores Extremos de Precipitação

De acordo com IPCC (2007), são considerados eventos extremos a rara ocorrência de um dado evento de tempo. Porém, a definição do termo raro em valores absolutos varia de local e período do ano. Normalmente, um evento extremo é caracterizado pelos valores acima do percentil de 90% e abaixo do percentil 10%.

Os percentis dividem o conjunto dos dados ordenados em 100 partes iguais. De acordo com Xavier et al. (2002), o procedimento para identificar os percentis é:

1. Dispor os dados em ordem crescente (é importante excluir os dados diários com ausência de precipitação).
2. Colocar um número de ordem para cada valor: $i = 1, \dots, i = N$.
3. Para cada valor determinar a ordem quantílica:

$$P_i = \frac{i}{(N+1)} \quad 5.8$$

onde: N é o número de elementos da série.

Para um percentil de 90% basta encontrar o P_i que corresponda a 0,90 e para o percentil de 99% o P_i que corresponda a 0,99. Daí se obtém também o valor de chuva que corresponde ao percentil de 90% e 99% que é o limiar de extremo de chuva.

Nesse estudo serão determinados os valores extremos diários de precipitação acima de 90% (IPCC, 2007) e 99% por estação do ano. A metodologia usada é a seguinte:

- para cada PP se separou os dados de chuva diários por estações do ano;
- para cada estação do ano foi determinado os percentis de 90% e 99%;
- com base no valor de chuva correspondente aos percentis citados identificou-se por ano o número de eventos extremos em cada PP.

Nessa etapa do trabalho, foram utilizados todos os PP, sem realização do preenchimento de falhas, pois é mais confiável fazer a análise sem o preenchimento. As séries não tinham grandes porcentagens de dados faltantes, as maiorias dos PP tinham cerca de 3% a 5% de dados com falhas, o que em média representa 200 dados entre 7305 valores.

A etapa seguinte consistiu em verificar a ocorrência de tendências (positivas ou negativas) na série temporal anual de eventos extremos sazonais e se essas tendências eram estatisticamente significativas. Para isso, utilizou-se o teste não paramétrico de Mann-Kendall (MANN, 1945; KENDALL, 1975). Esse teste permite detectar e localizar, de forma aproximada, o ponto inicial de determinada tendência. Além disso, para o teste de Mann-Kendall os dados não precisam pertencer a uma distribuição particular, por exemplo, a normal.

Tal teste avalia cada dado amostral da série temporal com os demais valores restantes. Essa avaliação é feita em ordem sequencial (SILVA et al., 2007).

Assim a estatística de teste é a seguinte:

$$S = \sum_{i=2}^n \sum_{j=1}^{i-1} \text{ sinal}(x_i - x_j) \quad 5.9$$

onde: x_j é a sequência de valores dos dados estimados, n são os elementos da série temporal. Então, o sinal $(x_i - x_j)$ é igual a -1 para $(x_i - x_j) < 0$, em contrapartida, $(x_i - x_j) = 0$ é igual a 0 e 1 para $(x_i - x_j) > 0$. A distribuição é normalmente distribuída, sendo a média $E(S)$ e a variância $\text{Var}(S)$ (KENDALL, 1975). Na qual em situações com valores iguais de x usam-se as equações 5.10 e 5.11

$$E[S] = 0 \quad 5.10$$

$$Var[S] = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^q t_p(t_p-1)(2t_p+5)}{18} \quad 5.11$$

onde t_p é o total de dados com valores similares em certo grupo (p th) e q são os grupos que contém valores iguais na série de dados em um grupo p . O ajustamento dos dados censurados é representado pelo segundo termo.

Os resultados positivos de S indicam tendências positivas e crescentes, e no caso de resultados negativos há a tendências negativas e decrescentes. No caso que S é normalmente distribuída, com média 0 e a variância representada pelas equações 5.10 e 5.11 respectivamente, pode averiguar se as tendências positivas e negativas são significativamente maiores que 0.

Quando S é significativamente diferente de 0 a hipótese nula H_0 pode ser rejeitada e aceitando-se a hipótese alternativa H_1 . Isso é, há tendência nas séries temporais.

A estatística de teste para testar a significância é a seguinte:

$$Z_{mk} = \frac{S-1}{\sqrt{Var[S]}} \quad \text{para } S > 0 \quad 5.12$$

$$0 \quad \text{para } S = 0 \quad 5.13$$

$$Z_{mk} = \frac{S-1}{\sqrt{Var[S]}} \quad \text{para } S < 0 \quad 5.14$$

Utilizando o valor de Z , é testada a hipótese nula, ou seja, não há nenhuma tendência. O valor positivo de Z_{mk} mostra tendência crescente e negativo decrescente.

No teste de tendência monotônica, no nível de significância de p , H_0 é rejeitado se o valor absoluto de Z for superior a $Z_{1-p/2}$. Tal teste usa a tabela da distribuição normal cumulativa padrão.

Para essa pesquisa foi utilizado o nível de significância de $\alpha=0,05$.

5.7 Identificação do número de dias com chuva por estação do ano

Para determinar o número de dias com chuva em cada PP por estação do ano era necessário que esses não possuíssem dados faltantes. Entretanto, a maioria dos postos apresentam dados faltantes (decorrentes da ausência de registros ou descartados no procedimento de erros grosseiros). Assim, selecionaram-se apenas os PP que apresentaram 20 dados faltantes ou menos entre 1990-2009. Nesta seleção, obtiveram-se 68 PP (figura 6). O passo seguinte foi à realização de um preenchimento de falhas.

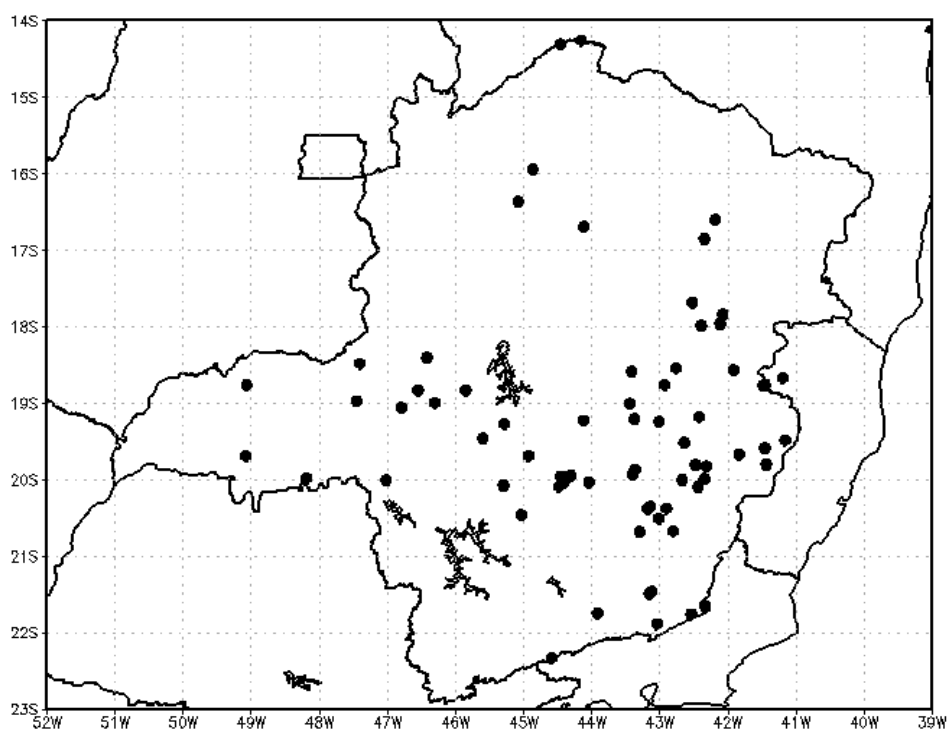


Figura 6 - Distribuição dos 68 PP em MG.

As falhas contidas nos 68 PP foram preenchidas utilizando o seguinte roteiro:

- identificação do dia com precipitação ausente (tabela 6);

Tabela 6 - Exemplo de dado faltante do dia 31 de dezembro de 2008 no PP MG_19.

Dia	Mês	Ano	MG_19
25	12	2008	0.4
26	12	2008	47.2
27	12	2008	0
28	12	2008	3.2
29	12	2008	0
30	12	2008	0
31	12	2008	NaN

- a obtenção da análise diária de chuva do *Climate Prediction Center* foi obtida através (ftp://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/precip/CPC_UNI_PRCP/GAUGE_GLB/) que tem resolução de 0,5° x 0,5° de latitude por longitude;
- plotagem de mapa de precipitação para o dia em que um dado PP apresentou falha (figura 7);

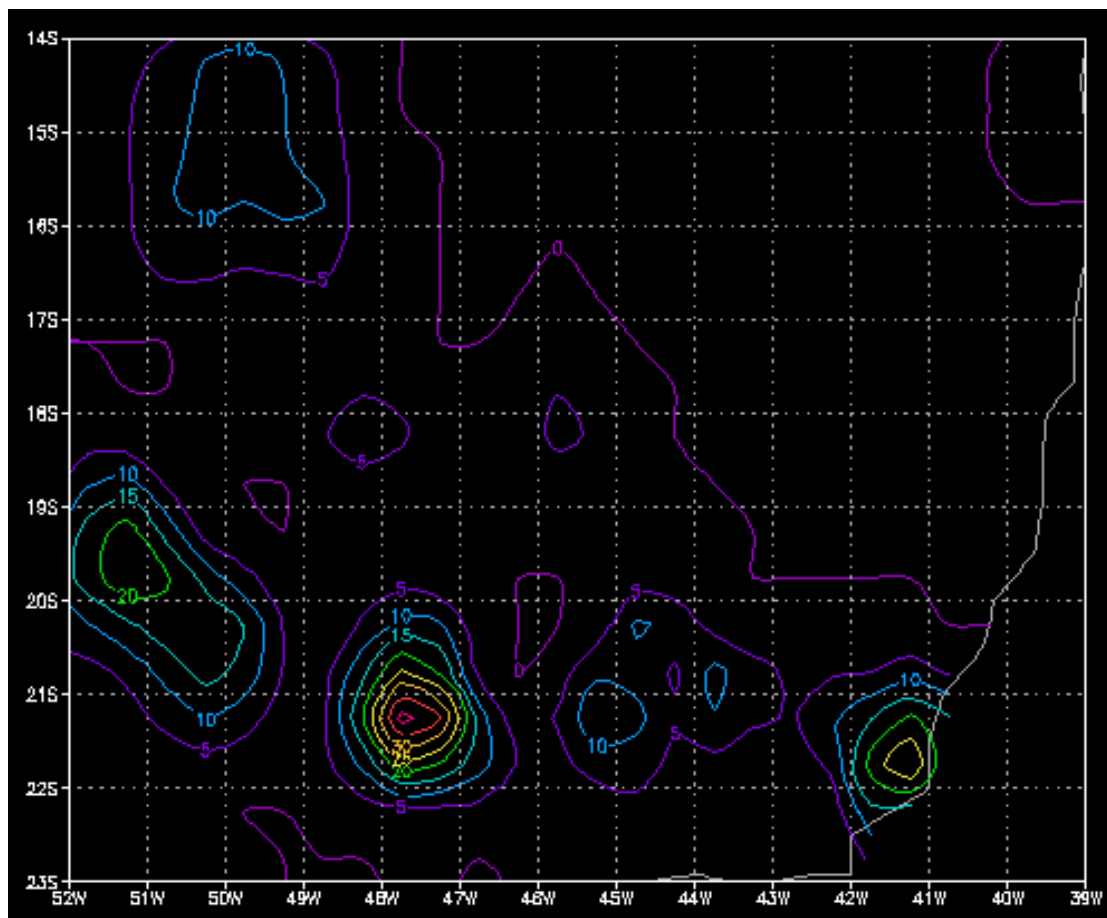


Figura 7 - Exemplo de mapa de precipitação correspondente ao dia 31 de dezembro de 2008.

- identificar a latitude e a longitude do PP com dado ausente (tabela 7) e obter o valor da precipitação no mapa em tal ponto;
- colocar no local da falha o dado obtido no passo anterior.

Tabela 7 - Exemplo das coordenadas geográficas do PP MG_19.

PP	Código do PP	Latitude	Longitude
MG_19	1444000	-14:18:49	-44:27:37

Uma vez preenchidas as falhas dos PP, determinou-se o número de dias de chuva, considerando duas situações: dias com precipitação acima de 0 mm e acima de 1 mm. Este último é uma estatística realizada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2009b). Assim, realizou-se:

- somatória do número de todos os dias com chuva ≥ 1 mm por estação do ano em cada PP;
- somatória do número de todos os dias com medição 0 mm por estação do ano em cada PP;
- após, calculou-se a média do número de dias com chuva por estação do ano e em cada PP (e nas duas situações descritas) e colocaram-se os resultados em mapas.

5.8 Identificação do início e fim da estação chuvosa em MG

Para a identificação do início e fim da estação chuvosa em MG utilizaram-se os 68 PP descritos no item 5.7. Inicialmente, foram determinadas as pântadas de chuva para cada PP. As pântadas correspondem a somatória da precipitação em períodos de 5 dias. O anexo 4 mostra a tabela, que foi extraída de Kouky (1988), com a definição das datas para cômputo das pântadas. A identificação do início e fim da estação chuvosa seguiu a metodologia de Bombardi e Carvalho (2008):

$$S(\text{pântada}) = \sum_{n=\text{pântada}_1}^{\text{pântada}} (R_n - \bar{R}) \quad 6.1$$

onde:

R_n é a precipitação da pântada n .

\bar{R} é a média climatológica de todas as pântadas em estudo.

A primeira pântada apresentada na somatória (pântada₁) foi escolhida como a primeira pântada do ano (total da precipitação no período de 1 a 5 de janeiro) que, por sua vez, está dentro da estação chuvosa da região em estudo. Depois de realizado o somatório S para cada pântada do ano, a série temporal de S foi suavizada com uma média móvel de 3 pontos passada 50 vezes.

A etapa seguinte consistiu do cálculo da primeira derivada de $S = dS/dT$ para a identificação do início e fim da estação chuvosa de cada ano em estudo. A figura 8 exemplifica o procedimento descrito para o ano de 1991 no posto pluviométrico MG_19 que está localizado em 14°18'49"S e 44°27'37"W.

Na figura 8, a linha azul indica a série temporal de $R_n - \bar{R}$, a linha vermelha a série da somatória S , a linha verde a série suavizada de S e a linha preta a série de dS/dT . Inicialmente, dS/dT apresenta valores positivos.

Quando a derivada apresentar o seu primeiro valor negativo ($dS/dT < 0$) tem-se o início da estação seca no ano de 1991 ou, em outras palavras, o fim da estação chuvosa que iniciou no ano anterior.

A derivada dS/dT apresenta uma sequência de valores negativos e quando muda o sinal, ou seja, quando aparece o primeiro valor positivo ($dS/dT > 0$) tem-se o início da estação chuvosa do ano em estudo. No exemplo mostrado, a estação seca (ou o fim da estação chuvosa iniciada no ano anterior) começa na pântada 22 e a estação chuvosa começa na pântada 56. A tabela com todas pântadas encontra-se no anexo 4.

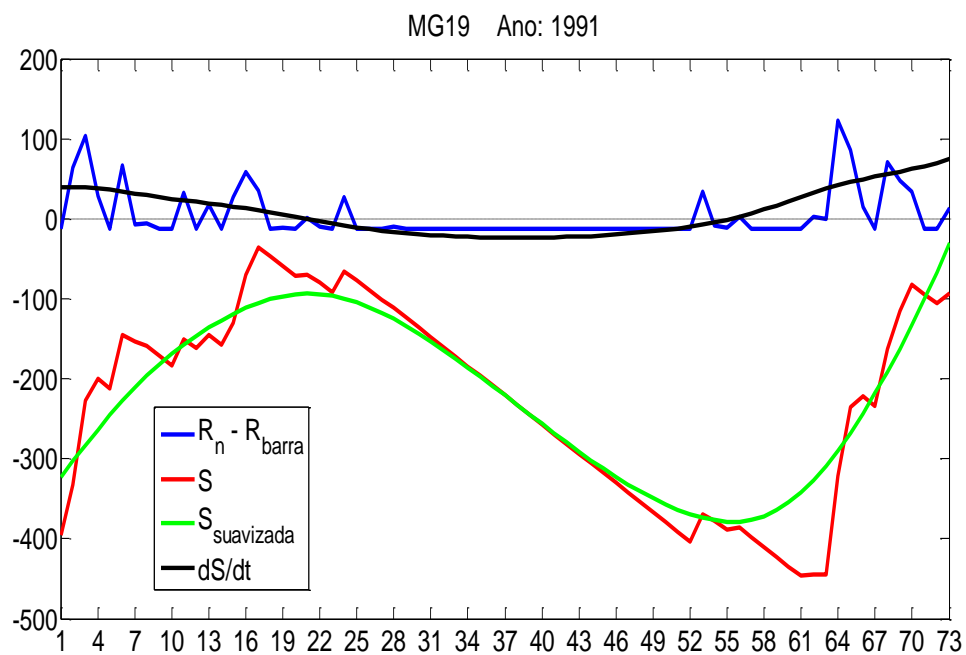


Figura 8 - Exemplo de método utilizado na identificação do início e fim da estação chuvosa no PP MG_19 no ano de 1991.

