



**UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
MESTRADO PROFISSIONAL EM DEFESA E SEGURANÇA CIVIL
INSTITUTO DE QUÍMICA**

RICARDO AUGUSTO FERREIRA QUADROS

**ANÁLISE DOS FATORES GEOGRÁFICOS E DE GESTÃO
MUNICIPAL RELACIONADOS COM AS OCORRÊNCIAS DE
ENXURRADAS OU INUNDAÇÕES BRUSCAS NOS MUNICÍPIOS
MINEIROS**

**NITERÓI
2018**

RICARDO AUGUSTO FERREIRA QUADROS

**ANÁLISE DOS FATORES GEOGRÁFICOS E DE GESTÃO
MUNICIPAL RELACIONADOS COM AS OCORRÊNCIAS DE
ENXURRADAS OU INUNDAÇÕES BRUSCAS NOS MUNICÍPIOS
MINEIROS**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Mestrado Profissional em Defesa e Segurança Civil da Universidade Federal Fluminense como requisito parcial para obtenção de grau de Mestre em Defesa e Segurança Civil. Área de concentração: Planejamento e Gestão de Eventos Críticos. Linha de Pesquisa: Desastres naturais.

Orientador: Prof. José Rodrigo de Moraes, D.Sc.

RICARDO AUGUSTO FERREIRA QUADROS

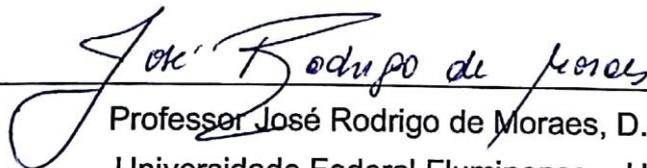
**ANÁLISE DOS FATORES GEOGRÁFICOS E DE GESTÃO
MUNICIPAL RELACIONADOS COM AS OCORRÊNCIAS DE
ENXURRADAS OU INUNDAÇÕES BRUSCAS NOS MUNICÍPIOS
MINEIROS**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Mestrado Profissional em Defesa e Segurança Civil da Universidade Federal Fluminense como requisito parcial para obtenção de grau de Mestre em Defesa e Segurança Civil. Área de concentração: Planejamento e Gestão de Eventos Críticos. Linha de Pesquisa: Desastres naturais.

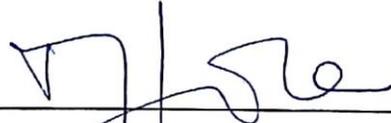
Orientador: Prof. José Rodrigo de Moraes, D.Sc.

Aprovado em: 27/09/18

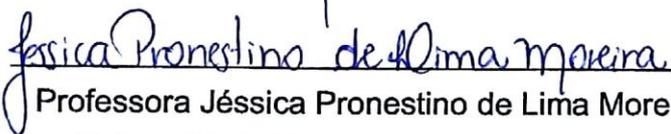
BANCA EXAMINADORA



Professor José Rodrigo de Moraes, D.Sc.
Universidade Federal Fluminense – UFF



Professora Mônica de Aquino Galeano Massera da Hora, D.Sc.
Universidade Federal Fluminense – UFF



Professora Jéssica Pronestino de Lima Moreira, D.Sc.
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me proporcionado viver todos estes momentos.

Agradeço a Vanessa, minha esposa, por me apoiar em todas as horas e a meus filhos (Vinícius e Giovana), por me mostrar sempre à beleza e aventura mesmo nas pequenas atividades diárias!

Agradeço também aos meus pais pelo apoio incondicional.

Agradeço aos meus amigos de curso por terem proporcionado momentos memoráveis.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. J. Rodrigo, pela dedicação e por me incentivar sempre durante esta jornada.

Agradeço ao Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, por apresentar um mundo incrível de conhecimento e oportunidade de ajudar o próximo!!

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a todos os profissionais que atuam na Defesa Civil, que muitas das vezes no anonimato, buscam diariamente, realizar suas atividades a fim de proteger ao máximo a população.

RESUMO

O desenvolvimento urbano brasileiro estimulou um conflito entre sistemas ambientais e sociais, fato que favoreceu à construção de moradias em áreas sujeitas a enxurradas ou inundações bruscas. Este trabalho analisou a associação 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 e a chance dos municípios mineiros serem atingidos por enxurradas ou inundações bruscas, controlando para alguns fatores geográficos e de gestão municipal. Trata-se de um estudo transversal, com dados da MUNIC 2013, considerando municípios do Estado de Minas Gerais. Foi utilizado o modelo de regressão logística. Na modelagem multivariada, observou-se que os municípios situados nas regiões do 2º COB (OR=0,508; p-valor=0,025) e 4º COB (OR=0,478; p-valor=0,010) têm menores chances de serem atingidos por enxurradas ou inundações bruscas, enquanto que os do 5º COB (OR=1,707; p-valor=0,018) têm maiores chances de serem atingidos, comparativamente aos do 6º COB. Os municípios mineiros com mais de 20.000 habitantes apresentam maior chance de ocorrência deste evento, em comparação aos municípios com até 20.000 habitantes. Faz-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 e mitigação, além de considerar a população como um agente ativo de todo esse processo.

Palavras-chaves: Enxurradas. Inundações Bruscas. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. Defesa Civil. Modelo logístico.

ABSTRACT

The Brazilian urban development stimulated a conflict between environmental and social systems, a fact that favored the construction of housing in areas subject to sudden floods or floods. This work analyzed the association between the six regions of the State of Minas Gerais, defined by the operational articulation of the Fire Brigade Operational Commands (COB), the Minas Gerais Military Fire Brigade and the chance of Minas Gerais municipalities being hit by sudden floods or floods, controlling for some geographical factors and municipal management. This is a cross-sectional study, with data from MUNIC 2013, considering municipalities in the State of Minas Gerais. The logistic regression model was used. In the multivariate modeling, it was observed that the municipalities located in the 2nd COB (OR = 0.508, p-value = 0.025) and 4th COB (OR = 0.478; p-value = 0.010) regions are less likely to be affected by (OR = 1.707; p-value = 0.018) are more likely to be reached compared to the 6th COB. The municipalities of Minas Gerais with more than 20,000 inhabitants present a greater chance of occurrence of this event, compared to municipalities with up to 20,000 inhabitants. 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, highlighting those of the region of the 5th COB, which are most affected by heavy rains or floods, and the government should invest mainly in the phases of prevention and mitigation, besides considering the population as an active agent of this whole process.

Key-words: Flash flood. Heavy Flooding. Minas Gerais Military Fire Brigade. Civil defense. Logistic model.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Articulação Operacional dos Comandos Operacionais de Bombeiros	30
Figura 2 - Distribuição percentual dos municípios mineiros não atingidos e atingidos por enxurradas ou inundações bruscas no período de 2008 a 2012.....	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Municípios sedes dos Comandos Operacionais de Bombeiros e suas Unidades de Execução Operacional subordinadas.....	30
Quadro 2 - Classificação das unidades (municípios) de acordo com as categorias observadas e previstas pelo modelo logístico binário.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição dos municípios mineiros por variáveis geográficas e de gestão municipal segundo a ocorrência (ou não) de enxurradas ou inundações bruscas, e a associação dessas variáveis com a chance do município ser atingido pelo evento.....	46
Tabela 2 - Medidas de qualidade do ajuste de três modelos logísticos multivariados ..	47
Tabela 3 - Associação das variáveis região do Comando Operacional de Bombeiro e tamanho populacional com a chance do município ser atingido por enxurradas ou inundações bruscas	48

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AIC - Critério de Informação de Akaike

BBM - Batalhão de Bombeiros Militar

CBM - Corpo de Bombeiros Militar

CBMMG - Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais

Cia BM - Companhia de Bombeiros Militar

Cia Ind BM - Companhia Independente de Bombeiros Militar

COB - Comando Operacional de Bombeiros

COBRADE - Codificação Brasileira de Desastres

CODAR - Codificação de Desastres, Ameaças e Riscos

COMPDEC - Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil

CRED - Centro para Pesquisa sobre Epidemiologia de Desastres

E - Especificidade

EM-DAT - Banco de Dados Internacional de Desastres

FEMA - Federal Emergency Management Agency

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IN - Instrução Normativa

MUNIC - Pesquisa de Informações Básicas Municipais

ONU - Organização das Nações Unidas

OMS - Organização Mundial de Saúde

OR - odds ratio

PA BM – Posto Avançado

Pel BM - Pelotão de Bombeiros Militar

PNPDC - Política Nacional de Proteção e Defesa Civil

PSB - Plano de Saneamento Básico

S - Sensibilidade

SINPDEC - Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil

TG – Taxa Global Correlata

UEOp - Unidade de Execução Operacional

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

UNISDR - United Nations International Strategy for Disaster Reduction

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 RELEVÂNCIA DO ESTUDO	15
1.2 OBJETIVOS	16
1.2.1 Objetivo Geral	16
1.2.2 Objetivos Específicos	16
1.3 ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO.....	17
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1 MINAS GERAIS	19
2.2 DESASTRES.....	21
2.2.1 Desastre de origem natural	22
2.2.2 Codificação brasileira de desastres (COBRADE).....	23
2.2.3 Enxurradas ou Inundações Bruscas.....	24
2.3 RISCOS.....	25
2.4 GESTÃO DE RISCO DE DESASTRES NOS MUNICÍPIOS.....	26
2.4.1 Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG)	27
2.4.1.1 Comandos Operacionais de Bombeiros (COB)	28
2.4.2 Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil (COMPDEC).....	33
2.4.3 Instrumentos de planejamento urbano	35
2.4.3.1 Plano Diretor	35
2.4.3.2 Lei de Uso e Ocupação do Solo.....	36
2.4.3.3 Lei específica que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas.....	36
2.4.3.4 Plano de Saneamento Básico (PSB) contemplando o serviço de esgotamento sanitário.....	37

2.4.3.5 Plano de Saneamento Básico (PSB) contemplando o serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.....	37
2.4.3.6 Plano de Saneamento Básico (PSB) contemplando o serviço de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas	38
3 MATERIAL E MÉTODOS	39
3.1 PESQUISA DE INFORMAÇÕES BÁSICAS MUNICIPAIS (MUNIC) 2013	39
3.2 POPULAÇÃO DE ESTUDO	39
3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA E VARIÁVEIS DE ESTUDO	39
3.4 MODELO LOGÍSTICO	41
3.4.1 Avaliação da capacidade preditiva do modelo	41
4 RESULTADOS.....	44
5 DISCUSSÃO	49
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
REFERÊNCIAS.....	56
APÊNDICE.....	62

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, em que a necessidade de acesso direto à água resultou na ocupação humana de áreas baixas que estão sujeitas a inundações periódicas (FEMA, 1981).

Apresentam-se como importantes contribuições para as inundações, a mudança da vegetação por materiais impermeáveis, sistema de drenagens 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 se origina de 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 à 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).

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 um marco na política brasileira está na Lei Federal 12.608/2012, que instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDC), em que ficou definido como responsabilidades governamentais nas esferas federais, estaduais e municipais, enfrentar eventos e minimizar riscos e impactos de

desastres, e também apresentou novas considerações referentes à Lei de Parcelamento do Solo Urbano e no Estatuto das Cidades (BRASIL, 2012a). Vindo a somar com as diretrizes da Constituição Federal de 1988, principalmente quanto à finalidade de manter a preservação e garantia do direito constitucional a vida, da dignidade da pessoa humana e da incolumidade em casos de desastres (BRASIL, 2012b).

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 de desastres, apresentando-a em uma seção específica, com informações direcionadas a determinados eventos que podem vir a causar riscos nas áreas urbanas. Dentre estes eventos podem-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).

1.1 RELEVÂNCIA DO ESTUDO

A ocorrência de inundações é o mais frequente de todos os desastres de origem natural no mundo, nas últimas duas décadas, o número de eventos de inundações registrados vem aumentando significativamente, assim como o número de pessoas afetadas. Além de serem eventos que acarretam impactos significativos na saúde e causam grandes perdas econômicas (UFSC, 2012; JHA, BLOCH E LAMOND, 2012).

De acordo com o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2010, ocorreu um aumento na frequência de inundações bruscas no país, com picos nos anos de 1997, 2004, 2009 e 2010. Sendo que as regiões mais atingidas pelo evento foram à região Sul (36,5%), Sudeste (30%) e Nordeste (24,5%). Com relação ao número de afetados a região Sudeste foi a mais atingida e ainda concentrou mais da metade dos óbitos causados por inundações bruscas. Destaca-se que o estado de Minas Gerais, dentre os estados da região Sudeste, foi responsável pelo registro de mais de 70 mil afetados no período de 1991 a 2010 (UFSC, 2012).

