



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

CLEYTON CRUZ DO ESPIRITO SANTO

**ANÁLISE DO PERFIL DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS ATINGIDOS POR
ESCORREGAMENTOS OU DESLIZAMENTOS DE ENCOSTAS, NO PERÍODO DE
2008 A 2012.**

Niterói

2017

CLEYTON CRUZ DO ESPIRITO SANTO

**ANÁLISE DO PERFIL DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS ATINGIDOS POR
ESCORREGAMENTOS OU DESLIZAMENTOS DE ENCOSTAS, NO PERÍODO DE
2008 A 2012.**

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.

Orientador: Professor José Rodrigo de Moraes, D.Sc

Niterói

2017

CLEYTON CRUZ DO ESPIRITO SANTO

**ANÁLISE DO PERFIL DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS ATINGIDOS POR
ESCORREGAMENTOS OU DESLIZAMENTOS DE ENCOSTAS, NO PERÍODO DE
2008 A 2012.**

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.

Aprovado em / /

BANCA EXAMINADORA

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

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

A minha esposa, Rstanylea Cunha, e
minha filha, Rebecca Cunha, razões do
meu viver

AGRADECIMENTOS

A Deus, nosso caminho, verdade e vida...

A minha família, pelos momentos que tive que furtar-me da valorosa presença.

Ao Professor José Rodrigo, pela orientação segura, firme e, sobretudo incentivadora, sempre um entusiasta, mesmo a alguns milhares de quilômetros da distância que nos separava.

Ao Comando do Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão, que oportunizou a participação neste curso de excelência.

Aos companheiros da turma de Mestrado, que nas horas difíceis ou alegres a ajuda mútua foi fundamental para a conclusão do curso.

Aos Professores e Coordenação do Curso, que direta ou indiretamente contribuíram para o êxito nesta jornada e que foram fontes de orientação sempre.

Ao Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro, especialmente os combatentes do 3º GBM em Niterói, companheiros de muitos dias na jornada do curso.

A Escola de Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro-ESDEC, instituição na qual pude consolidar teoria e prática a respeito de Proteção e Defesa Civil.

A todos que, de uma forma ou de outra, contribuíram com palavras e/ou ações, para a consecução deste trabalho.

*Deem graças em todas as circunstâncias,
pois esta é a vontade de Deus para vocês
em Cristo Jesus.*

1^a. Tessalonicenses 5:18

RESUMO

Os desastres têm atingido o Brasil com maior recorrência, intensidade e magnitude nos últimos anos. O acelerado e desordenado processo de urbanização brasileira traz como uma de suas consequências o aumento da quantidade de pessoas vivendo em áreas sujeitas a escorregamentos ou deslizamentos de encostas. Este trabalho analisou o perfil dos municípios brasileiros atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas a partir da adoção ou não de instrumentos de planejamento urbano e de gerenciamento de riscos, no período de 2008 a 2012. Foram utilizados modelos de regressão log-linear de Poisson com base na MUNIC 2013. Observou-se maior prevalência de municípios atingidos entre os mais populosos e os que reportaram possuir os seguintes instrumentos de planejamento urbano: plano diretor, lei de uso e ocupação do solo, plano municipal de redução de riscos, carta geotécnica; e ainda os que informaram possuir mapeamentos de áreas de risco e plano de contingência como instrumento de gerenciamento de riscos. Os municípios menos atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas foram os que reportaram possuir plano de saneamento básico contemplando o serviço de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. Destaca-se a importância de maior implementação de medidas de prevenção e a consolidação de um sistema municipal de gestão de risco visando reduzir danos e prejuízos ocasionados por desastres e que esteja alinhado com a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil. Destaca-se também a necessidade de priorização de ações preventivas nos municípios mais populosos e naqueles localizados, sobretudo, nas regiões Sudeste e Sul.