6 RESULTADOS

6.1 Distribuição espacial e temporal da precipitação em MG

6.1.1 Precipitação mensal em MG

A partir das médias da precipitação entre 1990 a 2009 constata-se uma distribuição irregular das chuvas tanto espacialmente quanto temporalmente em MG, uma vez que a precipitação é mais acentuada no centro-sul e os valores máximos ocorrem entre outubro a março (figuras 9 j, k, l e 9 a, b, c) em todo o Estado, o que é similar ao obtido por Mello et al. (2003) e Siqueira et al. (2003). Dentre o período citado, janeiro é o mês com maior total de precipitação em todo Estado; no Sul de MG o total mensal chega a ultrapassar 350 mm (figura 9 a), fato que está associado à grande atividade convectiva da estação e a ocorrência de ZCAS (ABREU, 1998; CARVALHO et al., 2004).

Entre abril e outubro (figuras 9 d, e, f, g, h, i, j) as chuvas decrescem em MG; no centro-sul, leste e oeste estas apresentam totais de cerca de 160 mm e no setor norte de 80 mm. O mês de julho é o mais seco em MG, com precipitação abaixo de 40 mm em todo o estado (Figura 9 g).

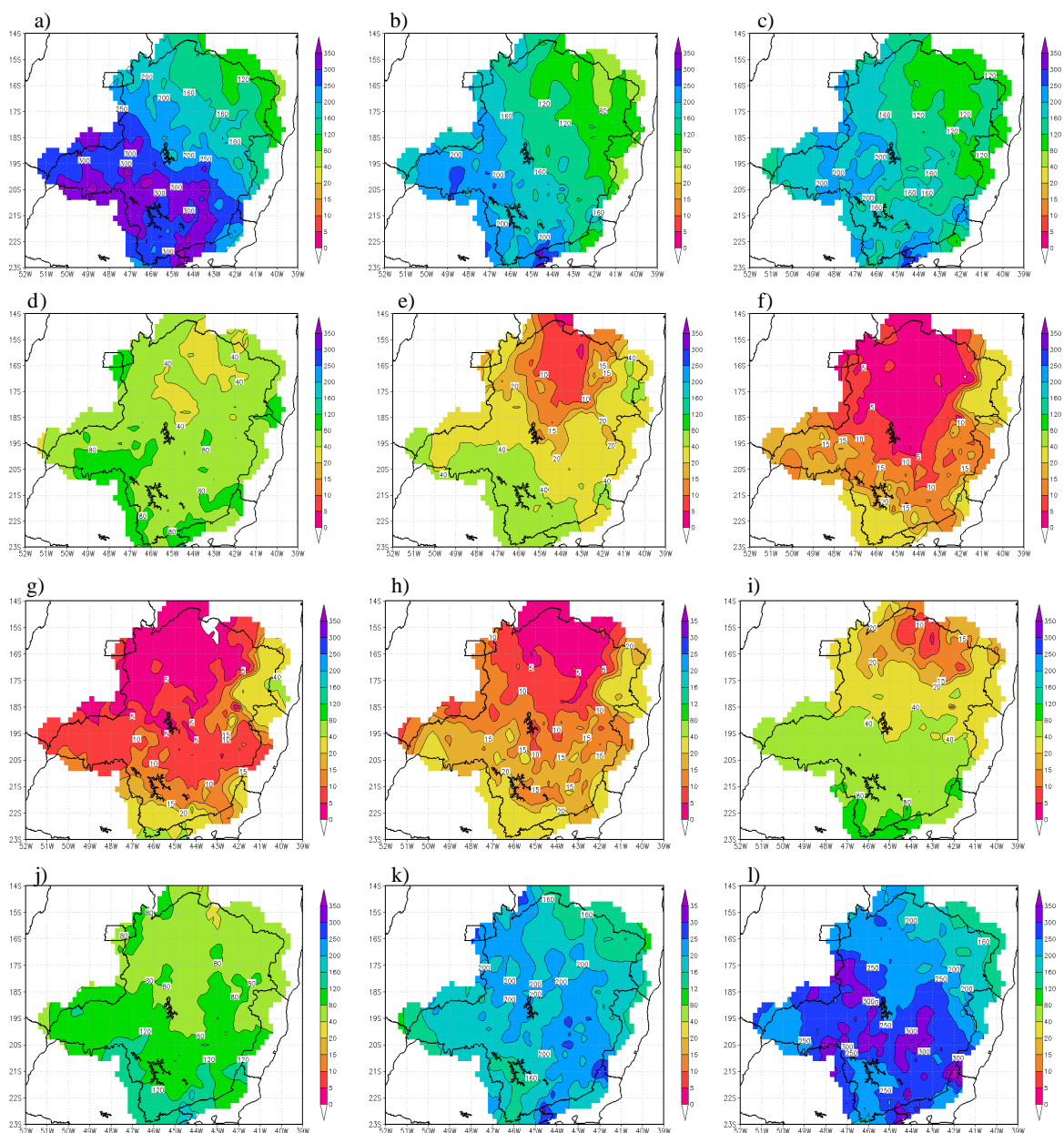


Figura 9 – Média mensal da precipitação em MG no período de 1990 a 2009, sendo (a) janeiro, (b) fevereiro, (c) março, (d) abril, (e) maio, (f) junho, (g) julho, (h) agosto, (i) setembro, (j) outubro, (k) novembro e (l) dezembro.

6.1.2 Precipitação sazonal em MG

A análise sazonal das chuvas em MG mostra que o verão é a estação mais chuvosa, quando se chega a registrar totais entre 600-800 mm em áreas do setor sul, parte oeste e região central; nas áreas mais ao norte a precipitação reduz, ficando entre 300-500 mm (figura 10 a). No outono (figura 10 b), a precipitação começa a diminuir em relação ao verão e os totais pluviométricos ficam entre 200 - 350 mm nas regiões sul, centro e oeste do estado de MG; já o norte do Estado apresenta os menores valores nesta estação do ano (100-200 mm). O inverno é o período menos chuvoso, Tonietto et al. (2006) também mencionam que em MG o inverno é a época mais seca. Os valores pluviométricos do setor sul são de 50-100 mm, do centro/oeste e do leste de 25 mm, exceto uma área próxima a região norte que os valores chegam a 100 mm; já na região norte quase não ocorre precipitação (figura 10 c). Na primavera (figura 10 d) a precipitação volta a aumentar e são registrados totais pluviométricos de aproximadamente 200 a 350 mm em quase todo Estado, exceto na parte sul onde os totais são de cerca de 350-500 mm. A distribuição espacial da chuva na primavera é similar a do outono (figuras 10 b e 10 d).

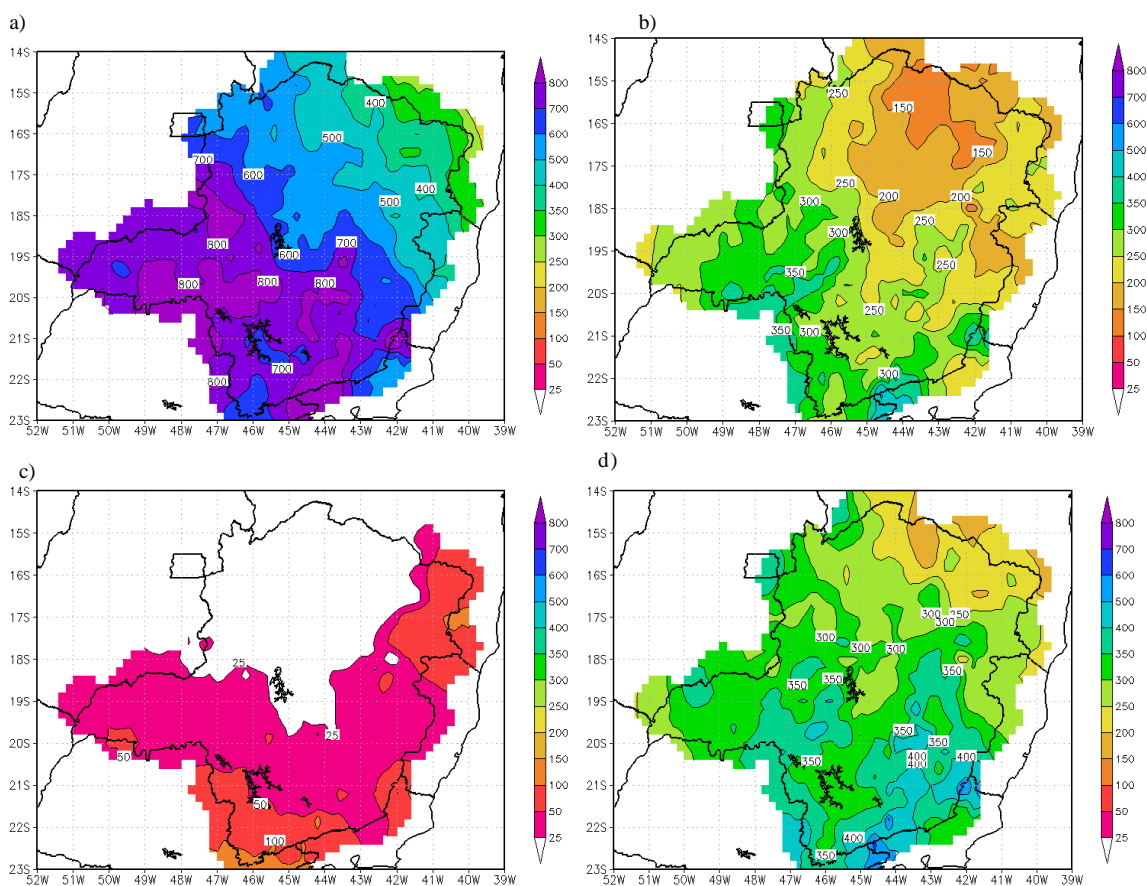


Figura 10 - Média sazonal da precipitação em MG, sendo (a) verão, (b) outono, (c) inverno, (d) primavera.

Em MG, o verão é a estação mais chuvosa devido à ocorrência da atividade convectiva local e a atuação do SMSA. A SMSA está associada com transporte de umidade da Amazônia para os subtropicais pelo jato de baixos níveis a leste dos Andes, pelo transporte de umidade do oceano Atlântico Sul pelo ASAS para a região Sudeste e também com períodos de ZCAS, o que contribui para a precipitação em MG; já no inverno, a convecção local enfraquece tanto pela redução do aquecimento da superfície quanto pela atuação do setor oeste do ASAS sobre o sudeste do Brasil e não há SMSA (Abreu, 1998; Reboita et al., 2010, Marengo et al., 2012).

6.1.3 Precipitação anual

A média anual da precipitação (figura 11) mostra que os maiores totais anuais (1200-1600 mm) ocorrem nas regiões Oeste, Sul e Central de MG, em contrapartida, os setores norte e leste do Estado mostram os menores valores 800-1100 mm e 1000-1200 mm, respectivamente. Esses totais são similares aos de Souza et al. (2006).

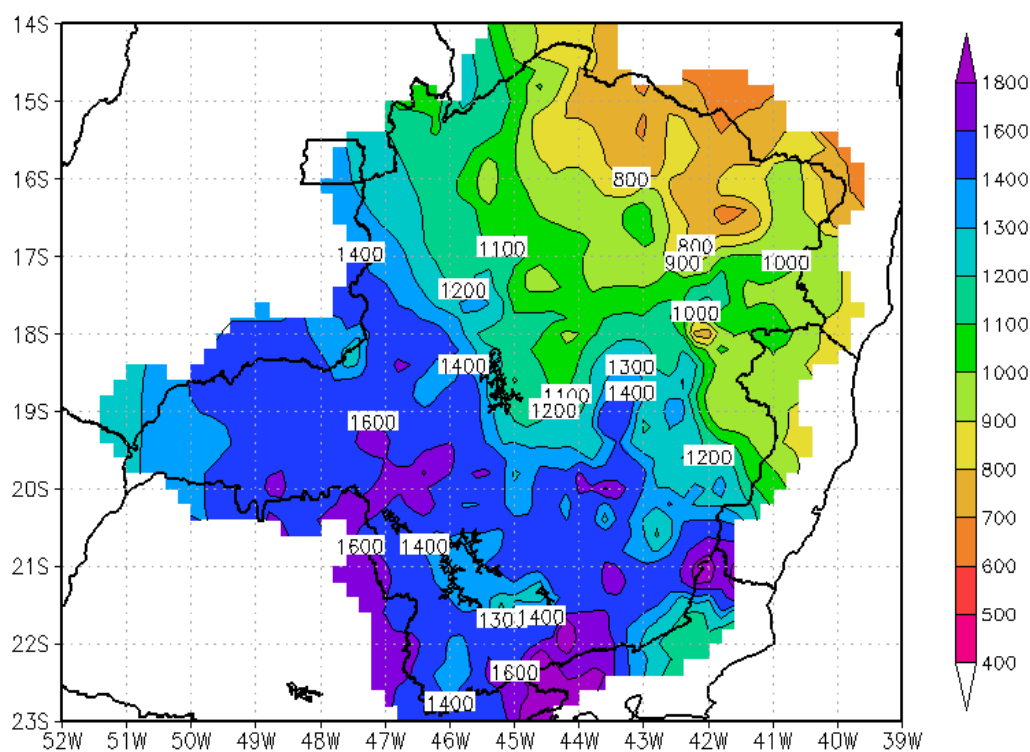


Figura 11 – Média anual da precipitação em MG no período de 1990 a 2009.

6.2 Influência dos eventos El Niño e La Niña na precipitação de MG

6.2.1 El Niño x Precipitação

As análises a seguir foram realizadas com base na diferença entre a média sazonal quando ocorreram episódios de EN e a média sazonal dos episódios neutros. Assim, valores positivos (negativos) indicam precipitação maior (menor) do que no período neutro.

Na análise do verão (Figura 12 a) foram incluídos 6 episódios de EN e 7 de anos neutros. Nos setores norte e oeste de MG ocorreram diferenças positivas de ~50-100 mm e 50-200 mm, respectivamente; nas regiões Leste, Central e Sul, as precipitações ficaram abaixo da média do período neutro (-25 a -50 mm). Praticamente não ocorreu significância estatística nos resultados em nenhum destes setores; é interessante ressaltar que Minuzzi et al. (2006) também observaram déficit de chuvas nos anos de EN no setor nordeste de MG. Esses resultados concordam com Coelho et al. (1999) que encontrou anomalias negativas para as regiões Leste/Sul de MG em períodos de EN (Forte/Moderado).

No inverno (Figura 12 c), as médias foram computadas com 5 episódios de EN e 12 de anos neutros; na região Norte não há aumento nem diminuição de chuvas, resultado similar a Coelho et al. (1999). Já na parte sul e oeste há diferenças positivas de cerca de 10 mm. Também não houve significância estatística nos resultados. No outono (figura 12 b), os cálculos das médias incluíram duas ocorrências de EN e 15 de anos neutros; na região Norte há diferenças negativas (-100 a -150 mm), no setor leste os valores são de cerca de -100 mm. Nas regiões Centro, Sul e Oeste as diferenças são positivas (10 a 25 mm); tais resultados não apresentaram significância estatística. Os resultados obtidos nessa estação também concordam com Coelho et al. (1999).

Na primavera (figura 12 d) as médias foram calculadas através de 7 eventos de EN e 8 episódios de anos neutros, nas regiões Central e Sul de MG há diferenças negativas de precipitação (-25 a -50 mm), isso também é registrado nos setores noroeste (-10 a -25 mm) e leste (-25 a -50 mm). Assim como nas demais estações os resultados da primavera não apresentaram significância estatística e concordam com Coelho et al. (1999).

Vale ressaltar que no verão e outono há diferenças grandes entre os episódios de EN e neutros. No verão há diferenças positivas de 100 mm, enquanto no outono negativas de 100 mm. Os resultados encontrados não foram estatisticamente significativos.

