



## FATORES GEOGRÁFICOS E DE GESTÃO MUNICIPAL RELACIONADOS COM A OCORRÊNCIA DE ENXURRADAS OU INUNDAÇÕES NOS MUNICÍPIOS MINEIROS

## GEOGRAPHICAL AND MUNICIPAL MANAGEMENT FACTORS RELATED TO THE OCCURRENCE OF FLASH FLOODS OR FLOODS IN MINAS GERAIS MUNICIPALITIES

**Ricardo Augusto Ferreira Quadros**

Universidade Federal Fluminense

Rua Tiradentes, 17 - Ingá - Faculdade de Direito II - Anexo 2º andar conjunto 26 –

CEP 24210-510 - Niterói, RJ - Brasil

E-mail: [ricardoqfisio@gmail.com](mailto:ricardoqfisio@gmail.com)

**José Rodrigo de Moraes**

Universidade Federal Fluminense

Rua Tiradentes, 17 - Ingá - Faculdade de Direito II - Anexo 2º andar conjunto 26 –

CEP 24210-510 - Niterói, RJ - Brasil

E-mail: [jrodrigo@id.uff.br](mailto:jrodrigo@id.uff.br)

### Informações sobre o Artigo

Data de Recebimento:

09/2017

Data de Aprovação:

10/2018

### Resumo

O desenvolvimento urbano brasileiro estimulou um conflito entre sistemas ambientais e sociais, fato que favoreceu as pessoas a construírem suas moradias em áreas sujeitas a enxurradas e inundações bruscas. Este trabalho buscou, usando modelos de regressão logística, analisar os diferenciais na chance dos municípios mineiros serem atingidos por enxurradas ou inundações bruscas entre as seis regiões do Estado de Minas Gerais, definidas pela articulação operacional dos Comandos Operacionais de Bombeiros, do

Corpo de Bombeiro Militar de Minas Gerais. Os dados utilizados neste trabalho são provenientes da MUNIC 2013. Observou-se que os municípios mineiros que apresentam maior chance de serem atingidos por enxurradas ou inundações bruscas são os que possuem mais de 20.000 habitantes e os que se encontram na região do 5º COB (Vale do Jequitinhonha/Mucuri e Rio Doce). Faz-se necessário estimular de forma organizada a cultura de prevenção e percepção de risco da população residente nas grandes cidades mineiras, devendo o governo investir principalmente nas fases de prevenção e mitigação, além de considerar a população como um agente ativo de todo esse processo.

**Palavras-chave:** Enxurradas, Inundações Bruscas, Corpo de Bombeiros Militar, Defesa Civil e Modelo logístico.

### Abstract

The Brazilian urban development stimulated a conflict between environmental and social systems, a fact that favored people to build their dwellings in areas subject to floods and sudden floods. This work, using logistic regression models, analyzed the differences in the chances of Minas Gerais municipalities being hit by floods or sudden floods between the six regions of the State of Minas Gerais, defined by the operational articulation of the Fire Brigade Operational Commands, the Military Fire Brigade of Minas Gerais. The data used in this study come from MUNIC 2013. It was observed that the municipalities of Minas Gerais that present the greatest chance of being hit by floods or sudden floods are those with more than 20,000 inhabitants and those in the region of the 5th COB (Jequitinhonha / Mucuri and Rio Doce). It is necessary to stimulate in an organized way the culture of prevention and risk perception of the population residing in the big cities of Minas Gerais, the government should invest mainly in the prevention and mitigation phases, besides considering the population as an active agent of this whole process.

**Keywords:** Flash flood, Heavy Flooding, Military Fire Brigade, Civil Defense and Logistic Model.

## 1. Introdução

O processo de desenvolvimento humano tem sido ligado a oceanos e rios desde as primeiras fases da civilização, o acesso à água tem sido essencial para o saneamento, o transporte, a energia, o desenvolvimento econômico, a defesa, a recreação e o bem-estar social. No entanto, essa interação também levou a um conflito entre sistemas naturais e sistemas sociais, onde a necessidade de acesso direto à água resultou na ocupação humana de áreas baixas que estão sujeitas a inundações periódicas (FEMA, 1981).

