

# ANÁLISE CLIMATOLÓGICA DA BACIA DO RIO PIRANGA - MG: (1951 - 2012)

## CLIMATOLOGIA ANALYSIS RIO PIRANGA BASIN – MG: (1951 - 2012)

ROSILENE APARECIDA DO NASCIMENTO<sup>1</sup>

JOSÉ FLÁVIO MORAIS CASTRO<sup>2</sup>

### RESUMO

Os elementos climáticos têm provocado impactos que afetam a vida do homem e o espaço geográfico, causados pela precipitação. Em decorrência tanto do processo de urbanização como de práticas inadequadas no meio rural, a dinâmica da água foi alterada devido à diminuição da infiltração e consequente aumento do escoamento superficial, intensificando as enchentes/inundações. Os municípios de Piranga, Porto Firme, Presidente Bernardes, Guaraciaba e Ponte Nova banhados pelo rio Piranga - MG, principal formador do rio Doce, registraram inundações em 1951, 1979, 1997, 2008 e 2012. Esta pesquisa tem como objetivo geral analisar a gênese das inundações de 1979, 1997, 2008 e 2012, nos municípios de Piranga, Porto Firme, Presidente Bernardes, Guaraciaba e Ponte Nova, a partir da análise da distribuição espacial e temporal da precipitação. Como objetivos específicos pretende-se analisar a distribuição sazonal da precipitação na unidade de planejamento DO1, especialmente, na Bacia do Rio Piranga.

**Palavras-chave:** Normal climatológica, precipitação, inundação/enchente, Bacia do Rio Piranga.

### ABSTRACT

The climatic factors have caused impacts that affect the life of man and geographical space, caused by rainfall. Due to both the process of urbanization as inappropriate practices in rural areas, the dynamics of the water was changed due to decreased infiltration and consequent increase in runoff, increasing flooding/flood. The counties of Piranga, Porto Firme, Presidente Bernardes, Guaraciaba and Ponte Nova bordering the Rio Piranga - MG, lead trainer of the Rio Doce, recorded floods in 1951, 1979, 1997, 2008 and 2012. This research aims at analyzing the genesis of floods 1979, 1997, 2008 and 2012, in the counties of Piranga, Porto Firme, Presidente Bernardes, Guaraciaba and Ponte Nova, from the analysis of the spatial and temporal distribution of rainfall. Specific objectives aims to analyze the seasonal distribution of precipitation in the planning unit DO1, especially, in the Rio Piranga basin.

<sup>1</sup> Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia - Tratamento da Informação Espacial (PPGG-TIE) da PUC Minas. Email: rosegeo2005@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Professor Adjunto IV do Programa de Pós-Graduação em Geografia - Tratamento da Informação Espacial (PPGG-TIE) da PUC Minas. Email: joseflavio@pucminas.br

**Key words:** Normal climatology, precipitation, flooding/flood, Rio Piranga basin.

## 1 INTRODUÇÃO

Os elementos climáticos têm provocado impactos que afetam a vida do homem de maneira direta e indireta, desencadeando problemas no espaço geográfico. Neste sentido, em regiões tropicais, um dos principais causadores desses impactos é a precipitação.

Em decorrência tanto do processo de urbanização como de práticas inadequadas no meio rural, a dinâmica da água foi alterada devido à diminuição da infiltração e conseqüente aumento do escoamento superficial. Este novo balanço hídrico intensificou os problemas das enchentes/inundações, decorrentes de fatores naturais e/ou associados às ações humanas. As inundações derivam do excesso de volume de água no corpo hídrico, desencadeando o transbordamento do canal fluvial para suas margens e sua planície de inundação, muitas destas ocupadas pela população.

Os municípios mineiros de Piranga, Porto Firme, Presidente Bernardes, Guaraciaba e Ponte Nova banhados pelo rio Piranga, principal formador do rio Doce, registraram inundações em 1951, 1979, 1997, 2008 (FIALHO et al., 2010; NASCIMENTO, 2009; SILVA, 2009) e 2012.

Estes municípios, exceto Ponte Nova, possuem população rural superior à população urbana, sendo que a ocupação e o desenvolvimento desses municípios basearam-se na extração vegetal e mineral, acarretando sérias conseqüências ambientais tais como: cobertura vegetal quase inexistente, assoreamento e poluição dos corpos d'água em decorrência do processo erosivo e lançamento de esgotos domésticos, resíduos industriais e de mineração. Além disso, as margens do rio nas sedes urbanas encontram-se ocupadas, e as principais estradas de acesso a estes municípios, em muitos trechos, acompanham o leito do rio.

Há também, atualmente, duas Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCHs em operação, (Brecha e Brito), situadas entre as sedes de Guaraciaba e Ponte Nova. Entretanto, há projetos de construção de mais quatro PCHs neste trecho do rio: Jurumirim, Cantagalo, Bom Retiro e Pontal, além da ampliação da PCH Brito,

denominada Nova Brito já com licença de instalação (FOLHA DE PONTE NOVA, 2010).

Nesta conjuntura, a população é diretamente afetada pelas inundações. Em dezembro de 2008, o rio Piranga registrou uma de suas maiores inundações. A população afetada situa-se em áreas que estão em desacordo com a Lei Federal, em Áreas de Preservação Permanente – APP.

Neste contexto, esta pesquisa tem como objetivo geral analisar a gênese das inundações de 1979, 1997, 2008 e 2012, nos municípios de Piranga, Porto Firme, Presidente Bernardes, Guaraciaba e Ponte Nova, a partir da análise da distribuição espacial e temporal da precipitação. Como objetivos específicos pretende-se analisar a distribuição sazonal da precipitação na unidade de planejamento DO1, especialmente, na Bacia do Rio Piranga.

As inundações ocorrem frequentemente na Bacia do rio Doce. A referida bacia é federal, localizada nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, insere-se na Bacia do Atlântico Sudeste (Figura 1). Possui uma área de drenagem de 83.400 Km<sup>2</sup>, sendo 14% localizada no Espírito Santo e 86% em Minas Gerais (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2005, p. 7). Esta bacia tem como referência geográfica as coordenadas de 18° 45' e 21° 15' de latitude sul e 39° 55' e 43° 45' de longitude oeste (COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE, 2012).

A Bacia do rio Doce é composta por sete Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRHs), dentre estas encontra-se a Unidade de Planejamento Doce 1 - DO1 que abrange os rios Piranga, Carmo e Xopotó (Figura 2). Esta unidade compreende desde a nascente do rio Piranga, no município de Ressaquinha, até a confluência do rio Doce com o rio Piracicaba. Trata-se, portanto, da região de cabeceira da bacia que abrange uma área de 22.000 Km<sup>2</sup> (ÁGUAS DO RIO DOCE, 2007).