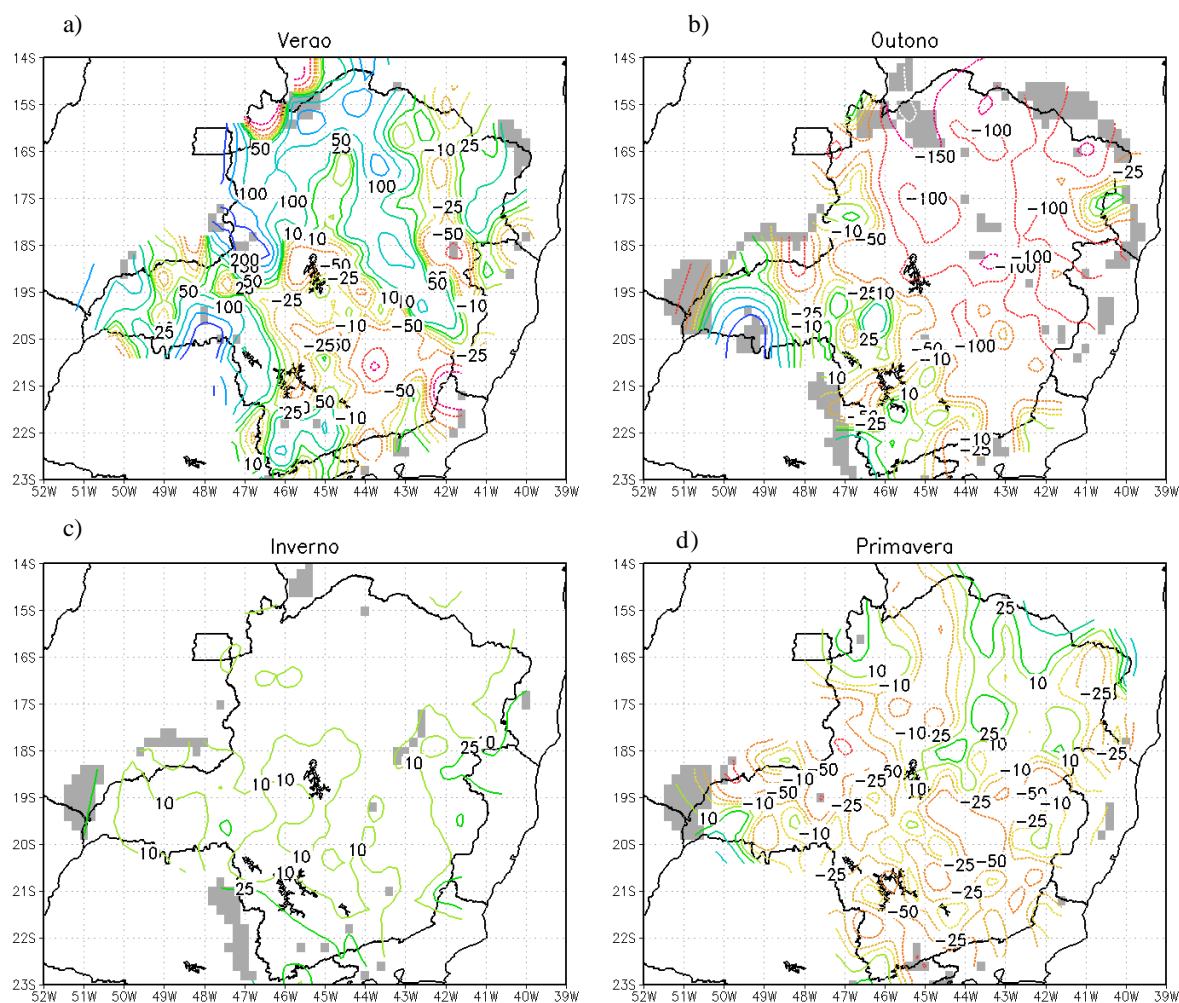


Figura 12 – Diferença entre a média sazonal de precipitação em anos de El Niño e anos neutros (Significância) para MG no período de 1990 a 2009.

6.2.2 La Niña x Precipitação

Para o verão de LN (figura 13 a) as médias foram calculadas utilizando 6 anos de LN e 7 episódios de anos neutros. Em praticamente todo o estado de MG ocorreram diferenças negativas de precipitação, o que indica que há menor ocorrência de chuvas em anos de LN; na região Centro-norte do estado as diferenças chegaram a -200 mm, as menores diferenças foram registradas no Sul do estado (-25 mm); esses valores são significativos estatisticamente e concordam com Coelho et al. (1999).

No inverno (figura 13 c) as médias incluíram dados referentes há 3 anos de LN e 12 episódios de anos neutros; nessa estação do ano não há diferenças entre a precipitação em anos com e sem LN. É importante ressaltar que nessa estação do ano Coelho et al. (1999) também não encontrou diferenças para o Brasil entre os anos com e sem LN.

No outono, (figura 13 b) no cálculo das médias foram utilizados 3 anos de LN e 15 episódios de anos neutros, na região Norte predominaram diferenças positivas (25-50 mm) enquanto na parte sul e sudeste diferenças negativas (-25 mm). Esses resultados não apresentaram significância estatística; na primavera (figura 13 d) as médias foram calculadas decorrentes de 5 anos de LN e 8 episódios de anos neutros; em geral predominam diferenças negativas em todo o estado (-25 a -50 mm). Esses resultados também não foram estatisticamente significativos e de maneira geral concordam com Minuzzi et al. (2007b).

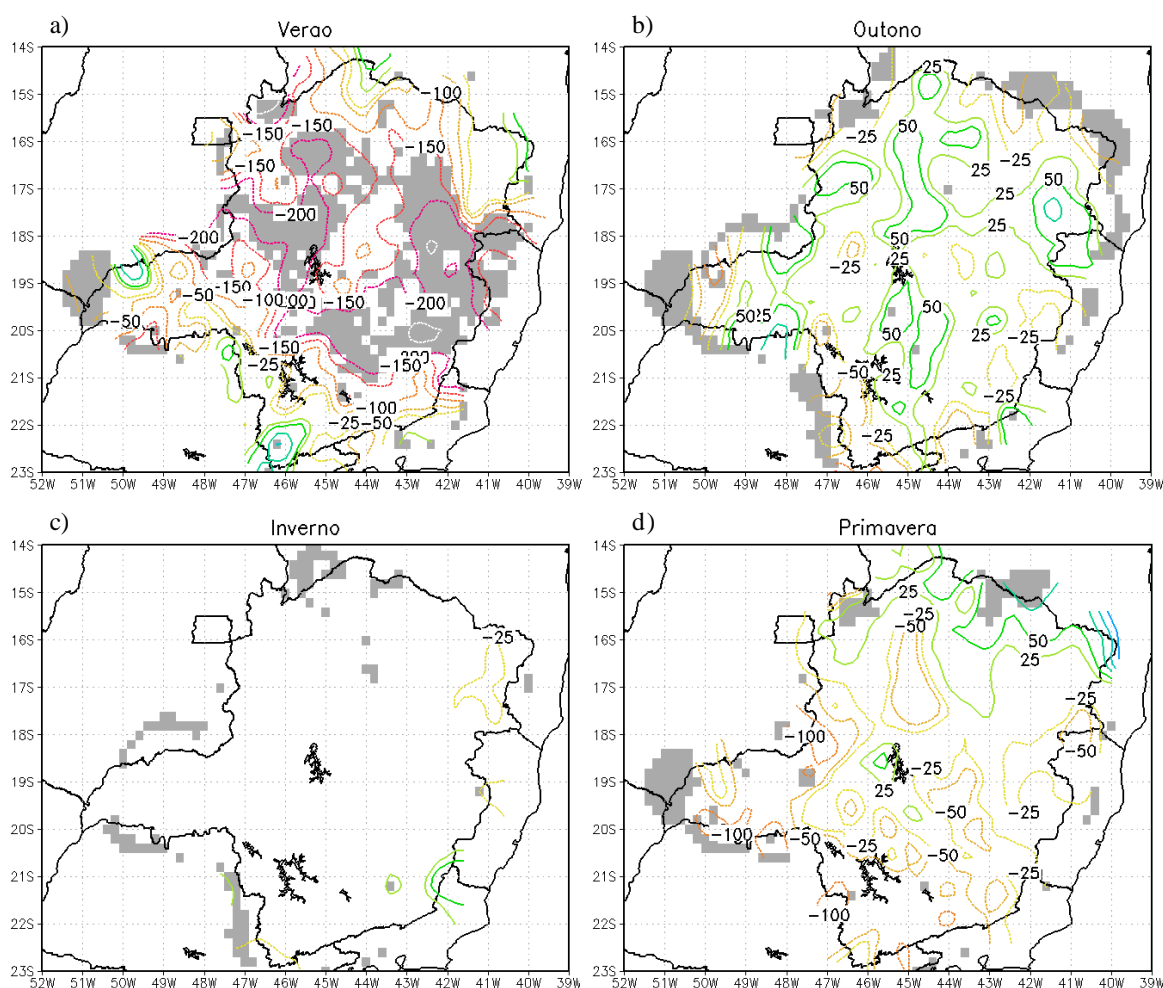


Figura 13 – Diferença entre a média sazonal de precipitação em anos de La Niña e anos neutros (Significância) para MG no período de 1990 a 2009.

6.3 Eventos extremos de precipitação

6.3.1 Eventos extremos acima do percentil de 90%

Analisou-se dentro de cada estação do ano a ocorrência de eventos extremos diários de chuva acima do percentil de 90%. O verão é a estação do ano com os maiores percentis comparado às demais estações; em quase todo território de MG os limiares são entre 35 mm e 40 mm (figura 14 a). No outono (figura 14 b), há uma redução dos limiares. No nordeste de MG o percentil de 90% corresponde a 20 mm no setor centro-sul a 30 mm e no setor noroeste chegam a 35 mm. O inverno é a estação do ano com os menores percentis; nos setores oeste, centro-sul os limiares variam de 15 a 20 mm; na região Leste os valores são de 10 a 15 mm e no setor norte são de 10 a 15 mm (figura 14 c). Na primavera (figura 14 d), os valores referentes ao percentil de 90% voltam a crescer e são de cerca de 30 mm no setor sul de MG e de 35 mm no setor norte.

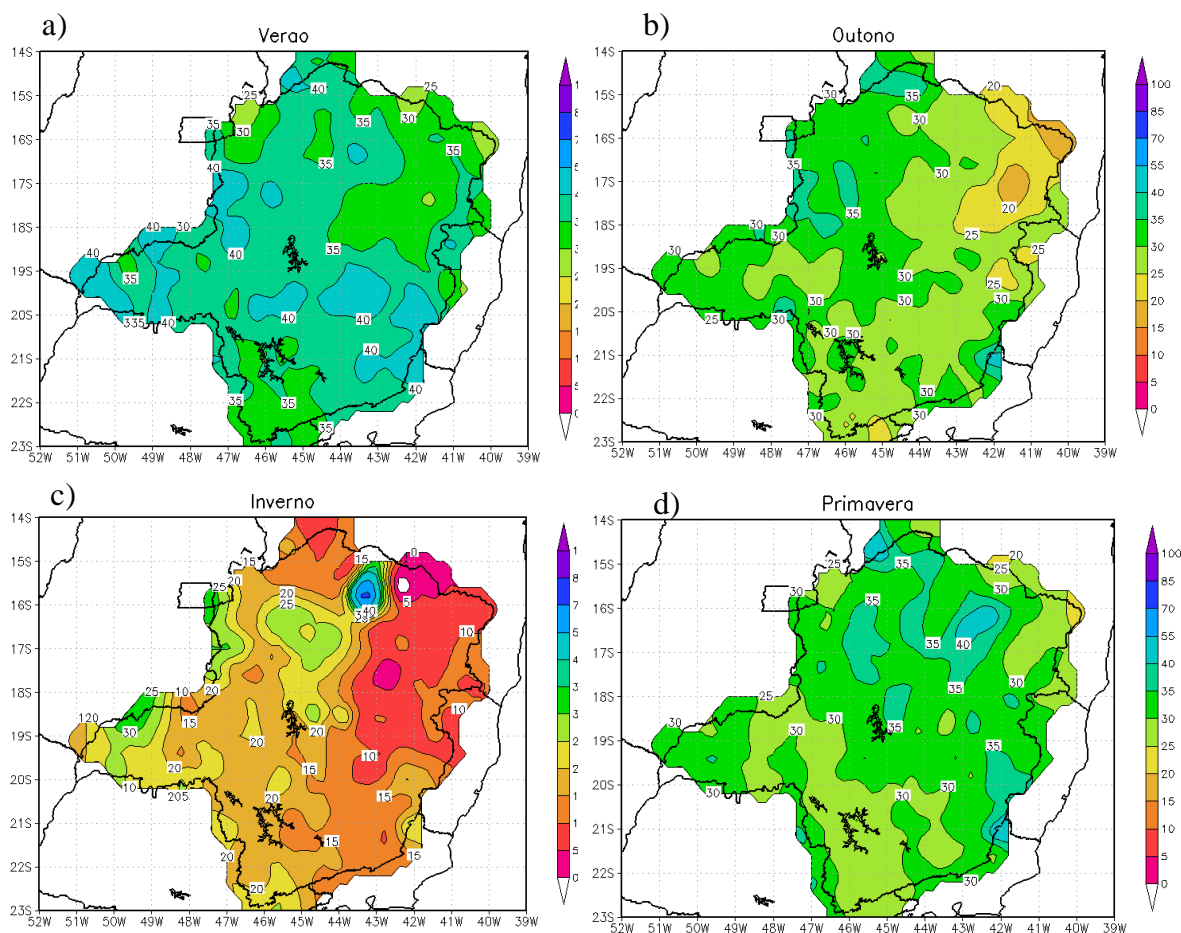


Figura 14 – Precipitação para limiares de 90% para MG no período de 1990 a 2009.

Após a identificação dos limiares do percentil de 90% foi feita uma análise estatística em todos PP para encontrar tendências de aumento (T+) ou diminuição (T-) na ocorrência de eventos extremos. No verão (figura 15 a), 130 PP apresentaram T+ e 17 PP T-; as tendências positivas ocorrem distribuídas pelo estado enquanto que as negativas predominaram no setor sul e leste. No outono (figura 15 b), 28 PP tiveram T+ e 5 PP tiveram T-; enquanto os PP com tendências positivas foram espalhados pelo estado, os com tendências negativas se concentraram no sul do Estado. O inverno (figura 15 c) apresentou a menor quantidade de PP com tendências; 9 PP indicaram T+ , espalhados pelos setores sul e central e 4 PP com T- nas regiões Sul e Norte. A primavera apresenta 12 PP onde há T+, esses PP ficam distribuídos pelos setores oeste e norte de MG (figura 15 d).