Apresentam como importantes contribuições para as inundações, a mudança da vegetação por materiais impermeáveis, sistema de drenagem insuficientes, ineficientes ou até inexistentes e a canalização de rios que podem vir a minimizar a capacidade de carreamento de materiais (NUNES, 2015).

A maioria dos registros de desastres no Brasil tem origem em algum fenômeno natural, sendo que os relacionados a enxurradas e inundações são aqueles que apresentam considerável importância, devido aos onerosos gastos para a economia do país (UFRGS, 2016).

Segundo o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2010, o país foi exposto a 31.909 eventos, dos quais 10.444 foram relativos a natureza hidrológica (alagamentos, inundações bruscas e graduais), atingindo o território nacional de forma distinta, no decorrer do ano, seja na distribuição ou na frequência (UFSC, 2012).

Destaca-se desse modo o Estado de Minas Gerais que frequentemente sofre com eventos hidrológicos em toda sua extensão, além de ser um estado com grande representatividade no país, uma vez que apresenta o terceiro maior produto interno bruto (PIB) e um dos principais pólos turísticos. O estado apresenta suas fronteiras ao norte com o Estado da Bahia, Goiás e Distrito Federal, ao sul com São Paulo, ao leste com os Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo, e ao oeste com o Estado de Mato Grosso do Sul (IBGE, 2017).

As inundações são determinadas por um conjunto de fatores, entre os quais pode-se destacar as questões atmosféricas, topográficas, características da bacia hidrográfica e uso do solo, situações que modificam ao passar do tempo em detrimento de elementos físicos e do desenvolvimento da sociedade (NUNES, 2015). O comportamento da composição física da cidade e sua população proporcionam o surgimento desses tipos de riscos que juntos desencadeiam desde as emergências rotineiras, em uma escala menor, até alcançar os desastres (PINHEIRO, 2015).

Neste sentido cabe abordar a Carta Magna do Brasil de 1988, em que nas diversas políticas inseridas destaca-se a de desenvolvimento urbano, orientado ao Município, com mais de vinte mil habitantes, para que ordene o desenvolvimento das funções sociais, garantindo bem-estar a sua população (BRASIL, 1988).

Verifica-se também que outro marco na política brasileira foi a Lei Federal 12.608/2012, que instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, em que ficou definido como

responsabilidades governamentais nas esferas federais, estaduais e municipais, enfrentar eventos e minimizar riscos e impactos de desastres (BRASIL, 2012).

Neste contexto, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) realiza, regularmente, a Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC) com verificação detalhada de informações sobre a estrutura, a dinâmica e o funcionamento das instituições públicas municipais. Em 2013, a publicação expôs temas já investigados em anos anteriores, entretanto destacou-se por trazer a temática gestão de riscos e resposta a desastres, apresentando-a em uma seção específica, com informações direcionadas a determinados eventos que podem vir a causar riscos nas áreas urbanas, dentre eles pode-se citar as enchentes e inundações, observando a capacidade institucional local de legislar e administrar políticas públicas, com o objetivo de prover o planejamento e o monitoramento desses eventos (IBGE, 2014).

Em virtude da recorrência desses eventos de natureza hidrológica no país, justifica-se estudar estes eventos no Estado de Minas Gerais, por possuir uma área territorial de 586.521,235 Km<sup>2</sup>, sendo o maior estado da região sudeste, ocupando uma área de 63% e o 4º maior estado do país correspondendo a 6,91% da dimensão nacional, possuindo 853 municípios, com população predominantemente urbana, com 19.597.330 habitantes, apresentando uma densidade demográfica de 33,41 hab/Km<sup>2</sup> (IBGE, 2017).

O presente trabalho buscou, sobretudo, analisar os diferenciais na chance dos municípios mineiros serem atingidos por enxurradas ou inundações bruscas entre as seis regiões do Estado de Minas Gerais, definidas pela articulação operacional dos Comandos Operacionais de Bombeiros (COB), do Corpo de Bombeiro Militar de Minas Gerais.

## **2. Material e método**

A Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC) 2013, utilizada neste trabalho, é de abrangência nacional, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que coletou informações dos 5.570 municípios brasileiros, tendo como finalidade produzir informações básicas, de modo a identificar as carências existentes nos municípios brasileiros, auxiliando dessa forma para a democratização da gestão pública por meio da formulação e do aprimoramento de políticas diferenciadas para questões específicas de suas populações (IBGE, 2014).

