



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

**DANIELE ROCHA TEIXEIRA**

**ANÁLISE DO PERFIL DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO SUDESTE DO  
BRASIL ATINGIDOS POR ENXURRADAS OU INUNDAÇÕES  
BRUSCAS SEGUNDO OS DADOS DA MUNIC 2013**

NITERÓI

2017

**DANIELE ROCHA TEIXEIRA**

**ANÁLISE DO PERFIL DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO SUDESTE DO  
BRASIL ATINGIDOS POR ENXURRADAS OU INUNDAÇÕES  
BRUSCAS SEGUNDO OS DADOS DA MUNIC 2013**

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 mistos.

Orientador:

Prof. José Rodrigo de Moraes, D.Sc.

NITERÓI

2017

i

## AGRADECIMENTOS

# ANÁLISE DO PERFIL DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL ATINGIDOS POR ENXURRADAS OU INUNDAÇÕES BRUSCAS SEGUNDO OS DADOS DA MUNIC 2013

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 mistos.

Aprovado em:

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 Flávia Peixoto Faria, D.Sc.  
Instituto Federal Fluminense de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense – IFF

## AGRADECIMENTOS

### Agradecimentos

Não importam os feitos na vida, agradecer é preciso. Não porque se trata de uma necessidade ou conveniência, mas porque nos coloca diante do que mais importa, a própria vida e o sentido que damos a tudo o que faz parte dela.

Assim, agradeço imensamente...

À Deus, por me conduzir nos caminhos que trilhar, muitas vezes sem compreender para onde sigo, mas com a certeza de Sua mão me amparando e sustentando em todos os momentos.

À minha mãe (in memoriam), na certeza de que, do lugar abençoado onde sei que se encontra, continua a me abençoar e proteger com o carinho e amor incondicionais que sempre me dedicou. Ela continua a ser meu anjo da guarda!

Ao meu pai, que sempre me apoiou em todos os aspectos da minha vida, como um grande amigo e conselheiro, participando ativamente de todos os meus momentos.

Ao professor Airton, pelo incentivo aos meus estudos e por priorizar minha formação, mesmo quando estive ausente do trabalho por conta das reuniões com meu orientador.

Ao meu orientador, Professor Prof José Rodrigo, pela sua condução firme e valorosa e por me ajudar com a sua genialidade e sua paciência, seu dom e sua disponibilidade.

À professora Mônica da Hora, meu muito obrigada e eterno agradecimento por ser a minha maior incentivadora, a pessoa que mais acreditou em mim, mesmo quando eu acreditava não ser capaz. Por muitas vezes consolar o meu choro e me acolher sempre com amor materno. Você fez toda a diferença!

E a todos que, de alguma forma, contribuíram para que eu alcançasse meu objetivo!

## **AGRADECIMENTOS**

## DEDICATÓRIA

“O Cristo não pediu muita coisa, não exigiu que as pessoas escalassem o Everest ou fizessem grandes sacrifícios. Ele só pediu que nos amássemos uns aos outros”.

Chico Xavier

## RESUMO

No Brasil é crescente o número de desastres provocados por enxurradas ou inundações bruscas. Este trabalho avaliou, usando os dados da MUNIC 2013, o perfil dos municípios da Região Sudeste atingidos por desastres dessa natureza em suas áreas urbanas, de 2008 a 2012, considerando a Unidade Federativa, o tamanho populacional e a presença/ausência de instrumentos de planejamento e gestão de riscos de desastres. Para esta avaliação, foram ajustados modelos de regressão de Poisson com variância robusta. Observou-se maior prevalência de municípios atingidos por enxurradas ou inundações bruscas entre os mais populosos, os localizados nos estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro, e os que declararam possuir Plano Diretor e Plano Municipal de Redução de Riscos. Observou-se também maior prevalência de municípios atingidos dentre os que reportaram possuir mapeamentos de áreas de risco e projetos de engenharia, e entre os que não possuem mecanismos de controle e fiscalização. A adoção destes mecanismos é fundamental para a prevenção de desastres.

**Palavra-chave:** prevenção, mapeamento, risco, fiscalização, modelo log-linear de Poisson, MUNIC 2013.

## ABSTRACT

In Brazil there is a growing number of disasters caused by floods or flash flooding. Using MUNIC 2013 data, this study evaluated the profile of municipalities in the Southeast Region hit by disasters of this nature in their urban areas, from 2008 to 2012, considering the Federated Unit, the population size and the presence / absence of planning tools and disaster risk management. For this evaluation, Poisson regression models were fitted to the MUNIC 2013 data. A higher prevalence of municipalities affected by floods or sudden floods among the most populated, located in Espírito Santo and Rio de Janeiro States, and those who claimed to have City Plan and Plan for the Reduction of Risks. There was also a higher prevalence of municipalities affected among those who reported in 2013 have mapping risk areas and engineering projects, and among those who do not have mechanisms of control and supervision. The adoption of these mechanisms is fundamental for disaster prevention.

**Keywords:** prevention, mapping, risk, surveillance, Poisson loglinear model, MUNIC 2013



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição dos municípios segundo os instrumentos de planejamento, UF e o tamanho populacional, por ocorrência ou não de enxurradas ou inundações bruscas em áreas urbanas no período de 2008 a 2012. ....	17
Tabela 2 - Distribuição dos municípios segundo os instrumentos de gerenciamento de risco, UF e o tamanho populacional, por ocorrência ou não de enxurradas ou inundações bruscas em áreas urbanas no período de 2008 a 2012. ....	20
Tabela 3 - Associação entre os instrumentos de planejamento, UF e o tamanho populacional e a prevalência de municípios atingidos por enxurradas ou inundações bruscas em suas áreas urbanas no período de 2008 a 2012 (N=910).....	21
Tabela 4 - Associação entre os instrumentos de gerenciamento de risco, UF e o tamanho populacional e a prevalência de municípios atingidos por enxurradas ou inundações bruscas em suas áreas urbanas no período de 2008 a 2012 (N=696).....	20
Tabela 5 - Associação entre os instrumentos de planejamento, UF e o tamanho populacional e a prevalência de municípios atingidos por enxurradas ou inundações bruscas em suas áreas urbanas no período de 2008 a 2012 (N=910).....	21
Tabela 6: Medidas de sensibilidade, especificidade e taxa global de classificações corretas, segundo dois diferentes pontos de corte, para o modelo selecionado considerando os instrumentos de planejamento urbano. ....	23
Tabela 7 - Associação entre os instrumentos de gerenciamento de risco, UF e o tamanho populacional e a prevalência de municípios atingidos por enxurradas ou inundações bruscas em suas áreas urbanas no período de 2008 a 2012 (N=696).....	24
Tabela 8: Medidas de sensibilidade, especificidade e taxa global de classificações corretas, segundo dois diferentes pontos de corte, para o modelo selecionado considerando os instrumentos de gerenciamento de riscos .....	26

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Características dos municípios relativas à dimensão planejamento urbano, UF e tamanho populacional .....	10
Quadro 2 – Características dos municípios relativas a dimensão gerenciamento de riscos, UF e tamanho populacional .....	11
Quadro 3: Classificação das unidades (municípios) segundo as categorias observadas e preditas pelo modelo de regressão log-linear de Poisson .....	12

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Gráfico da curva ROC referente ao modelo selecionado que inclui instrumentos de planejamento urbano.....	22
Figura 2: Gráfico da curva ROC referente ao modelo selecionado que inclui instrumentos de gerenciamento de riscos.....	25