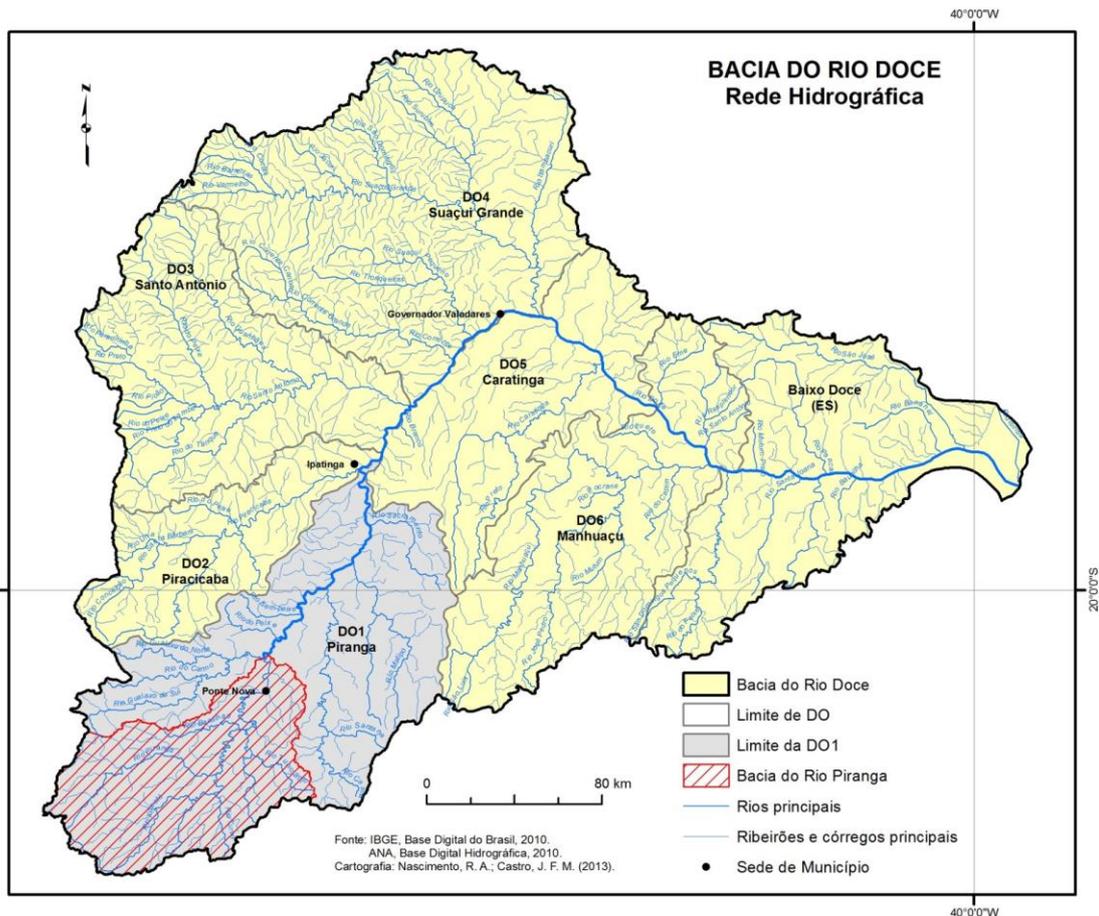
O principal formador do rio Doce é o rio Piranga, cuja extensão é 853 km (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2005, p. 7). O rio recebe o nome de Doce após o encontro das águas dos rios Piranga e Carmo, no município de Rio Doce e sua foz está situada em Regência distrito de Linhares no estado do Espírito Santo.

A Bacia do rio Piranga, mais precisamente os municípios mineiros de Piranga, Porto Firme, Presidente Bernardes, Guaraciaba e Ponte Nova, registraram

inundações em 1979, 1997, 2008 (FIALHO et al., 2010; NASCIMENTO, 2009; SILVA, 2009) e 2012 (NASCIMENTO, 2013). As duas últimas foram de maior magnitude conforme estudo realizado por Nascimento (2013).



**Figura 1** – Localização Geográfica da Bacia do Rio Doce



**Figura 2** – Unidades de Planejamento.

## 2 ASPECTOS CLIMÁTICOS

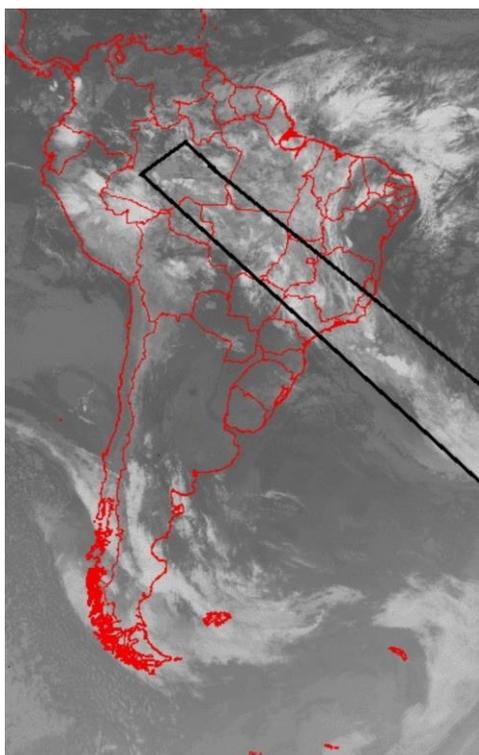
Para Jardim (2012, p. 42) as chuvas no território mineiro têm origem complexa e deve ser explicada pela ação dos sistemas frontais (Frente Polar Atlântica - FPA), no estabelecimento de Linhas de Instabilidade - LI, na formação de sistemas convectivos associados à influência da Massa Equatorial Continental - cE e ao forte aquecimento basal das massas de ar (atividade convectiva), seguidas pelo estabelecimento ocasional (durante a primavera e principalmente no verão) da Zona de Convergência de Umidade – ZCOU e da Zona de Convergência do Atlântico Sul - ZCAS, caracterizadas por vários dias seguidos de chuva.

Conforme Pallotta e Nakazato (2010, p. 2) a ZCOU se assemelha à ZCAS em vários aspectos como o fato de serem zonas de convergência de umidade assinaladas por nebulosidade e precipitação intensas. Contudo, há diferenças no

padrão de escoamento, principalmente em médios e baixos níveis, que desfavorecem a persistência e organização da banda de nebulosidade e precipitação, caracterizando assim uma ZCOU ao invés de ZCAS. Uma ZCOU pode ser caracterizada em situações onde os padrões são similares aos de ZCAS, porém a duração do sistema é de apenas 3 dias. Caso o padrão persista por um quarto dia, o sistema passa a ser considerado ZCAS. À ZCOU pode estar atribuída a uma situação previamente estabelecida de ZCAS em situação de dissipação, onde ainda é possível ser identificada uma banda de nebulosidade organizada.

Ferreira (2006, p. 117) refere-se a este fenômeno como uma persistente banda de nebulosidade orientada no sentido noroeste-sudeste, associada a uma zona de convergência nos níveis baixos da troposfera, que se estende desde o sul da Amazônia até o centro do Atlântico Sul, às vezes por milhares de quilômetros (Figura 3). Para este autor, a dinâmica de formação da ZCAS parece estar associada à convecção sobre o continente, principalmente nos meses de verão, com a liberação de grande quantidade de calor latente, além de outros fatores, responsáveis pela grande quantidade de precipitação, principalmente no Sudeste e Centro-Oeste.