Considerando as informações relatadas e a relevância dos desastres de origem natural, principalmente enxurradas ou inundações bruscas, na região Sudeste do Brasil, justifica-se estudar este evento no Estado de Minas Gerais, por possuir uma área territorial de 586.521,235 Km², 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. Possui 853 municípios, com população predominantemente urbana, com 19.597.330 habitantes, apresentando uma densidade demográfica de 33,41 hab./Km², 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 (IBGE, 2017).

Os resultados encontrados neste estudo podem servir de referencial para o fortalecimento das ações do sistema de proteção e defesa civil do Estado e dos municípios mineiros.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar a associação 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 (CBMMG), e a chance dos municípios mineiros serem atingidos por enxurradas ou inundações bruscas, controlando para alguns fatores geográficos e de gestão municipal.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Apresentar uma revisão literária sobre o conceito de desastres, principalmente os de origem natural do grupo hidrológico, especialmente sobre enxurradas e inundações;
- Descrever os principais conceitos e instrumentos de planejamento urbano apresentados pela MUNIC 2013 na temática gestão de riscos de desastres;
- Analisar a distribuição dos municípios mineiros afetados ou não por enxurradas ou inundações bruscas, no período de 2008 a 2012, segundo a adoção (ou não) de instrumentos de planejamento urbano e de gerenciamento de riscos de

desastres, bem como segundo o tamanho populacional e 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 (CBMMG).

- Identificar os fatores geográficos e de gestão municipal associados com a chance de ocorrência de enxurradas ou inundações bruscas nos municípios mineiros, no período de 2008 a 2012.

- Comparar as chances 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 (CBMMG).

1.3 ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO

A estrutura deste trabalho está dividida em 6 capítulos. O capítulo introdutório expõe a problemática que respalda o objeto de estudo, destacando a motivação, a relevância e os objetivos do trabalho.

No capítulo 2 são apresentados os fundamentos teóricos, com destaque para uma análise sobre os desastres de origem natural do grupo hidrológico, especialmente sobre enxurradas e inundações.

O capítulo 3 descreve os materiais e métodos, com detalhamento da MUNIC 2013 na qualidade de pesquisa censitária, sua finalidade e principais dimensões estudadas. Apresenta também a população e as variáveis da pesquisa, que incluem os instrumentos de planejamento urbano e os instrumentos de gerenciamento de riscos. Expõe ainda a modelagem estatística utilizada neste trabalho.

O capítulo 4 trata-se dos resultados do estudo, destacando a análise bivariada e a modelagem estatística, incluindo o cálculo de medidas para avaliar a capacidade preditiva ou discriminatória dos modelos selecionados. Enquanto o capítulo 5 aborda a discussão do trabalho.

No capítulo 6 serão feitas as considerações finais e um panorama referente ao estudo que abrange os principais conceitos, etapas e ferramentas vinculadas ao trabalho e seus principais resultados.

No último item são citadas as referências bibliográficas que embasaram o presente trabalho. Destaca-se que no apêndice foi adicionado cópia do artigo

intitulado “*Fatores geográficos e de gestão municipal relacionados com a ocorrência de enxurradas ou inundações nos municípios mineiros*”, que foi apresentado, na modalidade oral, no 2º Congresso Brasileiro de Redução de Risco de Desastres realizado no Rio de Janeiro, no período de 11 a 14 de outubro de 2017.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 MINAS GERAIS

Situado na parte sul do continente Americano, Minas Gerais é uma das 27 unidades federativas do Brasil, localizado na região Sudeste, apresentando divisa ao norte e nordeste com a Bahia, a leste com o Espírito Santo, a sudeste com o Rio de Janeiro, a sul e sudoeste com São Paulo, a oeste com o Mato Grosso do Sul e a noroeste com Goiás, incluindo um pequeno limite com o Distrito Federal (IBGE, 2017).

Tem como capital o município de Belo Horizonte, que em conjunto com mais 34 municípios do seu entorno, forma a Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), conhecida como a terceira maior aglomeração urbana do Brasil com 4,9 milhões de habitantes (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2003).

O estado de Minas Gerais é considerado uma das mais importantes regiões agropecuárias do país, fato atribuído as fortes e ricas tradições rurais situadas em paisagens diversificadas e notáveis por sua beleza natural e carga cultural (LOUSADA, 2007). É o maior produtor nacional de leite, apresenta o segundo maior rebanho bovino do país e também ocupa a vice-liderança na produção de carne. O Estado é o maior produtor de café da nação, responsável por 50% da safra do país (MINAS GERAIS, 2015).

Quanto à infra-estrutura de transporte, o estado apresenta grande relevância, devido às numerosas intersecções tanto rodoviárias quanto ferroviárias presente, sendo que através dessa logística há rápido acesso aos mercados nacional e internacional. Mesmo sendo um estado onde não há litoral, o estado está unido por eficiente sistema rodo-ferroviário aos três principais portos brasileiros, localizados nas cidades do Rio de Janeiro, Vitória e Santos, fato que proporciona um grande destaque para as rotas dos grandes fluxos comerciais nos sentidos de ligar o país de norte a sul e leste a oeste. Sua malha rodoviária foi planejada, possuindo dessa forma quatro grandes eixos rodoviários que ligam Belo Horizonte ao Rio de Janeiro e a Brasília através da BR-040, a São Paulo pela BR-381, a Vitória por intermédio da BR-262 e à região Centro-Oeste, cruzando o Triângulo Mineiro (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2017).

Em Minas Gerais há um parque siderúrgico devidamente planejado, com

profunda atividade tecnológica, tornando o aço produzido no país extremamente competitivo no mercado mundial, fato que contribui para o estado ser o principal produtor de aço do país (SANTOS, 2009).

Em relação à biodiversidade, Minas Gerais apresenta um relevo fortemente acidentado, em que se evidenciam as Serras da Mantiqueira e do Espinhaço. Observa-se ainda que a combinação da diversidade climática, com a hidrografia, os tipos de solos e grande extensão territorial do estado, proporcionam como resultado uma variedade imensa de cobertura vegetal excepcionalmente abundante e diversificada, em que podem ser agrupadas em três grandes biomas, sendo eles a Mata Atlântica, o Cerrado e a Caatinga (DRUMMOND et al., 2005).

Em virtude de sua posição geográfica, o estado é influenciado por fenômenos meteorológicos inerentes de latitudes médias e baixas, atribuindo à região características de clima de transição. Porção significativa de Minas Gerais apresenta duas estações bem definidas: uma seca, de maio a setembro e uma chuvosa, compreendendo os meses de outubro a abril (ABREU, 1998).

De acordo com Nimer (1989) em uma considerável parte do território mineiro há predominância pelo clima tropical semiúmido, com período de seca bem identificado, durando em média 4 a 5 meses, exceto a região norte de Minas Gerais, principalmente nos vales do São Francisco e do médio Jequitinhonha que apresentam um clima tropical semiárido brando, com 6 meses secos. No período do inverno, o estado é climatologicamente mais seco e mostra temperaturas mais agradáveis, chegando à mínima em junho e julho. Na estação de verão, por causa do maior ângulo de incidência dos raios solares e ao maior tempo de exposição à radiação solar, a região sudeste apresenta as temperaturas mais altas entre os meses de setembro e março, com auges em dezembro e janeiro.

Quanto à precipitação pluviométrica anual em Minas Gerais, altera em função do relevo e da disposição geográfica, variando entre 650 mm no norte de Minas até áreas com precipitação próximas de 2100 mm na região sul e sudoeste de Minas (GUIMARÃES, REIS e LANDAU, 2010). Conforme Nimer (1989) a posição latitudinal, ocupando posição na borda ocidental do oceano e combinado com a topografia irregular de Minas Gerais, proporciona um fator importante na distribuição e incidência da precipitação no estado. Uma vez que as altas superfícies e as encostas montanhosas formam uma topografia que beneficia as precipitações, pois age no intuito de ampliar a turbulência do ar pela ascendência orográfica, no

decorrer da passagem de correntes de ar perturbadas.

2.2 DESASTRES

Os desastres constituem um motivo de crescente preocupação no mundo, em razão do aumento da vulnerabilidade, seja pela evolução urbana sem planejamento, pelo subdesenvolvimento, pela degradação do meio ambiente, pelas mudanças no clima, pela competição por recursos cada vez mais escassos ou pela influência das epidemias. Estes fatos que anunciam um futuro de ameaça cada vez maior para a economia global, para os habitantes do planeta e para o desenvolvimento sustentável (NETO et al., 2014a).

Em todo o mundo, várias áreas do conhecimento estão se aprofundando ao estudo dos desastres e seus aspectos (RODRIGUES et al., 2015). Entretanto os maiores desafios na área de estudos dos desastres referem-se a sua própria definição, devido à grande variedade de conceituação e pela falta de consenso (VALÊNCIO, 2010).

Conforme preconiza a Organização das Nações Unidas o desastre é uma séria perturbação do funcionamento da sociedade proporcionando graves perdas humanas, materiais e ambientais que extrapolam a capacidade da sociedade afetada de suportar usando apenas seus recursos (ONU, 1992).

Essa conceituação corrobora que o instante exato para um evento adverso ser visto como desastre é quando se evidencia a incapacidade local de enfrentar a situação após o evento, em virtude de perdas humanas e materiais, afetando as atividades daquela comunidade ou sociedade. Nessa essência permanece subentendido que um mesmo evento pode ser considerado desastre para uma comunidade, e não para outra que possua maior poder de enfrentamento ou resposta (RODRIGUES et al., 2015).

No campo da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, a Instrução Normativa (IN) nº 2, de 20 de dezembro de 2016, no item VII do anexo VI, atualiza o conceito de desastre como:

Resultado de eventos adversos, naturais, tecnológicos ou de origem antrópica, sobre um cenário vulnerável exposto a ameaça, causando danos humanos, materiais ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais (BRASIL, 2016, pág.60).

Essa conceituação reflete à ideia de danos, assim, desastre é o resultado (danos de variadas naturezas) que proporciona prejuízos econômicos e sociais a ecossistemas vulneráveis (RODRIGUES et al., 2015).

Uma definição mais abrangente retrata o desastre como situação ou processo social desencadeado como resultado da manifestação de um fenômeno de origem natural ou antrópico que, ao deparar com condições favoráveis de vulnerabilidade em uma população, tanto em sua estrutura produtiva e quanto infraestrutura, causa alterações intensas, graves e prolongadas nas condições normais das atividades do país, região, zona ou comunidade afetada, que não pode ser confrontada ou resolvida de forma autônoma, empregando os recursos disponíveis para a unidade social diretamente afetada. Essas alterações são consideradas de maneira diferente e distintas, entre outros fatores, pela perda da vida e da saúde da população, a destruição, a perda ou a incapacidade total ou parcial de bens da comunidade e indivíduos, assim como danos graves ao meio ambiente, demandando uma resposta imediata das autoridades e da população para auxiliar os afetados e restaurar níveis admissíveis de bem-estar e oportunidades de vida (LAVELL, 2003).

As classificações mais tradicionais na área de gestão de desastres os diferenciam, tanto em sua origem quanto em sua causa, dividindo ainda em duas categorias: “desastres naturais”, que têm como causa um fenômeno natural, na maioria das vezes de grande intensidade, agravado ou não pela atividade humana, e “desastres humanos ou antropogênicos”, que resultam de ações ou omissões humanas, estando associados às ações do homem, como agente ou autor (TOMINAGA, SANTORO e AMARAL, 2009). De acordo com Rodrigues et al.(2015) os desastres denominados como antropogênicos, atualmente podem se interpretados também como desastres tecnológicos, causados pelas atividades do ser humano. Entre eles pode-se citar os acidentes aéreos, incêndios urbanos, contaminação do ambiente por substâncias perigosas e rompimento de barragens.

2.2.1 Desastre de origem natural

Os desastres de origem natural compõem um tema cada vez mais presente na rotina das pessoas, independentemente destas residirem ou não em áreas de risco (TOMINAGA, SANTORO e AMARAL, 2009). Os conceitos de

desastres de origem natural são vinculados aos processos que ocorrem naturalmente, na superfície terrestre, refazendo o seu ambiente físico tais como: terremotos, tornados, furacões, tsunamis, erupção vulcânica, inundações, enchentes, escorregamentos, erosão, tempestades, estiagem, entre outros, afetando rigorosamente uma população (COPOLLA, 2015; SARDINHA et al., 2016). Em algumas situações os desastres naturais podem ser também induzidos pelas ações humanas (TOMINAGA, SANTORO e AMARAL, 2009).

A definição de desastre natural encontra-se disseminado pela agência da ONU, denominada Estratégia das Nações Unidas para a Redução de Desastres (United Nations International Strategy for Disaster Reduction), como uma situação de interrupção do funcionamento normal de uma conhecida situação socioeconômica, local ou regional, decorrentes de eventos associados a fenômenos ou processos naturais, cujas conseqüências alcançam dimensões que superam a capacidade das comunidades afetadas em recuperar o ambiente impactado com recursos próprios, sendo necessário recorrer à ajuda externa (UNISDR, 2009).