## SUMÁRIO

<b>1-INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 OBJETIVO GERAL .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 RELEVÂNCIA DO ESTUDO.....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....</b>	<b>3</b>
<b>2-REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 INSTRUMENTOS DE PLANEJAMENTO .....</b>	<b>4</b>
2.1.1 PLANO DIRETOR .....	5
2.1.2 LEI DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....	5
2.1.3 PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCOS.....	5
2.1.4 PLANO DE SANEAMENTO BÁSICO.....	6
<b>2.2 INSTRUMENTOS DE GESTÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2.3 ENXURRADAS OU INUNDAÇÕES BRUSCAS .....</b>	<b>7</b>
<b>3-MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>9</b>
<b>3.1 POPULAÇÕES DO ESTUDO .....</b>	<b>10</b>
<b>3.2 VARIÁVEIS DE ESTUDO .....</b>	<b>10</b>
<b>3.3 AVALIAÇÃO DO PODER DISCRIMINATÓRIO DO MODELO .....</b>	<b>12</b>
<b>4- RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>15</b>
<b>4.1 ANÁLISE DESCRITIVA .....</b>	<b>15</b>
<b>4.2 MODELAGEM ESTATÍSTICA.....</b>	<b>20</b>
<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>27</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>28</b>

## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO

As enxurradas ou inundações bruscas são provocadas por chuvas intensas e concentradas, que fazem os canais naturais de drenagem transbordarem de forma rápida e, geralmente, provocam danos materiais e humanos mais intensos do que as enchentes ou inundações graduais (IBGE, 2014). Normalmente, ocorrem em bacias de médio ou pequeno portes e são intensificadas por relevos acentuados. Em alguns casos, as enxurradas podem também ter interferências por questões tecnológicas, como rompimento de barragens ou outras estruturas.

As consequências dos desastres por estes eventos recaem sobre os ecossistemas e sobre as populações humanas, afetando mais drasticamente as populações carentes, que habitam em áreas de risco, estão mal preparadas e têm baixa capacidade de recuperação (CEPAL, 2003).

Assim sendo, as condições geoambientais e socioculturais, considerados perigos naturais recorrentes, estão associados a fenômenos morfodinâmicos, hidrológicos e climáticos, que podem resultar em eventos que excedem os comportamentos habituais desencadeando situações desastrosas à sociedade (PASCOALINO & ALMEIDA, 2010).

As enxurradas e inundações podem provocar a interrupção de serviços de saneamento básico essenciais à saúde pública, de limpeza urbana, drenagem e esgotamento sanitário, favorecendo a proliferação de vetores e contribuindo para o aumento do risco de doenças transmissíveis; higienização inadequada da população atingida; risco epidemiológico com a propagação de doenças de veiculação hídrica; e, além disso, o desgaste emocional, que compromete o comportamento psicológico e social das comunidades afetadas, com impactos à saúde mental como o estresse psicológico e o comportamento social instável (OMS, 2007; POZZER & MAZZEGA, 2014).

As inundações têm gerado desafios à gestão pública do Brasil, devido a fatores relacionados ao desenvolvimento do país como o crescimento acelerado das cidades brasileiras, a população de menor renda e as condições inadequadas de territorialização. Contribuem também para esse cenário, as condições socioeconômicas, a densidade populacional em áreas de risco de inundação e a falta de planejamento urbano adequado, aumentando a vulnerabilidade da sociedade brasileira (PNDC, 2007).

Diante disto, o Brasil tem fortalecido o desenvolvimento de instrumentos políticos que visam a redução do risco de inundação, por meio da implementação de políticas e planos

nacionais, dentre os quais se destacam a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC, 2012) e o Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais (PNRRD, 2012), que estimulam a formulação de ações de redução do risco de inundação em eixos de atuação: Prevenção; Mapeamento; Monitoramento e Alerta; e Resposta a desastres. (POZZER & MAZZEGA, 2014).

De acordo com Freitas *et al.* (2014), entre os anos de 1991 a 2010 houve um aumento na frequência das inundações bruscas no Brasil, com picos em 1997, 2004, 2009 e 2010. O maior número de inundações bruscas foi registrado na região Sul (36,5%), seguida da região Sudeste (30%) e Nordeste (24,5%). A região Sudeste foi a mais atingida em número de afetados e concentrou mais da metade (52%) de todos os óbitos ocorridos por inundações bruscas no Brasil.

Com base no exposto, dada a relevância dos desastres naturais por inundações bruscas na região Sudeste do Brasil, o presente trabalho buscou analisar, com foco nos dados da Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o perfil dos municípios da Região Sudeste atingidos por enchurradas ou inundações bruscas, no período de 2008 e 2012, no que se refere à unidade federativa a que o município pertence, tamanho populacional e existência ou não de instrumentos de planejamento e de gerenciamento de riscos de desastres dessa natureza.

## 1.1 Objetivo Geral

Analisar o perfil dos municípios da Região Sudeste atingidos por enchurradas ou inundações bruscas no período de 2008 a 2012, levando em conta a existência ou não de instrumentos de planejamento urbano e de gerenciamento de riscos de desastres desta natureza, bem como o seu estado de localização e tamanho populacional.

## 1.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a distribuição dos municípios da região Sudeste segundo a presença/ausência de instrumentos de planejamento urbano;
- Avaliar a distribuição dos municípios da região Sudeste segundo a presença/ausência de instrumentos de gerenciamento de risco de desastres decorrentes de enchentes ou inundações bruscas.
- Analisar a associação entre a existência ou não de instrumentos de planejamento urbano e a prevalência de municípios da Região Sudeste atingidos por enchentes ou

inundações bruscas.

- Analisar a associação entre a existência ou não de instrumentos de gerenciamento de risco e a prevalência de municípios da Região Sudeste atingidos por enchentes ou inundações bruscas.

### **1.3 Relevância do Estudo**

As enxurradas e as inundações bruscas causam danos humanos, além de prejuízos ambientais e socioeconômicos (FREITAS *et al.*, 2014). O número de mortes decorrentes destes tipos de desastres evidencia a urgência, em ação conjunta, de elaboração de políticas públicas de prevenção e resposta aos desastres, além da necessidade de promover a conscientização da população frente à percepção do risco de desastres desta natureza.

As populações humanas carentes que ocupam áreas de riscos são mais afetadas, pois além de não estarem bem preparadas, não possuem uma boa capacidade de recuperação. (CEPAL, 2003).

### **1.4 Organização do Trabalho**

A dissertação está estruturada em cinco capítulos. O Capítulo I apresenta a introdução e a justificativa e relevância do tema escolhido.

Capítulo II, REFERENCIAL TEÓRICO, dos instrumentos de planejamento urbano e de gerenciamento de riscos de desastres decorrentes de enxurradas ou inundações bruscas.

Capítulo III, MATERIAIS E MÉTODOS, relaciona a metodologia adotada para o desenvolvimento do estudo, que inclui as populações de estudo, a listagem das variáveis, a identificação do tipo de modelo estatístico adotado e a descrição das medidas utilizadas para avaliação do poder discriminatório do modelo.

O Capítulo IV, RESULTADOS E DISCUSSÃO, tem como principal enfoque, apresentar os resultados da análise descritiva e da modelagem estatística, assim como a discussão dos resultados.

No Capítulo V, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES, são apresentadas as conclusões e recomendações deste trabalho.

As publicações consultadas para o desenvolvimento da pesquisa estão relacionadas no Capítulo VI, REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

## CAPÍTULO 2

### REFERENCIAL TEÓRICO

A Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC) busca a obtenção de dados estatísticos com base municipal que expressem de forma clara e objetiva a oferta e a qualidade dos serviços públicos com vistas a capacitar os gestores para o melhor atendimento de suas populações (IBGE, 2016).

A unidade de investigação da MUNIC é o município, sendo a prefeitura o informante principal, por meio dos diversos setores que a compõem. Através de questionário, o objetivo é investigar os seguintes temas: recursos humanos, planejamento urbano, recursos para a gestão, terceirização e informatização, gestão ambiental e articulação interinstitucional (IBGE, 2016).