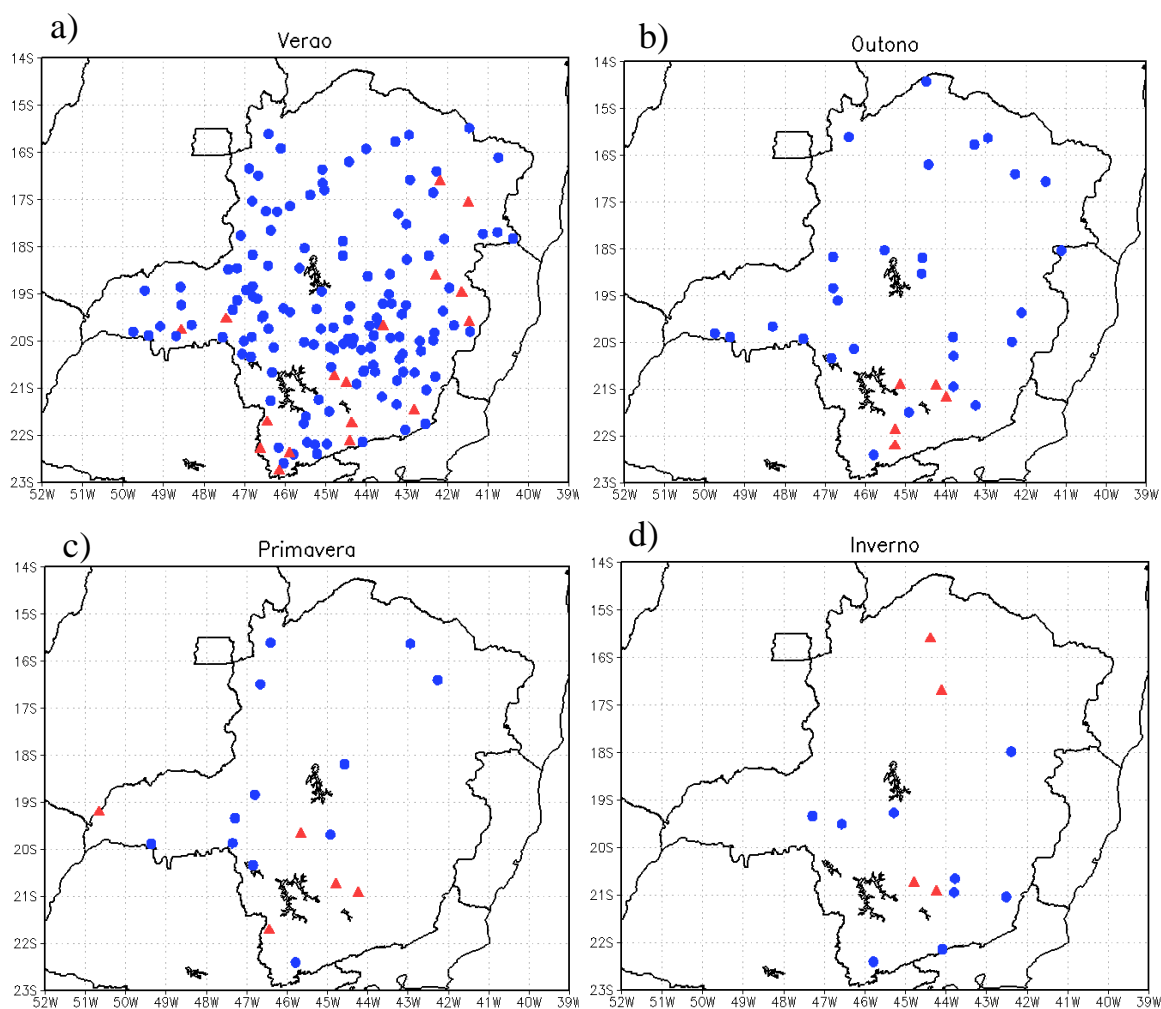


Figura 15 - Tendência de eventos extremos de precipitação (90%) nos PP em MG no período de 1990 a 2009. Círculos azuis indicam aumento e triângulo vermelho diminuição de extremos significativos estatisticamente ao $\alpha = 0,05$.

6.3.2 Eventos extremos acima do percentil de 99%

As análises dos extremos referentes aos limiares 99% seguiu o mesmo pressuposto das análises do percentil 90%; constatou-se que no verão, em praticamente todas as regiões de MG, predomina o limiar de 70 mm como de chuva extrema. Esse valor concorda com Alvarenga (2012) que encontrou limiares de 53 a 74 mm para região de Lavras para o mês de janeiro; há também setores isolados principalmente no centro e no leste do Estado, onde os limiares têm valores de 85 mm (figura 16 a). No outono (figura 16 b), em praticamente todos os setores, os limiares são de 55 a 70 mm.

Como na análise do percentil 90%, os meses de inverno (figura 16 c) têm os menores extremos. Nesse período do ano, os maiores limiares são nos setores oeste, central e sul onde tais valores são de aproximadamente 40 a 55 mm, no restante do estado os limiares são menores (20 a 30 mm). Na primavera (figura 16 d) percebe-se uma distribuição dos extremos similar ao outono; os limites ficam em ~70 mm em todo estado de MG, com exceção de pontos isolados no leste e norte onde obteve valores ~85 mm.

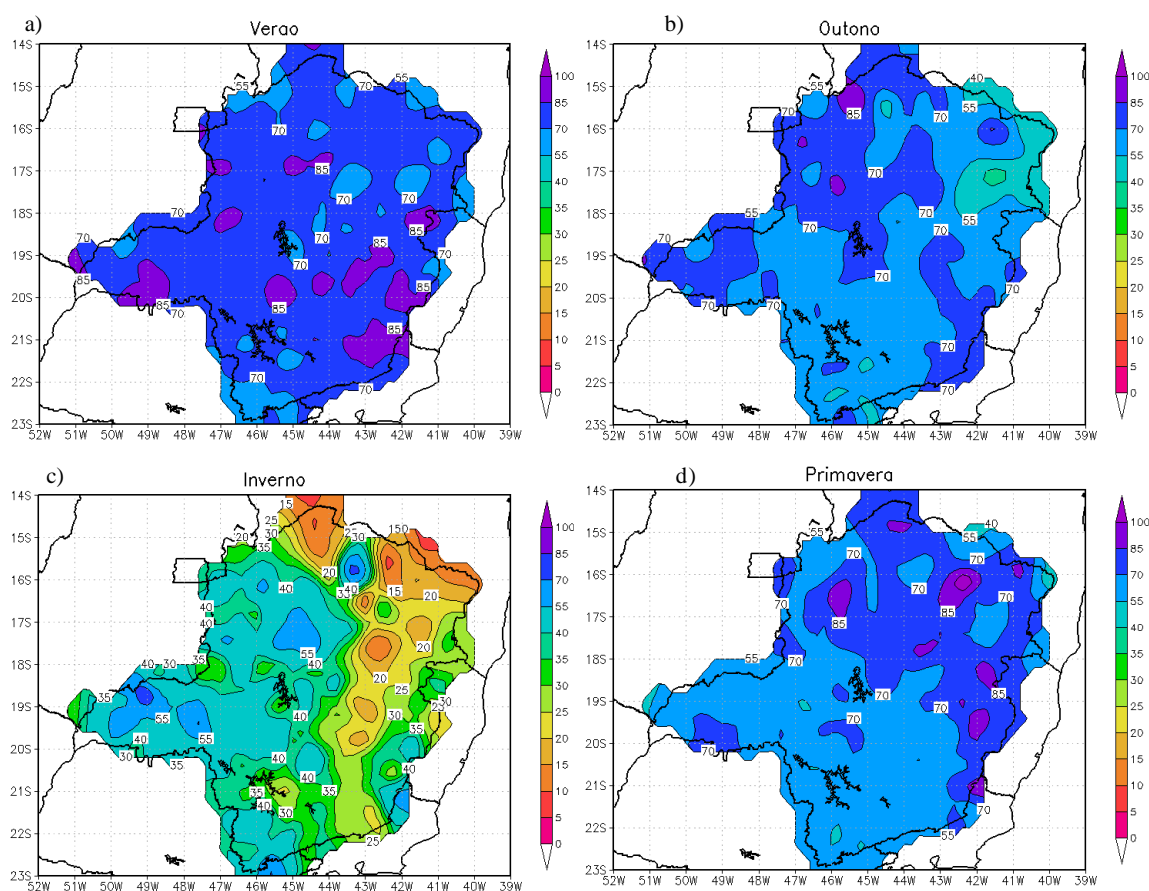


Figura 16 - Precipitação para limiares de 99% para MG no período de 1990 a 2009.

Utilizando a mesma metodologia que encontrou as T+ e T- de eventos extremos de precipitação referentes ao limiar de 90%, foi feita a estatística de teste para os percentis de 99%. Percebe-se poucos PP que mostram T+ ou T-, o verão é a época com mais estações tendenciosas, 12 PP espalhados em todos os setores. A região oeste contabilizou 6 T+, no centro/sul 5 T+ e 1 T+ no norte do estado, em relação aos T- foram encontrados 6 PP concentrados no centro/sul (figura 18 a). O inverno (figura 18 c) é o oposto, contém menos PP tendenciosos, computou-se 2 PP (T+) e 4 PP com (T-) ambos localizados no centro/leste do estado. Para o outono foram encontrados 9 PP com T+ espaçados em todas regiões exceto no setor oeste; 3 PP nos setores centro/sul mostraram T- (figura 18 b). A primavera (figura 17 d) mostrou 6 PP com T+ e 4 PP com T-, nos setores centro/norte (figura 17 d).

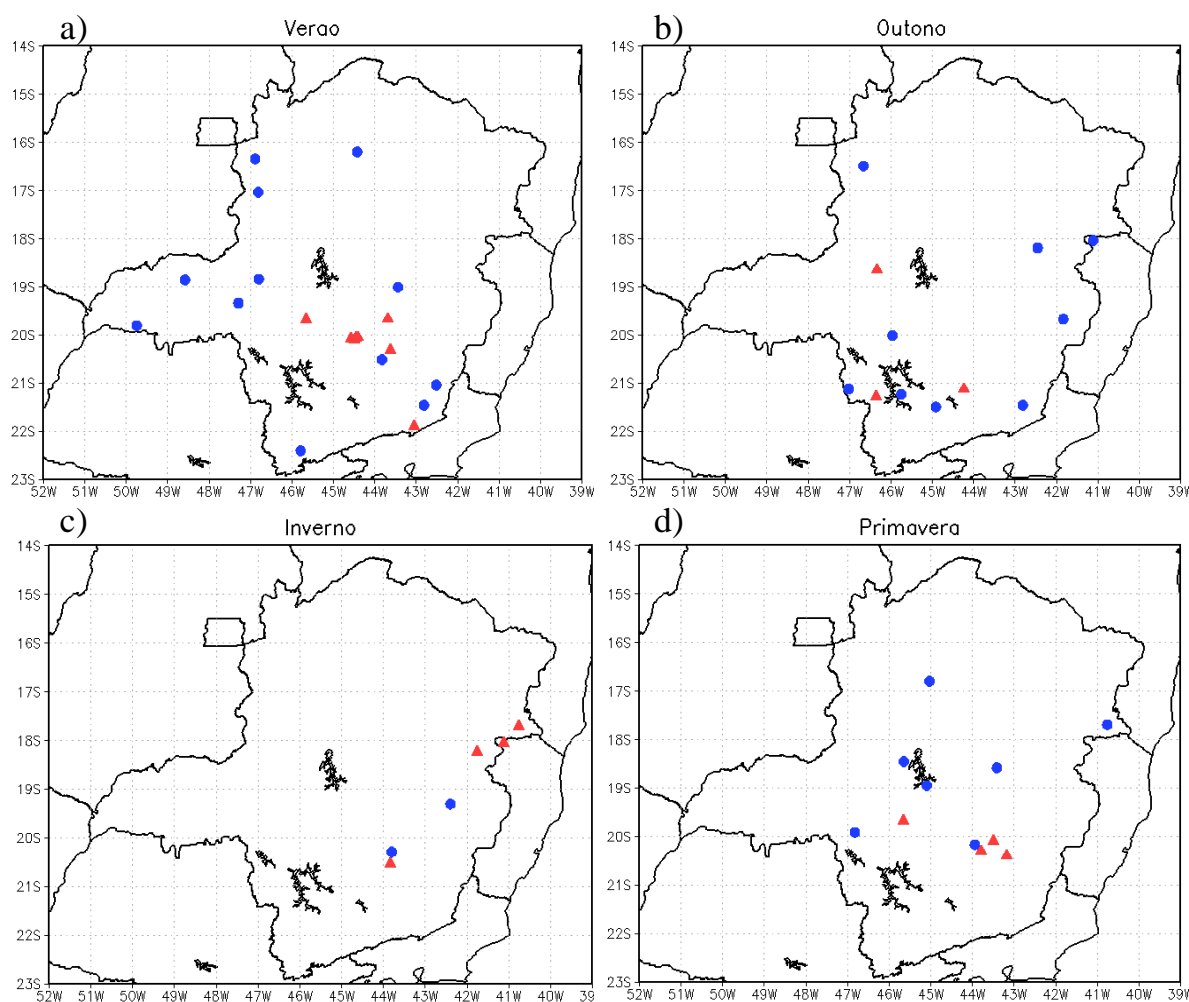


Figura 17 - Tendência de eventos extremos de precipitação (99%) nos PP em MG no período de 1990 a 2009. Círculos azuis indicam aumento e triângulos vermelhos diminuição de eventos extremos significativos estatisticamente ao nível de $\alpha = 0,05$.

6.4 Identificação do número de dias com chuva por estação do ano em MG

6.4.1 Dias com chuvas acima de 0 mm em MG

No verão há cerca de ~40 a 53 dias chuvosos no setor oeste; no setor centro-sul os números aumentam para ~45 a 61 dias. Entretanto, no leste e norte a quantidade de dias com chuva diminui para ~37 a 49 e ~29 a 40, respectivamente (figura 18 a). No inverno (figura 18 c), nenhum setor ultrapassa 24 dias com precipitação; o setor norte teve de 2 a 4 dias, as regiões oeste e central aproximadamente 4 a 6 dias e no sudeste 7 até 24 dias com chuva.

No outono (figura 18 b), na região norte há entre 13 e 18 dias com chuvas; no leste e centro-sul há de 21 a 31 eventos e no oeste, 20 a 28 dias. As médias da primavera (figura 18 d) tiveram de 23 a 31 dias com precipitação no setor oeste, no norte teve 17 a 23 dias e nos setores central-sul e leste, 29 a 41 dias com chuva. Deve ser enfatizado que a região centro-sul apresentou mais dias de chuva.

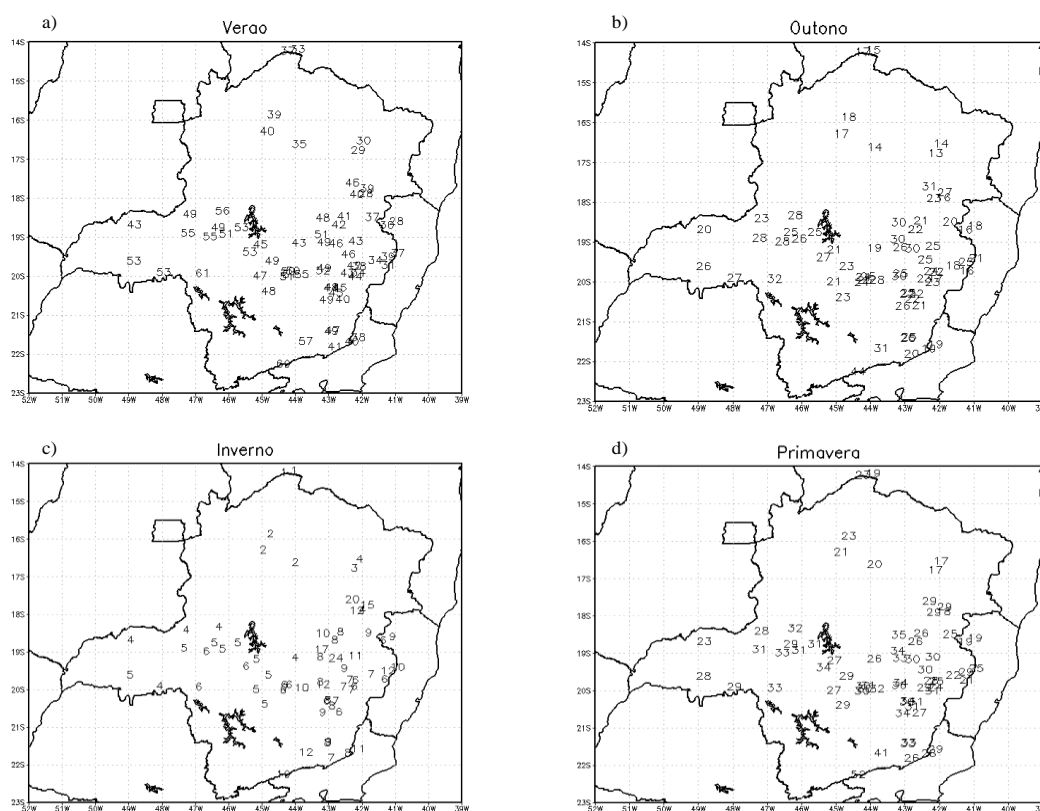


Figura 18 - Número de dias com mais de 0 mm de chuvas por estação do ano.

6.4.2 Dias com chuvas acima de 1 mm em MG

Seguindo o mesmo pressuposto da identificação dos dias com chuva acima de 0 mm foi computado o número de dias com chuva acima de 1 mm. No verão (figura 19 a), no setor norte há de ~26 a 34 dias; no centro-sul ocorreram entre 40 a 56 dias; as regiões leste e oeste somaram, respectivamente, ~35-40 e ~43-49 dias com chuvas. No inverno o setor norte teve entre 1 a 2 dias; na região central ~6 a 10 dias e a região oeste aproximadamente 3 e 4 dias com chuvas acima de 1 mm; tais valores do setor oeste são similares aos de Oliveira et al. (2006), no ano de 2005, para cidade de Uberlândia, localizada nessa região.