A população-alvo deste estudo compreende os 832 municípios, dos 853 existentes no Estado de Minas Gerais, que responderam se foram ou não atingidos em suas áreas urbanas por enxurradas ou inundações bruscas no período de 2008 a 2012.

O desfecho do estudo é um indicador binário obtido a partir da seguinte pergunta contida no questionário da MUNIC 2013: “O município foi atingido em suas áreas urbanas por enxurradas ou inundações bruscas nos últimos 5 anos (2008 a 2012)?” contendo as seguintes alternativas de respostas possíveis: “Sim”, “Não” e “Não sabe”. Do exposto, 21 municípios mineiros responderam que não sabem, e, por este motivo, não foram considerados na análise.

No presente trabalho foram ajustados modelos de regressão logística para estimar a chance dos municípios mineiros serem atingidos em suas áreas urbanas por enxurradas ou inundações bruscas, com base nas seis regiões do Estado de Minas Gerais, e de outros fatores geográficos e de gestão municipal.

A variável explicativa principal considerada na modelagem estatística é a região do Estado de Minas Gerais, considerada a partir da articulação operacional dos Comandos Operacionais de Bombeiros (COB), do Corpo de Bombeiro Militar de Minas Gerais, que divide as macrorregiões do Estado em seis comandos regionais, sendo o 1º COB referente a maior parte das cidades das regiões Central e Centro-Oeste de Minas; 2º COB as cidades do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba e Noroeste de Minas; 3º COB as cidades Zona da Mata; 4º COB as cidades do Norte de Minas; 5º COB as cidade da região do Vale Jequitinhonha/Mucuri e Rio Doce; e 6º COB as cidades do Sul de Minas (CBMMG, 2016 e MINAS GERAIS, 2017).

Quanto às demais variáveis explicativas, o tamanho populacional foi dicotomizado em: 1) até 20.000 habitantes e 2) mais de 20.000 habitantes. A variável referente a instituição referente à gestão de riscos e resposta a desastres, existente no município, lançada na MUNIC 2013, indica a presença ou não de: 1) Unidade do Corpo de Bombeiros Militar (CBM) no município e/ou Coordenação Municipal de Defesa Civil, 2) nenhuma das duas instituições e 3) não informado.

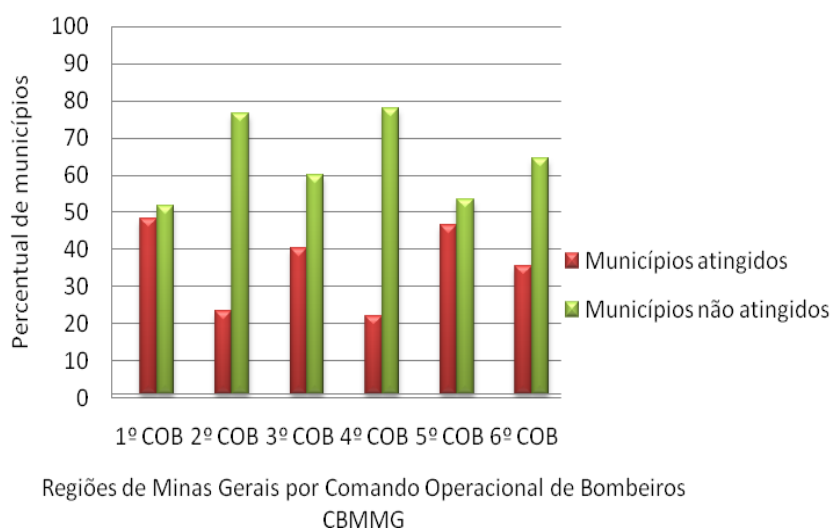
Além disso, foram considerados no estudo seis variáveis que indicam a existência de diferentes instrumentos de planejamento voltados para prevenção de enxurradas ou inundações bruscas, contendo as categorias “sim”, “não” e “não informado”: 1) Plano Diretor que contemple a prevenção de enxurradas ou inundações bruscas; 2) Lei de Uso e Ocupação do Solo que contemple a prevenção de enxurradas ou inundações bruscas; 3) Lei específica que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas; 4) Plano de Saneamento Básico (PSB) contemplando o serviço de esgotamento sanitário; 5) Plano de Saneamento Básico (PSB) contemplando o serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; e 6) Plano de Saneamento Básico (PSB) contemplando o serviço de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