Em 2013, a pesquisa inovou, trazendo pela primeira vez, o tema gestão de riscos e reposta a desastres, em bloco específico, onde foram solicitadas informações a respeito dos eventos que implicam riscos nas áreas urbanas decorrentes de deslizamentos de encostas, enchentes e também inundações, em todos os municípios do País, examinando a capacidade institucional local de formular e gerir políticas públicas, com o objetivo de municipal o planejamento e o monitoramento desses eventos. Um importante aspecto a ser destacado quanto à metodologia interna ao Questionário Básico refere-se à determinação do informante na prefeitura. Com o firme propósito de qualificá-lo, pessoal e profissionalmente, bem como ampliar seu comprometimento com a qualidade das respostas fornecidas, procedeu-se à sua identificação no final de cada um dos blocos setoriais específicos (IBGE, 2014).

O esforço permanente na pesquisa, com amplo escopo dos temas tratados, desde sua primeira edição em 1999, os dados estatísticos e cadastrais, compõem sua base de informações constituindo relevantes indicadores de avaliação e monitoramento do quadro institucional e administrativo das cidades brasileiras, de forma que fique clara e objetiva, a oferta e a qualidade dos serviços públicos locais e a capacidade dos gestores municipais em atender às populações (IBGE, 2014).

Os temas abordados na presente pesquisa são os instrumentos de planejamento e gestão com foco específico nas enxurradas ou inundações bruscas.

#### 2.1 Instrumentos de Planejamento

De acordo com IBGE (2014), os instrumentos de planejamento são: Plano Diretor, lei



de uso e ocupação do solo, lei específica que contemple prevenção ou inundações bruscas, Plano Municipal de Redução de Riscos e Plano de Saneamento Básico.

### 2.1.1 Plano Diretor

Segundo a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (CF), a política de desenvolvimento urbano cabe ao Município, e aqueles com mais de 20 mil habitantes devem executar essa política por meio do plano diretor, o qual define as exigências para que a propriedade urbana cumpra sua função social. A Lei Federal 10.257/2001, mais conhecida como Estatuto das Cidades é a regulamentação dos artigos 182 e 183 da CF e estabelece parâmetros e diretrizes da política e gestão urbana no Brasil (BRASIL, 2001).

O Plano Diretor está definido no Estatuto das Cidades como sendo um instrumento básico para orientar a política de desenvolvimento e de ordenamento da expansão urbana do município. É uma lei municipal elaborada pela prefeitura com a participação da Câmara Municipal e da sociedade civil que visa estabelecer e organizar o crescimento, o funcionamento, o planejamento territorial da cidade e orientar as prioridades de investimentos (BRASIL, 2001).

### 2.1.2 Lei de uso e ocupação do solo

A Lei de Uso e Ocupação do Solo também é um instrumento de planejamento municipal, que define as normas gerais para o desenvolvimento da cidade. Nela se encontram reunidos os princípios e orientações para a utilização e ocupação do espaço urbano, com o objetivo maior de garantir o desenvolvimento da cidade de forma equilibrada e sustentável (BRASIL, 1979).

### 2.1.3 Plano Municipal de Redução de Riscos

O Plano Municipal de Redução de Risco foi instituído pela Ação de Apoio à Prevenção de Riscos em Assentamentos Precários no âmbito do Programa de Urbanização, Regularização e Integração de Assentamentos Precários do Ministério das Cidades. É um instrumento de planejamento para a análise do risco e a proposta de medidas estruturais para a sua redução. Serão considerados a estimativa de custos, os critérios de priorização e a compatibilização com outros programas nas três esferas de governo: federal, estadual e municipal, fazendo parte de uma política para a redução de risco, através de programas de capacitação em escala nacional e ajuda financeira, com intuito de execução do plano, sendo

primordial a elaboração de projetos de engenharia e para as intervenções nos setores de risco, classificados como prioritários (ALHEIROS, 2006).

#### 2.1.4 Plano de Saneamento Básico

Com a publicação da Lei nº 11.445/2007, a Lei de Saneamento Básico, todas as prefeituras têm obrigação de elaborar seu Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). Sem o PMSB, a partir de 2014, a Prefeitura não poderá receber recursos federais para projetos de saneamento básico. De acordo com a referida lei, o saneamento básico é um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais relativo aos processos de: abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; manejo de resíduos sólidos, e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (BRASIL, 2007).

## 2.2 Instrumentos de Gestão

De acordo com IBGE (2014), os instrumentos de gerenciamento de riscos de desastres decorrentes de enxurradas ou inundações bruscas são: mapeamento de áreas de risco; mecanismos de controle e fiscalização para evitar ocupação em áreas suscetíveis aos desastres; Plano de Contingência; sistema de alerta antecipado ao evento, e cadastro de risco e projetos de engenharia relacionados ao evento.

### 2.2.1 Mapeamento de áreas de risco

O mapeamento de risco é uma voltada à identificação dos riscos e de delimitação das áreas de sua ocorrência e é executada por meio de trabalhos de campo durante os quais é avaliada tanto a probabilidade (ou possibilidade) de ocorrência de processos destrutivos – por exemplo, enxurradas ou inundações bruscas – e quanto às consequências sociais e/ou econômicas resultantes (CERRI, 2006).

### 2.2.2 Plano de Contingência

O Plano de Contingência ou Preventivo de Defesa Civil (PPDC) é um instrumento de defesa civil que tem por objetivo principal dotar as equipes técnicas municipais de instrumentos de ação, de modo a, em situações de risco, reduzir a possibilidade de perdas de vidas humanas. Sua concepção baseia-se na possibilidade de serem tomadas medidas anteriormente à deflagração de desastres (MACEDO, OGURA e SANTORO, 2006).

### 2.2.3 Sistema de alerta

Um sistema de monitoramento e alerta de desastres naturais, busca através do monitoramento das áreas de riscos, prever desastres naturais. Para tanto, o sistema deve contar com um conjunto de dados meteorológicos fornecidos em tempo real e tratar e analisar os dados recebidos para verificar se uma situação de risco existe para cada evento, através de uma comparação com mapas de risco ou de um modelo definido (REIS, CORDEIRO e LOPES, 2014).

### 2.2.4 Cadastro de risco

O cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos, está previsto no art. 3º da Lei nº 12.340, de 1º de dezembro de 2010, que dispõe sobre as transferências de recursos da União aos órgãos e entidades dos Estados, Distrito Federal e Municípios para a execução de ações de prevenção em áreas de risco de desastres e de resposta e de recuperação em áreas atingidas por desastres (BRASIL, 2010). De acordo com o § 2º do mesmo artigo, os Municípios incluídos no cadastro deverão, entre outras medidas:

I - elaborar mapeamento contendo as áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos;

II - elaborar Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil e instituir órgãos municipais de defesa civil, de acordo com os procedimentos estabelecidos pelo órgão central do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC;

III - elaborar plano de implantação de obras e serviços para a redução de riscos de desastre;

IV - criar mecanismos de controle e fiscalização para evitar a edificação em áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos; e

V - elaborar carta geotécnica de aptidão à urbanização, estabelecendo diretrizes urbanísticas voltadas para a segurança dos novos parcelamentos do solo e para o aproveitamento de agregados para a construção civil.

## 2.3 Enxurradas ou Inundações Bruscas

De acordo com o COBRADE – Classificação e Codificação Brasileira de Desastre, as

enxurradas ou inundações bruscas são classificadas como desastres naturais.

Desastre natural é definido como “*resultado do impacto de um fenômeno natural extremo ou intenso sobre um sistema social causando sérios danos e prejuízos que excedem a capacidade dos afetados em conviver com o impacto*” (BUSTAMENTE, 2010, pág. 1).