Conforme Cupolillo (2008, p. 26) o clima da Bacia do rio Doce é influenciado pela dinâmica atmosférica regional, que atua no Estado de Minas Gerais, e de larga escala, que atua no Brasil. Além disso, durante o verão a ZCAS estaciona, muitas vezes, sobre os paralelos 19° e 20° de latitude sul, correspondentes à localização da Bacia do rio Doce, provocando catástrofes em muitos municípios, como inundações, deslizamentos, dentre outras.



**Figura 3** – Zona de Convergência do Atlântico Sul; Fonte: Cupolillo (2008, p. 30).

Segundo Gontijo e Assis (1997, p. 59) no final da década de 1970, mais precisamente entre outubro de 1978 e março de 1979, ocorreram fortes eventos pluviais concentrados em todo o sudeste Brasileiro, assim como em 1997, 2008 (NASCIMENTO, 2009) e 2012 (NASCIMENTO, 2013) a atuação das ZCAS desencadeou chuvas intensas e constantes causando inúmeros danos à população da Bacia do rio Piranga.

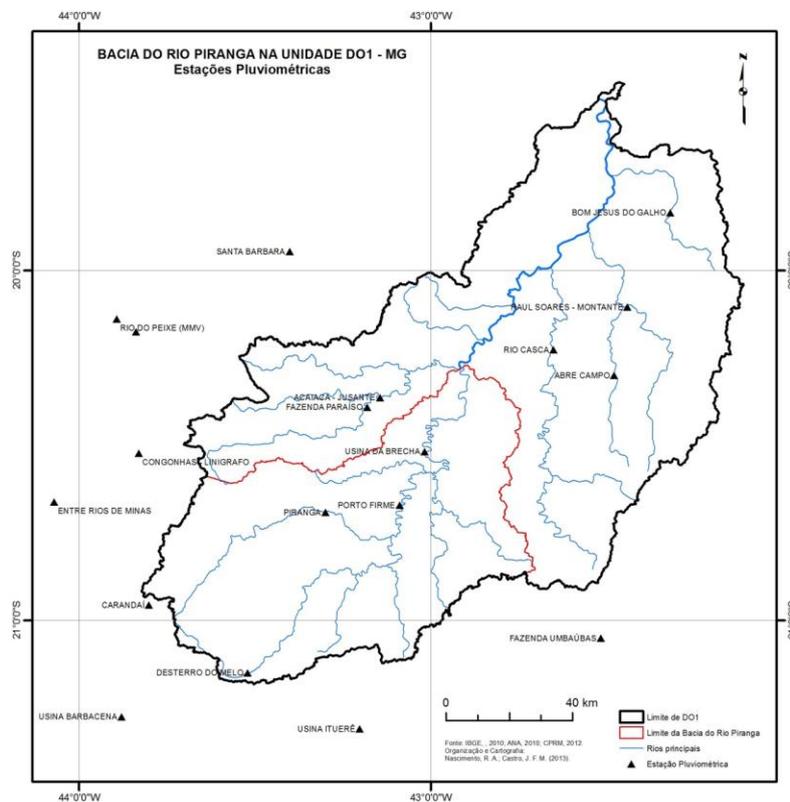
### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Os episódios de janeiro e fevereiro de 1979, janeiro de 1997, dezembro de 2008 e janeiro de 2012 tratam de inundações, conforme definição da Secretaria Nacional de Defesa Civil. O nível do rio Piranga ultrapassou a calha natural e ocupou o leito maior, nas sedes dos municípios estudados.

Em virtude da insuficiência de estações meteorológicas em municípios inseridos na unidade DO1, não foi possível analisar o comportamento dos elementos climáticos como temperatura, direção e velocidade de vento, umidade e pressão

atmosférica. Fez-se apenas a análise da precipitação obtida junto à Agência Nacional de Águas – ANA e Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais – CPRM.

Os dados referentes à precipitação foram transferidos para uma planilha do Programa Microsoft Office Excel 2010. Ao observar a operacionalidade de cada estação e suas referidas falhas, verificou-se a necessidade de padronizar os dados de forma a obter sua consistência. Neste sentido, recorreu-se aos critérios recomendados pela Organização Meteorológica Mundial – OMM que estabelece as "Normais Climatológicas". As Normais Climatológicas são obtidas por meio do cálculo das médias de parâmetros meteorológicos, sendo que estas médias referem-se a períodos padronizados de 30 (trinta) anos. Utilizou-se para a Normal Climatológica os dados do período de 1961 a 1990, pois as primeiras estações pluviométricas na unidade DO1 iniciaram a operacionalidade após 1941. Utilizaram-se as 18 estações pluviométricas da Unidade DO1 e no entorno (Figura 4), que operaram neste período.



**Figura 4 - Estações Pluviométricas da Unidade DO1 e entorno**

Obteve-se também a média mensal e o total anual precipitado de cada estação no período de 1961 a 1990, sendo representados por mapa. Adotou-se a representação gráfica de “coleção de mapas” para precipitação anual e média mensal. A técnica de “coleção de mapas” permite identificar o padrão da distribuição da precipitação no período analisado. Em seguida, fez-se o mapa da média histórica (Normal Climatológica).

Com o intuito de observar se a precipitação registrada durante o período de inundação tratava-se de uma anomalia (acima da média), construiu-se uma planilha com as 18 estações utilizadas, juntamente com a média mensal das mesmas e a precipitação registrada no mês anterior e no mês da inundação. Em seguida, por meio da fórmula, obteve-se a anomalia para os meses que ocorreram as inundações e o mês anterior:

$$A = P_R - P_{MM}$$

Onde:

A : Anomalia;

P<sub>R</sub> : Precipitação registrada;

P<sub>MM</sub> : Precipitação Média Mensal.

Deste modo, quando P<sub>R</sub> apresenta-se maior que P<sub>MM</sub>, a anomalia é positiva, ou seja, precipitação acima da média; sendo P<sub>R</sub> menor que P<sub>MM</sub>, a anomalia é negativa, precipitação registrada abaixo da média. Assim, obteve-se a anomalia de janeiro e fevereiro de 1979, dezembro de 1996 e janeiro de 1997, novembro e dezembro de 2008, dezembro de 2011 e janeiro de 2012, sendo gerados os mapas de anomalia.

Para a confecção dos mapas da precipitação anual, média histórica, médias mensais e anomalia utilizou-se o método de interpolação Inverso do Quadrado da Distância – IQD com expoente 2. Segundo Amorim *et al.* (2008, p. 87-88) este método é uma ferramenta de análise espacial que assume que cada amostra de ponto tem influência local que diminui com a distância. Também admite que os pontos mais próximos para o processamento da célula, influência mais fortemente que aqueles mais afastados, sendo muito utilizado em diversas situações por ser um método rápido de interpolação.