No Brasil, os maiores números de desastres são de origem natural, sendo que a estiagem e a seca afetam o maior número de pessoas (UFSC, 2013). Enquanto que, ao observar todo o planeta, aqueles desastres naturais que ocorrem em conseqüência dos fenômenos meteorológicos, são os mais frequentes e que atingem o maior número de habitantes (VEYRET, 2007). Em todo o mundo, os desastres de origem natural estão aumentando a cada ano, com maior intensidade, com mais pessoas sendo afetadas, indiretamente ou diretamente, e estão causando um impacto financeiro crescente (COPOLLA, 2015).

2.2.2 Codificação brasileira de desastres (COBRADE)

A partir da publicação da Instrução Normativa nº 1, de 24 de agosto de 2012, o Brasil passou a aplicar a COBRADE em substituição a Codificação de Desastres, Ameaças e Riscos (CODAR). Essa nova codificação divide os desastres em dois grupos: naturais e tecnológicos (BRASIL, 2012c). Atualmente a Instrução Normativa nº 1 foi revogada e publicada a Instrução Normativa nº 2, de 20 de dezembro de 2016 (BRASIL, 2016).

A Secretaria Nacional de Defesa Civil adotou a classificação dos desastres constante do Banco de Dados Internacional de Desastres (EM-DAT), do

Centro para Pesquisa sobre Epidemiologia de Desastres (CRED) da Organização Mundial de Saúde (OMS/ONU) e a simbologia correspondente, incluindo ainda alguns desastres típicos da realidade brasileira (BRASIL, 2012c; BRASIL, 2016; MARGARIDA et al., 2013).

Essa alteração ocorreu com a intenção de seguir os conceitos e a classificação dos desastres com os critérios definidos pelos órgãos internacionais, e padronizar as informações. Desta forma, há uma melhor compreensão da gestão do desastre, simplifica o CODAR, apresenta acompanhamento da evolução internacional na classificação de desastres e no nivelamento do país com os outros órgãos de gestão de desastres do mundo (BRASIL, 2012d).

Para que um desastre seja inserido no banco de dados EM-DAT, pelo menos um dos seguintes critérios deve ser cumprido: 10 ou mais pessoas mortas, 100 ou mais pessoas relataram terem sido afetadas, declaração de situação de emergência e solicitação de assistência internacional (BELOW, WIRTZ E GUHA-SAPIR, 2009).

No Brasil a classificação de desastres é importante, inicialmente, por motivo de ordem legal, uma vez que as situações de anormalidade só podem ser decretadas em função de um desastre. Deste modo, é essencial ter um instrumento legal que defina o que é um desastre, ou seja, para ser considerado um desastre determinado evento tem de estar necessariamente relacionado na COBRADE. Outro ponto essencial para essa classificação trata-se do registro desses fenômenos no contexto histórico do país, permitindo a formação de um banco de dados, com capacidade de ser utilizado como uma ferramenta que auxiliará em uma análise contextualizada da ocorrência de desastres em todo o país, possibilitando o planejamento de medidas preventivas e preparatórias para o enfrentamento desses eventos adversos (BRASIL, 2012d).

2.2.3 Enxurradas ou Inundações Bruscas

As enxurradas, usualmente definidas como inundações bruscas (KOBİYAMA, 2006) são causadas por chuvas intensas e concentradas, geralmente em pequenas bacias de relevo irregular, favorecendo escoamentos superficiais concentrados e com alta energia de carregamento, podendo ou não estar associados ao domínio fluvial, apresentando considerável poder de causar danos e

perdas (CASTRO, 1998 e BRASIL, 2014).

A inundação, de um modo geral, coloca um sério desafio para o desenvolvimento e as vidas das pessoas, sobretudo aos habitantes de cidades em rápido crescimento nos países em desenvolvimento, porém afeta também desde pequenos vilarejos, cidades de médio porte, centros de negócios, até as cidades importantes como megalópoles e áreas metropolitanas de todo o mundo (JHA, BLOCH e LAMOND, 2012).

2.3 RISCOS

Viver corresponde a admitir o risco de morrer de doença, de acidente mesmo ao sair de casa ou em qualquer outra ocasião. Os fatores de risco são vários, e podem apresentar relação com diversas situações dentre elas os processos naturais ou até mesmo em conseqüências de atividades humanas tais como as que envolvem a agricultura, indústria e transporte (VEYRET, 2007).

No Brasil, a definição de risco é um fator complexo, uma vez que é utilizada em diversas áreas do conhecimento, situação que proporciona uma dificuldade em uniformizar seu entendimento (UFGRS, 2016).

De acordo com Coppola (2015), essa variação quanto ao uso do termo “risco” pode vir das origens múltiplas da palavra. No árabe “risq” significa “qualquer coisa que lhe foi dada [por Deus] e da qual você tira proveito”, provavelmente explicando por que alguns podem usar o termo em relação à fortuna ou oportunidade. Entretanto, no latim “risicum”, que refere a um cenário específico enfrentado por marinheiros que tentam contornar o perigo representado por um recife de barreira, sugere uma dedução mais adequada para uso em relação ao gerenciamento de desastres.

Nessa mesma linha de raciocínio Veyret (2007) acrescenta que o termo “risco” está presente em grande parte das línguas européias, tais como no inglês como “risk”, no italiano como “rischio” e no espanhol “riesgo”.

A Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, no momento, acompanha a definição do risco apresentada pela Organização das Nações Unidas, sendo a seguinte:

perdas esperadas (de vidas, pessoas feridas, propriedades danificadas e atividade econômica interrompida) devido a um perigo particular para uma determinada área e período de

referência. Com base em cálculos matemáticos, o risco é o produto de ameaça e vulnerabilidade (ONU, 1992, pág. 64).

Coppola (2015) conceitua ainda o risco como a probabilidade de um evento ocorrer multiplicado pela consequência desse evento, caso ocorresse. A probabilidade é expressa, por exemplo, 0,15 ou 50% ou como uma frequência, por exemplo, 1 em 1.000.000; 5 vezes por ano, o que for mais adequado para a análise considerada. As consequências são uma medida do efeito do perigo em pessoas ou propriedades. Expandindo essa definição, pode se dizer que, ao diminuir a probabilidade de um perigo ou as consequências potenciais que possam resultar, o risco é efetivamente reduzido. Da mesma forma, qualquer ação que aumente a probabilidade ou as consequências de um perigo aumenta o risco.

Neste contexto observa-se que o risco é um parâmetro muito importante para a indicação da segurança frente aos desastres (UFGRS, 2016). Perceber o risco é visualizar o mundo de forma diferente, consistindo em enxergar o que sempre foi visto, porém com destaque para o fato que os riscos podem se multiplicar em possibilidades reais de produzirem eventos emergências causando até os desastres (PINHEIRO, 2015).

2.4 GESTÃO DE RISCO DE DESASTRES NOS MUNICÍPIOS

Os desastres influenciam a vida dos seres humanos desde a origem da nossa existência. Com o tempo, a sociedade buscou a desenvolver diversas formas para tentar minimizar as consequências desses desastres, buscando medidas para diminuir o impacto inicial, assim como respostas pós-desastres e estabelecendo dessa forma ações de recuperação. Diferentemente da abordagem aplicada, todas essas ações apresentam objetivo em comum, ou seja, a gestão do risco de desastre. Esse conceito de gestão visa reduzir danos para a vida, a propriedade e o meio ambiente, sendo praticamente os mesmos em todo o mundo. Porém, esse gerenciamento ainda não acontece de maneira unânime, sendo influenciado por diversas questões tais como cultura, política ou até econômicas (COPPOLA, 2015).

De acordo com o Glossário da Estratégia Internacional para Redução de Desastres (UNISDR, 2009), a gestão de risco de desastres caracteriza-se pelo conjunto de decisões administrativas, de organização e de conhecimentos operacionais desenvolvidos por sociedades e comunidades para estabelecer

políticas, estratégias e fortalecer suas capacidades e resiliência a fim de reduzir os impactos de ameaças e, conseqüentemente, a ocorrência de possíveis desastres.

A Instrução Normativa nº 02/2016, no anexo VI, item XIII, diz que gestão de risco de desastres são “*medidas preventivas destinadas à redução de riscos de desastres, suas conseqüências e à instalação de novos riscos*” (BRASIL, 2016, pág. 60). A gestão de riscos trata da adoção de medidas para reduzir os danos e prejuízos ocasionados por desastres, antes da efetiva ocorrência (UFRGS, 2016).

Nesse sentido, este estudo abordará o Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG) e a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMPDEC) como órgãos de gestão de risco de desastre no Estado de Minas Gerais e será também discutido sobre alguns instrumentos de planejamento urbano.

2.4.1 Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG)

No dia 31 de agosto de 1911, o então Presidente do Estado de Minas Gerais, Júlio Bueno Brandão, assinou a lei nº 557, que autorizou o Executivo a dispensar a quantia de vinte contos de réis para organizar uma Seção de Bombeiros, aproveitando o pessoal da Guarda-Civil (AQUINO e MARÇAL, 2013).

Daquela época para a atualidade, muitas mudanças aconteceram e a instituição tornou-se grandiosa e centenária, dos 853 municípios que constituem o estado mineiro, o Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG), está presente em 80 municípios (CBMMG, 2018a). Realizando um atendimento direto a mais de 10.118.583 habitantes, isto é, em torno de 51,63% da população do Estado de Minas, que é de aproximadamente de 19.597.330 habitantes (CASARIM, 2017; IBGE, 2017).

É atribuição do CBMMG, coordenar e executar atividades de defesa civil, busca e salvamento, seja em ambientes contaminados, locais inóspitos com temperaturas elevadas, locais subterrâneos ou confinados, em estruturas colapsadas, em grandes alturas e em ambientes aquáticos. Também está dentro de sua competência realizar perícias de incêndio, criar e implementar normas relativas à segurança contra incêndio e pânico (MINAS GERAIS, 2012).

Com a publicação da Lei Complementar 54/1999 de 13 de dezembro de 1999, que dispõe sobre a Organização Básica do CBMMG, a instituição passou a integrar-se ao sistema da administração geral do Estado, com subordinação ao

Governador do Estado, sendo considerado como um órgão com regime especial de administração centralizada. Tanto a administração, o comando quanto o emprego da Corporação são de competência e responsabilidade do Comando-Geral do Corpo de Bombeiros, assessorado pelas unidades de direção. A estrutura orgânica do CBMMG divide-se em Unidade de Direção Geral, Unidade de Direção Intermediária e Unidade de Execução (MINAS GERAIS, 1999).

As Unidades de Direção Geral, composta pelo Comando Geral e Estado Maior, onde se dá o comando e a administração da corporação. Auditoria, sendo uma unidade subordinada diretamente ao Comandante-Geral, responsável pelo exercício da auditoria de prevenção, de controle e de gestão em todas as áreas de atuação da Corporação, tanto em nível de direção quanto no nível operacional. As Unidades de Direção Intermediária, que englobam as Diretorias e Comandos Operacionais de Bombeiros, são responsáveis pela coordenação das respectivas unidades nas atividades operacionais, de pessoal e de material da Corporação, conforme as diretrizes e ordens emanadas das Unidades de Direção Geral. As Unidades de Execução, compostas por Centros, Ajudância Geral e Unidades de Execução, promovem as ações de apoio e de execução respectivamente, de acordo com as diretrizes das Unidades de Direção Geral e Intermediária (MINAS GERAIS, 1999).

As Unidades de Execução Operacional são constituídas pelos Batalhões de Bombeiros Militar (BBM), Companhias Independentes de Bombeiros Militar (Cia Ind. BM), Companhias de Bombeiros Militar (Cia BM) e Pelotões de Bombeiros Militar (Pel BM) e Posto Avançado (PA BM). Sendo os Batalhões e Companhias Independentes subordinados diretamente aos Comandos Operacionais de Bombeiros (MINAS GERAIS, 1999; CBMMG, 2016).

Considerando-se que o foco deste estudo diz respeito à divisão do Estado de Minas Gerais e os Comandos Operacionais de Bombeiros, segue uma apresentação mais detalhada dessa Direção Intermediária.

2.4.1.1 Comando Operacional de Bombeiros (COB)

Com previsão no art. 20 da Lei Complementar 54/1999, os Comandos Operacionais de Bombeiros (COB), Unidades de Direção Intermediária, são responsáveis pela coordenação das atividades operacionais de competência do

Corpo de Bombeiros Militar, em sua respectiva área de atuação, de acordo com as diretrizes e ordens emanadas do Comando-Geral, sendo instituídos dois COB, sendo um na Região Metropolitana de Belo Horizonte e outro no interior do Estado (MINAS GERAIS, 1999).