As inundações vêm fazendo parte da história da humanidade. Nos últimos anos, o número de ocorrências e o número de pessoas afetadas vêm aumentando significativamente. Este fato pode ser atribuído às alterações antrópicas, principalmente relacionadas com a intensa e desordenada urbanização, ocupação de áreas de risco e desmatamento (GOERL & KOBIYAMA, 2005).

Na concepção de Goerl & Kobiyama (2005), as inundações bruscas ocorrem repentinamente, com pouco tempo de alarme e alerta para o local de ocorrência. Na língua inglesa é conhecida como *flash flood* e no Brasil como enxurrada (MARCELINO, 2008). As inundações bruscas ou enxurradas são eventos naturais que podem ser agravados pela ação do homem. A enxurrada é o escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode ou não estar associado a áreas de domínio dos processos fluviais (Min. Cidades/IPT, 2007). De acordo com Bertoni & Lombardi Neto (1990), o volume e a velocidade das enxurradas dependem diretamente do grau de declive da vertente.

## CAPÍTULO 3

### MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados utilizados na presente pesquisa são oriundos da MUNIC 2013, com o intuito de analisar o perfil dos municípios da Região Sudeste atingidos, em suas áreas urbanas, por enxurradas ou inundações bruscas, no período de 2008 a 2012. Foram considerados dados sobre as seguintes variáveis: a Unidade Federativa, o tamanho populacional e a presença ou ausência no município de instrumentos de planejamento e de gestão de riscos de desastres.

Duas análises foram realizadas a partir da MUNIC 2013 (IBGE, 2014; IBGE, 2016).

A primeira análise buscou avaliar o perfil dos municípios atingidos por enxurradas ou inundações bruscas considerando os diferentes tipos de instrumentos de planejamento urbano, UF e tamanho populacional. A segunda análise, por sua vez, buscou analisar o perfil dos municípios atingidos por desastres desta natureza, a partir dos instrumentos de gerenciamento de riscos de desastres, UF e tamanho populacional. Em ambas as análises, foram ajustados modelos de regressão log-linear de Poisson, com variância robusta (COUTINHO *et al.*, 2008), usando o comando “glm” (*generalized linear model*) do software R, versão 3.3.1.

A partir dos modelos ajustados foram estimadas as medidas de razão de prevalência (RP) de municípios atingidos em suas áreas urbanas por enxurradas ou inundações bruscas. Para avaliar a significância da associação entre cada instrumento, UF e tamanho populacional do município com o desfecho de estudo, utilizou-se o teste de Wald, considerando o nível de significância de 5%.

Com relação à estratégia de modelagem, foram incluídas simultaneamente todas as variáveis explicativas (instrumentos, UF e tamanho populacional), e excluídas uma a uma, até a seleção de modelos em que todas as variáveis estivessem significativamente associadas com a prevalência do desfecho a um nível de significância de 5% ( $p\text{-valor} \leq 0,05$ ). Como a MUNIC 2013 é um estudo seccional, as associações encontradas, neste trabalho, entre as características municipais (instrumentos, UF e tamanho populacional) e a ocorrência do evento de interesse (enxurradas ou inundações bruscas) não indicam relação do tipo causa e efeito.

### 3.1 Populações do Estudo

No presente trabalho foram consideradas duas populações de estudo. A primeira população foi composta por 910 municípios da Região Sudeste que declararam informações sobre a existência ou não dos instrumentos de planejamento urbano. A segunda foi composta por 696 municípios do Sudeste que declararam informações sobre a existência ou não de instrumentos de gerenciamento de risco. Os municípios sem informação sobre a ocorrência ou não de enxurradas ou inundações bruscas no período de 2008 a 2012 foram excluídos das análises.

### 3.2 Variáveis de Estudo

O desfecho de estudo é uma variável binária, obtida através da seguinte pergunta do questionário da MUNIC 2013: *O município foi atingido em suas áreas urbanas por enxurradas ou inundações bruscas nos últimos 5 anos?*, contendo três alternativas de resposta: “sim”, “não” e “não sabe”. No presente estudo, os municípios que não souberam informar, foram excluídos da análise e o desfecho foi definido por:

Y= 1, se o município foi atingido por enxurrada ou inundações bruscas.

0, se o município não foi atingido.

No que se refere as variáveis independentes, foram consideradas em um dos modelos a UF, o tamanho populacional e seis instrumentos de planejamento urbano, como mostrado no Quadro 1.

**Quadro 1** – Características dos municípios relativas à dimensão *planejamento urbano*, UF e tamanho populacional

Variáveis independentes	Categorias
Plano Diretor que contemple prevenção de enxurradas ou inundações bruscas	Sim, Não
Lei de Uso e Ocupação do Solo que contemple prevenção ou inundações bruscas	Sim, Não
Lei específica que contemple prevenção ou inundações bruscas	Sim, Não
Plano Municipal de Redução de Riscos	Sim, Não
Plano de saneamento básico contemplando o serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos	Sim, Não
Plano de saneamento básico contemplando o serviço de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas	Sim, Não
Unidade da Federação	MG, ES, RJ, SP
Tamanho populacional	Até 10.000 hab., mais de 10.000 a 50.000 hab., mais de 50.000 hab.

Enquanto que no outro no outro modelo, além da UF e tamanho populacional, foram considerados como variáveis explicativas seis instrumentos de gerenciamento de risco, listados no Quadro 2.

**Quadro 2** – Características dos municípios relativas a dimensão *gerenciamento de riscos*, UF e tamanho populacional.

Variáveis independentes	Categorias
Mapeamentos de áreas de risco	Sim, Não
Mecanismos de controle e fiscalização para evitar ocupação em áreas suscetíveis aos desastres	Sim, Não
Plano de Contingência	Sim, Não
Sistema de alerta antecipado ao evento	Sim, Não
Cadastro de risco	Sim, Não
Projetos de engenharia relacionados ao evento	Sim, Não
Unidade da Federação	MG, ES, RJ, SP
Tamanho populacional	Até 10.000 hab., mais de 10.000 a 50.000 hab., mais de 50.000 hab.

### 3.3 Avaliação do poder discriminatório do modelo

Uma vez selecionado o modelo e obtidas as estimativas dos coeficientes do modelo, é possível estimar a probabilidade  $P_i$  de cada um dos municípios ( $i=1,2,\dots, N$ ) ser atingido pelo evento de interesse (enxurradas ou inundações bruscas). Desse modo, 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 ( $p_i > 0,5$ ). Em contrapartida, 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”. O ponto de corte padrão é  $c=0,5$ , mas qualquer outro valor de ponto de corte poderia ser utilizado. Em geral, escolhe-se o ponto de corte ótimo de modo a maximizar as medidas de sensibilidade e especificidade, descritas nesta seção.

O Quadro 3, ilustra as quatro situações que poderiam ocorrer ao classificar os municípios como “sucesso” (atingido pelo evento de interesse) ou “fracasso” (não atingido pelo evento de interesse) utilizando o modelo selecionado.

**Quadro 3:** Classificação das unidades (municípios) segundo as categorias observadas e previstas pelo modelo de regressão log-linear de Poisson.

Categorias observadas (Y)	Categorias previstas ( $\bar{Y}$ )		Total
	Sucesso ( $\bar{Y}=1$ )	Fracasso ( $\bar{Y}=0$ )	
<b>Sucesso</b> <b>Y =1)</b>	$o_{11}$ (número de verdadeiros positivos)	$o_{12}$ (número de falsos negativos)	$o_{11} + o_{12}$
<b>Fracasso</b> <b>Y =0)</b>	(número de falsos positivos)	(número de verdadeiros negativos)	$o_{21} + o_{22}$
<b>Total</b>	$o_{11} + o_{21}$	$o_{12} + o_{22}$	$N = o_{11} + o_{12} + o_{21} + o_{22}$

A partir do Quadro 3, pode-se definir as seguintes medidas de avaliação do poder discriminatório do modelo, expressas em termos percentuais (%): taxa global de



classificações corretas (TG), sensibilidade (S) e especificidade (E).