No que tange a modelagem estatística, primeiramente foram ajustados modelos univariados e, com base neles foram estimadas as razões de chance brutas (ORB – odds ratio), sendo consideradas significativas as associações cujo p-valor do teste de Wald foi maior do que o nível de significância de 5%. Ao modelo que estabelece a associação entre a região e a chance do município ter sido atingido por enxurradas ou inundações bruscas, adicionou-se isoladamente outros fatores que apresentaram significância estatística nos modelos univariados (análise bruta) ao nível de 5% ( $p\text{-valor} \leq 0,05$ ). Para os modelos multivariados, foram estimadas as razões de chance ajustadas (ORa – odds ratio). Para fins de seleção do modelo logístico multivariado mais adequado e com maior capacidade preditiva, utilizou-se a taxa global de classificações corretas, as medidas de sensibilidade e especificidade, bem como o Critério de Informação de Akaike (AIC).

Os ajustes dos modelos foram realizados pelo método de máxima verossimilhança, com o emprego do software livre R, versão 3.3.1 (POWERS e XIE, 2008).

### 3. Resultado

Do total de municípios do Estado de Minas Gerais, foram incluídos neste estudo 97,5% deles, totalizando 832 cidades mineiras; sendo que 37,4% delas foram atingidas em suas áreas urbanas por enxurradas ou inundações bruscas, entre o período de 2008 a 2012. A figura 1 apresenta a distribuição percentual dos municípios mineiros não atingidos e atingidos pelo evento por regiões do Comando Operacional de Bombeiros do CBMEMG, no período mencionado.



**FIGURA 1:** Distribuição percentual dos municípios mineiros não atingidos e atingidos por enxurradas ou inundações bruscas, entre o período de 2008 a 2012.

A Tabela 1 apresenta a distribuição percentual dos municípios mineiros segundo as variáveis geográficas e de gestão municipal (região do Comando Operacional de Bombeiros, plano diretor, lei de uso e ocupação, lei específica, PSB - esgotamento sanitário, PSB - serviço de limpeza urbana, PSB - serviço de drenagem, tamanho populacional, e órgão de gestão e resposta), bem como os resultados dos ajustes dos modelos logísticos univariados, considerando os 832 municípios que responderam se foram ou não atingidos por enxurradas ou inundações bruscas, no período de 2008 a 2012.

Dos municípios mineiros que declararam terem sido afetados pelos eventos, 48,3% deles estão situados na região do 1º COB, o que corresponde às cidades da região Central (metropolitana) e Centro-oeste de Minas, seguido do 5º COB (Vale do Jequitinhonha/Mucuri e Rio Doce) com 46,5% dos municípios mineiros. Das cidades afetadas, 58,2% apresentavam uma população com mais de 20.000 habitantes.

Quanto à presença de instrumentos de planejamento (plano diretor, leis e planos de saneamento básico), verificou-se maior percentual de municípios afetados por enxurradas ou inundações bruscas, entre aqueles que informaram possuir plano diretor que contemple a prevenção desses eventos (58,0%); lei de uso e ocupação do solo (64,5%); lei específica (50,0%) e plano de saneamento básico contemplando o serviço de esgotamento sanitário (45,8%), serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos (45,5%) e serviço de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas (46,2%).

Em relação à presença de instituição para realizar gestão de riscos e resposta a desastres, verificou-se um maior percentual de municípios atingidos entre os que declararam ter Corpos de Bombeiros Militar e/ou Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (48,4%), comparativamente aos municípios que reportaram não apresentar nenhum desses órgãos (34,5%).

**TABELA 1**

Associação de variáveis demográficas, instrumentos de planejamento, tamanho populacional, instituição de gestão de riscos e resposta a desastres dos municípios do Estado de Minas Gerais.