Palavras Chave: Brasil, Municípios, Deslizamentos de encostas, Modelo log-linear de Poisson, MUNIC 2013

ABSTRACT

Disasters have reached Brazil with greater recurrence, intensity and magnitude in recent years. One of the consequences of the accelerated and disordered process of urbanization in Brazil has been the increased numbers of people living in areas subject to landslides. This study established a correlation between adoption of urban planning and risk management instruments and the prevalence of Brazilian municipalities affected by disasters of this nature, between 2008 and 2012. Poisson log-linear regression models based on MUNIC 2013 were used. It was observed that the prevalence of affected municipalities was higher among those with larger populations and those that reported having the following urban planning's instruments: master plans, land use and occupation laws, municipal risk reduction plans and geotechnical maps; And also, those who reported having mapping of areas at risk and contingency plans as risk management's instrument. The municipalities less affected by landslides were those that reported having a basic sanitation plan contemplating the service of drainage and management of urban rainwater. The importance of greater implementation of preventive measures and consolidation of municipal risk management systems aimed towards reducing damage and losses caused by disasters can be highlighted and that are in line with National Policy on Protection and Civil Defense. It is also important to emphasize the need for prioritization of preventive actions in the most populous municipalities and in those located, especially in the Southeast and South regions.

Keywords: Brazil, municipalities, landslides, Poisson's model log-linear, MUNIC 2013

LISTA DE FIGURAS

| | p. |
|--|----|
| Figura 1 – Ilustração do gráfico da curva ROC e a área sob esta curva referente ao modelo selecionado. | 25 |
| Figura 2 – Percentual de municípios que declararam a existência ou não dos instrumentos de planejamento urbano, por grandes regiões brasileiras. | 29 |
| Figura 3 – Gráfico da curva ROC e a área sob esta curva referente ao modelo selecionado que considera instrumentos de planejamento urbano. | 35 |
| Figura 4 – Percentual de municípios que declararam a existência ou não dos instrumentos de gestão de risco, por grandes regiões brasileiras. | 38 |
| Figura 5 – Gráfico da curva ROC e a área sob esta curva referente ao modelo selecionado que considera instrumentos de gerenciamento de riscos. | 43 |

LISTA DE QUADROS

| | p. |
|---|----|
| Quadro 1 – Resumo com a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres, com destaque para o grupo geológico. | 08 |
| Quadro 2 – Distribuição das unidades (municípios) segundo as categorias observadas e preditas pelo modelo de regressão log-linear de Poisson. | 23 |
| Quadro 3 – Distribuição das unidades (municípios) segundo as categorias observadas e preditas pelo modelo de regressão log-linear de Poisson. | 25 |

LISTA DE TABELAS

| | p. |
|--|----|
| Tabela 1 – Distribuição dos municípios brasileiros por ocorrência de escorregamentos ou deslizamentos de encostas, no período de 2008 a 2012, segundo o número de instrumentos de planejamento. | 26 |
| Tabela 2 – Distribuição dos municípios segundo os instrumentos de planejamento, região brasileira e tamanho populacional, por ocorrência ou não de escorregamentos ou deslizamentos de encostas em suas áreas urbanas no período de 2008 a 2012. | 28 |
| Tabela 3 – Associação entre os instrumentos de planejamento, região brasileira e o tamanho populacional e a prevalência de municípios atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas em suas áreas urbanas no período de 2008 a 2012 (N= 2.754). | 31 |
| Tabela 4 – 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. | 36 |
| Tabela 5 – Distribuição dos municípios brasileiros por ocorrência de escorregamentos ou deslizamentos de encostas, no período de 2008 a 2012, segundo o número de instrumentos de gerenciamento de riscos de desastres desta natureza. | 37 |
| Tabela 6 – Distribuição dos municípios segundo os instrumentos de gerenciamento de riscos, região brasileira e tamanho populacional, por ocorrência ou não de escorregamentos ou deslizamentos de encostas em suas áreas urbanas no período de 2008 a 2012. | 39 |
| Tabela 7 – Associação entre os instrumentos de gerenciamento de risco, região brasileira e o tamanho populacional e a prevalência de municípios atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas em suas áreas urbanas no período de 2008 a 2012 (N= 1.133). | 42 |
| 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. | 44 |