A *taxa global de classificações corretas* (TG) é calculada pela razão entre o número de unidades classificadas corretamente pelo modelo e o número total unidades analisadas.

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

A *sensibilidade* (S) é a proporção de verdadeiros positivos entre todas as unidades com a característica de interesse. A sensibilidade é um indicador que permite avaliar a capacidade do modelo classificar a unidade como tendo a característica de interesse, quando realmente esta unidade possui a característica de interesse.

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

A *especificidade* (E) é a proporção de verdadeiros negativos entre todas as unidades sem a característica de interesse. 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 realmente esta unidade não possui a característica de interesse.

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

Além destas três medidas, pode-se calcular ainda uma outra medida para avaliar a capacidade preditiva do modelo, que é a área (A) sob a curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*). A curva ROC é um gráfico no qual se permite estudar a variação da sensibilidade e especificidade para diferentes pontos de corte. No eixo das ordenadas representa-se os valores de sensibilidade (proporção de verdadeiros positivos) e no eixo das abscissas os valores dos complementos da especificidade (proporção de falsos positivos).

O *complemento da especificidade*, é a proporção de falsos positivos, que indica a capacidade do modelo classificar de modo incorreto a unidade como tendo a característica de interesse, quando na realidade a unidade não possui essa característica. O complemento da especificidade, pode ser representada por:

$$\bar{E} = 1 - E = 1 - P(\tilde{Y} = 0 | Y = 0) = P(\tilde{Y} = 1 | Y = 0) = \left( \frac{o_{21}}{o_{21} + o_{22}} \right) \cdot 100$$

Como já mencionado a área sob a curva ROC é uma medida da capacidade do modelo em discriminar a unidade como “*tendo a característica de interesse (sucesso)*” ou “*não tendo a característica de interesse (fracasso)*”, podendo esta medida variar de 0 a 1.

Se a área for igual a 0,5 o modelo não consegue discriminar as unidades. Por outro

lado, quanto mais próxima a curva estiver do canto superior esquerdo do gráfico, maior será a área sob a curva ROC ( $A > 0,5$ ) e, portanto, maior o poder discriminatório do modelo. Marôco (2010) apresenta a seguinte classificação do poder discriminatório de um modelo segundo a área da curva ROC:  $A = 0,5$  (Sem poder discriminatório);  $0,5 \leq A < 0,7$  (Discriminação ruim);  $0,7 \leq A < 0,8$  (Discriminação aceitável);  $0,8 \leq A < 0,9$  (Discriminação boa);  $A \geq 0,9$  (Discriminação ótima).

## CAPÍTULO 4

### RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 4.1 Análise Descritiva

A tabela 1 apresenta a distribuição do número de municípios localizados na região Sudeste por ocorrência ou não de enxurradas ou inundações bruscas, no período de 2008 a 2012, segundo o número de instrumentos de planejamento urbano adotados por esses municípios. Observa-se que 86,9% (809/931) dos municípios com informações sobre “instrumentos de planejamento urbano” declararam possuir pelo menos um dos seis instrumentos analisados.

Cabe mencionar que ao excluir os municípios sem informações sobre os instrumentos de planejamento e que não souberam responder sobre a ocorrência ou não de enxurradas ou inundações bruscas, o número total de municípios foi reduzido de 1.668 para 910 ( $1.668 - 737 = 931 - 21 = 910$ ). Dos 910 municípios considerados no estudo, verifica-se que 49,5% ( $450/910$ ) foram atingidos por enxurradas ou inundações bruscas (Tabela 1).

**Tabela 1:** Distribuição dos municípios brasileiros por ocorrência ou não de enxurradas ou inundações bruscas, no período de 2008 a 2012, segundo o número de instrumentos de planejamento urbano.

Nº de instrumentos de planejamento urbano	Enxurradas ou inundações bruscas			
	Atingido	Não atingido	Não sabe	Total
0	42	73	7	122
1	146	174	2	322
2	128	149	10	287
3	63	42	1	106
4	41	18	0	59
5	22	4	1	27
6	8	0	0	8
<i>Com informação</i>	450	460	21	931
<i>Sem informação</i>	215	501	21	737
<b>Total</b>	<b>665</b>	<b>961</b>	<b>42</b>	<b>1.668</b>

No que se refere aos instrumentos de planejamento nos municípios da Região Sudeste, observou-se que 28,8% declararam ter plano diretor; 25,8% possuem lei de uso e ocupação do

solo, 4% possuem lei específica, 25,8% tem PMRR, 52,5% possuem programa de saneamento básico contemplando de serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e 39,2% programa de saneamento básico contemplando serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. Além disso, 42,3% dos municípios analisados pertencem ao estado de Minas Gerais, 44,8% pertencem ao estado de SP, enquanto 12,9% estão localizados nos estados de Rio de Janeiro e Espírito Santo. Com relação ao tamanho populacional, 34,9% dos municípios possuem até 10.000 habitantes, 40,9% mais de 10.000 a 50.000 habitantes e 24,2% mais de 50.000 habitantes (Tabela 2).

Da Tabela 2 também se pode observar maior prevalência de municípios atingidos por enxurradas ou inundações bruscas no período de 2008 a 2012, entre aqueles que declararam ter plano diretor (64,1%), que possuem lei de uso e ocupação do solo (60,9%) e lei específica contemplando a prevenção de desastres desta natureza (72,2%). Também se verificou uma maior prevalência de municípios atingidos entre aqueles com PMRR (71,9%), entre os localizados nos estados do Espírito Santo (75%) e Rio de Janeiro (76,8%) e entre os mais populosos (75,5%).

Tabela 2 - Distribuição dos municípios segundo os instrumentos de planejamento, UF e o tamanho populacional, por ocorrência ou não de enxurradas ou inundações bruscas, em áreas urbanas, no período de 2008 a 2012.

Instrumentos de planejamento, UF e População	% Municípios (N=910)	Ocorrência de enxurradas ou inundações bruscas	
		Sim (N=450)	Não (N=460)
Plano Diretor			
Sim	28,8	64,1	35,9
Não	71,2	43,5	56,5
Lei de Uso e Ocupação do Solo			
Sim	25,8	60,9	39,1
Não	74,2	45,5	54,5
Lei específica			
Sim	4,0	72,2	27,8
Não	96,0	48,5	51,5
Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR)			
Sim	25,8	71,9	28,1
Não	74,2	41,6	58,4

**continua**

**Tabela 2.** continuação

Instrumentos de planejamento, UF e População	Municípios (N=910)	Ocorrência de enxurradas ou inundações bruscas	
		Sim (N=450)	Não (N=460)
<b>PSB - Serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos</b>			
Sim	52,5	48,5	51,5
Não	47,5	50,5	49,5
<b>PSB – Serviços de drenagem e manejo de águas</b>			
Sim	39,2	49,0	51,0
Não	60,8	49,7	50,3
<b>Unidade da Federação</b>			
MG	42,3	46,0	54,0
ES	5,3	75,0	25,0
RJ	7,6	76,8	23,2
SP	44,8	45,1	54,9
<b>Tamanho populacional</b>			
Até 10.000 hab.	34,9	25,5	74,5
Mais de 10.0000 a 50.000 hab.	40,9	54,6	45,4
Mais de 50.000 hab.	24,2	75,5	24,5

Nota: Municípios da Região Sudeste que declararam informações sobre a existência ou não dos instrumentos de planejamento considerados no estudo e sobre a ocorrência ou não do evento analisado.