Analisou-se as 6 estações fluviométricas localizadas na Bacia do rio Piranga, sendo que 3 estão localizadas no rio Piranga pertencentes aos municípios de Piranga, Porto Firme e Ponte Nova, duas estações localizadas nos afluentes rio Turvo Sujo e Xopotó nos municípios de Viçosa e Brás Pires, respectivamente. A estação de Senador

Firmino possui falhas em todo o ano de 1997, entretanto optou-se em utilizá-la por ser a única estação fluviométrica localizada no rio Turvo, importante afluente do rio Xopotó.

A seguir os dados de precipitação e fluviométricos no período das inundações: janeiro e fevereiro de 1979; dezembro de 1996 a janeiro de 1997; dezembro de 2008; dezembro de 2011 a janeiro de 2012 foram correlacionados.

As estações de Guaraciaba e Desterro do Melo possuem apenas os dados pluviométricos, contudo, optou-se por analisá-los, pois Guaraciaba é um dos municípios banhados pelo rio Piranga e Desterro do Melo é o município onde está localizada a nascente do rio Xopotó, importante afluente do Piranga, que se encontram no município de Presidente Bernardes.

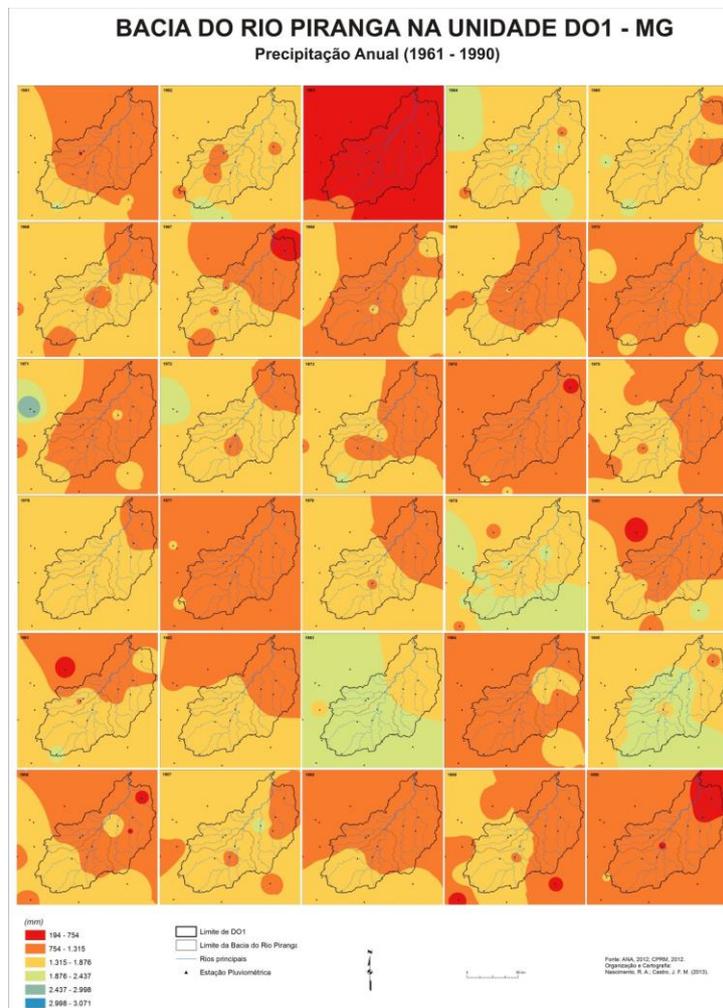
#### **4 ANÁLISE DA NORMAL CLIMATOLÓGICA**

Entre 1961 a 1990 ao observar os totais anuais (Figura 5), verificou-se que o ano de 1963 registrou os menores índices de precipitação (194 a 754 mm). A exceção ocorreu na cabeceira, onde a precipitada anual variou entre 754 a 1.315 mm. Os anos de 1979, 1983 e 1985, apresentaram altos índices pluviométricos, variando entre 1.315 a 2.437 mm em quase toda a extensão da Unidade DO1. Em relação à média destes 30 anos (Figura 6), a precipitação variou entre 1.279 a 1.509 mm na maior parte da Unidade DO1, as nascentes dos rios Piranga e Xopotó registraram os maiores índices pluviométricos (1.510 a 1.586 mm). O nordeste da bacia registrou os menores índices de precipitação (1.055 a 1.278 mm).

Em relação à média mensal (Figura 7) obtida entre 1961 a 1990, os meses entre maio e agosto são os mais secos da Unidade DO1 (precipitação variou entre 10 a 50 mm). Logo, dezembro e janeiro destacaram-se como os meses mais chuvosos com 160 a 300 mm. Os meses de junho (10 a 20 mm) e dezembro (250 a 300 mm) se sobressaem como os mais seco e chuvoso, respectivamente.

Esta constatação vai de encontro ao estudo realizado por Nimer (1979, p. 273), pois a precipitação no verão está vinculada às LI e à Frente Polar (FP), ou seja, correntes de circulação perturbada de oeste – típica de verão, e de sul. Além disso, Nimer (1979, p. 292) considera que durante o solstício de verão, ocorre uma linha imaginária no sentido NW-SE que divide a Região Sudeste ao meio. Assim,

nos municípios localizados a NE desta linha, os três meses consecutivos mais chuvosos são novembro, dezembro e janeiro. Enquanto, os meses de junho, julho e agosto são os meses mais secos. A ausência de chuva, nestes meses pode ser explicada pela dependência exclusiva das correntes perturbadas de sul, que durante o inverno tem como caminho preferencial o oeste dos Andes. Além disso, as precipitações nesta época do ano são pouco expressivas pelo fato do ar quente da mT, em ascensão dinâmica sobre a rampa frontal da Frente Polar, possuir pouca umidade específica por se tratar de inverno. Além disso, o anticiclone polar, devido ao trajeto continental após transpor os Andes, também possuir pouca umidade, tendendo a se estabilizar pela base em virtude do contato com a superfície continental intensamente resfriada pela radiação noturna.



**Figura 5** – Precipitação Anual entre 1961 e 1990 na Unidade DO1 e Entorno.

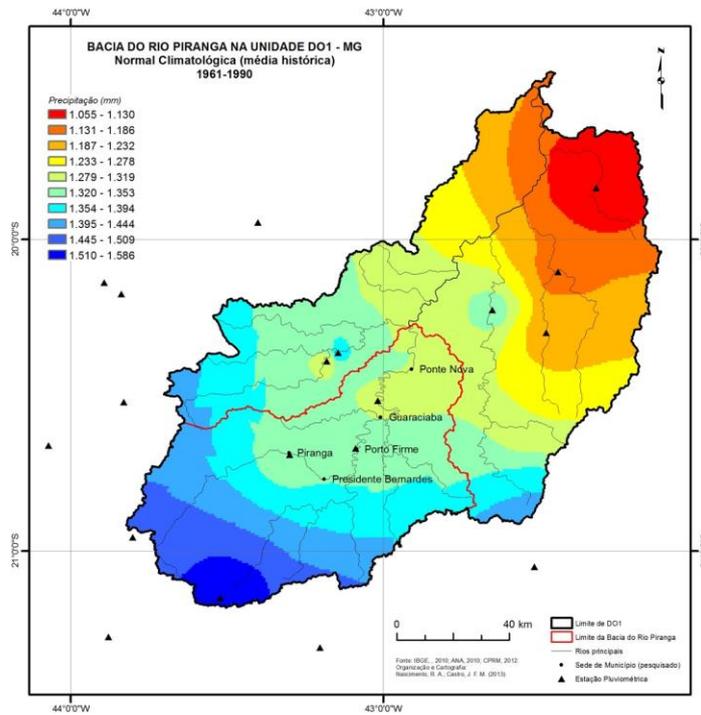


Figura 6 – Média Histórica na Unidade DO1.