No outono (figura 19 b), há de 12 a 14 dias com precipitação acima de 1 mm no setor norte; na região Centro-sul aproximadamente 18 e 25 dias; no setor oeste ~20 a 24 e na região Leste ~16 a 18 dias com precipitação acima de 1 mm. A primavera (figura 19 d) mostra certa similaridade com o outono, a região norte teve médias de 14 a 18 dias, o centro-sul entre aproximadamente 23 e 33 dias, o setor leste contabilizou 18 a 28 e o oeste computou média de 23 a 27 dias com chuva superior a 1 mm. É ressaltado que o setor centro-sul foi a região que obteve mais dias com chuvas acima 1 mm.

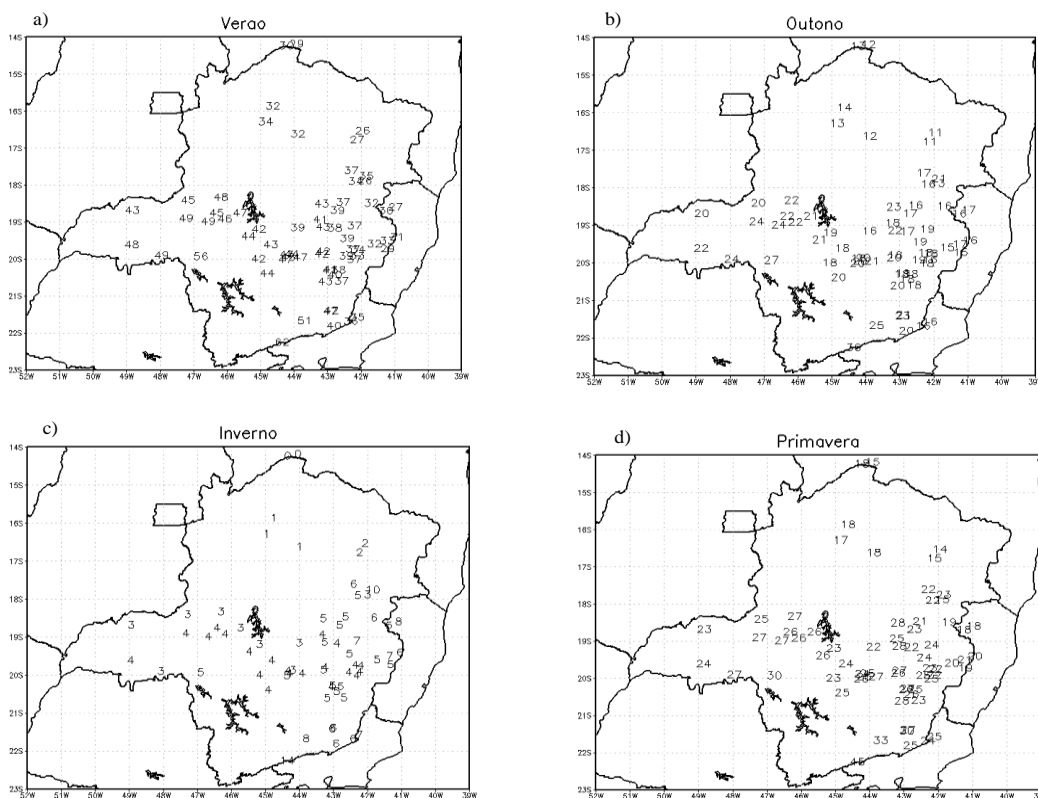


Figura 19 - Número de dias com mais de 1 mm de chuvas por estação do ano.

6.5 Identificação do ciclo de vida da estação chuvosa

6.5.1 Início da estação chuvosa

A figura 20 mostra a caracterização do início da estação chuvosa em MG. Para o setor sul, as pênitadas 57 a 58 (8 a 17 de outubro) indicam o começo da estação chuvosa; no leste do Estado, o início se dá entre as pênitadas 57-59 (08 a 22 de outubro); no centro-norte, nas pênitadas 58 e 59 (13 a 22 de outubro) corroborando com Kousky (1988); e no oeste, o início da estação chuvosa acontece entre as pênitadas 59 e 60 (18 a 27 de outubro).

As datas do início da estação chuvosa em MG encontradas nessa pesquisa se aproximam dos resultados de Minuzzi et al. (2007a), exceto em uma faixa na direção noroeste-leste na qual Minuzzi et al. (2007a) encontra o início da estação chuvosa no mês de setembro (pênitadas 52 e 53). Pode-se concluir a predominância da pênitada 58 como a do início da estação chuvosa na maior parte do Estado de MG, exceto a região centro-oeste, onde a pênitada 59 tem maior ocorrência. Em geral, obteve-se um desvio padrão de 3,4 nessa análise.

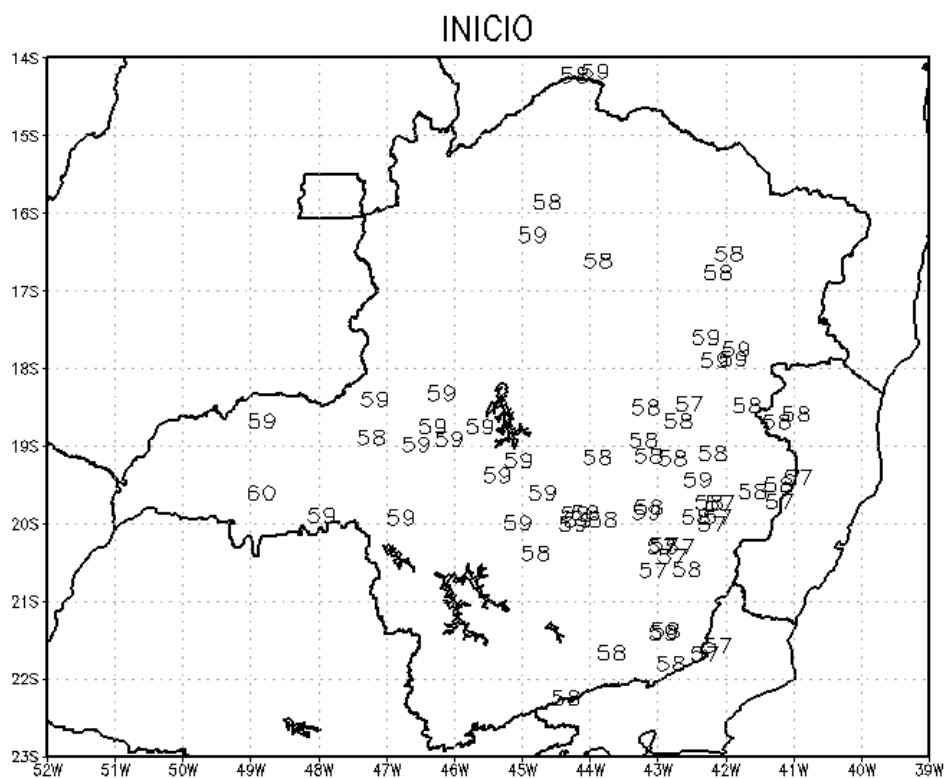


Figura 20 - Início da estação chuvosa em MG. Os valores no mapa correspondem a pênitadas.

6.5.2 Fim da estação chuvosa

A identificação do fim da estação chuvosa em MG (figura 21) mostra que na região Norte, o fim está entre as pênitadas 15 e 18 (12 a 31 de março); no setor centro-sul e leste têm-se o fim nas pênitadas 16 a 18 referentes aos dias 17 a 31 de março. Na região Oeste as pênitadas 19 a 20 (1 a 10 de abril) indicam o fim da estação chuvosa, sendo esse resultado consistente com Kousky (1988).

É importante ressaltar que nessa estatística, em média a pênitada 16 é dominante no setor norte; a pênitada 17 predomina na região Leste; a pênitada 18 ocorre com maior frequência na região Centro-sul; e no setor oeste em média o fim da estação chuvosa começa na pênitada 19. O desvio padrão dessas análises foi de 4,5.

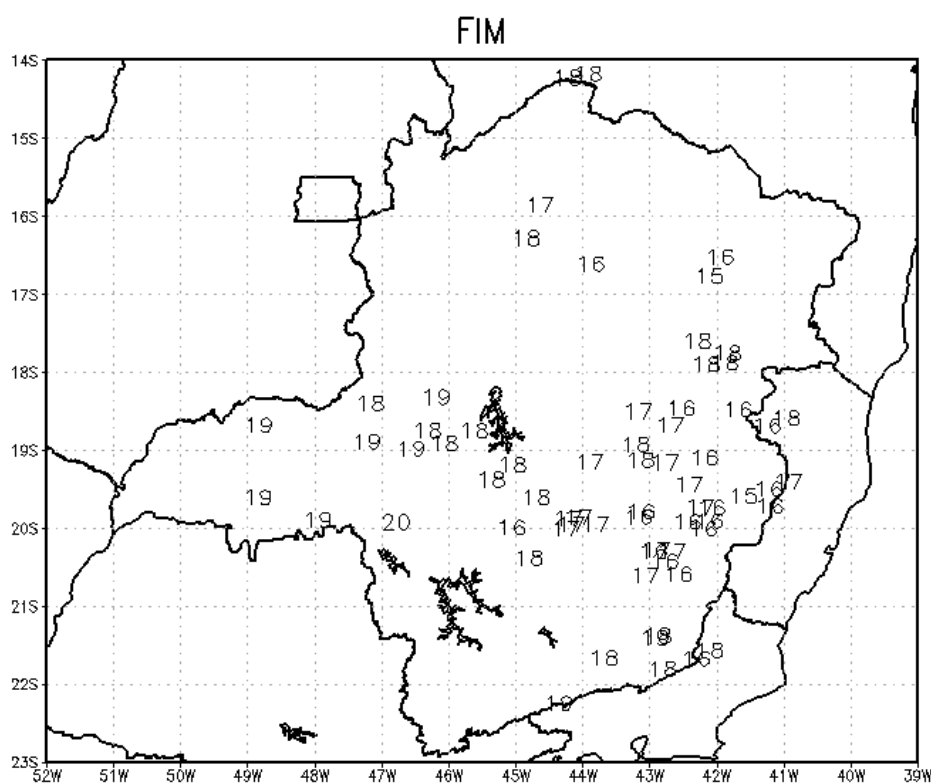


Figura 21 - Fim da estação chuvosa em MG. Os valores no mapa correspondem a pênitadas.

6.5.3 Duração da estação chuvosa

Através das pênitadas foi encontrada a duração da estação chuvosa em MG e a espacialização dos resultados encontra-se na figura 22. Foi observado na região norte a duração de ~31-33 pênitadas (155-165 dias) de estação chuvosa, concordando com Minuzzi et al. (2007a); por outro lado o centro-sul a estação chuvosa tem 155 a 170 dias, ou seja, de 31 a 34 pênitadas, coerentes com Bombardi e Carvalho (2008); no setor leste acontece em

média 160 a 170 dias de estação chuvosa (32-34 pênadas); na região oeste há ~33 a 35 pênadas de duração (165-175 dias) resultados similares aos de Minuzzi et al. (2007a) para esse setor de MG.

Pode-se concluir que os setores oeste e sul de MG são as áreas com maior duração da estação chuvosa. De maneira geral sem dividir o território mineiro por setores (região), em média a duração da estação chuvosa é de 33 pênadas ou 165 dias.

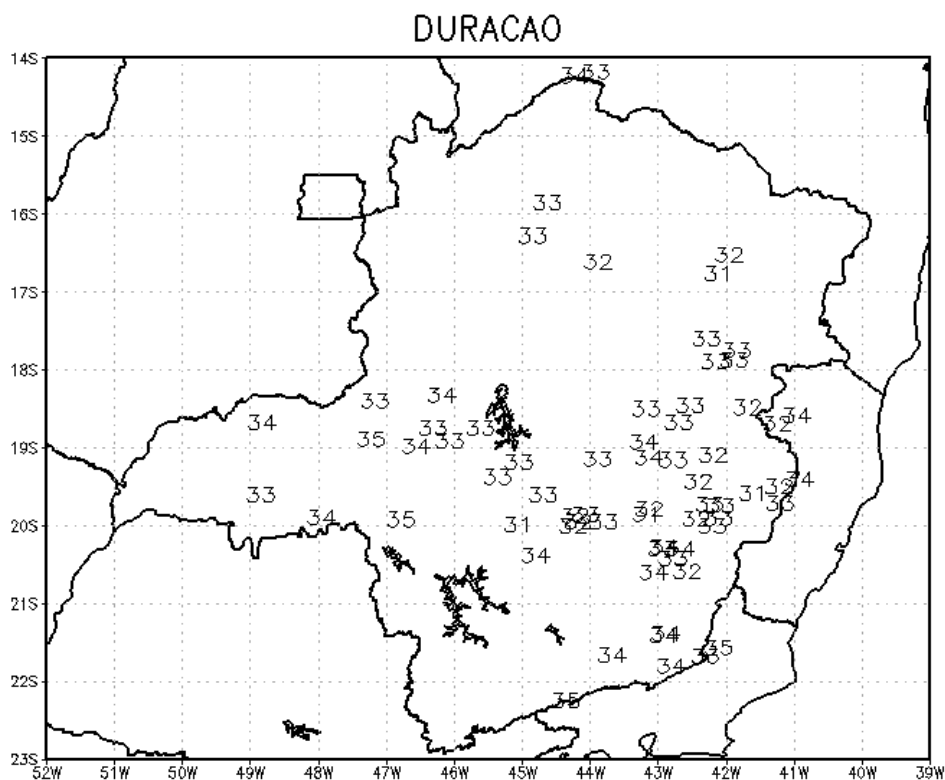


Figura 22 - Duração da estação chuvosa em MG. Os valores no mapa correspondem a pênadas.

7 CONCLUSÃO

Este trabalho investigou as características da precipitação em MG, no período de 1990 a 2009. Para tanto foram utilizados inicialmente 1134 PP. Após a busca de um período comum entre os PP e mais representativos do presente e depois do controle de qualidade dos dados, restaram 335 PP para o estudo.

Mostrou-se que os meses de outubro a março são os mais chuvosos, com os índices mais elevados encontrados no mês de janeiro. O período de abril a outubro é o menos chuvoso, sendo que julho apresenta os menores valores. Na análise espacial houve a constatação de que os setores centro e sul são os setores com maiores médias mensais e a região Norte tem as menores quantidades de chuvas.

As chuvas em MG, no contexto geral, são pouco influenciadas pelo ENOS. As anomalias sazonais geradas nesse trabalho decorrente da diferença de EN menos neutro mostraram em todas as estações do ano diferenças não significativa de aumento ou diminuição de chuvas em todos os setores do estado. Fato que se repetiu nas anomalias geradas oriundas da diferença de LN menos neutro, onde também não apareceram diferenças significativas, exceto nos meses de verão, nos quais as diferenças se mostraram significativas (negativamente) em quase todo território de MG. Nas averiguações da evolução temporal sobre os extremos chuvosos diários, tendo como base o percentil de 90% e 99% confirmou que quantitativamente o verão é estatisticamente a estação com mais extremos e o inverno com menos, tanto para o percentil de 90% e 99%. Pode ser citado o verão no setor noroeste as precipitações ≥ 35 mm caracterizam extremos para percentil de 90%, em contrapartida, nessa mesma região nos meses de inverno os extremos caem para chuvas ≥ 20 mm. Na região Centro-sul para o percentil de 99%, as chuvas ≥ 70 são consideradas extremas no verão e no inverno os valores diminuem para ≥ 55 . Na questão da tendência de aumento ou diminuição dos extremos nos PP conclui-se com $\alpha = 0,05$ que há predominância de aumento de extremos acima de 90%, principalmente no setor centro-sul. Vale destacar que as tendências de diminuição são bem inferiores. Já nas tendências de aumento de extremos acima de 99% também houve predomínio das tendências positivas na região Centro-sul, porém as tendências de diminuição não são tão inferiores comparados com o resultado do percentil de 90%.

A definição do número de dias com chuvas acima de 0 mm e 1 mm foi um complemento importante para mostrar e afirmar que o setor centro-sul de MG tem maiores índices pluviométricos e a região Norte os menores, pois nas análises de dias com chuvas acima de 0 mm e 1 mm, essas respectivas regiões apresentaram-se com mais e menos dias chuvosos. Por exemplo, na estação do verão para o caso das precipitações acima de 0 mm ocorreu ~45 a 61 dias de chuvas no setor centro-sul e na região Norte, ~29 a 40 dias chuvosos, mostrando a diferença das médias entre essas duas regiões.