A tabela 3 apresenta, por sua vez, a distribuição do número de municípios localizados na região Sudeste por ocorrência ou não de enxurradas ou inundações bruscas, no período de 2008 a 2012, segundo o número de instrumentos de gerenciamento de riscos de desastres decorrentes de enxurradas ou inundações bruscas. Entre os municípios da região Sudeste com informação sobre “instrumentos de gerenciamento de riscos”, 90,7% (647/713) dos municípios declararam possuir ao menos um dos instrumentos de gerenciamento, mas nenhum deles declararam ter os seis instrumentos (Tabela 3).

Ao excluir os municípios sem informações sobre os instrumentos de gerenciamento de riscos e que não souberam responder sobre a ocorrência ou não de enxurradas ou inundações bruscas, o número total de municípios foi reduzido de 1.668 para 696 ( $1.668 - 955 = 713$  -

17= 696). Destes 696 municípios, verifica-se que 67,1% (467/696) foram atingidos por enxurradas ou inundações bruscas (Tabela 3).

**Tabela 3:** Distribuição dos municípios brasileiros por ocorrência ou não de enxurradas ou inundações bruscas, no período de 2008 a 2012, segundo o número de instrumentos de gerenciamento de riscos.

Nº de instrumentos de gerenciamento de riscos	Enxurradas ou inundações bruscas			
	Atingido	Não atingido	Não sabe	Total
0	33	32	1	66
1	130	96	10	236
2	130	46	3	179
3	102	27	1	130
4	49	18	1	68
5	23	10	1	34
6	0	0	0	0
<i>Com informação</i>	467	229	17	713
<i>Sem informação</i>	198	732	25	955
Total	665	961	42	1.668

Com relação aos instrumentos de gerenciamento de risco de desastres nos municípios da Região Sudeste, observou-se que 66,4% possuem mapeamento de área de risco; 38,4% mecanismos de controle e fiscalização, 47,8% plano de contingência, 17,4% sistema de alerta, 30,9% cadastro de risco e 19,5% projetos de engenharia. Além disso, 45,5% dos municípios pertencem a Minas Gerais, 34,7% a São Paulo, enquanto os demais municípios (19,8%) estão localizados nos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo. Com relação ao tamanho populacional, 23,7% possuem até 10.000 habitantes, 46,0% possuem mais de 10.000 a 50.000 habitantes e 30,3% mais de 50.000 habitantes (Tabela 4).

Ainda na Tabela 4, observa-se maior prevalência de municípios atingidos por enxurradas ou inundações bruscas entre os que possuem mapeamentos de áreas de risco (74,0%), plano de contingência (73,6%), sistema de alerta (71,9%), cadastro de risco (74,0%) e projetos de engenharia (80,1%). Por outro lado, observou-se maior prevalência de municípios atingidos entre aqueles que não possuem mecanismos de controle e fiscalização para evitar ocupações em áreas suscetíveis a desastres (68,3%). Adicionalmente, verificou-se uma maior prevalência de municípios atingidos nos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo e naqueles mais populosos.

Tabela 4 - Distribuição dos municípios segundo os instrumentos de gerenciamento de risco, UF e o tamanho populacional, por ocorrência ou não de enxurradas ou inundações bruscas, em áreas urbanas, no período de 2008 a 2012.

Instrumentos de gerenciamento de risco, UF e População	% Municípios (N=696)	Ocorrência de enxurradas ou inundações bruscas	
		Sim (N=467)	Não (N=229)
<b>Mapeamentos de áreas de risco</b>			
Sim	66,4	74,0	26,0
Não	33,6	53,4	46,6
<b>Mecanismos de controle e fiscalização</b>			
Sim	38,4	65,2	34,8
Não	61,6	68,3	31,7
<b>Plano de Contingência</b>			
Sim	47,8	73,6	26,4
Não	52,2	61,2	38,8
<b>Sistema de alerta</b>			
Sim	17,4	71,9	28,1
Não	82,6	66,1	33,9
<b>Cadastro de risco</b>			
Sim	30,9	74,0	26,0
Não	69,1	64,0	36,0
<b>Projetos de engenharia relacionados ao evento</b>			
Sim	19,5	80,1	19,9
Não	80,5	63,9	36,1
<b>Unidade da Federação</b>			
MG	45,5	60,6	39,4
ES	8,0	78,6	21,4
RJ	11,8	80,5	19,5
SP	34,7	68,5	31,5
<b>Tamanho populacional</b>			
Até 10.000 hab.	23,7	52,7	47,3
Mais de 10.000 a 50.000 hab.	46,0	66,6	33,4
Mais de 50.000 hab.	30,3	79,1	20,9

Nota: Municípios da Região Sudeste que declararam informações sobre a existência ou não dos instrumentos de gerenciamento de riscos considerados no estudo e sobre a ocorrência ou não do evento analisado.

## 4.2 Modelagem Estatística

Na Tabela 5 são fornecidos os resultados do ajuste do modelo que estabelece a associação da UF, do tamanho populacional e de seis instrumentos de planejamento voltados para prevenção de enxurradas ou inundações bruscas com a prevalência de municípios atingidos por este tipo de desastre.

Tabela 5 - Associação entre os instrumentos de planejamento, UF e o tamanho populacional e a prevalência de municípios atingidos por enxurradas ou inundações bruscas em suas áreas urbanas no período de 2008 a 2012 (N=910).

Instrumentos de planejamento, UF e População	Modelo com todas as variáveis		Modelo selecionado	
	RP	p-valor*	RP	p-valor*
Plano Diretor				
Sim	1,099	0,191	1,134	0,042
Não	1	-	1	-
Lei de Uso e Ocupação do Solo				
Sim	1,043	0,559		
Não	1	-		
Lei específica				
Sim	1,146	0,175		
Não	1	-		
Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR)				
Sim	1,312	<0,001	1,316	<0,001
Não	1	-	1	-
PSB – Serviços de limpeza urbana				
Sim	1,010	0,890		
Não	1	-		
PSB – Serviços de drenagem e manejo				
Sim	0,988	0,884		
Não	1	-		
Unidade da Federação				
MG	1,185	0,018	1,184	0,017
ES	1,547	<0,001	1,538	<0,001
RJ	1,320	0,002	1,314	0,002
SP	1	-	1	-
Tamanho populacional				
Até 10.000 hab.	0,402	<0,001	0,400	<0,001
Mais de 10.000 a 50.000 hab.	0,791	<0,001	0,788	<0,001
Mais de 50.000 hab.	1	-	1	-

\*Teste de Wald.

Observou-se que as variáveis plano diretor, PMRR, UF e tamanho populacional estão associadas com a prevalência de municípios atingidos por enxurradas ou inundações bruscas no período de 2008 a 2012. Os demais instrumentos de planejamento não apresentaram efeitos estatisticamente significantes (Tabela 5).