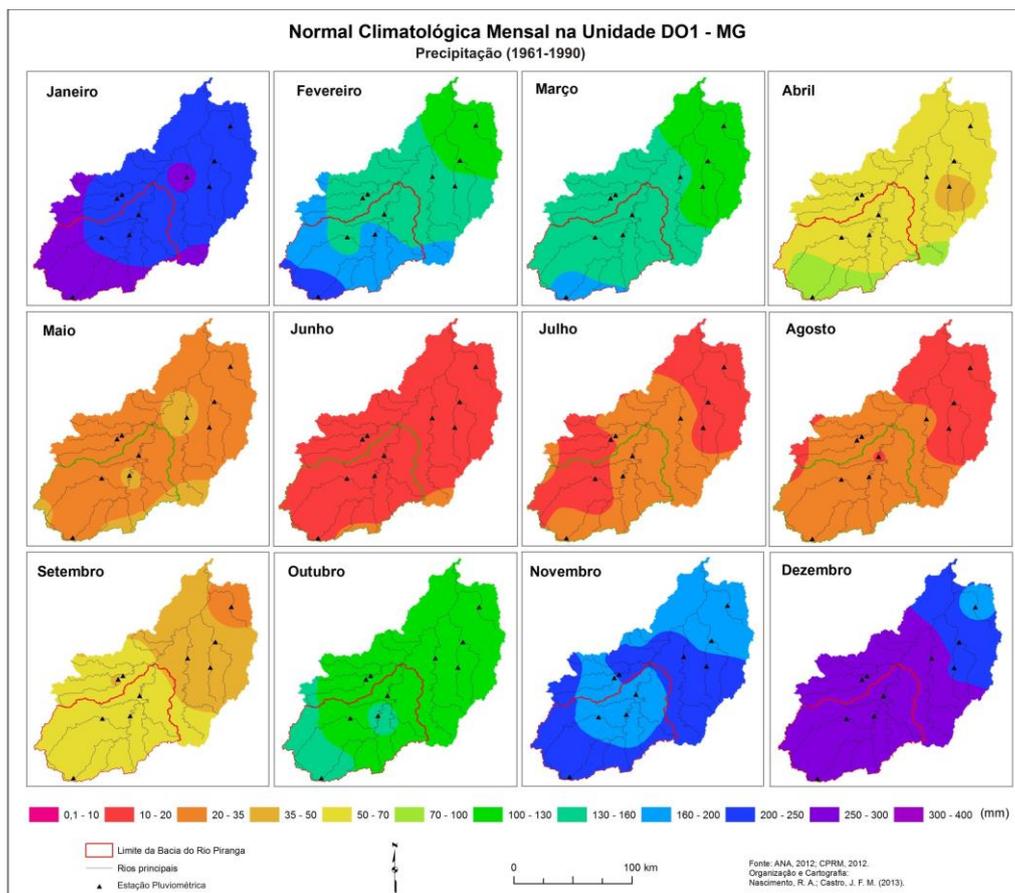
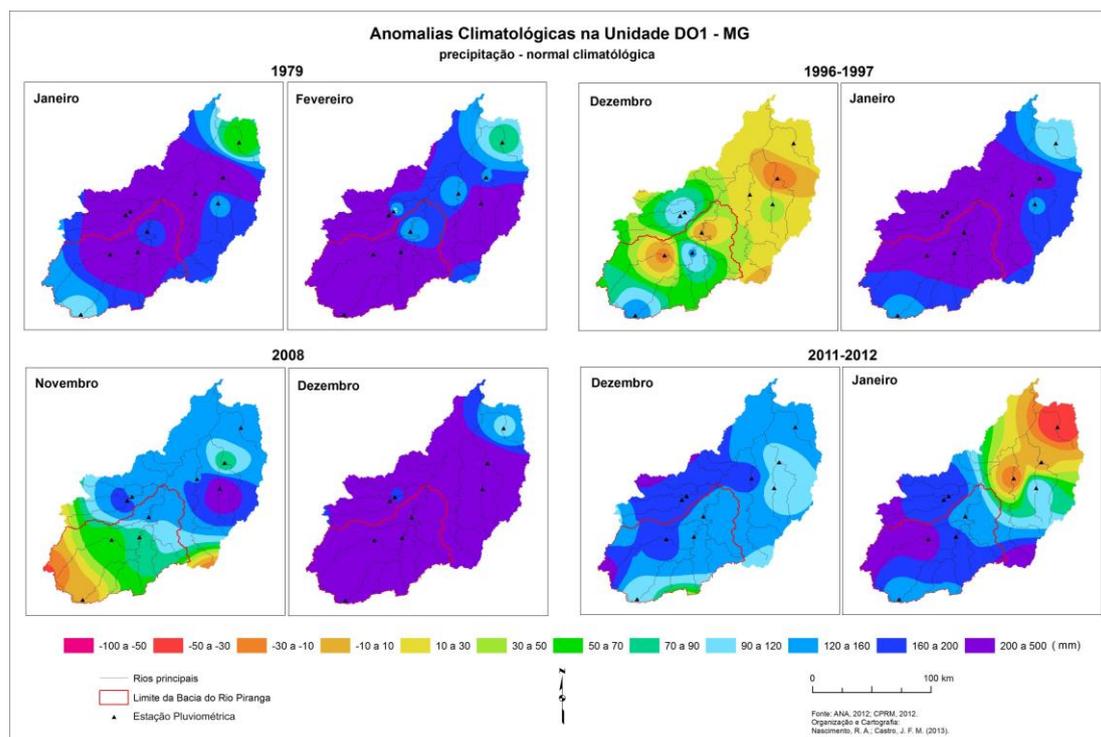


Figura 7 – Normal Climatológica Mensal.

A análise da figura 8 revela que janeiro e fevereiro de 1979 apresentaram anomalia positiva, que denota ocorrência de chuvas acima do normal. Em janeiro a anomalia variou entre 90 a 500 mm, com exceção da região nordeste (30 a 50 mm). Em fevereiro a anomalia variou entre 120 a 500 mm, com destaque para a nascente do rio Piranga e de seus afluentes (200 a 500 mm).