Porém, somente o COB previsto na Região Metropolitana de Belo Horizonte foi ativado. Desse modo a responsabilidade de toda a coordenação e gestão das Unidades de Execução Operacional do CBMMG, permaneceu sob essa Unidade de Direção Intermediária, desde a sua criação em 2009 até 2014 (MORAES, 2016).

Em 2013, a legislação foi alterada (Lei Complementar 130 de 03 de dezembro de 2013, que modifica a Lei Complementar 54/1999) e os Comandos Operacionais de Bombeiros passaram a ser seis.

Art. 20 - São seis os Comandos Operacionais de Bombeiros, cuja localização é definida em regulamento.

§ 1º (....)

§ 2º (....)

§ 3º Os Comandos Operacionais de Bombeiros a que se refere o caput se localizarão em municípios que sejam sedes de Região Integrada de Segurança Pública – RISP (MINAS GERAIS, 2013).

No ano de 2014, por meio do Decreto 46.420 de 10/01/2014, ocorre a regulamentação do art. 20 da Lei Complementar 54/1999, que estabelece as cidades sede dos cinco COB no interior do Estado, a saber Uberlândia, Juiz de Fora, Montes Claros, Governador Valadares e Poços de Caldas (MINAS GERAIS, 2014).

Atualmente, a articulação operacional do CBMMG, é regulamentada através da Resolução 801 de 03 de agosto de 2018, que define as áreas de articulação dos seis Comandos Operacionais de Bombeiros existentes, descrevendo a localização de cada Comando Operacional e as áreas dos Batalhões e Companhias Independentes, sob suas responsabilidades (CBMMG, 2018a), conforme Quadro 1 e Figura 1.

Quadro 1 – Municípios sedes dos Comandos Operacionais de Bombeiros e suas Unidades de Execução Operacional subordinadas.

Municípios Sedes	Comandos Operacionais de Bombeiros	Unidades subordinadas
Belo Horizonte	1º COB	1º BBM, 2º BBM, 3º BBM, 10º BBM, BOA, BEMAD e 5ª Cia Ind BM
Uberlândia	2º COB	5º BBM, 8º BBM e 4ª Cia Ind BM
Juiz de Fora	3º COB	4º BBM e 2ª Cia Ind BM
Montes Claros	4º COB	7º BBM e 6ª Cia Ind BM
Governador Valadares	5º COB	6º BBM e 11º BBM
Poços de Caldas	6º COB	9º BBM e 1ª Cia Ind BM

Fonte: Adaptado do CBMMG, 2018a.

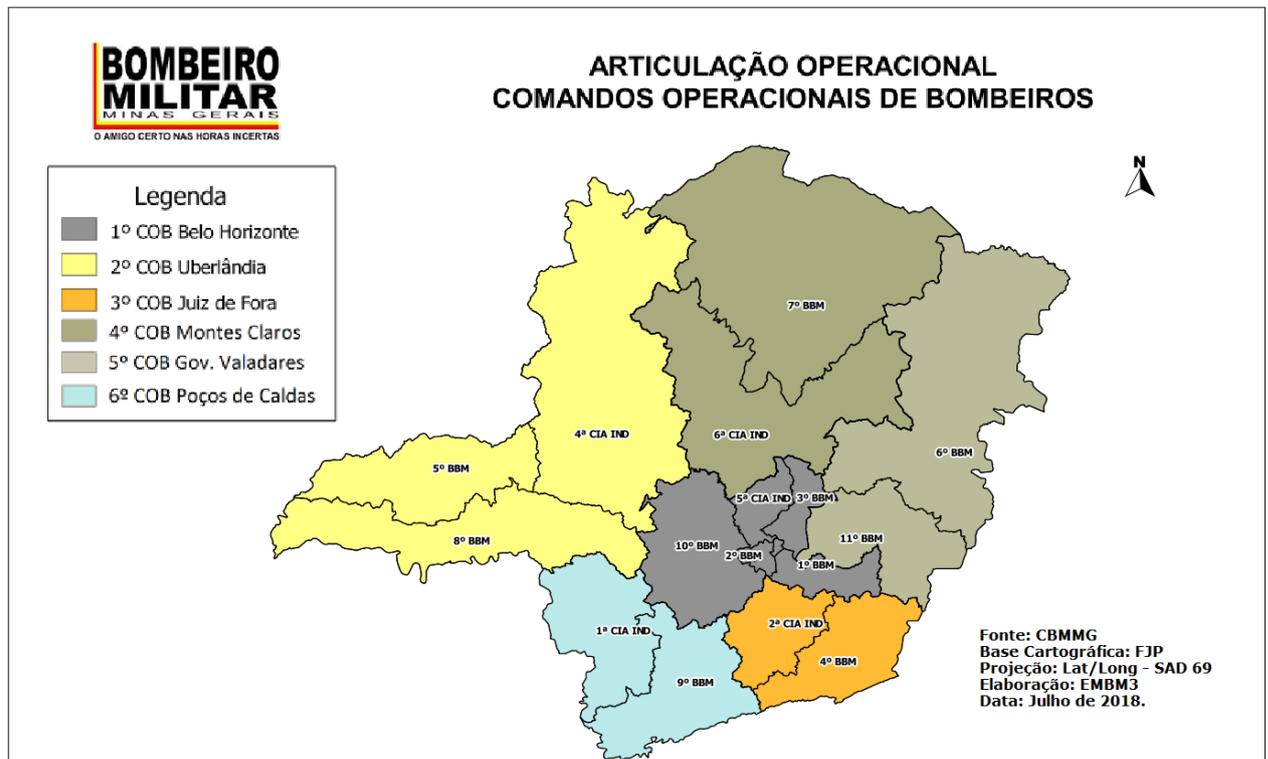


Figura 1 – Articulação operacional dos Comandos Operacionais de Bombeiros.
Fonte: CBMMG (2018a).

O 1º COB, com sede em Belo Horizonte tem o maior número de Unidades de Execução Operacional subordinadas, com quatro Batalhões de área, 1º BBM, 2º BBM, 3º BBM, com sedes na Região Metropolitana de Belo Horizonte e o 10º BBM, com sede em Divinópolis, dois Batalhões Especializados (BOA e BEMAD), com sedes também na Região Metropolitana de Belo Horizonte e a 5ª Cia Ind BM em Sete Lagoas (CBMMG, 2018a).

Na área de abrangência do 1º COB, apresenta-se como principal característica ser a região metropolitana do Estado de Minas Gerais, com mais de 6.700.000 pessoas sob sua responsabilidade, o que corresponde a 34,30% da população de todo o Estado (MORAES, 2016). Possui as maiores renda *per capita* do Estado, no entanto não apresenta os maiores índices de desenvolvimento humano, mostrando claramente que as desigualdades sociais existem mesmo na região mais dinâmica do território mineiro (SANTOS e PALES, 2012).

No 2º COB, localizado em Uberlândia, estão dois Batalhões de área (5º BBM e 8º BBM), uma Companhia Independente BM localizados nos municípios pertencentes a sua área de atuação (CBMMG, 2018a). Tem cerca de 13,25% da população de Minas Gerais, o que corresponde a aproximadamente 2.600.000 de pessoas estão sob sua responsabilidade (MORAES, 2016). As regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, subordinadas a este comando, se destacam pelos altos índices de desenvolvimento humano e crescimento econômico no Estado (SANTOS e PALES, 2012).

Com subordinação ao 3º COB, situado em Juiz de Fora, há um Batalhão, uma Companhia Independente, com suas respectivas companhias e pelotões descentralizados nos municípios que compõem sua articulação (CBMMG, 2018a). O 3º COB é responsável por 11,97% da população do Estado, o que corresponde a mais de 2.350.000 de pessoas (MORAES, 2016). A região desde comando operacional se destaca pelo relevo acidentado, constituindo um dos principais problemas no tocante à forma de ocupação das cidades (COTTA, 2013).

Em Montes Claros, está localizado o 4º COB, com um Batalhão e uma Companhia Independente descentralizados, sob a sua subordinação (CBMMG, 2018a). Salienta-se que é a Unidade de Direção Intermediária com menor população sob sua responsabilidade, sendo 10,55% da população, com aproximadamente 2.070.000 de pessoas que residem em Minas Gerais (MORAES, 2016). Esta região, no norte do Estado, apresenta o menor volume de chuva anual (COTTA, 2013), bem como uma das menores rendas *per capita* e os menores índices de desenvolvimento humano (SANTOS e PALES, 2012).

O 5º COB, com sede em Governador Valadares tem dois Batalhões de área (Governador Valadares e Ipatinga), descentralizados na região (CBMMG, 2018a). É o segundo comando operacional em relação à quantidade de habitantes sob sua responsabilidade, com aproximadamente 3.200.000 pessoas, o que

corresponde a 15,97% da população de Minas Gerais (MORAES, 2016). As regiões do Vale de Jequitinhonha e Mucuri apresentam uma das menores rendas *per capita* e os menores índices de desenvolvimento humano do Estado (SANTOS e PALES, 2012). Cotta (2013) acredita que a renda mais baixa da população nessas regiões possa contribuir para a ocupação de áreas de vulnerabilidade frente às ameaças de origem natural.

No município de Poços de Caldas, está localizado o 6º COB com um Batalhão (Varginha), uma Companhia Independente (Poços de Caldas), com companhia e pelotões descentralizados na região (CBMMG, 2018a). Estão sob a sua responsabilidade, aproximadamente 2.670.000 pessoas, correspondendo a 13,63% da população mineira (MORAES, 2016). A região Sul do Estado se destaca pelo grande volume anual de chuva, com uma média de 1500mm (COTTA, 2013) e por seus municípios apresentarem altos índices de desenvolvimento humano (SANTOS e PALES, 2012).

A estrutura, competência e as atribuições dos Comandos Operacionais de Bombeiros, nos termos do Decreto nº 46.420, de 10/01/2014, estão definidas na Resolução Nº 803 de 17 de agosto de 2018, destacando o seguinte:

Art. 1º - A estrutura, competência, atribuições e linhas gerais de funcionamento dos Comandos Operacionais de Bombeiros são estabelecidas nesta resolução.

Art. 2º - O Comando Operacional de Bombeiros é a Unidade de Direção Intermediária responsável pelo planejamento e gestão das operações de prevenção e combate a incêndios e sinistros, busca e salvamento, socorrimento público, defesa civil e perícia de incêndio em sua área de atuação, de acordo com as diretrizes, políticas e ordens emanadas pelo Comando-Geral.

Parágrafo único - O COB também será responsável pelas ações administrativas de pessoal e execução de despesas, caso tenha estrutura para tal prevista na resolução que aprova o Detalhamento e Desdobramento do Quadro de Organização e Distribuição (DD/QOD).

Art. 3º - O COB possui a seguinte organização básica:

I - Gabinete;

II - Secretaria;

III - Cartório;

IV - Divisão Operacional;

V - Núcleo Administrativo;

VI - Unidades de Execução Operacional (UEOp), conforme resolução referente à articulação operacional do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG).

Parágrafo único - As subdivisões dos setores previstos no caput estarão previstas em DD/QOD e funcionarão conforme contido nesta resolução (CBMMG, 2018b, pág. 1379).

Em suma, o CBMMG é um órgão estadual permanente com a missão de prevenir e reduzir desastres, especialmente no que se refere à redução do risco de incêndio e pânico, coordenando e elaborando normas com a finalidade de prover a segurança da população (CASARIM, 2016).

2.4.2 Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil (COMPDEC)

A fim de procurar a reduzir os desastres, a necessidade de ações da prevenção até a recuperação, no Brasil a Defesa Civil age por meio da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, nos Estados pela Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil e nos Municípios, pela Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil, conforme o artigo 11 da Lei Nº 12.608/2012 (BRASIL, 2012a).

A COMPDEC tem como objetivo assessorar legalmente o Poder Executivo Municipal nas atividades de Defesa Civil, no que diz respeito à proteção da comunidade. Para isso, é necessário conhecer e identificar os riscos de desastres no município e assim preparar para enfrentá-los, através do planejamento, da articulação, da coordenação, da mobilização e da gestão das ações (NETO et al., 2014b; UFRS, 2016).

Para o município instituir o órgão de proteção e defesa civil é necessário um ato legal, para que o órgão seja plenamente integrado ao Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) e seja capaz de aproveitar os benefícios previstos. Considera-se que são necessárias as seguintes providências para legalização:

Mensagem à Câmara Municipal encaminhando o Projeto de Lei de criação do Órgão Municipal de Proteção e Defesa Civil;
 Aprovação da Lei de criação do Órgão Municipal de Proteção e Defesa Civil;
 Decreto de Regulamentação da Lei que cria o Órgão Municipal de Proteção e Defesa Civil;
 Portaria de nomeação dos membros do Órgão;
 Portaria de nomeação dos representantes dos órgãos integrantes do Sistema Municipal de Proteção e Defesa Civil;
 Todos os atos legais devem ser publicados na Imprensa Oficial ou nos jornais de maior circulação no município (BRASIL, 2017, pág. 60).