Variáveis	% municípios mineiros	Ocorrência de enxurradas ou inundações bruscas		Modelos logísticos univariados		
		Sim	Não	OR	p-valor*	
<i>Região do COB</i>						
1º COB	14,2	48,3	51,7	1,702	0,032	
2º COB	11,8	23,5	76,5	0,559	0,045	
3º COB	17,1	40,1	59,9	1,221	0,402	
4º COB	14,2	22,0	78,0	0,515	0,017	
5º COB	23,8	46,5	53,5	1,581	0,036	
6º COB	19,0	35,4	64,6	1	-	
<i>Plano Diretor</i>						
Sim	12,0	58,0	42,0	1,926	0,005	
Não	34,3	41,8	58,2	1	-	
Não informado	53,7	30,0	70,0	0,597	0,001	
<i>Lei de Uso e Ocupação do Solo</i>						
Sim	11,2	64,5	35,5	2,720	<0,001	
Não	35,1	40,1	59,9	1	-	
Não informado	53,7	30,0	70,0	0,640	0,005	
<i>Lei específica</i>						
Sim	1,4	50,0	50,0	1,181	0,776	
Não	44,8	45,8	54,2	1	-	
Não informado	53,7	30,0	70,0	0,506	<0,001	
<i>PSB - esgotamento sanitário</i>						
Sim	24,4	45,8	54,2	0,986	0,947	
Não	21,9	46,2	53,8	1	-	
Não informado	53,7	30,0	70,0	0,499	<0,001	
<i>PSB - serviço de limpeza urbana</i>						
Sim	23,8	45,5	54,5	0,958	0,833	
Não	22,5	46,5	53,5	1	-	
Não informado	53,7	30,0	70,0	0,492	<0,001	
<i>PSB - serviço de drenagem</i>						
Sim	14,3	46,2	53,8	1,014	0,949	
Não	32,0	45,9	54,1	1	-	
Não informado	53,7	30,0	70,0	0,505	<0,001	
<i>Tamanho populacional</i>						
Até 20.000 hab.	77,9	31,5	68,5	1	-	
Mais de 20.000 hab.	22,1	58,2	41,8	3,024	<0,001	
<i>Órgão de gestão e resposta</i>						
CBM e/ou Defesa Civil	52,2	48,4	51,6	1,776	0,055	
Nenhuma das duas	6,6	34,5	65,5	1	-	
Não informado	41,2	23,9	76,1	0,595	0,095	

Nota: \* Teste de Wald.

Com base nos modelos logísticos univariados, constatou-se a existência de associação significativa ( $p\text{-valor}\leq 0,05$ ) entre a chance do município ser atingido por enxurradas ou inundações bruscas e as seguintes variáveis explicativas: região do COB, plano diretor (sim), lei de uso e ocupação do solo (sim), e tamanho populacional.

Os municípios situados nas regiões do 1º COB ( $OR=1,702$ ,  $p\text{-valor}=0,032$ ) e do 5º COB ( $OR=1,581$ ,  $p\text{-valor}=0,036$ ) apresentaram uma chance de serem atingidos por enxurradas ou inundações bruscas maiores que a dos municípios do 6º COB, enquanto as cidades da região do 2º COB ( $OR=0,559$ ,  $p\text{-valor}=0,045$ ) e do 4º COB ( $OR=0,515$ ,  $p\text{-valor}=0,017$ ) apresentaram uma chance de serem atingidas pelo evento menor que a dos municípios do 6º COB. Não se observou diferença significativa na chance de ocorrência do evento entre os municípios do 3º e 6ª COB ( $OR=1,221$ ;  $p\text{-valor}=0,402$ ).

Observou-se ainda maior chance de serem atingidas por enxurradas ou inundações bruscas para as cidades mineiras que informaram ter plano diretor ( $OR=1,926$ ,  $p\text{-valor}=0,005$ ), lei de uso e ocupação do solo ( $OR=2,720$ ,  $p\text{-valor}<0,001$ ) e para aquelas com mais de 20.000 habitantes ( $OR=3,024$ ,  $p\text{-valor}<0,001$ ).

A Tabela 2 apresenta medidas de qualidade do ajuste de três modelos logísticos multivariados, onde cada modelo contém, além da região definida pelos comandos operacionais dos bombeiros do Estado de Minas Gerais, a adição de mais uma variável que apresentou efeito estatisticamente significativo na análise bruta. As variáveis “plano diretor”, “lei de uso e ocupação do solo” e “tamanho populacional” não foram adicionadas simultaneamente ao modelo que contém a região do COB, devido a correlação entre elas em função da não declaração dos municípios e dos municípios não declarantes serem, em geral, aqueles com até 20.000 habitantes. O modelo logístico multivariado 1, que considera a região do COB e o tamanho populacional, foi o que apresentou melhor qualidade do ajuste, por ter medidas de sensibilidade e especificidade maiores que 50% e menor valor de AIC.