**Figura 8** – Anomalias Climatológicas no Período de Inundação.

Em dezembro de 1996, observam-se núcleos de precipitação negativa (-50 a -10 mm), ou seja, a chuva registrada foi menor que a média histórica para o mês de dezembro em parte da Unidade DO1. Contudo, há também núcleos que apresentaram as maiores precipitações, como na cabeceira (160 a 200 mm). Janeiro de 1997 apresentou anomalia positiva, em toda a extensão da unidade, o que denota que a precipitação foi acima da média histórica, variando entre 120 a 500 mm. Como em dezembro de 1997, novembro de 2008 também apresentou núcleos de anomalia negativa, como na cabeceira (-10 a 10 mm). Entretanto, em quase toda a extensão da Unidade DO1 a anomalia foi positiva variando entre 50 a 200 mm. Já em dezembro, a anomalia positiva (200 a 500 mm) ocorreu em quase toda a extensão da unidade (exceção do nordeste da unidade que variou entre 90 a 200

mm). Dezembro de 2008 se destaca dentre os demais representados como o mês em que a precipitação registrada superou a média histórica entre 200 a 500 mm, em quase toda a extensão da Unidade DO1.

Dezembro de 2011 também apresentou anomalia positiva variando entre 90 a 200 mm. Em janeiro de 2012 a anomalia variou entre 120 a 500 mm na Bacia do rio Piranga, com destaque para a cabeceira do Piranga que registrou anomalia entre 160 a 200 mm. As nascentes dos rios Xopotó e Turvo apresentaram anomalia variando entre 120 a 160 mm.

## **5 NÁLISE DA PRECIPITAÇÃO E DA COTA FLUVIOMÉTRICA NO PERÍODO DE INUNDAÇÃO**

As maiores precipitações registradas no período das inundações foram: Brás Pires 102,0 e 151,4 mm em 17/12/2008 e 02/01/2012; Piranga 101,3; 121,4; 152,8 mm em 03/01/2012, 20/01/1979 e 16/12/2008; Porto Firme 100,4; 101,6 e 114,0 mm em 20/01/1979, 02/01/1997 e 16/12/2008; Ponte Nova 86,6 e 117,5 mm em 31/01/1979 e 02/01/1997; Viçosa 90,0 e 93,4 mm em 20/01/1979 e 16/12/2008. Com exceção da estação no município de Viçosa, as demais apresentaram valores superiores a 100mm em 24 horas, sendo que Brás Pires em 2012, e Piranga em 2008, registraram mais de 150 mm.

Em relação as cotas máximas registradas tem-se: 655 cm em 18/12/2008, 750 cm 03/01/2012 e 590 cm em 04/01/2012 nas estações fluviométricas de Brás Pires, Porto Firme e Ponte Nova. Entretanto, estas estações possuem falhas em 1979, 2008 e 2012, podendo as cotas fluviométricas terem sido superiores a estas. A estação de Piranga registrou 920 cm em 03/01/2012, 860 cm em 17/12/2008, 700 cm em 03/01/1997, sugerindo que pelos dados disponíveis, a elevação do rio Piranga é maior nesta estação que em Porto Firme e Ponte Nova.

Todas as estações apresentaram cotas acima da média, no período estudado, o que reforça a questão da inundação. Todavia, o nível do rio apresentou um comportamento diferenciado nas inundações. Em janeiro e fevereiro de 1979 observou-se que a elevação do nível do rio Piranga ocorreu de forma lenta, pois a cota fluviométrica máxima ocorreu cerca de três dias após a precipitação máxima registrada. Logo, em janeiro de 1997 e dezembro de 2008 a elevação do nível do rio ocorreu no intervalo de 24 horas. Em janeiro de 2012 a elevação do nível do rio foi

uma resposta imediata à precipitação (menos de 24 horas). Esta diferença de comportamento do nível do rio pode estar atribuída a toda intervenção humana ocorrida na bacia do Piranga nos últimos trinta anos, como desmatamento dos topos de morros e matas ciliares aliado ao assoreamento do rio.

A estação fluviométrica de Senador Firmino localizada no rio Turvo, apresenta falhas em todo o ano de 1997, e em alguns dias de dezembro de 2008, o que inviabiliza uma análise mais detalhada do comportamento fluvial. Entretanto, ao observar os dados disponíveis as maiores cotas fluviométricas são 439 cm (06/02/1979), 391,5 cm (02/01/2012), 329,5 cm (21/12/2008).

Na estação de Desterro do Melo a precipitação registrada em 1979 e 2008 foi 2.022,8 e 2.225,2 mm, respectivamente. Somente em dezembro de 2008 choveu 702,3 mm (31,56% do total anual). Nos dias 16 e 17 a precipitação registrada foi 113,6 e 117 mm, respectivamente, equivalendo a 32,33% do total mensal. Nos doze primeiros dias de janeiro de 2012 choveu 275,1 mm (62,98% do total mensal), e a precipitação máxima registrada foi 56,1 mm no dia 02.

Ao analisar o período das inundações, observou que na estação de Desterro do Melo, em apenas três datas a precipitação foi superior a 100 mm, 01/02/1979, 16 e 17/12/2008. Em 2008, foram dois dias seguidos, o que sugere que na cabeceira do Xopotó a precipitação de dezembro deste ano foi superior e mais concentrada que nos demais períodos analisados.

Em Guaraciaba, nos vinte e quatro dias de chuvas consecutivas foi registrado 469,7 mm, o que equivale a 68,18% do total de janeiro e fevereiro de 1979 (688,9 mm). As maiores precipitações foram 79,4 e 41,4 mm nos dias 20/01 e 15/02, respectivamente. Já nos oito primeiros dias de janeiro de 1997, choveu 89,66% do total mensal (484,6 mm). Apenas no dia 03 foram 140 mm, e nos dias 04, 05 e 06 foram registrados 82,6; 70,8 e 68,2 mm, respectivamente.

Em dezembro de 2008, entre os dias 12 e 19, choveu 356,7 mm, representando 61,94% do total mensal (575,8 mm). Nestes dias a maior precipitação foi 91 mm no dia 17. Nos cinco primeiros dias de janeiro de 2012 choveu 202,1 mm (57,56% do total mensal), sendo a maior precipitação (82,4 mm) registrada no dia 03.

A análise desta estação, no período, revela que as chuvas de janeiro de 1997 foram mais concentradas e de maior volume pois, em oito dias, choveu quase 90%

do total mensal.

Ao analisar a precipitação acumulada (total de chuvas registradas em um mês) e a normal climatológica para os meses de janeiro, fevereiro e dezembro (meses que ocorreram as inundações estudadas) verificou-se que a precipitação acumulada foi superior a normal em todas as estações no período das inundações (janeiro e fevereiro de 1979, janeiro de 1997, dezembro de 2008 e janeiro de 2012). As estações localizadas nos municípios de Guaraciaba (248,6 mm) e Piranga (247,6 mm) registraram em dezembro de 1996, precipitações abaixo da normal climatológica (261,97 e 261,63 mm, respectivamente) (Figura 9). As maiores precipitações acumuladas ocorreram em dezembro de 2008 nas estações de Carandaí e Desterro do Melo (625,9 e 702,3 mm respectivamente).