De acordo com artigo 8º da Lei Nº 12.608, de 10 de abril de 2012, compete a COMPDEC:

- IX. executar a PNPDEC em âmbito local;
- X. coordenar as ações do SINPDEC no âmbito local, em articulação com a União e os Estados;
- XI. incorporar as ações de Proteção e Defesa Civil no planejamento municipal;
- XII. identificar e mapear as áreas de risco de desastres;
- XIII. promover a fiscalização das áreas de risco de desastre e vedar novas ocupações nessas áreas;
- XIV. declarar situação de emergência e estado de calamidade pública;
- XV. vistoriar edificações e áreas de risco e promover, quando for o caso, a intervenção preventiva e a evacuação da população das áreas de alto risco ou das edificações vulneráveis;
- XVI. organizar e administrar abrigos provisórios para assistência à população em situação de desastre, em condições adequadas de higiene e segurança;
- XVII. manter a população informada sobre áreas de risco e ocorrência de eventos extremos, bem como sobre protocolos de prevenção e alerta e sobre as ações emergenciais em circunstâncias de desastres;
- XVIII. mobilizar e capacitar os radioamadores para atuação na ocorrência de desastre;
- XIX. realizar regularmente exercícios simulados, conforme Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil;
- XX. promover a coleta, a distribuição e o controle de suprimentos em situações de desastre;
- XXI. proceder à avaliação de danos e prejuízos das áreas atingidas por desastres;
- XXII. manter a União e o Estado informados sobre a ocorrência de desastres e as atividades de proteção civil no Município;
- XXIII. estimular a participação de entidades privadas, associações de voluntários, clubes de serviços, organizações não governamentais e associações de classe e comunitárias nas ações do SINPDEC e promover o treinamento de associações de voluntários para atuação conjunta com as comunidades apoiadas; e
- XXIV. prover solução de moradia temporária às famílias atingidas por desastres (BRASIL, 2012a, pág. 2).

Destaca-se ser imprescindível a COMPDEC estar diretamente ligada ao Gabinete do Prefeito Municipal e o seu coordenador possuir função de Secretário, para facilitar a relação com as outras secretarias da administração pública municipal, bem como a sociedade. É de grande importância que a atuação da coordenadoria seja permanente e integral, existindo ou não evento adverso. Outro ponto importante refere-se aos meios materiais e humanos, uma vez que devem ser suficientes para manter uma articulação interna mínima, seja nas atividades envolvendo a Prefeitura e suas secretarias ou em ações externas, com as outras entidades da sociedade, com a capacidade de enfrentar com desenvoltura os desastres no município (NETO et al., 2014b; UFRS, 2016).

2.4.3 Instrumentos de planejamento urbano

A rápida urbanização provocou grande crescimento no número de cidades e na proporção de pessoas vivendo em áreas urbanas, comparativamente às áreas rurais (SPOSITO e WHITACKER, 2006). Simultaneamente ocorreu acelerado desenvolvimento em relação ao tamanho das cidades, situação que está diretamente ligada às mudanças estruturais da economia, com uma atenuação da importância relativa da agropecuária e da indústria no emprego e na renda, enquanto aumenta a importância dos serviços, situados preferencialmente nas cidades (BRASIL, 2004).

Uma cidade bem planejada é aquela em que seu desenho urbano proporciona um alinhamento das características dos locais a serem ocupados com aquele que ocupa (PINHEIRO, 2015). Criando empregabilidade aos seus habitantes, áreas de lazer adequadas com a conservação do meio ambiente, acessibilidade aos serviços de saúde, bem como educação e cultura, buscando principalmente promover uma maior qualidade de vida para a população (CASSILHA e CASSILHA, 2009).

A Carta Magna do Brasil de 1988 contribuiu com o planejamento urbano, principalmente pelas diversas políticas inseridas, destacando-se a de desenvolvimento urbano (BRASIL, 2012b).

Nesse prisma a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, também apresentou sua colaboração definindo responsabilidades nos níveis de governo federal, estadual e municipal, além de estimular várias situações dentre elas o ordenamento do solo e o combate a ocupação de áreas vulneráveis e de risco, realizando também alterações em alguns pontos do Estatuto das Cidades e Lei Lehmann (Lei no 6.766, de 19 de dezembro de 1979) (BRASIL, 2012a). Assim faz-se necessário transcorrer sobre alguns instrumentos de planejamento e legislações que serão importantes para o entendimento desse trabalho.

2.4.3.1 Plano Diretor

O Plano Diretor Municipal é um instrumento básico de ordenação do território urbano, definindo qual deve ser o uso e a característica de ocupação em cada parte do território das cidades, a fim de que todos os imóveis cumpram sua

função social (IBGE, 2014).

O artigo 182, capítulo II, da Constituição Federal de 1988, referente à Política Urbana, orienta ao Município com mais de vinte mil habitantes, que ordene o desenvolvimento das funções sociais, garantindo bem-estar a sua população (BRASIL, 2012b).

O Plano Diretor é formalizado através de uma lei municipal elaborada pela prefeitura com participação da população e aprovado pela Câmara Municipal, conforme previsão constitucional (art. 182, § 1º) e legal no Estatuto da Cidade, visando estabelecer e organizar o crescimento, o funcionamento, o planejamento territorial do município, além de orientar as prioridades de investimentos (BRASIL, 2001).

2.4.3.2 Lei de Uso e Ocupação do Solo

A Lei Federal nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, denominada como Lei de Parcelamento do Uso do Solo Urbano ou Lei Lehmann, institui critérios e parâmetros de uso e ocupação do solo, tendo como objetivo nortear e ordenar o crescimento urbano (BRASIL, 1979).

A Constituição Federal de 1988, no art. 30, inciso VII, descreve que os municípios têm a competência para “*Promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano*” (BRASIL, 2012a, pág. 33).

De acordo com Coutinho et al. (2015), os municípios devem analisar os locais de ocupação e o uso do solo, observando as vulnerabilidades e as potencialidades de seus domínios, com a finalidade de inibir a ocupação em áreas de riscos.

2.4.3.3 Lei específica que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas

A regulamentação de leis específicas trata-se de uma ação não estrutural, que representa uma preocupação do gestor municipal em relação aos desastres socioambientais, principalmente quanto à ocupação de áreas de risco. Destaca-se ainda como uma forma de tentar inibir a ocupação dessas áreas pela população,

auxiliar nas ações fiscalizadoras (COUTINHO et al., 2015).

2.4.3.4 Plano de Saneamento Básico (PSB) contemplando o serviço de esgotamento sanitário

O Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010, que regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, dispõe sobre as diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. Definindo dentre várias informações, que a prestação de serviço público de saneamento básico é uma atividade, acompanhada ou não do cumprimento de obra, com objetivo de consentir aos usuários acesso ao serviço público com características e padrões de qualidade determinados por legislação, planejamento ou regulação (BRASIL, 2010a).

Quanto ao serviço de esgotamento sanitário, a legislação considera o seguinte:

Art. 9º Consideram-se serviços públicos de esgotamento sanitário os serviços constituídos por uma ou mais das seguintes atividades:

I - coleta, inclusive ligação predial, dos esgotos sanitários;

II - transporte dos esgotos sanitários;

III - tratamento dos esgotos sanitários; e

IV - disposição final dos esgotos sanitários e dos lodos originários da operação de unidades de tratamento coletivas ou individuais, inclusive fossas sépticas (BRASIL, 2010a, pág. 5).

2.4.3.5 Plano de Saneamento Básico (PSB) contemplando o serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos

Este instrumento é outra parte das diretrizes nacionais para o saneamento básico, conforme observa-se a seguir:

Art. 12. Consideram-se serviços públicos de manejo de resíduos sólidos as atividades de coleta e transbordo, transporte, triagem para fins de reutilização ou reciclagem, tratamento, inclusive por compostagem, e disposição final dos:

I - resíduos domésticos;

II - resíduos originários de atividades comerciais, industriais e de serviços, em quantidade e qualidade similares às dos resíduos domésticos, que, por decisão do titular, sejam considerados resíduos sólidos urbanos, desde que tais resíduos não sejam de responsabilidade de seu gerador nos termos da norma legal ou administrativa, de decisão judicial ou de termo de ajustamento de conduta; e

III - resíduos originários dos serviços públicos de limpeza pública urbana, tais como:

a) serviços de varrição, capina, roçada, poda e atividades

- correlatas em vias e logradouros públicos;
- b) asseio de túneis, escadarias, monumentos, abrigos e sanitários públicos;
- c) raspagem e remoção de terra, areia e quaisquer materiais depositados pelas águas pluviais em logradouros públicos;
- d) desobstrução e limpeza de bueiros, bocas de lobo e correlatos; e
- e) limpeza de logradouros públicos onde se realizem feiras públicas e outros eventos de acesso aberto ao público (BRASIL, 2010a, pág. 6).

Nesse mesmo contexto destaca-se também a Lei Federal 12.305, de 02 de agosto de 2010, que instituiu Política Nacional de Resíduos Sólidos, principalmente o art. 18, em que relata a importância da elaboração de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos como um pré-requisito para os municípios terem acesso aos recursos da União, a incentivos ou a financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento na área de limpeza urbana e resíduos sólidos (BRASIL, 2010b).

2.4.3.6 Plano de Saneamento Básico (PSB) contemplando o serviço de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas

Outra medida, que apresenta como um segmento das diretrizes nacionais para o saneamento básico:

- Art. 15. Consideram-se serviços públicos de manejo das águas pluviais urbanas os constituídos por uma ou mais das seguintes atividades:
- I - drenagem urbana;
 - II - transporte de águas pluviais urbanas;
 - III - detenção ou retenção de águas pluviais urbanas para amortecimento de vazões de cheias, e
 - IV - tratamento e disposição final de águas pluviais urbanas (BRASIL, 2010a, pág. 7).

O sistema de drenagem apresenta um aspecto primordial que deve ser analisado para a implantação de qualquer obra destacando aquelas com a finalidade de conter e estabilizar encostas, bem como as relacionadas com os canais de drenagem, uma vez que a sua retenção ou direcionamento inadequado poderá comprometer áreas que deveriam ser protegidas (UFRS, 2016).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 PESQUISA DE INFORMAÇÕES BÁSICAS MUNICIPAIS (MUNIC) 2013

Neste trabalho, foram utilizadas as informações provenientes da MUNIC 2013, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) com abrangência nacional, que coletou informações dos 5.570 municípios brasileiros, tendo como finalidade produzir informações básicas, de modo a identificar as carências existentes nos municípios brasileiros. Auxilia, dessa forma, para a democratização da gestão pública por meio da formulação e do aprimoramento de políticas diferenciadas para questões específicas de suas populações e (IBGE, 2014).

A MUNIC é uma pesquisa institucional e de registros administrativos da gestão pública municipal, que aborda informações referentes a diferentes aspectos, tais como estrutura, dinâmica e funcionamento das instituições públicas municipais, tendo a prefeitura como unidade de informação principal, incluindo os seus diversos setores, enquanto as instituições ligadas a outros poderes públicos locais são as unidades secundárias de informação. Destaca-se que nesse ano (2013) a pesquisa apresentou de forma inédita um capítulo referente a gestão de riscos e resposta a desastres (IBGE, 2014).

3.2 POPULAÇÃO DE ESTUDO

A população-alvo deste estudo compreende os 832 municípios, dos 853 existentes no Estado de Minas Gerais. Foram, excluídos 21 municípios que não declararam informação sobre a ocorrência ou não de enxurradas ou inundações bruscas, em suas áreas urbanas, no período de 2008 a 2012.

3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA E VARIÁVEIS DE ESTUDO

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”. Como já mencionado, os municípios mineiros que não souberam responder a esta pergunta, 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 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 à 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 cidades da região do Vale Jequitinhonha/Mucuri e Rio Doce; e 6º COB as cidades do Sul de Minas (MINAS GERAIS, 2014; CBMMG, 2018; MINAS GERAIS, 2017).

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

Além disso, foram considerados no estudo seis variáveis explicativas 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.

3.4 MODELO LOGÍSTICO

No que tange a modelagem estatística, primeiramente foram ajustados modelos univariados e, com base neles, foram estimadas as razões de chance brutas (OR_b – *odds ratio*), sendo consideradas significativas as associações cujo p-valor do teste de Wald foi menor ou igual a um 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-valor $\leq 0,05$). Para os modelos multivariados, foram estimadas as razões de chance ajustadas (OR_a – *odds ratio*).