**TABELA 2**  
Medidas de qualidade do ajuste de três modelos logísticos multivariados

Modelos logísticos multivariados	Sensibilidade (%)	Especificidade (%)	Taxa global de classificações corretas (%)	Critério de Informação de Akaike (AIC)
<i>Modelo multivariado 1*</i>				
Região do COB +tamanho populacional	56,9	67,4	63,5	1.032,9
<i>Modelo multivariado 2**</i>				
Região do COB +plano diretor	64,9	57,2	60,1	1.053,1
<i>Modelo multivariado 3***</i>				
Região do COB +lei de uso e ocupação do solo	40,2	83,3	67,2	1.045,5

Nota: \* ponto de corte ótimo igual a 0,398; \*\* ponto de corte ótimo igual a 0,384; \*\*\* ponto de corte ótimo igual a 0,468.

A tabela 3 apresenta os resultados do modelo logístico multivariado selecionado (modelo multivariado 1), que estabelece a relação entre a chance do município ser atingido pelo evento e

as variáveis que identificam a região do Comando Operacional de Bombeiro (COB) e o tamanho populacional. Notou-se que com a inclusão da variável “tamanho populacional”, o 1º COB (OR=1,445, p-valor=0,155) perdeu a sua significância estatística, enquanto que o 2º COB (OR=0,508, p-valor=0,025), 4º COB (OR=0,478, p-valor=0,010) e 5º COB (OR=1,707, p-valor=0,018) mantiveram a sua significância a um nível de 5%.

Quanto ao tamanho populacional, observou-se que a chance dos municípios com mais de 20.000 habitantes serem atingidos por enxurradas ou inundações bruscas é cerca de 3,3 vezes maior do que a dos municípios com até 20.000 habitantes. Quanto à região de Comando Operacional constatou-se que os municípios localizados no 2º COB e 4º COB, apresentam, respectivamente, chances de serem atingidos de 49,2% e 52,2% menores do que os municípios do 6º COB. Enquanto as localidades mineiras situadas na área de abrangência do 5º COB apresentam uma chance de serem atingidas pelo evento 70,7% maior, comparativamente aquelas situadas no 6º COB.

**TABELA 3**

Resultados do ajuste do modelo logístico multivariado explicativo da chance do município ser atingido por enxurradas ou inundações bruscas, considerando as variáveis região do Comando Operacional de Bombeiro e tamanho populacional

Variáveis	Modelo logístico multivariado 1	
	OR	p-valor*
<i>Região do COB</i>		
1º COB	1,445	0,155
2º COB	0,508	0,025
3º COB	1,386	0,184
4º COB	0,478	0,010
5º COB	1,707	0,018
6º COB	1	-
<i>Tamanho Populacional</i>		
Até 20.000	1	-
Mais de 20.000	3,352	<0,001

Nota: \* Teste de Wald.

#### 4. Discussão

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014), conceitua que as enxurradas ou inundações bruscas são provenientes de chuvas intensas e concentradas, proporcionando que os canais naturais de drenagem extrapolem seu limite da borda superior de maneira rápida e, na maioria das vezes, causam danos materiais e humanos mais importantes do que as enchentes ou inundações graduais. Geralmente, incidem em bacias de médio ou pequeno porte e são intensificadas por relevos acentuados. Em determinadas situações, as enxurradas podem também ter influências por ações tecnológicas, como rompimento de barragens ou outros sistemas.

De acordo com Nunes (2015), as inundações são determinadas pela combinação dos fatores atmosféricas, topografia, característica de bacia hidrográfica e uso do solo, circunstâncias essas que se revezam em relevância com o passar do tempo, considerando a dinâmica dos elementos físicos e o desenvolvimento social. Acrescentam-se ainda que características físicas das cidades bem como o clima e o padrão de distribuição das chuvas, associado às alterações de



relevo como as declividades e os tipos de solo, são alguns dos fatores que, somados as formas de ocupação e ao planejamento urbano, interferem nos resultados da presença de eventos hidrológicos, assim como as regiões com clima mais seco ou com chuvas menos concentradas, apresentam, em geral, menos municípios atingidos por esses desastres (IBGE, 2014).