A prevalência de municípios atingidos por enxurradas ou inundações bruscas é 31,6% maior para os municípios com PMRR, comparativamente aqueles sem PMRR (RP=1,316; p-valor<0,001). Além disso, a prevalência de municípios atingidos por enxurradas ou

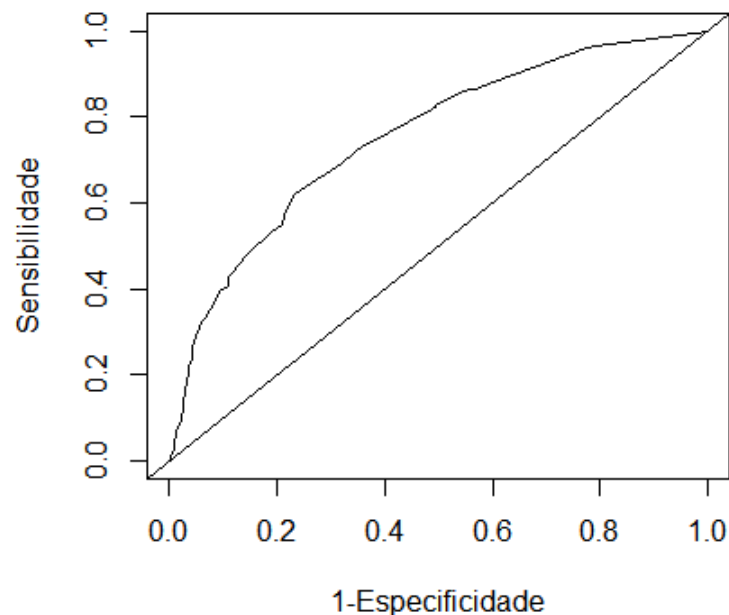


inundações bruscas é 13,4% maior para os que declararam ter plano diretor que contemple a prevenção de desastres dessa natureza (RP=1,134; p-valor=0,042).

Em comparação com São Paulo, cabe salientar uma prevalência de municípios atingidos pelo evento 53,8% maior no Espírito Santo e 31,4% maior no Rio de Janeiro. Além disso, verificou-se que quanto maior o tamanho populacional maior a prevalência de municípios atingidos por enxurradas ou inundações bruscas. Os climas quentes e super úmidos do RJ e ES, caracterizados por grandes volumes precipitados, e a exclusão socioespacial típica das cidades brasileiras com ausência de sistemas de drenagem de águas pluviais, alta densidade populacional e déficit habitacional são fatores que contribuem para a maior ocorrência de desastres naturais de origem hidrometeorológica, especialmente enxurradas ou inundações bruscas (BRASIL, 2006; MALVESTIO, 2013).

Para avaliar a adequação do modelo selecionado que inclui instrumentos de planejamento urbano (Tabela 5), foi calculada a área sob a curva ROC (Figura 1) e calculadas medidas de sensibilidade e especificidade, bem como a taxa global de classificações corretas.

Obteve-se uma área sob a curva ROC igual a 0,754 (A=0,754); indicando que o modelo selecionado da tabela 5 apresenta uma capacidade discriminatória aceitável.



**Figura 1:** Gráfico da curva ROC referente ao modelo selecionado que inclui instrumentos de planejamento urbano.

Para um ponto de corte  $c=0,5$  obteve-se uma taxa global (TG) de 68,6% e medidas de sensibilidade (S) e especificidade (E) iguais a 69,1% e 68,0%, respectivamente (Tabela 6). Entretanto, pode-se verificar que ao considerar o melhor ponto de corte, obteve-se TG=69,5%; S=62,0% e E=76,7%. Desse modo, pode-se afirmar que 69,5% dos municípios da

região Sudeste considerados no presente estudo são classificados de modo correto pelo modelo selecionado. E com base na medida de sensibilidade, verifica-se que 62,0% dos municípios que declararam ter sido atingidos pelo evento foram classificados corretamente pelo modelo; e, por sua vez, a partir da especificidade observa-se que 76,7% dos municípios que declararam não ter sido atingidos pelo evento foram classificados de maneira correta. Levando em conta que as medidas de sensibilidade e especificidade estão compreendidas no intervalo entre 50 e 80%, pode-se afirmar, conforme Marôco(2010), que o modelo selecionado da tabela 5 apresenta uma capacidade preditiva razoável.

**Tabela 6:** Medidas de sensibilidade, especificidade e taxa global de classificações corretas, segundo dois diferentes pontos de corte, para o modelo selecionado considerando os instrumentos de planejamento urbano.

Medidas	Ponto de corte (c=0,5)	Ponto de corte ótimo (c=0,541)
Taxa global	68,6%	69,5%
Sensibilidade	69,1%	62,0%
Especificidade	68,0%	76,7%

Na Tabela 7, são apresentados os resultados do ajuste do modelo considerando os instrumentos de gerenciamento de risco de desastres decorrentes de enxurradas ou inundações bruscas, além da UF e do tamanho populacional. Três instrumentos de gerenciamento de risco se mostraram estatisticamente associados com a prevalência de municípios atingidos por este tipo de desastre: mapeamentos de áreas de risco, projetos de engenharia e mecanismos de controle e fiscalização.

Tabela 7 - Associação entre os instrumentos de gerenciamento de risco, UF e o tamanho populacional e a prevalência de municípios atingidos por enxurradas ou inundações bruscas em suas áreas urbanas no período de 2008 a 2012 (N=696).

Instrumentos de gerenciamento de risco, UF e População	Modelo com todas as variáveis		Modelo selecionado	
	RP	p-valor*	RP	p-valor*
Mapeamentos de áreas de risco				
Sim	1,294	< 0,001	1,306	<0,001
Não	1	-	1	-
Mecanismos de controle e fiscalização				
Sim	0,882	0,028	0,881	0,023
Não	1	-	1	-
Plano de Contingência				
Sim	1,088	0,135		

continua

**Tabela 7.** continuação

Instrumentos de gerenciamento de risco, UF e População	Modelo com todas as variáveis		Modelo selecionado	
	RP	p-valor*	RP	
Não	1	-		
Sistema de alerta				
Sim	0,932	0,305		
Não	1	-		
Cadastro de risco				
Sim	1,033	0,545		
Não	1	-		
Projetos de engenharia relacionados ao evento				
Sim	1,255	<0,001	1,247	<0,001
Não	1	-	1	-
Unidade da Federação				
MG	0,983	0,785	0,988	0,853
ES	1,210	0,023	1,221	0,014
RJ	1,150	0,069	1,185	0,021
SP	1	-	1	-
Tamanho populacional				
Até 10.000 hab.	0,761	0,002	0,748	0,001
Mais de 10.000 a 50.000 hab.	0,879	0,019	0,867	0,007
Mais de 50.000 hab.	1	-	1	-

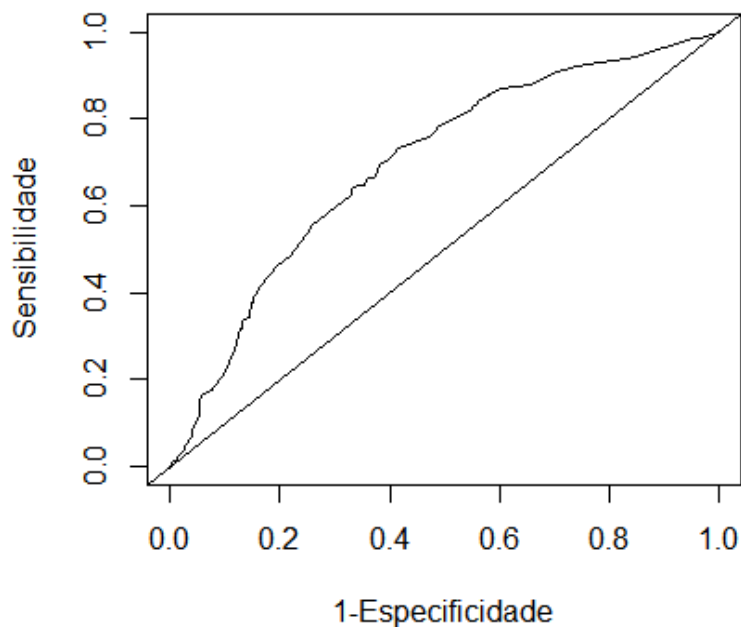
\*Teste de Wald.