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

| | |
|---------|---|
| CENAD | – Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres |
| CEPED | – Centro Universitário de Estudos e Pesquisas Sobre Desastres |
| COBRADE | – Classificação e Codificação Brasileira de Desastres |
| CODAR | – Codificação de Desastres, Ameaças e Riscos |
| CRED | – Centro para Pesquisa sobre Epidemiologia de Desastres |
| EM-DAT | – Banco de Dados Internacional de Desastres |
| E | – Especificidade |
| IBGE | – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| IN | – Instrução Normativa |
| MUNIC | – Pesquisa de Informações Básicas Municipais |
| OMS | – Organização Mundial de Saúde |
| ONU | – Organização das Nações Unidas |
| PLANCON | – Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil |
| PMSB | – Plano Municipal de Saneamento Básico |
| PNPDC | – Política Nacional de Proteção e Defesa Civil |
| PNRS | – Política Nacional de Resíduos Sólidos |
| PSB | – Plano de Saneamento Básico |
| RP | – Razão de Prevalência |
| ROC | – <i>Receiver Operating Characteristic</i> |
| S | – Sensibilidade |
| SEDEC | – Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil |
| SINPDEC | – Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil |
| UFSC | – Universidade Federal de Santa Catarina |
| UFRGS | – Universidade Federal do Rio Grande do Sul |
| UNISDR | – <i>United Nations International Strategy for Disaster Reduction</i> |

SUMÁRIO

| | p. |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 01 |
| 1.1 OBJETIVOS | 02 |
| 1.1.1 Objetivo Geral | 02 |
| 1.1.2 Objetivos Específicos | 02 |
| 1.2 RELEVÂNCIA DO ESTUDO..... | 03 |
| 1.3 ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO..... | 04 |
| 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 05 |
| 2.1 DESASTRES DE ORIGEM NATURAL..... | 05 |
| 2.2 ESCORREGAMENTOS OU DESLIZAMENTOS DE ENCOSTAS NO CONTEXTO DOS MOVIMENTOS DE MASSA..... | 08 |
| 3 MATERIAIS E MÉTODOS | 11 |
| 3.1 PESQUISA DE INFORMAÇÕES BÁSICAS MUNICIPAIS 2013..... | 11 |
| 3.2 POPULAÇÃO DE ESTUDO..... | 11 |
| 3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA E VARIÁVEIS DE ESTUDO..... | 12 |
| 3.3.1 Instrumentos de planejamento urbano | 14 |
| 3.3.2 Instrumentos de gerenciamento de riscos | 20 |
| 3.3.3 Medidas de avaliação da capacidade preditiva do modelo | 23 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 26 |
| 4.1 INSTRUMENTOS DE PLANEJAMENTO URBANO NOS MUNICÍPIOS..... | 26 |
| 4.2 INSTRUMENTOS DE GERENCIAMENTO DE RISCOS DE DESASTRES NOS MUNICÍPIOS..... | 36 |
| 5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS | 45 |
| REFERÊNCIAS | 48 |
| APÊNDICE | 53 |

1 INTRODUÇÃO

O Brasil vem suportando, com maior recorrência nos últimos anos, impactos (danos e prejuízos) de maior magnitude, decorrentes de fenômenos adversos qualificados como desastres. Em função de sua grande extensão territorial e das condições intrínsecas do contexto socioeconômico, o país apresenta características distintas com relação à frequência e à intensidade desses desastres, conforme cada região geográfica (UFSC, 2013; PINHEIRO, 2015; ALVES, 2016).

Os desastres, quanto a origem, podem ser naturais ou tecnológicos. Esse trabalho será focado nos desastres resultantes de eventos adversos naturais, segundo a Instrução Normativa (IN) nº 02/2016 do Ministério da Integração Nacional, considerados *“acima da normalidade em relação à vulnerabilidade da área atingida, que podem implicar em perdas humanas, socioeconômicas e sociais (BRASIL, 2016)”*, *in casu*, os decorrentes de movimentos de massa, especialmente escorregamentos e deslizamentos de encostas, situação mais frequente em áreas metropolitanas, com agravamento em face do acelerado e desordenado processo de urbanização brasileira (BRASIL, 2007; SCHÄFFER *et al.*, 2011; ALVES, 2016).