Os ajustes dos modelos univariados e multivariados foram realizados pelo método de máxima verossimilhança (POWERS e XIE, 2008), com o emprego do comando “glm” (generalized linear model) do software livre R, versão 3.3.1. Nestes modelos, foi utilizada a família de distribuições binomial (family=binomial) e a função de ligação logística (link="logit").

3.4.1 Avaliação da Capacidade Preditiva do Modelo

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).

Uma vez ajustado o modelo, é possível estimar a probabilidade p_i de cada município ($i=1,2,\dots, N$) ser atingido pelo evento de interesse (enxurradas ou inundações bruscas). Assim, o município i é classificado como “sucesso” se a probabilidade dele ser atingido pelo evento de interesse for maior que um ponto de corte 0,5 ($p_i > 0,5$). Por outro lado, se a probabilidade do município ser atingido pelo evento de interesse for menor ou igual que o ponto de corte 0,5 ($p_i \leq 0,5$), o município é classificado como “fracasso” (MARÔCO, 2010).

O ponto de corte padrão é $c=0,5$, porém qualquer outro valor de ponto de corte poderia ser utilizado. Geralmente, escolhe-se o ponto de corte ótimo de maneira a maximizar as medidas de sensibilidade e especificidade.

O Quadro 2 demonstra os possíveis resultados que podem ocorrer no

ajuste de um modelo logístico binário (atingido *versus* não atingido por enxurradas ou inundações bruscas).

Quadro 2 - Classificação das unidades (municípios) de acordo com as categorias observadas e previstas pelo modelo logístico binário.

Categorias observadas do desfecho (Y)	Categorias previstas do desfecho		Total
	Sucesso (Ŷ=1)	Fracasso (Ŷ=0)	
Sucesso (Y=1)	o_{11} (verdadeiros positivos)	o_{12} (falsos negativos)	$o_{11} + o_{12}$
Fracasso (Y=0)	o_{21} (falsos positivos)	o_{22} (verdadeiros negativos)	$o_{21} + o_{22}$
Total	$o_{11} + o_{21}$	$o_{12} + o_{22}$	N

A taxa global de classificações corretas (TG) obtida através da razão entre o número de unidades classificadas corretamente pelo modelo e o número total unidades analisadas (MARÔCO, 2010).

$$TG = \left(\frac{o_{11} + o_{22}}{N} \right) \cdot 100$$

A *sensibilidade (S)* é o percentual de verdadeiros positivos entre todas as unidades com a característica de interesse (“sucesso”). A sensibilidade é um indicador que possibilita avaliar a capacidade do modelo classificar a unidade como tendo a característica de interesse, quando realmente esta unidade possui a característica de interesse (MARÔCO, 2010).

$$S = P(\hat{Y} = 1 | Y = 1) = \left(\frac{o_{11}}{o_{11} + o_{12}} \right) \cdot 100$$

A *especificidade (E)* é o percentual de verdadeiros negativos entre todas as unidades sem a característica de interesse (“fracasso”). A especificidade, por sua vez, é um indicador que avalia a capacidade do modelo classificar a

unidade como não tendo a característica de interesse, quando de fato esta unidade não possui esta característica (MARÔCO, 2010).

$$E = P(\hat{Y} = 0 | Y = 0) = \left(\frac{\sigma_{22}}{\sigma_{21} + \sigma_{22}} \right) \cdot 100$$

Um modelo logístico multivariado apresenta boa capacidade preditiva se as medidas de sensibilidade e especificidade são superiores a 80%. As situações em que ambas as medidas ficam entre 50% e 80%, considera-se que o modelo apresenta capacidade preditiva razoável (MARÔCO, 2010).

O critério de informação de Akaike (AIC) é uma medida da mediocridade do modelo. Desse modo, quanto menor for o valor do AIC, melhor o ajuste do modelo. O AIC pode ser utilizado para comparar diferentes modelos, independentemente de serem aninhados ou não. Enfim, define-se o melhor modelo, entre todos os avaliados, aquele que apresentar menor valor de AIC (MARÔCO, 2010).

4 RESULTADOS

Do total de municípios do Estado de Minas Gerais, foram incluídos neste estudo 97,5% deles, totalizando 832 municípios mineiros; sendo que 37,4% deles foram atingidos em suas áreas urbanas por enxurradas ou inundações bruscas, no período de 2008 a 2012.

A Figura 2 apresenta a distribuição percentual dos municípios mineiros atingidos e não atingidos pelo evento por regiões do Comando Operacional de Bombeiros do CBMMG, no período mencionado.

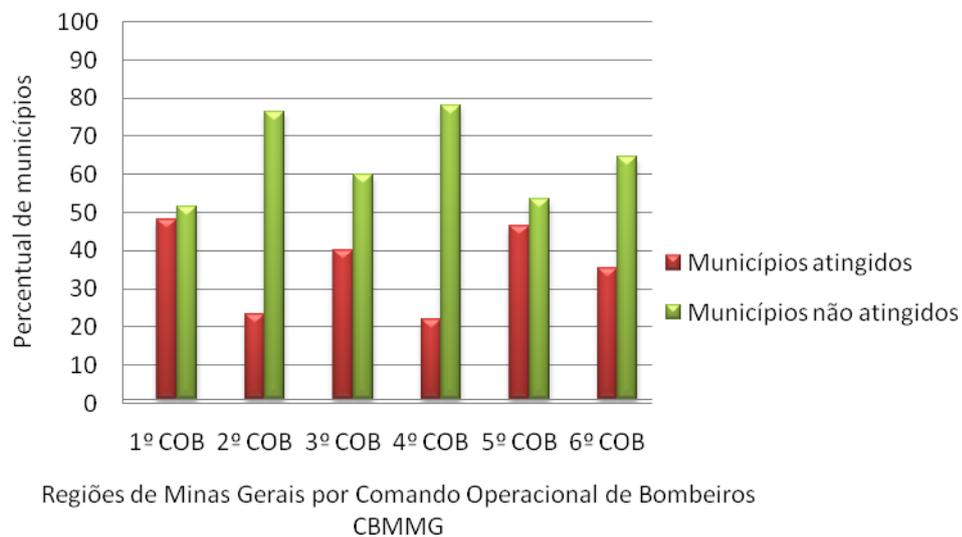


Figura 2 - Distribuição percentual dos municípios mineiros não atingidos e atingidos por enxurradas ou inundações bruscas, no período de 2008 a 2012.
Fonte: ELABORADA PELO AUTOR.

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 de desastre), 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.

Pode-se observar que dos 832 municípios mineiros estudados, 118 estão na área de atuação do 1º COB, correspondendo a 14,2% dos municípios; 98 na região do 2º COB o que corresponde a 11,8%; 142 na área de abrangência do 3º COB, apresentando 17,1%; 118 dos municípios na circunscrição do 4º COB

referindo a 14,2%. Destaca-se a situação do 5º COB em que 198 municípios da sua região, o que corresponde 23,8% do total pesquisado e por fim os 158 municípios que estão na área de abrangência do 6º COB, correspondendo a 19% do Estado.

Em relação à presença dos instrumentos de planejamento urbano, chama atenção o fato do pequeno percentual de municípios mineiros analisados confirmarem possuir PSB - serviço de drenagem (14,3%), plano diretor (12,0%), lei de uso e ocupação do solo (11,2%) e principalmente lei específica que contemple a prevenção de enchentes ou inundações graduais, ou enxurradas ou inundações bruscas (1,4%).

O maior percentual de municípios mineiros afetados pelo evento (48,3%) foi encontrado 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% de municípios afetados. Das cidades com mais de 20.000 habitantes, a maioria (58,2%) foi afetada por enxurradas ou inundações bruscas no período de 2008 a 2012, enquanto que as cidades com até 20.000 habitantes, 31,5% foram afetadas.

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%) e lei específica (50,0%), bem como para aqueles municípios que não possuem plano de saneamento básico contemplando o serviço de esgotamento sanitário (46,2%) e serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos (46,5%).

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

Com base nos modelos logísticos univariados, constatou-se a existência de associação estatisticamente 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 Comando Operacional de Bombeiros, plano diretor (sim), lei de uso e ocupação do solo (sim) e tamanho populacional.

Tabela 1 – Distribuição dos municípios mineiros por variáveis geográficas e de gestão municipal segundo a ocorrência (ou não) de enxurradas ou inundações bruscas, e a associação dessas variáveis com a chance do município ser atingido pelo evento.

Variáveis	Percentual de municípios mineiros (N=832)	Ocorrência de enxurradas ou inundações bruscas		Modelos logísticos univariados	
		Sim	Não	OR _b	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>Instituição de gestão de desastre</i>					
CBM e/ou COMPDEC	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

Fonte: ELABORADA PELO AUTOR. *Teste de Wald

Os municípios situados nas regiões do 1º COB (OR=1,702, p-valor=0,032)

e do 5º COB (OR=1,581, p-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-valor=0,045) e do 4º COB (OR=0,515, p-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 6º COB (OR=1,221; p-valor=0,402).

Observou-se maior chance de ocorrência de enxurradas ou inundações bruscas em municípios mineiros com plano diretor (OR=1,926, p-valor=0,005), lei de uso e ocupação do solo (OR=2,720, p-valor<0,001) e em municípios com mais de 20.000 habitantes (OR=3,024, p-valor<0,001).

A Tabela 2 apresenta as 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 à correlação entre elas em função da não declaração dos municípios e do fato dos municípios que não declararam os instrumentos 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 (S) e especificidade (E) maiores que 50% e menor valor de AIC.

Tabela 2 – Medidas de qualidade do ajuste de três modelos logísticos multivariados.

Modelos logísticos multivariados	S (%)	E (%)	TG (%)	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

Fonte: ELABORADA PELO AUTOR.

S=sensibilidade; E=especificidade; TG=Taxa global de classificações corretas; AIC=Critério de Informação de Akaike.

*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 ($OR_a=1,445$, $p\text{-valor}=0,155$) perdeu a sua significância estatística, enquanto que o 2º COB ($OR_a=0,508$, $p\text{-valor}=0,025$), 4º COB ($OR_a=0,478$, $p\text{-valor}=0,010$) e 5º COB ($OR_a=1,707$, $p\text{-valor}=0,018$) mantiveram a sua significância a um nível de 5%.

Tabela 3 – Associação das variáveis região do Comando Operacional de Bombeiro e tamanho populacional com a chance do município ser atingido por enxurradas ou inundações bruscas.

Variáveis	Modelo logístico multivariado 1	
	OR_a	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

Fonte: ELABORADA PELO AUTOR.* Teste de Wald

Quanto à região de Comando Operacional, constatou-se que os municípios localizados no 2º COB e 4º COB, apresentam menores chances de serem atingidos pelo evento do que os municípios do 6º COB. Para ser mais preciso, a chance de ocorrência de enxurradas ou inundações bruscas foi 49,2% menor para os municípios situados no 2º COB e 52,2% menor para os situados no 4º COB, em comparação aos do 6º COB. Já 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.

Com relação ao tamanho populacional, observou-se que a chance dos municípios com mais de 20.000 habitantes serem atingidos por enxurradas ou inundações bruscas é 3,4 vezes maior que a dos municípios com até 20.000 habitantes (Tabela 3).

5 DISCUSSÃO

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 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 (IBGE, 2014).

De acordo com Nunes (2015), as inundações são determinadas pela combinação dos fatores atmosféricos, 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 às 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 do ar 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, o que influencia 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 (enxurradas) seguido do Vale do Rio Doce com 19% e Região Metropolitana de Belo Horizonte com 17% (UFSC, 2013).

No modelo multivariado selecionado (tabela 3) destaca-se a situação do 2º e 4º COB como os menos atingidos pelo evento e o 5º COB sendo o mais atingido em comparação ao 6º COB. As possíveis explicações podem estar relacionadas com o fato dos municípios da área de circunscrição do 2º COB estarem situados em uma região com relevo menos acidentado e mais plano, assim como o fato também do 4º COB situar-se ao norte do Estado de Minas Gerais, região conhecida pelo baixo volume pluviométrico anual. Acredita-se ainda que a contribuição do relevo acidentado da região leste do estado, somada com uma renda *per capita* baixa, favorece a população a ocupar áreas de risco frente enxurradas/inundações bruscas e possam contribuir para a região do 5º COB se destacar como a mais atingida.

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 substancialmente 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. Essas situações podem se transformar em riscos iminentes, sobretudo em função da ocorrência de atividades climáticas extremas, que potencializam as situações de desastre (CARMO e ANAZAWA, 2014).

Porém, o ser humano também desenvolveu grande capacidade de apropriação e transformação do ambiente em que vive, tirando o máximo que o meio possa lhe oferecer, mas não desenvolveu, simultaneamente, a consciência e o conhecimento necessários a respeito das limitações desse espaço, usando-o, muitas vezes, de forma descontrolada e desmedida (SANTOS, 2007).