O clima no Estado mineiro é constantemente influenciado pelas massas de ar vindas do sul do país bem como da região equatorial, enquanto o norte de Minas apresenta como característica ser quente e seco, apresentando um clima de semi-árido, a região sul do estado que apresenta elevado índice pluviométrico e com uma topografia mais acentuada. A região leste recebe influência direta da umidade oceânica, e a parte oeste é influenciada pelos eventos vindos do continente (NIMER, 1989). Mostrando que Minas Gerais é um Estado com características de transição tanto de relevo quanto de clima, influenciando diretamente na presença dos eventos hidrológicos.

Este trabalho verificou que os maiores percentuais de municípios mineiros afetados por enxurradas ou inundações bruscas estão situados na região do 1º COB (mesorregião Central e Centro-oeste) e nas regiões do 5º COB (mesorregião do Vale Jequitinhonha/Mucuri e Rio Doce) e 3º COB (mesorregião Zona da Mata Enquanto que no Atlas Brasileiro de Desastres de Naturais, volume Minas Gerais, identificou a mesorregião da Zona da Mata sendo a mais afetada com 24% dos desastres seguido do Vale do Rio Doce com 19% e Região Metropolitana de Belo Horizonte com 17% (UFSC, 2013). Destaca-se que nas duas pesquisas as regiões afetadas são correspondentes, diferenciando no quantitativo apresentado.

De acordo Doswell, Brooks e Maddox (1996), as inundações bruscas estão ligadas a altos índices de precipitações e são extremamente perigosas e danosas, uma vez que é a quantidade de precipitação que transforma uma chuva comum em uma extraordinária situação potencialmente mortal, principalmente quando associada ao tamanho da bacia de drenagem, a topografia da bacia e a quantidade de uso urbano dentro da bacia. Marcelino (2008) acrescenta ainda que o desmatamento das encostas, a ocupação das planícies de inundação, o assoreamento dos rios e a impermeabilização das cidades, nas formas de pavimentação das ruas e edificações diversas, proporcionam condição para que as inundações bruscas se tornem um dos principais problemas da região Sul e Sudeste do Brasil, nos próximos 20 anos.

Para Freitas *et al.* (2014), o processo de urbanização do Brasil, principalmente no decorrer da metade do século XX, proporcionou a condição de vulnerabilidade das populações, em decorrência da falta de planejamento urbano adequado.

No que se refere aos efeitos das inundações no ambiente urbano destaca-se a influência direta da drenagem superficial, uma vez que as construções, tais como estradas, ruas asfaltadas, calçadas, estacionamentos e edifícios, contribuem diretamente para o aumento do escoamento de água, então o efeito combinado de várias construções pode contribuir para aumentar em muito a capacidade do sistema de bacia hidrográfica local (FEMA, 1981).

Acrescenta-se ainda que a ocupação dos diversos espaços dentro da área urbana emana de um processo social, caracterizado por uma disparidade no ganho com as atividades econômicas, sendo que na maioria das vezes a população de baixa renda, fica em locais expostos a perigos de deslizamentos de encostas e de inundações. Situações que podem vir a transformar em riscos iminentes, sobretudo em função da ocorrência de atividades climáticas extremas, que potencializam as situações de desastres (CARMO e ANAZAWA, 2014).

No presente trabalho observou-se que os municípios mais afetados por enxurradas ou inundações bruscas, tendem a ser aqueles que informaram possuir plano diretor que contemple a prevenção desses eventos e lei de uso e ocupação do solo. Estes resultados se assemelham com o estudo de Teixeira, Hora e Moraes (2016), em que analisou o perfil dos municípios da região sudeste do Brasil atingidos por enxurradas ou inundações bruscas, constatando também que nesta região os municípios que informaram possuir plano diretor, bem como os municípios com maiores tamanhos populacionais, tendem a ser os mais atingidos pelo evento.

## 5. Considerações finais

Neste estudo, pode-se concluir que os municípios mineiros mais atingidos por enxurradas ou inundações bruscas encontram-se na região do 5º COB (Vale do Jequitinhonha/Mucuri e Rio Doce), enquanto os municípios localizados no 2º e 4º COB são aqueles menos atingidos por enxurradas ou inundações bruscas, comparativamente aos municípios do 6º COB. Os municípios que possuem mais de 20.000 habitantes também apresentaram maior chance de serem atingidos pelo evento.