O início da estação chuvosa em MG varia entre as pântadas 57 a 59. O final entre as pântadas 15 a 18 e duração da estação chuvosa em MG, no geral, tem aproximadamente 31 a 35 pântadas. Concretizando que a época mais chuvosa é entre outubro a março.

Esse estudo contribui para um maior conhecimento das características da precipitação no Estado de MG.

Por fim, sugere-se como trabalhos futuros, a identificação do início e fim da estação chuvosa na análise de precipitação do *Climate Prediction Center* para comparação com o presente estudo; comparação entre diferentes metodologias de preenchimento de falhas e, além disso, pode também analisar a relação do ENOS com extremos de chuvas e início, final e duração das chuvas.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M. L. Climatologia da estação chuvosa de Minas Gerais: De Nimer (1977) à Zona de Convergência do Atlântico Sul. **GEONOMOS**, v.8, n.2, p.17-22, 1998.

AGUILAR, E.; AUER, I.; BRUNET, M.; PETERSON, T.C.; WIERINGA, J. **Guidelines on Climate Metadata and Homogenization**, World Meteorological Organization (WMO), p. 28-47. 2003.

ALEXANDERSSON, H.A. Homogeneity test applied to precipitation data. **Journal of Climatology**, v.6, p.661-675, 1986.

ALVARENGA, L. A. Precipitação no sudeste brasileiro e sua relação com a Zona de Convergência do Atlântico Sul. **Revista Agrogeoambiental**, v.4, n.2, ago.2012.

BARRETO, R. **Identificação de áreas susceptíveis a eventos extremos de chuva no Distrito Federal**. 2008. 149 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade de Brasília. 2008.

BOMBARDI, R. J.; CARVALHO, L. M. V. Variabilidade do regime de monções sobre o Brasil: o clima presente e projeções para um cenário com 2 x CO₂ usando o modelo MIROC. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.23, n.1, p.58-72, 2008.

CAMPOS, B.; CARVALHO, V. S. B.; CALHEIROS, A.J.P. Análise da ocorrência de eventos extremos de precipitação registrados no município de Itajubá, MG. **Resumos**, 2011. Disponível em: <<http://sic2011.com/sic/arq/72406513983677240651398.pdf>>.

CARVALHO, L. M. V.; JONES, C.; LIEBMANN, B. Extreme precipitation events in Southeastern South America and large-scale convective patterns in the South Atlantic Convergence Zone. **Journal of Climate**, v. 15, p. 2377-2394, 2002.

CARVALHO, L. M. V.; JONES, C.; LIEBMANN, B. The South Atlantic Convergence Zone: persistence, intensity, form, extreme precipitation and relationships with intraseasonal activity. **Journal of Climate**, v. 17, p. 88-108. , 2004.

CAVALCANTI, I. F. A.; KOUSKY, V. E. Parte I - Sistemas meteorológicos que afetam o tempo na América do Sul: Frentes frias sobre o Brasil. In: CAVALCANTI, Iracema Fonseca de Albuquerque; FERREIRA, Nelson Jesus; SILVA, Maria Gertrudes Alvarez Justi da; SILVA DIAS, Maria Assunção Faus da Silva dias (Org.). Tempo e Clima no Brasil. São Paulo: **Oficina de Textos**, p. 135-147. 2009.

COELHO, C. A. S. **Anomalias de precipitação sobre a América do Sul e sua Relação com a Temperatura as Superfície do Mar dos Oceanos Pacífico e Atlântico durante Períodos de Extremos de El Niño Oscilação Sul**. 2001. 245 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Universidade de São Paulo. 2001.

COELHO, C. A. S.; DRUMOND, A. R. M.; AMBRIZZI, T. Estudo climatológico sazonal da precipitação sobre o Brasil em episódios extremos da oscilação sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.14, n. 1, p.49-65, 1999.

CRESSMAN, G. P. An operational objective analysis system. **Mon. Wea. Rev.**, v.87, p.367- 374. 1959.

DEFESA CIVIL DE MINAS GERAIS. Boletim estadual de defesa civil, 2012, Belo Horizonte. Disponível em:
<http://www.defesacivil.mg.gov.br/attachments/article/78/157_05JUN_12_JBD.pdf>

DERECZYNSKI, C. P.; OLIVEIRA, J. S.; MACHADO, C. S. climatologia da precipitação no município do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.24, n.1, 24-38, 2009.

GAN, M. A.; V. E. KOUSKY; C. F. ROPELEWSKI. The South America Monsoon Circulation and Its Relationship to Rainfall over West-Central Brazil. **Journal of Climate**, v. 17, p.47 – 66, 2004.

GARCIA, Samia Regina. **Variabilidade do sistema de monção da América do Sul: Relações com a oscilação decadal do Pacífico**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, 2006. 142 p. Tese (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Meteorologia 2006.

GOMES, V. J. F. O meio ambiente e o risco de apagão no Brasil.II Seminário Internacional: Reestruturação e regulação do setor de energia elétrica e gás natural .**Resumos**,2007. Disponível em:<http://www.nuca.ie.ufrj.br/gesel/eventos/seminariointernacional/2007/artigos/pdf/victorjose_omeioambiente.pdf>.

GRIMM, A.M.; BARROS, V.R.; DOYLE, M.E. Climate Variability in Southern South America Associated with El Niño and La Niña Events. **Journal of climate**, v.13, jan.2000.

GRIMM, A.M. How do La Niña events disturb the summer monsoon system in Brazil? Universidade Federal do Paraná - **Resumos**, 2004. Disponível em:
<<http://www.prosur.fcen.uba.ar/documentos/Alice2001.pdf>>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). Censo 2010, Brasil. Disponível em: http://www.censo2010.ibge.gov.br/dados_divulgados/

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Normais Climatológicas do Brasil, 1961-1990, 2009, Brasília, DF. Disponível em:
<<http://www.inmet.gov.br/html/clima.php#>>. 2209 a.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Normais Climatológicas do Brasil, 1961-1990, textos: Metodologia, 2009, Brasília, DF. Disponível em:
<<http://www.inmet.gov.br/webcdp/climatologia/normais/imagens/normais/textos/metodologia.pdf>> 2009 b.

IPCC. The Physical Science Basis, 2007: Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In: HOUGHTON, J.T. (Ed.). Climate Change. New York: Cambridge University Press.

KENDALL, M. G. **Rank correlation measures**. London: Charles Griffin. 220p. 1975.

KHALIQ, M. N.; OUARDA, T. B. M. J. Short Communication On the critical values of the standard normal homogeneity test (SNHT). **International journal of climatology**. v.27, p. 681– 687, 2007.

KODAMA, Y.M. Large-scale common features of sub-tropical precipitation zones (the Baiu Frontal Zone, the SPCZ, and the SACZ). Part I: characteristics of subtropical frontal zones. **J.Meteorol. Soc. JP.**, v.70, p.813-35, 1992.

KODAMA, Y.M. Large-scale common features of sub-tropical precipitation zones (the Baiu Frontal Zone, the SPCZ, and the SACZ). Part II: Conditions of the circulations for generating the STCZs. **J.Meteorol. Soc.J.P.**, v.71, p.581-610, 1993.

KOUSKY, V. E. Pentad outgoing longwave radiation climatology for the South American sector. **Revista Brasileira de Meteorologia.**, v.3, p.217-231,1988.

LUCAS, T. P. B.; ABREU, M. L. Caracterização climática dos padrões de ventos associados a eventos extremos de precipitação em Belo Horizonte – MG. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 14, n. 23, p. 135-152, 2º sem. 2004.

MANN, H. B. Econometrica. **The Econometric Society**, v.13, n.3, p.245-259, 1945.

MARENGO, J. A.; LIEBMANN, B.; GRIMM, A. M.; MISRA, V.; DIAS, P. L. S.; CAVALCANTI, I. F. A.; CARVALHO, L. M. V.; BERBERY, E. H.; AMBRIZZI, T.; VERA, C. S.; SAULO, A. C.; NOGUES-PAEGLE, J.; ZIPSER, E.; SETH, A.; ALVES, L. M. Review recent developments on the South American monsoon system. **International Journal of Climatology**, v. 32, n. 1, p.1-21, jan. 2012.

MELLO, C. A.; SÁ, M. A. C.; CURI, N.; MELLO, J. M.; VIOLA, M. R.; SILVA, A.M. **Erosividade mensal e anual da chuva no Estado de Minas Gerais**, v.42, n.4, p. 537-545, abr. 2007.

MELLO, C. R.; SILVA, A. M.; LIMA, J. M.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, M. S. Modelos matemáticos para predição da chuva de projeto para regiões do Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.1, p.Jan./Abr. 2003.

MINUZZI, R. B.; SEDIYAMA, G. C.; COSTA, J. M. N.; VIANELLO, R. L. Influência do fenômeno climático El Niño no período chuvoso da região sudeste do Brasil. **Geografia**, v.15, n.2, jul/dez. 2006.

MINUZZI, R. B.; SEDIYAMA, G. C.; BARBOSA, E. M.; J E. M, J. C. F. M. Climatologia do comportamento do período chuvoso da região sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.22, n.3, 338-344, 2007 a.

MINUZZI, R. B.; SEDIYAMA, G. C.; COSTA, J. M. N.; VIANELLO, R. L. Influência da La Niña na estação chuvosa da região sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.22, n.3,p. 345-353, dez/2007 b.

MINUZZI, R.B. Tendências na variabilidade climática de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.12, p. 288 – 293, 2010.

MORAN, J. M.; MORGAN, M. D. Meteorology: The atmosphere and the science

of weather. **Minneapolis: Burgess Publishing**. 502 p. 29, 33, 38. 1986

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). **Changes to the Oceanic Niño Index (ONI)**, 2013, Estados Unidos da América. Disponível em: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml>

OLIVEIRA, J. C.; LIMA, S. M.; LEMOS, J. C.; CASAGRANDE, B.; BORGES, E. A.; SILVA, D. B.; FERRETE, J. A.; REZENDE, K. A utilização da ovitrampa como prevenção do *Aedes* e controle do Dengue no Distrito de Martinésia, Uberlândia (MG). III Encontro da ANPPAS, 2006, Brasília. **Anais**. 2006.

PADILHA REINKE, C. K.; SATYAMURTY, P. Um Caso de Estagnação de Ar Quente e Seco sobre a Região Central do Brasil. In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 2004, Fortaleza. **Anais**. 2004.

PETTERSEN, S. Weather Analysis and Forecasting. New York, **McGraw-Hill Book Company**, 428p .1956.

PHILANDER, S. G. El Niño and La Niña. **J. Atmos. Sci.**, v. 42, n. 23, p. 2652-2662,1985.

REBOITA, M. S.; GAN, M. A.; ROCHA, R. P.; AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, n. 2, p.185-204, jun. 2010.

REBOITA, M. S.; KRUSCHE, N.; ROCHA, R. P. Entendendo o Tempo e o Clima na América do Sul, artigo submetido em 2012.

SANTOS, R. S. **Homogeneidade e reconstrução de séries climatológicas para localidades no estado de Minas Gerais**. 2012. 82 p. Dissertação (Doutorado em Meteorologia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa. 2012.

SATYAMURTY, P., MATTOS, L. F. Climatological Lower Tropospheric Frontogenesis in the Midlatitudes due to Horizontal Deformation and Divergence. **Monthly Weather Review**, 117, n. 6, p. 1355-1364, 1989.

SECRETARIA DE ESTADO DE TURISMO DE MINAS GERAIS. Localização Geográfica de Minas Gerais, 2012, Belo Horizonte. Disponível em: <http://www.turismo.mg.gov.br/minas-gerais/perfil>>

SILVA, A.E. **Variabilidade da circulação e transporte de umidade no regime de Monção da América do Sul**. 2009. 137p. Dissertação (Doutorado em Meteorologia) - Universidade de São Paulo. 2009.

SILVA, V. DE P. R. DA; CAVALCANTI, E. P.; BRAGA, C. C.; AZEVEDO, P. V. Evaluating trends in solar radiation based on data fields from the NCEP/NACR reanalysis

and measurements, 7th EMS Annual Meeting/8th ECAM. El Escorial, 2007, Madrid
Anais... Madrid: European Meteorological Society, 2007. CD-Rom.

SILVA, L.J. **Frentes frias na região sul de Minas Gerais (RSMG)**. 2011. 36p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de engenharia ambiental) - Universidade Federal de Itajubá. 2011.

SIQUEIRA, H. R.; ALVES, G. F.; GUIMARÃES, E. C. **COMPORTAMENTO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA MENSAL DO ESTADO DE MINAS GERAIS: ANÁLISE ESPACIAL E TEMPORAL. Programa de infra-estrutura para jovens doutores**. 2003

SOUZA, M. J. H.; GUIMARÃES, M. C. A.; GUIMARÃES, C. D. L.; FREITAS, W.S.; OLIVEIRA, A. M. S. Potencial agroclimático para a cultura da acerola no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.10, n.2, p.390–396, 2006

SOUZA, L. R. S.; AMANAJÁS, J. C. A.; SILVA, A. P. N.; BRAGA, C. C.; CORREIA, M. F. Determinação de padrões espaço-temporal e regiões homogêneas de precipitação pluvial no estado de Minas Gerais. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 8, n. 2, p. 265-280, abr. /jun. 2011.

SUGAHARA, S.; ROCHA, R.P.; YNOUE, R.Y.; SILVEIRA, R.B. Homogeneity assessment of a station climate series (1933–2005) in the Metropolitan Area of São Paulo: instruments change and urbanization effects. **Theor Appl Climatol**, 2011.

TAVARES, C. T.; SILVA, A. C. F. Urbanização, Chuvas de verão e inundações: uma análise episódica. **Climatologia e Estudos da Paisagem**, v.3, n.1, p.4, jan/jun 2008.

TONIETTO, J.; VIANELLO, R. L.; REGINA, M.A.; Caracterização macroclimática e potencial enológico de diferentes regiões com vocação vitícola de Minas Gerais. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte v.27, n.234,p.32-55, set./out.2006

TORETI, A.; Kuglitsch, F.G.; Xoplaki, E.; Della-Marta, P.M.; Aguilar, E.; Prohom, M.; Luterbacher, J. Short Communication A note on the use of the standard normal homogeneity test to detect inhomogeneities in climatic time series. **International Journal Of Climatology**. 2010.

TRIOLA, M. Introdução à estatística. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

VERA, C.; HIGGINS, W.; AMADOR, J.; AMBRIZZI, T.; GARREAUD, R.; GOCHIS, D.; LETTENMAIER, D. D.; MARENGO, J.; MECHOSO, C. R.; NOGUÉS-PAEGLE, J.; SILVA DIAS, P. L.;ZHANG, C. A unified view of the American Monsoon Systems. **Journal of Climate** special issue for the 1st CLIVAR Science Conference, 2005. (Accepted).

VERA, C.; HIGGINS, W.; AMBRIZZI, T.; AMADOR, J.; GARREAUD, R.; GOCHIS, D.; GUTZLER, D.; LETTENMAIER, D.; MARENGO, J.; MECHOSO, C. R.; NOGUES-PAEGLE.; SILVA DIAS, P. L.; ZHANG, C. Toward a unified view of the American monsoon systems. **Journal of Climate**, v. 19, n. 20, p. 4977-5000, out. 2006.

VIANELLO, R. L.; MAIA, L. P. G. Estudo preliminar da climatologia dinâmica do Estado de Minas Gerais. **Revista Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 138, p. 6-8, 1986.

WILKS, D. **Statistical Methods in the Atmospheric Sciences**. 2^o ed. Academic Press. p.627 . 2006.

WMO n° 100, 1983. **Guide to Climatological Practices**, 2^a Ed., Secretariat of the World Meteorological Organization, Geneva. 1983.

XAVIER, T. M. B. S., SILVA, J. F. e REBELLO, E. R. G., 2002. A Técnica dos Quantis. Thesaurus, Brasília. 2002.

ZHOU, J., LAU, K. M. Does a Monsoon Climate Exist Over South America? **Journal of Climate**, v.11, n.5, p.1020 - 1040. 1998.

ZIMERMANN, R. H.; MORAES, O. L. M.; TEICHRIEB, C. A.; PIVA, E. D.; ANABOR, V. Redução de escala de dados de vento de modelos regionais para modelos de dispersão atmosférica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.27, n.1, p.23 - 30, ago. 2012.

9 ANEXOS

9.1 Anexo 1: Controle de qualidade para testar a homogeneidade (teste SNHT). As estações marcadas de vermelho foram descartadas.