No presente trabalho observou-se também que os municípios mais afetados por enxurradas ou inundações bruscas tendem a ser aqueles com maior tamanho populacional, isto é, com mais de 20 mil habitantes. Este resultado se assemelha 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 os municípios mais populosos, tendem a ser os mais atingidos pelo evento.

Assim, diversos estudos (FEMA, 1981; JHA, BLOCH e LAMOND, 2012; UFSC, 2013) consideram que a presença de enxurradas ou inundações bruscas, cada vez mais frequentes nos diversos centros urbanos, pode estar relacionada à redução da capacidade de infiltração do solo, devido à mudança da topografia natural, associada à construção de edificações em geral, de superfícies pavimentadas e impermeáveis, ou seja, uma urbanização irregular e sem planejamento, com sistemas de saneamento e drenagem limitados, antigos e/ou necessitando manutenção. Tais situações além diminuírem a permeabilidade do solo podem vir a causar um aumento da quantidade e da velocidade do escoamento da água, entretanto, fatores físicos como o relevo e características das bacias hidrográficas também devem ser considerados.

Em relação à presença de instrumentos de planejamento, no que diz respeito à existência (ou não) de plano diretor, leis e planos de saneamento básico,

neste trabalho observou-se maior percentual de municípios afetados por enxurradas ou inundações bruscas entre aqueles que informaram possuir plano diretor que contemple a prevenção desses eventos e lei de uso e ocupação do solo.

Para Santos (2007) em esfera municipal, os planos de uso e ocupação da terra e do solo devem regular a urbanização de áreas inundáveis, do mesmo modo que a excessiva impermeabilização do solo, com a intenção de evitar o agravamento das inundações. Nas áreas em que ocorrem as inundações, seria interessante definir o tipo de construção mais adequada para cada nível de risco. Sendo atribuição do município o planejamento do uso e ocupação das terras em áreas urbanas e rurais, enquanto a gestão ambiental integrada deve ser prioridade em toda gestão, a fim de tentar reduzir e evitar eventos desastrosos. Deste modo, acredita-se que a presença de tais instrumentos de planejamento, possa estar relacionada ao fato da gestão municipal procurar cumprir a legislação brasileira vigente (UFGRS, 2016; PINHEIRO, 2015). E ainda presumir que a presença de plano diretor e lei de uso e ocupação do solo, em municípios atingidos, demonstrar a preocupação dos gestores em realizar uma abordagem integrada da gestão de riscos, uma vez que são consideradas como medidas não estruturais. Isto significa que buscam manter os habitantes seguros como, por exemplo, contra inundações, por meio de legislação para melhorar o planejamento e o gerenciamento do desenvolvimento urbano (JHA, BLOCH e LAMOND, 2012). Podendo indicar também que a criação destes instrumentos de planejamento ocorreram devido a presença deste tipos de eventos nos municípios.

Neste trabalho ainda observou percentuais ligeiramente maiores de municípios atingidos pelo evento entre aqueles que não possuíam plano de saneamento básico contemplando o serviço de esgotamento sanitário e serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. No que tange ao plano de saneamento básico, fato semelhante foi observado no estudo realizado por Espírito Santo (2017), em que obteve uma maior percentagem de municípios brasileiros atingidos por escorregamento ou deslizamento de encosta, entre aqueles que não possuíam planos municipais de saneamento básico.

Além disso, cabe salientar que foi observada baixa percentagem de municípios com plano de saneamento básico, mesmo depois da publicação da Lei Federal n.º 11.445, em 2007, que assegura, entre outros assuntos, a universalização do acesso aos serviços públicos de saneamento básico, a serem realizados de

forma adequada, com finalidade de promover à saúde pública e à proteção do meio ambiente.

No presente estudo, quando se refere à instituição para realizar gestão de riscos de desastres, constatou-se que aproximadamente metade dos municípios com a presença de Corpos de Bombeiros Militar e/ou Coordenadoria Municipal de Defesa Civil declaram terem sido atingidos por enxurradas ou inundações bruscas. Tal fato relacionado aos Corpos de Bombeiros Militar pode ser considerado através de que essa corporação foi criada com a função de dar uma resposta a acidentes e principalmente ocorrências de incêndios, sendo que seus atendimentos foram ampliados para outras áreas, como por exemplo, prevenção contra incêndio em virtude do aumento da urbanização e desenvolvimento da sociedade, situações que acentuaram os problemas urbanos e suas consequências, principalmente para as populações carentes (CASARIM, 2017). E a presença de COMPDEC também está relacionada com a própria Lei Federal 12.608/12, pelo fato de atribuir aos municípios suas competências (BRASIL, 2012a).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Pesquisa de Informações Básicas Municipais, ao incluir no seu conteúdo a temática da gestão de riscos de desastres, proporcionou uma considerável contribuição, uma vez que permitiu um diagnóstico das ações de planejamento urbano e gerenciamento de riscos de desastres relacionados a enxurradas e inundações bruscas em todo território nacional. Além de permitir aos gestores municipais apresentarem o quanto estão envolvidos e preocupados com a gestão de risco de desastre em seus municípios e o envolvimento em relação ao planejamento urbano de suas cidades.

Neste estudo, pode-se concluir que os municípios mineiros mais atingidos por enxurradas ou inundações bruscas após os ajustes dos modelos logísticos 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.

No Estado de Minas Gerais, 37,4% (N=311) dos municípios foram atingidos por enxurradas ou inundações bruscas, destacando ainda que a minoria dos municípios mineiros apresentavam plano diretor, lei de uso e ocupação do solo e lei específica contemplando desastres dessa natureza.

Em relação às instituições relacionadas à gestão de risco de desastres, principalmente nas situações de enxurradas ou inundações bruscas, conclui-se que os municípios mais atingidos por eventos dessa natureza entre 2008 e 2012 foram os que possuíam Corpo de Bombeiro Militar e/ou COMPDEC.

Assim pode-se analisar que a presença de instrumentos de planejamento bem como instituições envolvidas gestão de risco e repostas a desastres não são suficientes para evitar ocorrências de desastres, principalmente relacionados a enxurradas ou inundações bruscas, uma vez que esses eventos nas cidades estão relacionados com uma multiplicidade de fatores, podendo destacar a interação do ser humano com o meio ambiente, salientando a construção de moradias em áreas de risco, bem como nível de precipitações, topografia, vegetação, uso e ocupação do solo, dentre outras situações. Este tipo de evento pode vir a alterar o funcionamento do município, podendo ocorrer perdas humanas, ambientais e

econômicas, como danos materiais. Porém a adoção dos instrumentos de planejamentos e a criação dos órgãos responsáveis para gerenciar o risco de desastre é essencial para reduzir o efeito dos danos e prejuízos que um desastre pode causar, principalmente os relacionados a enxurradas ou inundações bruscas.

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 nos municípios mineiros, 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 e mitigação, além de considerar a população como um agente ativo de todo esse processo.

Assim, considerando a recorrência e o crescimento dos desastres de origem natural, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos futuros para os demais estados da região Sudeste do Brasil, a fim de avaliar o impacto das enxurradas ou inundações bruscas no que tange a quantidade de óbitos, desalojados ou desabrigados e edificações afetadas.

No que se refere às limitações do estudo, pode-se destacar a natureza transversal da pesquisa, o que impede estabelecer qualquer tipo de relação de causa e efeito entre o desfecho e as variáveis consideradas. Além disso, nem todos os municípios do estado de Minas Gerais foram incluídos no estudo, uma vez que 21 municípios não souberam responder sobre a ocorrência (ou não) do evento de interesse, entretanto o percentual de municípios excluídos foi de apenas 2,5%. Outro ponto que deve ser salientado é que a partir do banco de dados da MUNIC, somente é possível obter informação sobre a existência ou não de instrumentos de planejamento urbano, sem qualquer informação sobre a adequação destes instrumentos à realidade dos municípios e a efetiva implementação destes instrumentos na gestão de riscos de desastres decorrentes de enxurradas ou inundações bruscas.

Por fim, sugere-se, ainda que o IBGE possa estudar a possibilidade de realizar novas MUNICs incluindo outros quesitos sobre a Gestão de Riscos e Respostas a Desastres, bem como contemplando outros desastres de origem natural, tais como estiagem/secas e a relação da existência ou não de plano de contingência e/ou prevenção para seca. E a criação de suplementos especiais referentes a temática de gestão de riscos de desastres, com a finalidade de estimular a discussão, em busca de melhorar a gestão, deste importante tema.

REFERÊNCIAS

ABREU, M. L. de. **Climatologia da Estação Chuvosa de Minas Gerais**: de Nimer (1977) à Zona de Convergência do Atlântico Sul. Geonomos, 6(2): 17-22. 1998.

AQUINO, W. A. S.; MARÇAL, M. M. **Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais** - 100 anos de história e reflexão 1911-2011. Belo Horizonte: Rona Editora, 2013.

BELOW, R.; WIRTZ A.; GUHA-SAPIR, D. **Disaster Category Classification and peril Terminology for Operational Purposes**. Université catholique de Louvain - Brussels: CRED/Munich: MunichRe Foundation, 2009.

BRASIL. **Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979**. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6766.htm>. Acesso em: 24 fev. 2017.

BRASIL. **Lei no 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm>. Acesso em: 20 fev. 2017.

BRASIL. **Política nacional de desenvolvimento urbano**. Ministério das Cidades. Brasília, 2004.

BRASIL. **Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010**. Regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7217.htm>. 2010a. Acesso em: 20 fev. 2017.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. 2010b. Acesso em: 20 fev. 2017.

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. 2012a.

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, 2012b.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Instrução Normativa n. 1, de 24 de agosto de 2012**. Estabelece procedimentos e critérios para a decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública pelos Municípios, Estados e pelo Distrito Federal, e para o reconhecimento federal das situações de anormalidade decretadas pelos entes federativos. Brasília, 2012c.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. **Anuário brasileiro de desastres naturais**: 2012 / Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. - Brasília: CENAD, 2012d.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. **Anuário brasileiro de desastres naturais**: 2013. – Brasília: Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD), 2014.

BRASIL. **Instrução Normativa n. 2, de 20 de dezembro de 2016**. Estabelece procedimentos e critérios para a decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública pelos Municípios, Estados e pelo Distrito Federal, e para o reconhecimento federal das situações de anormalidade decretadas pelos entes federativos e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 22 dez.2016.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Departamento de Prevenção e Preparação. **Módulo de formação**: noções básicas em proteção e defesa civil e em gestão de riscos: livro base. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2017.

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.

CASARIM, A.H. **Expansão do atendimento operacional do 4º Batalhão de Bombeiros Militar (BBM) através de postos avançados integrados com o SAMU e defesa civil municipal estabelecendo uma gestão em rede para mitigação e resposta de acidentes e desastres**. Monografia. Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, 2016, 143p.

CASARIM, A.H. **O espaço urbano na criação e expansão do corpo de bombeiros militar**: ênfase em Minas Gerais. 2017. Monografia. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017, 90p.

CASSILHA, G.A; CASSILHA, S.A. **Planejamento urbana e meio ambiente**. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2009. 176p.

CASTRO, A. L. C. **Glossário de defesa civil estudos de riscos e medicina de desastres**. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento Secretaria Especial de Políticas Regionais Departamento de Defesa Civil. 2ª Edição Revista e Ampliada. 173 p. 1998.

COPPOLA, D.P. **Introduction to International Disaster**. 3 ed. Elsevier, London, 2015.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS (CBMMG). **Resolução nº 671 de 13 de junho de 2016**. Aprova a Diretriz 03/16, que estabelece o conceito operacional e a estrutura mínima para operação, instalação e elevação de unidades operacionais no CBMMG. Belo Horizonte, 2016.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS (CBMMG). **Resolução nº**

801 de 03 de agosto de 2018. Aprova o novo Plano de Articulação do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais e revoga Resolução n. 763 de 28 de dezembro de 2017. Belo Horizonte, 2018a.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS (CBMMG). **Resolução 803 de 17 de agosto de 2018.** Estabelece a estrutura, competência e as atribuições dos Comandos Operacionais de Bombeiros (COB). Belo Horizonte, 2018b.

COTTA, J.P.V. **Movimentos de massa com perdas de vidas humanas em Minas Gerais e suas relações com relevo, clima e renda.** Monografia. Belo Horizonte Instituto de Geociências da UFMG. Junho, 2013.

COUTINHO, M.P.; Londe, L.R.; Santos, L.B.L.; Leal, P.J.V. **Instrumentos de planejamento e preparo dos municípios brasileiros à Política de Proteção e Defesa Civil.** Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management), v.7, n.3, 2015, p.383-396.

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.

DRUMMOND, G.M.; Martins, C.S.; Machado, A.B.M.; Sebaio, F.A.; Antonini, Y. **Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação.** 2. Ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005. 17p.