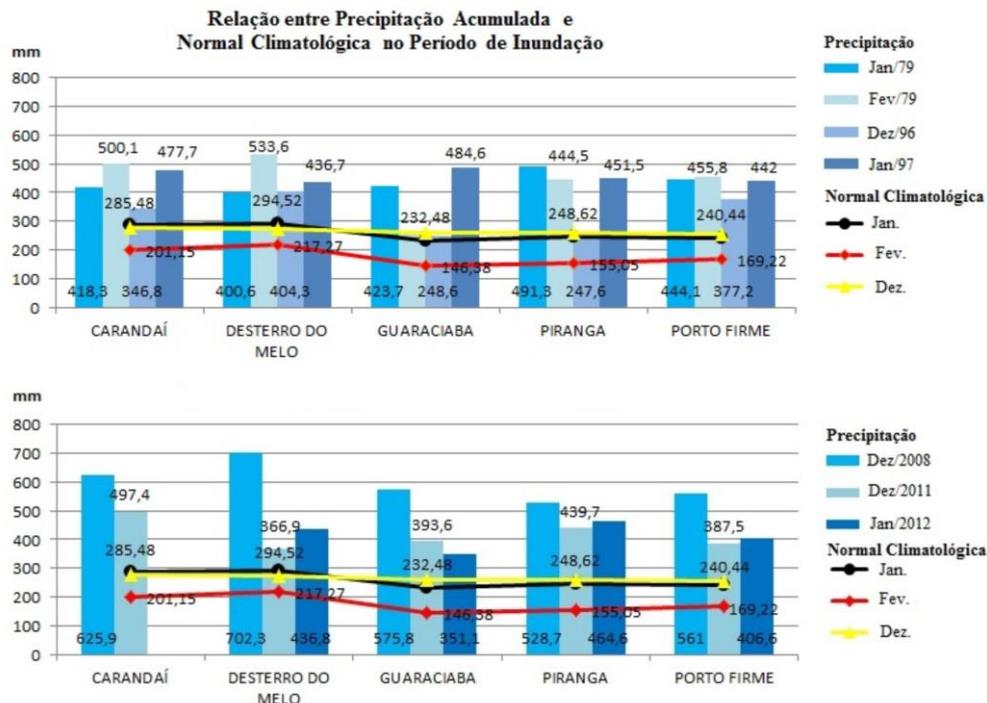


Figura 9 – Precipitação Acumulada e Normal Climatológica; Fonte: Nascimento (2013, p. 108)

## 6 ANÁLISE DA SÉRIE HISTÓRICA

Ao analisar a série histórica das sete estações pluviométricas localizadas no rio Piranga e em seus afluentes, juntamente com a estação de Carandaí que, embora esteja fora da bacia, é a estação mais próxima da nascente do rio Piranga,

verificou-se que não são tão anormais as precipitações acima de 100 mm, registradas em 24 horas.

Ao observar as ocorrências de registro acima de 100 mm, o mês de janeiro se destaca por apresentar 30 registros, seguido por dezembro (23), novembro (15), fevereiro (13), março (8), abril (4), outubro (3) e setembro (1). Em relação a este volume por estação, ao longo da série histórica, Desterro do Melo apresentou 22 registros, seguido por Porto Firme (21), Carandaí (19), Piranga (13), Ponte Nova (11), Viçosa (11), Guaraciaba (9) e Brás Pires (4). As estações de Desterro do Melo e Carandaí devem ter um olhar diferenciado em virtude da proximidade com a nascente do rio Xopotó e Piranga, respectivamente.

Ao analisar, por décadas, a distribuição das chuvas acima de 100 mm (Tabela 1), nota-se que estes registros existem desde a década de 1940. As décadas de 1970, 1990 e 2000 apresentaram 22, 19 e 25 registros, respectivamente, distribuídos em 21, 18 e 17 dias ao longo das respectivas décadas.

**Tabela 1** - Precipitações acima de 100 mm por década

Década	Registro por década	Meses	Registro por dias	Registros por Estação							
				Brás Pires	Desterro do Melo	Guaraciaba	Piranga	Porto Firme	Ponte Nova	Viçosa	Carandaí
1940 - 1949	7	N, D, J, F, M	7	0	3	0	2	2	0	0	0
1950 - 1959	4	D, F	4	0	0	0	0	4	0	0	0
1960 - 1969	12	N, D, J, F, M, O	11	0	1	2	3	3	0	0	3
1970 - 1979	22	N, D, J, F, A	21	1	6	1	1	2	3	2	6
1980 - 1989	13	N, D, J, M, A	13	0	2	1	3	2	1	3	1
1990 - 1999	19	N, D, J, F, M, O	18	1	3	5	2	2	2	2	2
2000 - 2009	25	N, D, J, M, A, S	17	1	6	0	1	6	4	2	5
2010 - 2012	8	J, M, A, O	7	1	1	0	1	0	1	2	2
<b>Total</b>	<b>110</b>		<b>98</b>	<b>4</b>	<b>22</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	<b>21</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>19</b>

Fonte: Nascimento ( 2013, p. 109)

\* Estes dados referem-se até o mês de maio para o ano de 2012.

\*\* As estações nos municípios de Brás Pires e Viçosa iniciaram suas atividades em fevereiro de 1967 e a de Guaraciaba em outubro de 1959.

O diferencial nos anos que ocorreram as inundações é dezembro de 2008, pois foram cinco estações que apresentaram registro de mais de 100 mm, tendo em comum o dia do registro. Além disso, o maior volume de chuva ocorreu nas cabeceiras (Desterro do Melo e Carandaí) e em dois dias consecutivos. Este registro é de extrema importância, ao comparar a magnitude das inundações, sobretudo as

de 2008 e 2012 nos cinco municípios, pois há divergências, em relação a maior inundação.

Em relação aos demais anos que ocorreram chuvas acima de 100 mm, podem ter ocorrido enchentes ou até mesmo inundações pontuais, não em toda a bacia e nem com a magnitude como nos anos estudados.

Observou-se, também, que a precipitação superior a 100 mm por si só não iria desencadear uma inundação na bacia, e sim, a sequência de dias chuvosos que aliada a estes volumes extremos refletirá nas inundações.

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Em relação à precipitação as nascentes dos rios Piranga e Xopotó apresentaram os maiores índices pluviométricos. Os meses mais chuvosos são novembro, dezembro e janeiro, e os mais secos são junho, julho e agosto.

Embora o volume de precipitação tenha sido elevado em janeiro e fevereiro de 1979, o mesmo foi distribuído ao longo de vinte e quatro dias. A relação precipitação/cota fluviométrica ocorreu de forma lenta, o nível do rio demorou cerca de três dias para responder à precipitação máxima ocorrida. Em janeiro de 1997 a precipitação concentrou-se em apenas oito dias e a cota fluviométrica superou a de 1979. Já em dezembro de 2008, as chuvas concentraram-se em nove dias, com destaque para os dias 16 e 17 em que ocorreram as maiores precipitações. O diferencial desta inundação foi a precipitação na cabeceira do rio Piranga e Xopotó, registrado pelas estações de Carandaí e Desterro do Melo em dois dias consecutivos: 118,5 e 133 mm, e 113,6 e 117,0 mm, respectivamente. Assim, esta inundação é atribuída ao Piranga e ao Xopotó.