Nesse contexto, a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDC)-Lei Federal nº 12.608/2012, atualmente considerada a principal legislação temática vigente no Brasil, deu destaque para o controle das áreas suscetíveis às ocorrências de deslizamentos, inclusive promovendo importantes mudanças atinentes ao tema na Lei de Parcelamento do Solo Urbano e no Estatuto das Cidades (BRASIL, 2012); com vistas à salvaguarda e garantia do direito constitucional à vida, à dignidade da pessoa humana e à incolumidade em situações de desastres (BRASIL, 1988).

Com o advento da Constituição Federal de 1988, a questão urbana passou a tomar forma legal definida, especialmente quanto à competência dos municípios para agir em matérias urbanísticas e ambientais. Desse modo, os instrumentos específicos vêm materializar o direito coletivo ao planejamento urbano. Hodiernamente, a gestão pública perpassa pela incorporação do conceito “risco de desastre” à gestão da cidade (PINHEIRO, 2015).

Além da adoção de instrumentos de planejamento urbano pelos municípios, os instrumentos de gerenciamento de risco de desastres são importantes ferramentas destinadas às ações de prevenção dos eventos danosos e permitem também a

implementação de procedimentos de controle de situações de risco e redução da vulnerabilidade da população, servindo ainda para conjunturas emergenciais, facilitando assim a atuação ordenada dos órgãos públicos locais, regionais e demais instituições colaboradoras (PINHEIRO, 2015; UFRGS, 2016).

A Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), levantou informações detalhadas sobre a estrutura, a dinâmica e o funcionamento das instituições públicas municipais. A edição 2013 da MUNIC trouxe, de forma inédita, a temática gestão de riscos e resposta a desastres, focando nos principais eventos que causam desastres naturais em áreas urbanas dos municípios brasileiros, no período de 2008 a 2012.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo Geral

Analisar o perfil dos municípios brasileiros atingidos em suas áreas urbanas por escorregamentos ou deslizamentos de encostas, no período de 2008 a 2012, a partir da adoção ou não de instrumentos de planejamento urbano e de gerenciamento de riscos, entre outros aspectos.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Fazer uma revisão bibliográfica sumária sobre o conceito de desastres, mormente os naturais do subgrupo movimentos de massa, especialmente do tipo escorregamentos ou deslizamentos de encostas;
- Apresentar os principais conceitos e instrumentos trazidos pela MUNIC 2013 na temática gestão de riscos e resposta a desastres;
- Descrever a distribuição dos municípios brasileiros segundo a adoção (ou não) de instrumentos de planejamento urbano e de gerenciamento de riscos de desastres; e
- Analisar a associação entre a adoção (ou não) de instrumentos de planejamento urbano e de instrumentos de gerenciamento de riscos com a

prevalência de municípios brasileiros atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas.

1.2. RELEVÂNCIA DO ESTUDO

Em que pese serem as inundações os processos que acarretem os impactos mais expressivos na saúde pública e também aqueles que causam maiores perdas econômicas, são os escorregamentos ou deslizamentos de encostas os que geram maiores perdas de vidas humanas (BRASIL, 2006; UFSC, 2013). Daí se justifica a concepção, estudo e implantação de políticas públicas municipais específicas com os instrumentos de planejamento urbano e de gerenciamento de riscos na gestão do risco de deslizamentos.

Em termos de gestão pública da cidade, os resultados encontrados podem servir de referencial para o fortalecimento do sistema de proteção e defesa civil municipal.

1.3. ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO

A estrutura deste trabalho está dividida em 5 capítulos, subdivididos quando o assunto merece um detalhamento maior.

O capítulo introdutório apresenta a problemática que embasa o objeto de estudo, evidenciando a motivação, os objetivos e a relevância da pesquisa.