ESPIRITO SANTO, C. C. **Análise do perfil dos municípios brasileiros atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas, no período de 2008 a 2012.** Dissertação. 2017. Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2017.

FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY (FEMA). **Design guidelines for flood damage reduction.** 1981. Disponível em : <www.fema.gov/hazards/floods/lib15.shtm>. Acesso em: 07 abr. 2017.

FREITAS, C.M.; SILVA, D.R.X; SENA, A.R.M.; SILVA, E.L.; SALES, L.B.F.; CARVALHO, M.L.; MAZOTO, M.L.; BARCELLOS, C.; COSTA, A.M.; OLIVEIRA, M.L.C; CORVALÁN, C. **Desastres naturais e saúde: uma análise da situação do Brasil.** Ciência e Saúde Coletiva, v. 19, n. 9, p. 3645-3656, 2014.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Centro de Estatística e Informações. **Perfil demográfico do Estado de Minas Gerais - 2002.** Belo Horizonte, 2003.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Infraestrutura Estadual de Dados Espaciais de Minas Gerais.** Disponível em: <<http://iede.fjp.mg.gov.br/Catalogo.html>>. Acesso em: 01 Nov. 2017.

GUIMARÃES, D.P; REIS, R.J.; LANDAU, E.C.. **Índices pluviométricos em Minas Gerais.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. 30. Ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010.

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>. 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.

JHA, A.K.; BLCH, R; LAMOND, J. **Cidades e Inundações**. Um guia para a Gestão Integrada do Risco de Inundação Urbana para o Século XXI. Ed. Toro, J & Pedroso, F.F. Banco Mundial e Global – Facility for Disaster Reduction and Recovery (GFDRR), 2012, 54p.

KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D.A.; MARCELINO, I.P. V.O.; MARCELINO, E. V.; GONÇALVES, E.F.; BRAZETTI, L.L.P.; GOERL, R. F.; MOLLERI, G.S.F.; RUDORFF, F. M. **Prevenção de desastres naturais**: conceitos básicos. 1. Ed. Curitiba: Ed. Organic Trading, 2006.

LAVELL, A. **La gestión local del riesgo: nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica**. Guatemala, GT, Programa Regional para la Gestión del Riesgo en América Central, CEPREDENAC, 2003.

LOUSADA, M. **Geografia do turismo rural no estado de Minas Gerais**: ecos contraditórios de um segmento turístico dito em expansão. Dissertação. Belo Horizonte Instituto de Geociências da UFMG. Abril, 2007.

MARCELINO, E. V. **Desastres Naturais e Geotecnologias**: Conceitos Básicos. 2008. Caderno Didático nº 1. INPE/CRS, Santa Maria, 2008.38p.

MARGARIDA, C.; FERREIRA, D.; RUDORFF, F.M.; ALBINO, L.; FREITAS, M.; PANCERI, R. **Gestão de risco de desastres**. Secretaria de Estado de Defesa Civil: Santa Catarina, 2013.

MARÔCO, J. **Análise estatística com o PASW Statistics**. Report Number, 2010.

MINAS GERAIS. **Constituição do Estado de Minas Gerais**. 14.ed. Belo Horizonte: Assembléia Legislativa do Estado de Minas Gerais, 2012, 276 p. Disponível em: <<https://dspace.almg.gov.br/xmlui/bitstream/handle/11037/6620/6620.pdf?sequence=3>>. Acesso em 26. ago 2016.

MINAS GERAIS. **Lei Complementar Nº 54, de 13 de dezembro de 1999**. Dispõe sobre a Organização Básica do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais – CBMMG - e dá outras providências. Disponível em: <www.almg.gov.br/home/index/html>. Acesso em 26. ago 2016.

MINAS GERAIS. **Lei Complementar 130 de 03 de dezembro de 2013**. Altera a Lei Complementar nº 54, de 13 de dezembro de 1999, que dispõe sobre a organização básica do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais – CBMMG – e dá outras providências. Disponível em: <www.almg.gov.br/home/index/html>. Acesso em 26. ago 2016.

MINAS GERAIS. Assembléia Legislativa de Minas Gerais. **Decreto 46.420 de 10 de janeiro de 2014**. Regulamenta o art. 20 da Lei Complementar nº 54, de 13 de dezembro de 1999, que dispõe sobre a Organização Básica do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais e dá outras providências. Disponível em: <<https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=46420&comp=&ano=2014>>. Acesso em: 12 mar. 2017.

MINAS GERAIS. Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais (Emater-MG). **Balanco Social 2015**. Belo Horizonte, 2015. 23p.

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>. 2017. Acesso em: 12 mar. 2017.

MORAES, M.R. **Estudo sobre a expansão dos Comandos Operacionais de Bombeiros, em face da necessidade de capilaridade do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, prevista no plano de comando da corporação para o período de 2015 a 2026**. 2016. 113p. Monografia. Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, 2016.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil I** - 2. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989. 422 p.

NETO, A. B.; SOUZA, F.; LOPES, V.I.; MARQUES, J.L. **Gestão de Desastres**. Secretaria de Estado de Defesa Civil: Santa Catarina, 2014a. Disponível em: <<http://areafria.com.br/wp-content/uploads/2014/12/gestao-de-desastres.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

NETO, A.B.; MARGARIDA, C.; SOUZA, F.; PANCERI, R.; ALTHOFF, G.C; COSTA, F.P. **A importância da criação e estruturação da defesa civil**. Secretaria de Estado de Defesa Civil: Santa Catarina, 2014b. Disponível em: <<http://areafria.com.br/wp-content/uploads/2014/12/a-importancia-da-criacao-e-estruturacao-da-defesa-civil.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

NUNES, L.H. **Urbanização e desastres naturais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Internationally agreed glossary of basic terms related to Disaster Management**. Geneva: Department of Humanitarian Affairs. 81 p. 1992.

PINHEIRO, E.G. **Gestão pública para redução dos desastres**: incorporação da variável risco de desastre à gestão da cidade. 1. ed. Curitiba: Anniris. 2015.

POWERS, D.A.; XIE, Y. **Statistical methods for categorical data analysis**. 2.ed. San Diego: Emerald Group Publishing, 2008.

RODRIGUES, A.C.; GÜNTHER, W.M.R.; VASCONCELLOS, M.P.; GIULIO, G.M.; BOSCOV, M.E.G. **Delineamento da produção científica sobre desastres no Brasil no início deste século**. Desenvolv. Meio Ambiente, v. 34, p. 61-73, ago. 2015.

SANTOS, R.F. **Vulnerabilidade Ambiental**. Brasília: MMA, 2007.

SANTOS, U. P. **Ambiente Institucional e Inovação na Siderurgia de Minas Gerais**. Dissertação. Belo Horizonte, MG. Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional Faculdade de Ciências Econômicas – UFMG, 2009.

SANTOS, G. R. dos; PALES, R. C. **Desenvolvimento Regional e Desigualdades Sociais entre as Macrorregiões de Planejamento de Minas Gerais**. 36º Encontro Anual da ANPOCS. Montes Claros, 2012.

SARDINHA, D.S.; Pena, Y.T.L.; Tiezzi, R.O.; Almeida, M.C.Jacinto. **Base de dados de desastres naturais no município de Poços de Caldas/ MG**: ferramenta para o planejamento e a gestão territorial. Rev. Bras. Gest. Urbana v.8, n.3, p. 1-14, Sept./Dec. 2016.

SPOSITO, M.E.B. **A Questão Cidade-Campo**: Perspectivas a partir da cidade. In: Sposito, M.E.B. e Whitacker, A.M. (organizadores). Cidade e Campo: relações e contradições entre urbano e rural. 1.ed. São Paulo: Expressão Popular, 2006, 248 p.

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.

TOMINAGA, L.K., SANTORO, J.; AMARAL, R. **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

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, 2016, 270 p.

UNISDR (THE UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION). **Terminología sobre reducción del riesgo de desastres**. Ginebra: Naciones Unidas; UNISDR, 2009.

VALÊNCIO, N. **Desastres, ordem social e planejamento em defesa civil**: o contexto brasileiro. Saúde e Sociedade, v.19, n.4, p. 748-762, 2010.

VEYRET, Yvette. **Os riscos**: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007.

APÊNDICE



II Congresso Brasileiro de Redução de Riscos e Desastres:

Rio de Janeiro, RJ, Brasil – 11 a 14 de Outubro de 2017

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

Ricardo Augusto Ferreira Quadros¹ e José Rodrigo de Moraes²

¹Universidade Federal Fluminense, Mestrando da Pós-Graduação em Defesa e Segurança Civil,
ricardoqfisio@gmail.com

²Universidade Federal Fluminense, Professor do Departamento de Estatística,
jrodrigo@id.uff.br

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 ou 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-chaves: Enxurradas. Inundações Bruscas. Corpo de Bombeiros Militar. Defesa Civil. Modelo logístico.

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 drenagens 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 à 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, 2012a).

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, 2012b).

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 um 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, justica-se estudar estes eventos no Estado de Minas Gerais, por possuir uma área territorial de 586.521,235 Km², 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./Km² (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.

MATERIAL E MÉTODOS

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 à 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 (MINAS GERAIS, 2014, 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 à instituição para a 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.

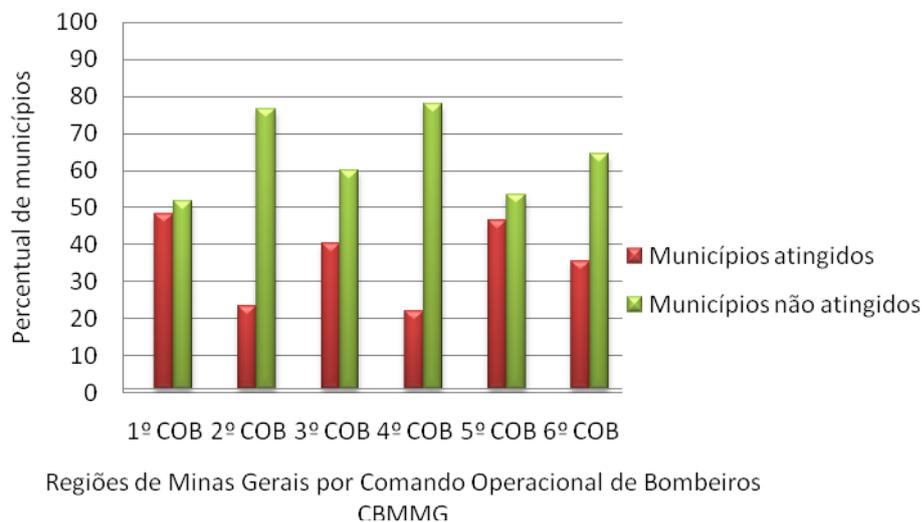
Além disso, foram considerados no estudo seis variáveis que indicam a existência de diferentes instrumentos de planejamento voltados para prevenção de enxurradas ou inundações bruscas, contendo as categorias “sim”, “não” e “não informado”: 1) Plano Diretor que contemple a prevenção de enxurradas ou inundações 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 (OR_b – *odds ratio*), sendo consideradas significativas as associações cujo p-valor do teste de Wald foi menor ou igual a um 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 (OR_a – *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 (POWERS e XIE, 2008), com o emprego do software livre R, versão 3.3.1.

RESULTADOS

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.



Fonte: ELABORADA PELOS AUTORES.

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%) e lei específica (50,0%), bem como para aqueles municípios que não possuem plano de saneamento básico contemplando o serviço de esgotamento sanitário (46,2%) e serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos (46,5%).

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</i>					

<i>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

Fonte: ELABORADA PELOS AUTORES.*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 se 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 à 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

Fonte: ELABORADA PELOS AUTORES. * 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 identifica 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 a variável 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

Fonte: ELABORADA PELOS AUTORES.* Teste de Wald

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 algumas 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 vindo 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, proporciona 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 desastre (CARMO e ANAZAWA, 2014).

No presente trabalho observou-se também que os municípios mais afetados por enxurradas ou inundações bruscas tendem a ser aqueles que informaram possuir maior tamanho populacional, isto é, com mais de 20 mil habitantes. Este resultado se assemelha 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 com maiores tamanhos populacionais, tendem a ser os mais atingidos pelo evento.

CONCLUSÕES

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 e mitigação, além de considerar a população como um agente ativo de todo esse processo.

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, 2012a.

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. 2012b.

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>. 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>. 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. *Decreto 46.420 de 10 de janeiro de 2014*. Regulamenta o art. 20 da Lei Complementar nº 54, de 13 de dezembro de 1999, que dispõe sobre a Organização Básica do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais e dá outras providências. Disponível em: <<https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&nu m=46420&comp=&ano=2014>>. Acesso em: 12 mar. 2017.

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>. 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: *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, 2016, 270 p.