Em janeiro de 2012, as chuvas concentraram-se em apenas três dias, entretanto esta pode ser atribuída somente ao rio Piranga, pois a estação de Desterro do Melo registrou 56,1 mm. A falta de dados da estação de Carandaí impossibilita conclusões precisas. Para os municípios de Piranga e Presidente Bernardes, esta foi a maior inundação que se têm dados. Nos demais municípios, apesar dos transtornos, a inundação de 2008 foi superior.

Diferentemente de 1979, nas demais inundações a cota fluviométrica

respondeu à precipitação imediatamente. Em 2012 o tempo entre a precipitação e a cota máxima do rio foi inferior a 24 horas, o que sugere que o desmatamento e assoreamento contribuíram para a elevação rápida do rio Piranga.

Ao analisar a série histórica de precipitação das estações estudadas, verificou-se que apenas em 16 e 17 de dezembro de 2008 houve registro de dois dias consecutivos com chuvas acima de 100 mm, o que reforça a magnitude desta inundação para a Bacia do Piranga.

As chuvas acima de 100 mm em apenas vinte e quatro horas não são tão anormais, na Bacia do rio Piranga como se pensava. Todavia o que será crucial para desencadear a inundação, na Bacia do rio Piranga, é a sequência de dias chuvosos, aliado aos registros extremos.

Embora a ZCAS seja responsável pelos volumes de chuva excepcionais (os aguaceiros) a magnitude das inundações não deve ser atribuída somente a ela, já que a resposta da chuva é imediata. A frequência e magnitude das inundações podem estar atribuídas a toda intervenção humana na bacia ao longo dos séculos, devendo ser repensada as ações antrópicas.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA/COMPANHIA DE PESQUISAS DE RECURSOS MINERAIS - CPRM. **Estações**. Disponível em: <<http://portalsnrh.ana.gov.br/Esta%C3%A7%C3%B5esdaANA/tabid/359/Default.aspx>>. Acesso em: 01 abril 2012.

ÁGUAS DO RIO DOCE. **Atlas Escolar da Bacia do Rio Doce**. Nosso território nossa gente. 1ª Ed. 60p. Volume I. Regiões Hidrográficas. 2007.

AMORIM, Raniéri Carlos Ferreira et. al. Avaliação do desempenho de dois métodos de espacialização da precipitação pluvial para o Estado de Alagoas. **Acta Scientiarum Technology**, v. 30, n. 1, p. 87-91, 2008. Disponível em: <<http://http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/view/3182/1944>>. Acesso em: 15 ago. 2013.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE – CBH. **Caracterização da Bacia Hidrográfica**. Disponível em: <[http://www.riodoce.cbh.gov.br/bacia\\_caracterizacao.asp](http://www.riodoce.cbh.gov.br/bacia_caracterizacao.asp)>. Acesso em: 03 de fev. de 2012.

CUPOLILLO, Fulvio. **Diagnóstico Hidroclimatológico da Bacia do Rio Doce**. 153f. Dissertação (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geografia. Universidade

Federal de Minas Gerais, UFMG-MG, Belo Horizonte - MG, 2008. Disponível em: <[http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/.../final\\_em\\_pdf.pdf](http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/.../final_em_pdf.pdf)>. Acesso em: 19 de out. de 2009.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Avaliação ambiental integrada dos aproveitamentos hidrelétricos na bacia do Rio Doce**. 2005. Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/MeioAmbiente/Documents/MeioAmbiente\\_7/TR%20AAI%20Rio%20Doce.pdf](http://www.epe.gov.br/MeioAmbiente/Documents/MeioAmbiente_7/TR%20AAI%20Rio%20Doce.pdf)>. Acesso em: 12 jul. de 2010.

FERREIRA, A. G. **Meteorologia Prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 188p.

FIALHO, Edson Soares; NASCIMENTO, Rosilene Aparecida do; SILVA, Claudinei Heleno da; SILVA, Leonardo Alves de Oliveira. Compreendendo a dinâmica das enchentes e suas repercussões no médio e baixo vale da bacia hidrográfica do rio Piranga em dezembro de 2008. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 9, 2010. Ceará, **Anais...**, Fortaleza: ABCLIMA/UFC, 2010, cd-rom.

GONTIJO, Bernardo Machado; ASSIS, Wellington Lopes. Análise preliminar da sucessão de tipos de tempo no norte de Minas gerais e suas relações com os sistemas atmosféricos atuantes: Períodos chuvosos de 1978/1979 e 1984/1985. **Geonomos**. Belo Horizonte, v. 5, n. 2. 1997. p. 59-64.

JARDIM, Carlos Henrique. “Médias” e “desvios” na análise geográfico-climatológica: o episódio de chuva concentrada do dia 23 de novembro de 2010 e o veranico de janeiro/fevereiro de 2011 em Belo Horizonte - MG. **Geografias**. Belo Horizonte 08(2) 35-49 janeiro-junho de 2012.

NASCIMENTO, Rosilene Aparecida do. **Análise dos Impactos e Repercussões do Evento Pluvial Intenso no Município de Piranga-MG, em 17 de Dezembro de 2008**. 129 f. Dissertação (Monografia em Geografia). Curso de Geografia. Departamento de Geografia, UFV-MG, Viçosa-MG, 2009.

NASCIMENTO, Rosilene Aparecida do. **Análise das Inundações de 1979, 1997, 2008 e 2012 na Bacia do Rio Piranga-MG**. 178 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Curso de Geografia. Programa de Pós-Graduação em Geografia: Tratamento da Informação Espacial, PUC-MG, Belo Horizonte - MG, 2013.

NIMER, Edmon. IBGE. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, SUPREN, 1979. 421 p.

PALLOTTA, Mariana, NAKAZATO, Renata Yumi. **Caracterização de Episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e Zona de Convergência de Umidade (ZCOU) em Janeiro e Fevereiro de 2010**. Disponível em: <[http://www.dca.iag.usp.br/www/.../2010/.../pallotta\\_nakazato\\_artigo.pdf](http://www.dca.iag.usp.br/www/.../2010/.../pallotta_nakazato_artigo.pdf)>. Acesso em: 10 de mar. de 2012.

SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA CIVIL - SNDC. Disponível em: <<http://www.defesacivil.gov.br>>. Acesso em: 17 de maio de 2009.

SILVA, L. A. de O. **A Desorganização do Espaço Urbano em Ponte Nova (MG) Frente às Grandes Enchentes de 1951, 1979, 1997 e 2008**. 66f. Dissertação (Monografia em

Geografia). Curso de Geografia. Departamento de Geografia, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa-MG, 2009.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION - WMO. **Calculation of Monthly and Annual 30** - Year Standard Normals, WCDP-No. 10, WMO-TD/No. 341, Geneva: WMO, 1989. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/webcdp/climatologia/normais/imagens/normais/textos/apresentacao.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2012.