Códigos dos (PP)	Lat (-)	Lon (-)	SNHT (hxx)	Códigos dos (PP)	Lat (-)	Lon (-)	SNHT (hxx)
MG_19	14.31361111	44.46027778	4.3711	MG_248	16.35138889	46.88972222	3.2006
MG_20	14.43111111	44.48166667	3.6645	MG_250	16.52972222	46.72111111	4.1226
MG_22	14.7475	44.41111111	2.2715	MG_251	16.50277778	46.66277778	3.6359
MG_23	14.26583333	44.15722222	2.7998	MG_253	16.20888889	47.2325	3.3173
MG_24	14.28055556	44.40944444	3.4072	MG_254	17.70555556	40.75972222	2.7842
MG_29	14.83611111	45.17333333	2.9350	MG_255	17.8375	40.37722222	1.9709
MG_38	15.58083333	41.40861111	5.3048	MG_259	17.32055556	40.67611111	3.6789
MG_39	15.48972222	41.45777778	2.4146	MG_261	17.595	41.49277778	4.6699
MG_55	15.31666667	42.02277778	2.0612	MG_262	17.49111111	41.23944444	8.8363
MG_56	15.59833333	42.5475	2.7140	MG_263	17.62944444	41.73722222	2.7969
MG_57	15.63666667	42.94361111	6.5489	MG_266	17.73861111	41.12111111	4.8396
MG_63	15.34111111	43.67527778	7.0766	MG_268	17.07277778	41.48305556	2.1018
MG_73	15.77555556	43.27972222	5.0568	MG_277	17.53277778	43.01222222	5.5249
MG_91	15.94944444	44.86805556	5.5980	MG_281	17.69166667	42.52611111	6.4111
MG_96	15.59861111	44.39305556	7.9898	MG_284	17.84555556	42.07555556	3.0616
MG_97	15.0225	44.05361111	2.0540	MG_286	17.99222222	42.39388889	8.0378
MG_98	15.93027778	44.00416667	2.7855	MG_287	17.97111111	42.11555556	3.2490
MG_105	15.70416667	44.02861111	2.8340	MG_296	17.31277778	42.10277778	3.6928
MG_110	15.50222222	45.39	1.7569	MG_310	17.59361111	44.71611111	2.2552
MG_114	15.92444444	46.10972222	4.6744	MG_311	17.89	44.57666667	4.6644
MG_115	15.61583333	46.415	3.5349	MG_323	17.99527778	44.17666667	14.5116
MG_123	16.13861111	40.29027778	3.2370	MG_328	17.14583333	45.88027778	2.3289
MG_124	16.12027778	40.73944444	1.9957	MG_329	17.11111111	45.43777778	6.6034
MG_131	16.56833333	41.50305556	1.9299	MG_330	17.02694444	45.54055556	5.4503
MG_132	16.4275	41.01388889	2.0023	MG_332	17.82527778	45.47916667	5.5631
MG_135	16.68944444	41.49833333	1.9080	MG_336	17.03083333	46.01361111	1.5628
MG_137	16.61805556	41.7675	8.7095	MG_337	17.25527778	46.47388889	2.4488
MG_138	16.23	41.48083333	1.7165	MG_339	17.66361111	46.355	6.1996
MG_148	16.61305556	42.18694444	2.6634	MG_340	17.50277778	46.57166667	4.2381
MG_153	16.67888889	42.48555556	4.7310	MG_346	17.04194444	46.81777778	7.6252
MG_154	16.41194444	42.26833333	1.6689	MG_347	17.91555556	47.01055556	5.8846
MG_159	16.86	42.3475	2.4442	MG_348	17.61333333	46.85861111	3.1873
MG_160	16.59055556	42.91861111	2.0620	MG_349	17.7725	47.09861111	3.0207
MG_188	16.32222222	43.715	2.7564	MG_351	18.57472222	41.91777778	2.2590
MG_224	16.20638889	44.42527778	3.7889	MG_352	18.23861111	41.74861111	2.3400
MG_225	16.7025	44.11722222	3.0373	MG_355	18.68111111	41.19666667	2.4721
MG_231	16.37166667	45.08277778	3.1699	MG_356	18.20305556	41.24833333	3.8812
MG_233	16.28166667	45.41416667	2.0605	MG_357	18.04694444	41.11444444	4.1831
MG_234	16.26861111	45.23777778	1.7897	MG_358	18.97638889	41.64027778	2.2256
MG_235	16.30027778	45.74222222	3.0108	MG_361	18.76305556	41.30833333	2.5519
MG_237	16.90888889	45.37861111	3.7818	MG_362	18.77694444	41.48277778	2.5073
MG_239	16.65694444	45.08083333	5.6791	MG_363	18.88305556	41.95027778	3.9806
MG_240	16.80722222	45.03027778	7.9909	MG_369	18.35833333	42.59555556	2.2934
MG_245	16.42861111	45.74222222	3.4576	MG_370	18.61194444	42.27861111	5.5140
MG_247	16.82972222	46.32222222	11.8198	MG_372	18.77222222	42.93111111	2.1934

Códigos dos (PP)	Lat (-)	Lon (-)	SNHT (hxx)	Códigos dos (PP)	Lat (-)	Lon (-)	SNHT (hxx)
MG_373	18.20111111	42.45527778	4.6022	MG_474	18.77194444	49.06972222	6.4913
MG_378	18.55277778	42.76416667	2.4315	MG_479	19.79888889	41.70611111	5.0861
MG_381	18.63555556	43.96583333	3.7938	MG_482	19.34305556	41.24611111	2.8728
MG_383	18.46555556	43.74305556	2.7374	MG_483	19.06166667	41.53277778	4.1858
MG_384	18.11333333	43.52027778	5.4533	MG_484	19.59472222	41.45805556	6.1952
MG_391	18.59277778	43.4125	3.4909	MG_486	19.4925	41.16166667	2.1967
MG_392	18.27972222	43.00055556	7.8528	MG_487	19.67833333	41.83611111	6.8675
MG_397	18.3	44.22277778	2.2118	MG_493	19.16166667	41.86222222	2.5417
MG_402	18.64388889	44.04805556	5.4165	MG_494	19.81111111	41.43777778	3.7515
MG_403	18.67138889	44.19138889	2.1133	MG_499	19.83361111	42.31777778	3.2068
MG_408	18.37222222	44.44361111	1.7351	MG_503	19.99888889	42.3475	5.3706
MG_409	18.20111111	44.57722222	2.2049	MG_505	19.37361111	42.105	5.2267
MG_410	18.54166667	44.59888889	4.0909	MG_517	19.52472222	42.64416667	3.8284
MG_414	18.46444444	45.64666667	1.9820	MG_518	19.31638889	42.39611111	6.1069
MG_416	18.84138889	45.85138889	3.0249	MG_519	19.81583333	42.47694444	2.0078
MG_423	18.34361111	45.83666667	1.5885	MG_520	19.18861111	42.42277778	3.6114
MG_424	18.99972222	45.96611111	4.0808	MG_523	19.92277778	43.17777778	3.2286
MG_427	18.03833333	45.52361111	4.3260	MG_524	19.01666667	43.44416667	2.8537
MG_430	18.95805556	45.10222222	3.9776	MG_525	19.25027778	43.01444444	5.9693
MG_433	18.93	46.96666667	3.4226	MG_526	19.52055556	43.74444444	2.5735
MG_434	18.70694444	46.03694444	3.2890	MG_528	19.89305556	43.815	8.3679
MG_435	18.84972222	46.80083333	6.8152	MG_529	19.94527778	43.40111111	8.0362
MG_436	18.4125	46.42222222	4.0858	MG_530	19.44194444	43.11777778	5.4314
MG_437	18.55944444	46.80027778	5.4358	MG_531	19.68722222	43.92083333	7.5576
MG_438	18.84111111	46.55083333	3.4667	MG_532	19.90055556	43.6675	4.9048
MG_439	18.005	46.91111111	11.1652	MG_544	19.945	43.9125	10.0729
MG_440	18.03388889	46.41944444	8.6223	MG_545	19.66388889	43.68805556	5.9516
MG_441	18.64111111	46.33444444	4.0012	MG_546	19.68972222	43.58555556	7.6267
MG_443	18.37361111	46.915	3.3650	MG_547	19.2175	43.37416667	2.8410
MG_445	18.18277778	46.80416667	3.6386	MG_549	19.88083333	43.3675	3.8082
MG_447	18.72055556	47.52444444	3.0239	MG_557	19.21888889	43.58805556	2.5759
MG_448	18.73805556	47.69	3.7979	MG_563	19.11972222	43.8375	4.0792
MG_449	18.49111111	47.40638889	5.4118	MG_564	19.56138889	43.91777778	12.2288
MG_451	18.57888889	47.87916667	13.6899	MG_584	19.95555556	44.30666667	7.8833
MG_452	18.47111111	47.18833333	2.7406	MG_587	19.87972222	44.42166667	5.4844
MG_454	18.98194444	47.4575	2.7162	MG_589	19.63444444	44.05333333	5.1430
MG_455	18.29833333	47.12194444	9.0804	MG_590	19.26805556	44.40166667	3.6098
MG_459	18.87222222	48.86944444	11.0380	MG_591	19.72805556	44.80666667	3.6048
MG_463	18.69833333	48.78194444	13.7883	MG_599	19.01305556	44.03666667	3.7682
MG_464	18.60083333	48.69083333	9.2780	MG_600	19.69611111	44.92944444	5.0171
MG_465	18.49222222	48.90277778	1.6064	MG_603	19.23722222	44.12305556	6.5443
MG_466	18.8625	48.58388889	2.0995	MG_605	19.96416667	44.45194444	4.7658
MG_467	18.65111111	48.20916667	4.3958	MG_606	19.95555556	44.33444444	10.2224
MG_470	18.94111111	49.46305556	4.3215	MG_609	19.42333333	44.54833333	9.4554
MG_471	18.69194444	49.94861111	9.9307	MG_616	19.42833333	44.71972222	2.5969

Códigos dos (PP)	Lat (-)	Lon (-)	SNHT (hxx)	Códigos Dos (PP)	Lat (-)	Lon (-)	SNHT (hxx)
MG_620	19.97333333	44.18805556	9.1110	MG_724	20.29888889	42.47805556	11.8366
MG_622	19.56305556	44.44694444	3.3306	MG_725	20.22611111	42.65	2.0534
MG_624	19.98277778	44.49222222	2.3535	MG_728	20.76944444	42.30111111	4.8474
MG_629	19.39472222	45.88444444	1.8333	MG_730	20.6825	42.80666667	6.2400
MG_631	19.75166667	45.11694444	2.9091	MG_731	20.27722222	42.32555556	10.8075
MG_633	19.7425	45.255	2.7722	MG_732	20.38472222	42.90277778	4.3539
MG_640	19.46861111	45.60166667	3.0084	MG_737	20.01138889	42.67416667	3.9659
MG_644	19.16305556	45.4425	2.5041	MG_743	20.17916667	43.94277778	3.2739
MG_645	19.66555556	45.65222222	2.3052	MG_745	20.13777778	43.8925	7.9726
MG_646	19.27861111	45.28583333	3.0993	MG_746	20.665	43.77777778	7.8856
MG_647	19.33222222	45.22805556	5.2794	MG_750	20.3625	43.14388889	5.9303
MG_649	19.87944444	46.03277778	2.8884	MG_751	20.69055556	43.29944444	1.6556
MG_653	19.475	46.54194444	3.5404	MG_752	20.39	43.18027778	5.4377
MG_654	19.07055556	46.79583333	3.0169	MG_754	20.52194444	43.83	4.3543
MG_656	19.51666667	46.57111111	3.2972	MG_755	20.67027778	43.08805556	4.2912
MG_657	19.11277778	46.68833333	3.4227	MG_759	20.95583333	43.80083333	6.2370
MG_658	19.31527778	46.04444444	2.5674	MG_766	20.51666667	43.01666667	5.7516
MG_659	19.75138889	46.41194444	3.3297	MG_783	20.8475	43.24194444	3.4593
MG_660	19.92694444	46.82527778	6.9956	MG_784	20.28555556	43.09888889	3.3308
MG_666	19.00333333	46.30611111	2.9549	MG_789	20.16472222	43.89194444	7.4163
MG_668	19.31583333	47.52611111	4.8472	MG_790	20.12611111	43.95027778	8.6289
MG_669	19.93027778	47.54277778	1.9069	MG_795	20.30527778	43.61638889	3.5784
MG_673	19.14666667	47.18472222	1.9532	MG_798	20.09694444	43.48805556	7.7443
MG_674	19.34861111	47.29527778	6.1920	MG_799	20.30111111	43.79805556	7.2209
MG_675	19.87861111	47.35472222	5.8855	MG_803	20.07138889	44.57027778	8.0993
MG_676	19.5375	47.45305556	2.7926	MG_804	20.19222222	44.79361111	4.1379
MG_687	19.67305556	48.30972222	3.8206	MG_807	20.13694444	44.89194444	6.2401
MG_688	19.24694444	48.56611111	4.7729	MG_808	20.66111111	44.07055556	7.7708
MG_689	19.98833333	48.19027778	4.7978	MG_809	20.19777778	44.12083333	7.6534
MG_690	19.77055556	48.57416667	5.4034	MG_810	20.62527778	44.43333333	11.2511
MG_691	19.9075	48.69361111	3.3306	MG_813	20.04277778	44.04333333	6.3307
MG_695	19.81666667	49.75	5.4426	MG_817	20.16916667	44.515	4.9551
MG_696	19.35972222	49.18027778	5.4497	MG_820	20.05138889	44.45166667	6.6688
MG_697	19.21333333	49.78805556	10.5910	MG_821	20.06833333	44.49222222	8.3395
MG_698	19.54222222	49.48305556	6.4922	MG_822	20.10555556	44.40111111	9.2970
MG_699	19.69805556	49.08388889	7.7725	MG_825	20.0075	44.33111111	6.1744
MG_700	19.03527778	49.69666667	10.0832	MG_827	20.12972222	44.47444444	6.5835
MG_701	19.8925	49.37138889	3.2482	MG_828	20.74083333	44.78333333	2.6833
MG_702	19.72472222	50.19166667	8.8229	MG_830	20.94416667	44.9075	4.6950
MG_703	19.20805556	50.66277778	3.6277	MG_831	20.92361111	44.23833333	4.2697
MG_707	20.69388889	41.92194444	12.8854	MG_833	20.63527778	44.04888889	5.9170
MG_710	20.10805556	41.72833333	9.6733	MG_834	20.10222222	44.48472222	6.3670
MG_713	20.1825	41.96111111	13.6614	MG_835	20.5625	44.8675	4.8640
MG_714	20.74	42.02388889	11.1835	MG_836	20.00027778	44.46166667	6.7414
MG_722	20.10361111	42.44	3.8451	MG_840	20.02388889	44.46805556	7.8587