No capítulo 2 são abordados os fundamentos teóricos, com destaque para uma análise sobre os desastres de origem natural e movimentos de massa, sobretudo os deslizamentos ou escorregamentos de encostas.

O capítulo 3 apresenta os materiais e métodos, com detalhamento da MUNIC 2013 enquanto pesquisa censitária, seus propósitos e principais dimensões pesquisadas. Aborda também a população e as variáveis de estudo, que incluem os instrumentos de planejamento urbano e os instrumentos de gerenciamento de riscos. Trata ainda a respeito da modelagem estatística, com destaque para o modelo de regressão log-linear de Poisson adotado neste trabalho.

O capítulo 4 abrange os resultados e discussão da pesquisa, a respeito da análise bivariada e da modelagem estatística, incluindo o cálculo de medidas para avaliar a capacidade preditiva ou discriminatória dos modelos selecionados.

No capítulo 5 serão feitas as considerações finais e um panorama sobre a pesquisa que contempla os principais conceitos, etapas e ferramentas vinculadas ao trabalho e seus principais resultados.

No último item são citadas as referências bibliográficas que embasaram este trabalho científico.

Destaca-se que no APÊNDICE foi adicionado cópia do artigo resultante deste trabalho e apresentado no 1º Congresso Brasileiro de Redução de Risco de Desastres: “Gestão Integrada em RRD no Brasil e o Marco de SENDAI para a Redução do Risco de Desastres 2015 – 2030”. Curitiba, 12 a 15 de outubro de 2016.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No presente capítulo serão sumariamente discutidos referenciais teóricos a respeito dos desastres, com ênfase para os de origem natural, do grupo movimentos de massa, destacando os escorregamentos ou deslizamentos de encostas.

2.1 DESASTRES DE ORIGEM NATURAL

O entendimento do que é um desastre pode ser extraído de diversos marcos e perspectivas.

Para Valencio *et al.* (2009), sob a ótica sociológica, desastre é a experiência de uma crise que afeta a comunidade humana, de acordo com um consenso social, podendo ser agrupados em três tipos: o desastre como um agente externo ameaçador; o desastre como expressão social da vulnerabilidade; e, por fim, o desastre como um estado de incertezas geradas pelas próprias instituições.

Ulrich Beck (2010), por sua vez, afirma que a sociedade do mundo contemporâneo é considerada uma “sociedade de riscos”, sujeita diuturnamente à ocorrências de desastres, cujos impactos não podem ser previstos na sua totalidade. O desastre seria a efetivação de um risco e “estar em risco” é a característica mais importante da humanidade no início do século XXI.

No presente estudo, no entanto, nos importa mais aqueles conceitos balizados na legislação e doutrina com foco, estritamente, nas atividades de Proteção e Defesa Civil. Nessa senda, para que um evento se qualifique como um desastre, é necessário que combine diversos fatores: ameaças (tecnológicas e/ou naturais), exposição, condições de vulnerabilidade, capacidade insuficiente ou medidas para mitigar as consequências negativas e potenciais do risco; condições físicas e sociais que, combinadas, se constituem em fatores de riscos de desastres.

O glossário da Estratégia Internacional para Redução de Riscos de Desastres da Organização das Nações Unidas (UNISDR- *United Nations International Strategy for Disaster Reduction*) dispõe que desastre é um distúrbio significativo no funcionamento de uma comunidade ou sociedade, envolvendo perdas humanas, materiais, econômicas ou ambientais generalizadas, que excedem a capacidade da comunidade ou sociedade de se recuperar usando recursos próprios. Acrescenta ainda que:

Desastres são frequentemente descritos como o resultado da combinação da exposição a condições de ameaças, vulnerabilidade e capacidade ou insuficiência para reduzir ou lidar com possíveis consequências negativas. Os impactos dos desastres podem incluir mortes, ferimentos, doenças e outros efeitos negativos sobre o bem-estar físico, mental e social humano, juntamente com danos à propriedade, destruição, perda de serviços, ruptura social e econômica e degradação ambiental (UNISDR,2009, p.14).