Por fim, com base nos resultados encontrados no presente estudo, considera-se necessário estimular de forma organizada a cultura de prevenção e percepção de risco da população residente nas grandes cidades mineiras, destacando aquelas da região do 5º COB, que são as mais afetadas por enxurradas ou inundações bruscas, devendo o governo investir principalmente nas fases de prevenção

## Referências

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**: texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com as alterações adotadas pelas Emendas Constitucionais nos 1/1992 a 68/2011, pelo Decreto Legislativo nº 186/2008 e pelas Emendas Constitucionais de Revisão nos 1 a 6/1994. – 35. ed. – Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei n. 12.608, de 10 de abril de 2012**. Brasília: Presidência da República. 12 p. 2012.

- CARMO, R.L.; ANAZAWA, T.M. Mortalidade por desastres no Brasil: o que mostram os dados. **Ciênc. Saúde Coletiva**, v.19, n.9, 2014, p. 3669-3981.
- CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS (CBMMG). **Resolução nº 673**, Altera o anexo único da Resolução n. 640 de 10 de dezembro de 2015, que regulamenta o Plano de Articulação do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. Belo Horizonte, 13 de junho de 2016.
- DOSWELL, C.A.III; BROOKS, H.E.; MADDOX, R.A.. Flash flood forecasting: An ingredients-based methodology. **Wea. Forecasting**, v.11, 1996, p.560–581.
- FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY (FEMA). **Design guidelines for flood damage reduction**, 1981. Disponível em : <[www.fema.gov/hazards/floods/lib15.shtm](http://www.fema.gov/hazards/floods/lib15.shtm)>. Acesso em: 07 abr. 2017.
- FREITAS, C.M., *et al.*. Desastres naturais e saúde: uma análise da situação do Brasil. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 19, n. 9, p. 3645-3656, 2014.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa de informações básicas municipais**: Perfil dos municípios brasileiros 2013. Rio de Janeiro: IBGE, 2014, 282 p. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Perfil\\_Municipios/2013/munic2013.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Perfil_Municipios/2013/munic2013.pdf)>. Acesso em: 15 fev. 2017.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Unidades da Federação – Minas Gerais**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=mg>>. Acesso em: 09 mar. 2017.
- MARCELINO, E. V. Desastres Naturais e Geotecnologias: Conceitos Básicos. 2008. **Caderno Didático nº 1**. INPE/CRS, Santa Maria, 2008.38p.
- MINAS GERAIS. Assembléia Legislativa de Minas Gerais. **Municípios de Minas Gerais**. Disponível em: <[http://www.almg.gov.br/consulte/info\\_sobre\\_minas/index.html?aba=js\\_tabMunicipios&sltMuni=1](http://www.almg.gov.br/consulte/info_sobre_minas/index.html?aba=js_tabMunicipios&sltMuni=1)>. Acesso em: 12 mar. 2017.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil I** - 2. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989. 422 p.
- NUNES, L.H.. **Urbanização e desastres naturais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.
- PINHEIRO, E.G. **Gestão pública para redução dos desastres**: incorporação da variável risco de desastre à gestão da cidade. 1. ed. Curitiba: Anniris.
- POWERS, D.A.; XIE, Y. **Statistical methods for categorical data analysis**. 2.ed. San Diego: Emerald Group Publishing, 2008.
- TEIXEIRA, D.R, HORA, M.A.G.M, MORAES, J.R. Análise do perfil dos municípios da região sudeste do Brasil atingidos por enxurradas ou inundações bruscas. In: **I Congresso Brasileiro de Redução de Riscos de Desastres**: “Gestão Integrada em RRD no Brasil e o Marco de SENDAI” - Curitiba, Paraná, Brasil – 12 a 15 de Outubro de 2016.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. **Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2010**: volume Brasil. Florianópolis: CEPED UFSC, 2012.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. **Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012**. 2. ed. rev. ampl. – Florianópolis: CEPED UFSC, 2013.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS). Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. **Capacitação em gestão de riscos**. 2. ed. Porto Alegre: Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil – SEDEC/Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. 270 p., 2016.