Códigos das Estações (PP)	Lat (-)	Lon (-)	SNHT (hxx)	Códigos das Estações (PP)	Lat (-)	Lon (-)	SNHT (hxx)
MG_842	20.89722222	44.50027778	4.0051	MG_941	21.49944444	43.15361111	4.1694
MG_843	20.045	44.40777778	7.6909	MG_956	21.43111111	43.55305556	15.5869
MG_844	20.06861111	44.345	6.1802	MG_958	21.03388889	44.77194444	4.3935
MG_845	20.08666667	44.42722222	9.8430	MG_959	21.94722222	44.19388889	8.6861
MG_848	20.02111111	45.96611111	2.8073	MG_960	21.1225	44.2325	1.9808
MG_849	20.17888889	45.70027778	2.4122	MG_961	21.98972222	44.93861111	9.6544
MG_851	20.905	45.125	6.7197	MG_962	21.95111111	44.87611111	6.9037
MG_852	20.47222222	45.03611111	4.4484	MG_963	21.32083333	44.87277778	10.4132
MG_857	20.29472222	45.54277778	3.5035	MG_964	21.50694444	44.91555556	7.2876
MG_858	20.03666667	45.53527778	5.6654	MG_967	21.165	44.13555556	5.3509
MG_859	20.46194444	45.945	3.1393	MG_968	21.69916667	44.43888889	5.5378
MG_860	20.08444444	45.29666667	1.6165	MG_974	21.98722222	44.03222222	2.4116
MG_862	20.76	45.27416667	3.0540	MG_976	21.97722222	44.60333333	6.1225
MG_863	20.45722222	45.41916667	2.2086	MG_977	21.73472222	44.31222222	10.0000
MG_865	20.94527778	45.82361111	6.7103	MG_978	21.05555556	44.20888889	3.7640
MG_875	20.10166667	46.055	1.9949	MG_979	21.67472222	44.34055556	4.1916
MG_877	20.34777778	46.84583333	3.4999	MG_980	21.74583333	44.35472222	4.8392
MG_879	20.81166667	46.80805556	3.3653	MG_981	21.14305556	44.73777778	12.7376
MG_881	20.33	46.36611111	1.8586	MG_982	21.18944444	44.32888889	10.5446
MG_886	20.1475	46.28472222	2.2006	MG_983	21.99805556	44.46361111	2.5701
MG_888	20.67583333	46.32305556	2.0530	MG_988	21.83527778	44.80083333	3.2556
MG_893	20.01361111	47.01916667	4.9158	MG_989	21.48416667	44.64333333	8.0667
MG_894	20.28722222	47.06416667	2.6793	MG_992	21.88722222	45.07916667	6.9399
MG_905	21.30694444	42.86055556	11.8393	MG_994	21.72083333	45.26444444	8.5590
MG_907	21.14861111	42.21555556	4.8360	MG_998	21.34361111	45.17027778	3.2056
MG_909	21.05027778	42.51555556	7.4958	MG_999	21.87416667	45.25833333	3.1427
MG_911	21.47138889	42.81305556	5.1925	MG_1000	21.91916667	45.47888889	1.8049
MG_912	21.65805556	42.34277778	4.5976	MG_1008	21.76027778	45.53777778	4.0688
MG_913	21.76916667	42.53972222	3.6807	MG_1010	21.67833333	45.25972222	6.9141
MG_920	21.30944444	43.20222222	3.4200	MG_1011	21.2575	45.17361111	4.2959
MG_921	21.35555556	43.05027778	9.8492	MG_1013	21.61055556	45.48944444	7.0661
MG_922	21.14916667	43.52	2.9375	MG_1014	21.78638889	45.44027778	6.0596
MG_924	21.27888889	43.82	1.7365	MG_1016	21.19277778	45.44861111	4.9773
MG_925	21.18722222	43.98	4.7530	MG_1023	21.24055556	45.75722222	4.5572
MG_926	21.19277778	43.61388889	5.1939	MG_1024	21.4525	45.94416667	2.9286
MG_927	21.42722222	43.95944444	3.8329	MG_1025	21.36138889	45.50111111	18.1334
MG_928	21.27472222	43.87861111	1.8705	MG_1026	21.46111111	45.22138889	5.3859
MG_930	21.75777778	43.91777778	6.8900	MG_1034	21.29361111	46.70388889	4.7694
MG_932	21.89638889	43.04138889	4.4965	MG_1035	21.27888889	46.36083333	2.8686
MG_935	21.86916667	43.55555556	17.4929	MG_1036	21.7225	46.43861111	2.5046
MG_936	21.355	43.24694444	4.1362	MG_1037	21.79083333	46.12416667	2.2913
MG_937	21.4725	43.12111111	3.8577	MG_1038	21.38055556	46.51888889	4.6393
MG_938	21.85555556	43.88638889	9.1412	MG_1047	21.29277778	46.7975	3.4051
MG_939	21.59416667	43.50527778	11.1382	MG_1048	21.31361111	46.87222222	9.9401
MG_940	21.96638889	43.3725	12.4164	MG_1050	21.13305556	47.02194444	7.6613

Códigos das Estações (PP)	Lat (-)	Lon (-)	SNHT (hxx)	Códigos das Estações (PP)	Lat (-)	Lon (-)	SNHT (hxx)
MG_1053	22.01166667	43.875	9.0910	MG_1100	22.38583333	45.88472222	7.3738
MG_1055	22.15055556	44.09	5.4343	MG_1101	22.40694444	45.215	4.9183
MG_1056	22.24305556	44.26361111	5.8154	MG_1102	22.31472222	45.37305556	3.7478
MG_1057	22.12111111	44.8425	9.9110	MG_1103	22.03416667	45.83527778	9.6162
MG_1060	22.12694444	44.40833333	1.6474	MG_1104	22.16222222	45.45805556	3.1553
MG_1061	22.33888889	44.59083333	6.0309	MG_1106	22.74527778	45.74472222	3.6918
MG_1067	22.02611111	44.17361111	5.1783	MG_1111	22	45	2.6066
MG_1068	22.17	44.63694444	9.6040	MG_1114	22.60777778	46.03944444	5.5743
MG_1070	22.03333333	44.31666667	6.9168	MG_1116	22.28861111	46.61916667	3.8076
MG_1074	22.19916667	44.97333333	4.2025	MG_1120	22.32111111	46.32944444	9.7155
MG_1078	22.25138889	45.70888889	8.8272	MG_1121	22.76	46.14694444	7.1048
MG_1079	22.50972222	45.28666667	10.5788	MG_1127	22.27722222	46.16388889	2.1288
MG_1080	22.21027778	45.26583333	6.2519				
MG_1081	22.41416667	45.79083333	3.3692				
MG_1088	22.43333333	45.45	11.2466				
MG_1091	22.24472222	45.95972222	3.5551				
MG_1093	22.11666667	45.13333333	6.1212				

9.2 Anexo 2: Tabela com os valores críticos do teste estatístico SNHT para 6 níveis críticos

Os valores críticos do SNHT

Valores críticos da estatística T do teste SNHT para vários tamanhos de amostra correspondentes a seis níveis críticos

Tamanho da amostra	Nível crítico (%)						Tamanho da amostra	Nível crítico (%)					
	90	92	94	95	97.5	99		90	92	94	95	97.5	99
10	4.964	5.197	5.473	5.637	6.188	6.769	145	8.063	8.529	9.120	9.490	10.877	12.660
12	5.288	5.554	5.876	6.068	6.729	7.459	150	8.086	8.554	9.147	9.519	10.906	12.694
14	5.540	5.831	6.187	6.402	7.152	8.001	155	8.111	8.578	9.172	9.543	10.933	12.725
16	5.749	6.059	6.441	6.674	7.492	8.440	160	8.133	8.601	9.195	9.569	10.966	12.759
18	5.922	6.248	6.652	6.899	7.775	8.807	165	8.155	8.625	9.222	9.596	10.992	12.793
20	6.070	6.410	6.830	7.089	8.013	9.113	170	8.174	8.643	9.241	9.615	11.016	12.820
22	6.200	6.551	6.988	7.257	8.220	9.380	175	8.195	8.666	9.265	9.641	11.046	12.851
24	6.315	6.675	7.123	7.400	8.400	9.609	180	8.214	8.685	9.283	9.658	11.062	12.872
26	6.417	6.785	7.246	7.529	8.558	9.812	185	8.233	8.706	9.307	9.683	11.089	12.904
28	6.509	6.884	7.353	7.643	8.697	9.993	190	8.252	8.725	9.325	9.701	11.110	12.930
30	6.592	6.973	7.451	7.747	8.825	10.153	195	8.268	8.741	9.343	9.720	11.132	12.956
32	6.669	7.056	7.541	7.841	8.941	10.300	200	8.286	8.761	9.364	9.741	11.156	12.982
34	6.741	7.132	7.625	7.930	9.050	10.434	225	8.361	8.838	9.446	9.826	11.247	13.083
36	6.803	7.201	7.699	8.009	9.143	10.552	250	8.429	8.908	9.516	9.898	11.329	13.175
38	6.864	7.263	7.768	8.081	9.230	10.663	275	8.489	8.970	9.581	9.966	11.399	13.248
40	6.921	7.324	7.835	8.151	9.317	10.771	300	8.540	9.022	9.635	10.020	11.460	13.326
42	6.972	7.380	7.894	8.214	9.390	10.865	325	8.587	9.070	9.685	10.071	11.517	13.389
44	7.022	7.433	7.951	8.273	9.463	10.957	350	8.633	9.117	9.732	10.118	11.565	13.440
46	7.071	7.484	8.007	8.331	9.530	11.040	375	8.670	9.157	9.775	10.161	11.613	13.494
48	7.112	7.529	8.054	8.382	9.592	11.116	400	8.706	9.193	9.814	10.202	11.654	13.542
50	7.154	7.573	8.103	8.432	9.653	11.193	425	8.738	9.224	9.844	10.234	11.692	13.580
52	7.194	7.616	8.149	8.480	9.711	11.259	450	8.771	9.260	9.882	10.272	11.730	13.623
54	7.229	7.654	8.190	8.524	9.760	11.324	475	8.798	9.288	9.912	10.302	11.761	13.655
56	7.264	7.690	8.230	8.566	9.810	11.382	500	8.828	9.317	9.939	10.330	11.795	13.690
58	7.299	7.727	8.268	8.606	9.859	11.446	525	8.854	9.344	9.967	10.360	11.827	13.730
60	7.333	7.764	8.308	8.647	9.906	11.498	550	8.878	9.369	9.995	10.386	11.854	13.751
62	7.363	7.796	8.343	8.683	9.947	11.548	575	8.901	9.391	10.016	10.408	11.878	13.782
64	7.392	7.827	8.375	8.717	9.985	11.599	600	8.923	9.414	10.040	10.431	11.904	13.813
66	7.421	7.857	8.408	8.752	10.026	11.648	650	8.963	9.455	10.083	10.476	11.949	13.856
68	7.449	7.886	8.439	8.784	10.067	11.692	700	9.001	9.493	10.119	10.511	11.986	13.904
70	7.475	7.913	8.467	8.814	10.099	11.737	750	9.033	9.524	10.152	10.547	12.026	13.947
72	7.499	7.938	8.496	8.844	10.134	11.776	800	9.063	9.557	10.187	10.580	12.059	13.975
74	7.525	7.965	8.523	8.873	10.171	11.822	850	9.093	9.587	10.216	10.612	12.096	14.023
76	7.547	7.989	8.548	8.898	10.200	11.858	900	9.119	9.614	10.244	10.640	12.120	14.041
78	7.570	8.013	8.575	8.926	10.230	11.895	950	9.143	9.638	10.269	10.665	12.149	14.070
80	7.591	8.035	8.599	8.951	10.259	11.928	1000	9.168	9.664	10.295	10.692	12.176	14.105
82	7.613	8.059	8.623	8.976	10.290	11.966	1100	9.211	9.708	10.339	10.736	12.220	14.150
84	7.634	8.079	8.647	9.001	10.315	11.995	1200	9.246	9.745	10.377	10.775	12.263	14.197
86	7.655	8.102	8.670	9.026	10.347	12.033	1300	9.283	9.781	10.415	10.812	12.304	14.235
88	7.673	8.121	8.691	9.047	10.370	12.059	1400	9.313	9.812	10.446	10.845	12.340	14.271
90	7.692	8.140	8.710	9.067	10.394	12.089	1500	9.347	9.846	10.481	10.880	12.374	14.312
92	7.711	8.160	8.732	9.090	10.417	12.120	1600	9.372	9.871	10.506	10.904	12.396	14.339
94	7.730	8.181	8.752	9.110	10.447	12.153	2000	9.464	9.965	10.603	11.002	12.500	14.443
96	7.745	8.196	8.770	9.127	10.465	12.175	2500	9.551	10.052	10.690	11.089	12.591	14.540
98	7.762	8.214	8.788	9.147	10.484	12.196	3000	9.618	10.121	10.760	11.161	12.664	14.619
100	7.778	8.231	8.807	9.167	10.507	12.228	3500	9.675	10.178	10.818	11.219	12.727	14.683
105	7.819	8.273	8.851	9.214	10.562	12.291	4000	9.727	10.229	10.869	11.271	12.779	14.734
110	7.856	8.312	8.892	9.255	10.608	12.343	4500	9.766	10.269	10.911	11.313	12.820	14.777
115	7.891	8.350	8.931	9.296	10.656	12.401	5000	9.803	10.307	10.948	11.349	12.859	14.817
120	7.921	8.380	8.963	9.330	10.694	12.446	7500	9.938	10.442	11.085	11.487	12.997	14.959
125	7.952	8.413	8.999	9.365	10.735	12.488	10000	10.031	10.537	11.180	11.584	13.095	15.063
130	7.983	8.446	9.032	9.400	10.772	12.538	15000	10.152	10.658	11.302	11.707	13.221	15.186
135	8.010	8.474	9.063	9.431	10.808	12.579	20000	10.236	10.743	11.388	11.791	13.305	15.271
140	8.038	8.501	9.092	9.462	10.845	12.621	50000	10.480	10.988	11.634	12.039	13.556	15.523

Fonte: Adaptado Khaliq & Ouarda (2007).

9.3 Anexo 3: Tabela ONI com os anos de El Niño, Neutro e La Niña.

ANO	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
1990	0.1	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4
1991	0.3	0.2	0.2	0.3	0.5	0.7	0.8	0.7	0.7	0.8	1.2	1.4
1992	1.6	1.5	1.4	1.2	1.0	0.7	0.3	0.0	-0.2	-0.3	-0.2	0.0
1993	0.2	0.3	0.5	0.6	0.6	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
1994	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7	1.0	1.2
1995	1.0	0.8	0.6	0.3	0.2	0.0	-0.2	-0.4	-0.7	-0.8	-0.9	-0.9
1996	-0.9	-0.8	-0.6	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.5
1997	-0.5	-0.4	-0.1	0.2	0.7	1.2	1.5	1.8	2.1	2.3	2.4	2.3
1998	2.2	1.8	1.4	0.9	0.4	-0.2	-0.7	-1.0	-1.2	-1.3	-1.4	-1.5
1999	-1.5	-1.3	-1.0	-0.9	-0.9	-1.0	-1.0	-1.1	-1.1	-1.3	-1.5	-1.7
2000	-1.7	-1.5	-1.2	-0.9	-0.8	-0.7	-0.6	-0.5	-0.6	-0.6	-0.8	-0.8
2001	-0.7	-0.6	-0.5	-0.4	-0.2	-0.1	0.0	0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3
2002	-0.2	0.0	0.1	0.3	0.5	0.7	0.8	0.8	0.9	1.2	1.3	1.3
2003	1.1	0.8	0.4	0.0	-0.2	-0.1	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3
2004	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7
2005	0.6	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.0	-0.2	-0.5	-0.8
2006	-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	0.0	0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.0	1.0
2007	0.7	0.3	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.4	-0.6	-0.8	-1.1	-1.2	-1.4
2008	-1.5	-1.5	-1.2	-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.2	-0.1	-0.2	-0.5	-0.7
2009	-0.8	-0.7	-0.5	-0.2	0.2	0.4	0.5	0.6	0.8	1.1	1.4	1.6
2010	1.6	1.3	1.0	0.6	0.1	-0.4	-0.9	-1.2	-1.4	-1.5	-1.5	-1.5

Fonte: Adaptado, Noaa (2013).

9.4 Anexo 4: Tabela das pênadas

Pênadas	Datas	Pênadas	Datas
1	1-5 jan	38	5-9 Jul
2	6-10 jan	39	10-14 Jul
3	11-15 jan	40	15-19 Jul
4	16-19 jan	41	20-24 Jul
5	20-24 jan	42	25 Jul-29 julho
6	25-29 jan	43	30 Jul-3 Ago
7	30 jan a 4 de fev	44	4-8 Ago
8	5-9 fev	45	9-13 Ago
9	10-14 fev	46	14-18 Ago
10	15-19 fev	47	19-23 Ago
11	20-24 fev	48	24-28 Ago
12	25 fev a 1 Mar	49	29 Ago-2 Set
13	2-6 Mar	50	3-7 Set
14	7-11 Mar	51	8 – 12 Set
15	12-16 Mar	52	13 – 17 Set
16	17-21 Mar	53	18-22 Set
17	22-26 Mar	54	23-27 Set
18	27-31 Mar	55	28 Set-2 Out
19	1-5 Abr	56	3-7 Out
20	5-10 Abr	57	8-12 Out
21	11-15 Abr	58	13-17 Out
22	16-20 Abr	59	18-22 Out
23	21-25 Abr	60	23-27 Out
24	26-30 Abr	61	28 Out-1 Nov
25	1-5 Maio	62	2-6 Nov
26	6-10 Maio	63	7-11 nov
27	11-15 Maio	64	12-16 nnov
28	16-20 Maio	65	17-21 nov
29	21-25 Maio	66	22-26 nov
30	26-30 Maio	67	27 nov – 1 dez
31	31 Maio – 4 Jun	68	2-6 Dez
32	5-9 Jun	69	7-11 Dez
33	10-14 Maio	70	12-16 Dez
34	15-19 Junho	71	17 – 21 Dez
35	20-24 Jun	72	22-26 Dez
36	25-29 Jun	73	27 – 31 Dez
37	30 Jun – 4 Jul		

Fonte: Adaptado, Kousky (1988).