Com relação ao modelo selecionado (Tabela 7), a prevalência de municípios atingidos por enxurradas ou inundações bruscas é 30,6% maior para os municípios com mapeamentos de áreas de risco, comparativamente aqueles sem mapeamentos (RP=1,306; p-valor<0,001). Observou-se também que a prevalência de municípios atingidos por enxurradas ou inundações bruscas é 24,7% maior para aqueles com projetos de engenharia relacionados a este evento (RP=1,247; p-valor<0,001) e 11,9% menor entre os que possuem mecanismos de controle e fiscalização para evitar ocupações em áreas suscetíveis a este tipo de desastre (RP= 0,881; p-valor=0,023). A menor prevalência dos municípios atingidos entre os que adotaram mecanismos de controle e fiscalização, indica a importância desse instrumento de gestão de risco na prevenção de desastres oriundos de inundações (COUTINHO *et al.*, 2015).

Com relação à UF e ao tamanho populacional, verificou-se que nos Estados do

Espírito Santo e Rio de Janeiro há maiores prevalências de municípios atingidos por enxurradas ou inundações bruscas, comparativamente ao estado de São Paulo. Além disso, pode-se inferir que o tamanho populacional está significativamente associado à prevalência de municípios atingidos por enxurradas ou inundações bruscas (Tabela 7).

Com relação ao modelo selecionado da tabela 7, que inclui certos instrumentos de gerenciamento de riscos, obteve-se a curva ROC apresentada na Figura 2 e uma área sob esta curva de aproximadamente 0,70 ( $A=0,697$ ), indicando uma capacidade discriminatória aceitável.



**Figura 2:** Gráfico da curva ROC referente ao modelo selecionado que inclui instrumentos de gerenciamento de riscos.

Considerando o ponto de corte ótimo igual a  $c=0,604$ , obteve-se uma taxa global de 68,1% de classificações corretas e medidas de sensibilidade e especificidade superiores a 50% ( $S=72,6\%$  e  $E=59,0\%$ ) (Tabela 8). Desse modo, corrobora-se que o modelo selecionado também apresenta um poder discriminatório razoável.

**Tabela 8:** Medidas de sensibilidade, especificidade e taxa global de classificações corretas, segundo dois diferentes pontos de corte, para o modelo selecionado considerando os instrumentos de gerenciamento de riscos.

<b>Medidas</b>	<b>Ponto de corte (c=0,5)</b>	<b>Ponto de corte ótimo (c=0,604)</b>
Taxa global	70,4%	68,1%
Sensibilidade	91,6%	72,6%
Especificidade	27,1%	59,0%

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados alcançados no presente estudo apontam que a existência de instrumentos de planejamento e de gestão de risco de desastres decorrentes de enxurradas ou inundações bruscas é de extrema importância para embasar o planejamento e monitoramento desses eventos e, conseqüentemente, proteger a população. Estes instrumentos de gestão municipal são baseados em normas legais e permitem aumentar a eficácia das ações de proteção e defesa civil.

Da análise dos dados, foi possível concluir que os municípios da Região Sudeste que possuem plano diretor e PMRR foram os mais atingidos por enxurradas ou inundações bruscas; assim como os municípios que possuíam mapeamentos de áreas de riscos e projetos de engenharia. Embora a existência destes instrumentos seja um fator positivo, é necessário implementar as medidas e ações propostas nestes planos, em particular aquelas relacionadas à prevenção de desastres, bem como elaborar um sistema municipal de gestão de risco que contemple a participação ativa da população, privilegiando a criação de mecanismos de controle e fiscalização nos municípios para evitar a ocupação de áreas de risco, que se mostrou ser um importante fator de gestão de riscos de desastres decorrentes de enxurradas ou inundações bruscas.

Por fim, destaca-se a necessidade de priorizar ações preventivas nos municípios mais populosos e naqueles localizados nos estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALHEIROS, M.M. *O Plano Municipal de Redução de Risco*. In Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: Guia para Elaboração de Políticas Municipais. Celso Santos Carvalho e Thiago Galvão, organizadores. Brasília: Ministério das Cidades; Cities Alliance, 111p, 2006.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. *Conservação do solo*. São Paulo: Ícone. 355p. 1990.
- BRASIL. Lei 6.766. Parcelamento do Solo Urbano. Presidência da República. *Diário Oficial da União*, nº 249, 20 dez., Seção 1. Brasília, 1979.
- \_\_\_\_\_. Lei 10.257. Estatuto das Cidades. Presidência da República. *Diário Oficial da União*, nº 133, 11 jul., Seção 1. Brasília, 2001. pp. 1-5.
- \_\_\_\_\_. Lei 11.445. Lei de Saneamento Básico. Presidência da República. *Diário Oficial da União*, nº 5, 8 jan., Seção 1. Brasília, 2007. pp. 3-7.
- \_\_\_\_\_. Lei 12.340. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Defesa Civil - SINDEC. Presidência da República. *Diário Oficial da União*, nº 230, 2 dez., Seção 1. Brasília, 2010. pp. 1-2.
- BUSTAMENTE, Tania Giovanna Caycho. Impactos da chuva na ocorrência de deslizamentos de terra e inundações no estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado do Curso de Pós Graduação em Meteorologia- INEP. São José dos Campos, 2010.
- CEPAL. Comissão Econômica para América Latina e Caribe. Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los desastres. 2003. Disponível em <[http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/2781/5/S2003652\\_es.pdf](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/2781/5/S2003652_es.pdf)>. Acesso mai 2016.
- CERRI, L.E.S. *Mapeamento de Riscos nos Municípios*. In Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: Guia para Elaboração de Políticas Municipais. Celso Santos Carvalho e Thiago Galvão, organizadores. Brasília: Ministério das Cidades; Cities Alliance, 111p, 2006.
- 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.
- COUTINHO, L.M.S.; SCAZUFCA, M.; MENEZES, P.R. Métodos para estimar razão de prevalência em estudos de corte transversal. *Revista Saúde Pública* [online]. v.42, n.6, 2008, p.992-998. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-89102008000600003&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102008000600003&lng=pt&nrm=iso)>.
- 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 *Cien Saude Colet* 2014; 19(9): 3645-3656. <<https://dx.doi.org/10.1590/1413-81232014199.00732014>>.

GOERL, R.F.; KOBAYAMA, M. Considerações sobre as inundações no Brasil. *XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, 2005, João Pessoa. Anais... Porto Alegre, ABRH, 2005.

IBGE. Perfil dos Municípios Brasileiros 2013. Coleção Ibgeana. Rio de Janeiro: Ed. IBGE, 2014, 288p. Disponível em <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv86302.pdf>>. Acesso em jan. 2016.

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Perfil dos municípios brasileiros: 2015*. IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. 61 p.

MACEDO, E.S.; OGURA, A.T.; SANTORO, J. *O que é um Plano de Contingência ou Preventivo de Defesa Civil*. In *Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: Guia para Elaboração de Políticas Municipais*. Celso Santos Carvalho e Thiago Galvão, organizadores. Brasília: Ministério das Cidades; Cities Alliance, 111p, 2006.

MALVESTIO, L.M. *Variabilidade da precipitação pluviométrica da região Sudeste do Brasil no período chuvoso e suas consequências ambientais*. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2013.

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

MINISTÉRIO DAS CIDADES/INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. *Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios*. Brasília: Min. Cidades; IPT, 2007. 176 p.

REIS, J.B.C.; CORDEIRO, T.L.; LOPES, E.S.S. *Utilização do sistema de monitoramento e alerta de desastres naturais aplicado a situações de escorregamentos – Caso de Angra dos Reis*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2014. Disponível em <[http://www.dpi.inpe.br/terrama2/lib/exe/fetch.php?media=docs:papers:escorregamentos\\_sismaden.pdf](http://www.dpi.inpe.br/terrama2/lib/exe/fetch.php?media=docs:papers:escorregamentos_sismaden.pdf)>. Acesso em mai. 2017.