O Ministério da Integração Nacional, criado em 1999, atualmente é a pasta do governo federal com competência, dentre outras, sobre a Defesa Civil a nível nacional. Dentro de sua estrutura existe a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil - SEDEC, representante do órgão central do SINPDEC (Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil) previsto na Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDC) como responsável por coordenar as ações de proteção e defesa civil em todo o território nacional.

O órgão ministerial, no anexo VI da Instrução Normativa (IN) nº 02/2016, que trata dos conceitos adotados no âmbito da PNPDC, no item VII, reconhece desastre como o:

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).

O desastre é a concretização do risco, sendo sua intensidade aferida em face das condições de vulnerabilidade em interação com as ameaças (FREITAS *et al.*, 2012).

Os desastres podem ser classificados quanto a origem em: naturais ou humanos (antropogênicos). Desastre de origem natural, objeto desse estudo, é o resultado do impacto de um fenômeno natural extremo ou intenso sobre um sistema social, e que causa sérios danos e prejuízos que excedam a capacidade dos afetados em conviver com o impacto, isto é, quando os eventos adversos naturais alcançam regiões habitadas pelo homem, causando-lhe impactos (danos e prejuízos) (BRASIL, 2016; TOMINAGA *et al.*, 2009; MARCELINO, 2008). Dentre os desastres de origem natural, aqueles que advêm de fenômenos meteorológicos, são os mais frequentes e que atingem o maior número de pessoas (VEYRET, 2007).

No Brasil a maior parte dos registros de desastres tem origem em algum fenômeno natural e, por isso, são chamados de desastres naturais (UFRGS, 2016).

Os desastres naturais não se confundem com o fenômeno (geológico, hidrológico, entre outros) que lhes dá origem. São, na verdade, resultados de uma

ameaça natural sobre um cenário vulnerável e suscetível (agravado, ou não, por ação antrópica), expresso em termos de risco.

Nesse mesmo sentido Vasconcellos (2015) ressalta que:

É importante ressaltar que, a priori, desastres naturais são aqueles causados por fenômenos e desequilíbrios da natureza que atuam independentemente da ação humana. Porém, em geral, considera-se como desastre “natural” todo aquele que tem como gênese um fenômeno natural de grande intensidade, agravado ou não pela atividade humana (exemplo: chuvas intensas provocando inundação, erosão e escorregamentos) (VASCONCELLOS, 2015, p.7).

Assim, um desastre de origem natural não se materializa sem que existam ameaças, que se relacionam à qualidade dos eventos físicos que podem ser gerados pela dinâmica da natureza e são potencializados, ou não, pela ação humana.

A Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE) foi instituída por meio da Instrução Normativa nº 1, de 24 de agosto de 2012, em substituição à Codificação de Desastres, Ameaças e Riscos – CODAR, tendo sido revogado por ocasião da edição da Instrução Normativa nº 2, de 20 de dezembro de 2016. Essa classificação é fundamental para uniformizar as definições de desastres (BRASIL, 2016; BRASIL, 2012).

De acordo com o Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2016), a COBRADE foi:

Elaborada a partir da classificação utilizada pelo Banco de Dados Internacional de Desastres (EM-DAT) do Centro para Pesquisa sobre Epidemiologia de Desastres (CRED) e da Organização Mundial de Saúde (OMS/ONU). Além dos desastres constantes da classificação do EM-DAT, foram incluídos alguns desastres peculiares à realidade brasileira (UFRGS, 2016, p.59).

A COBRADE distingue duas categorias de desastre: **tecnológico e natural**, sendo o último detalhado em cinco grupos: geológicos, hidrológicos, meteorológicos, climatológicos e biológicos.

Quadro 1: Resumo com a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres, com destaque para o grupo geológico.

| CATEGORIA | GRUPO | SUBGRUPO | TIPO | SUBTIPO |
|-----------|------------|----------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| NATURAL | GEOLÓGICOS | Terremoto | Tremor de terra | - |
| | | | Tsunami | - |
| | | Emanações vulcânicas | - | - |
| | | Movimentos de massa | Quedas, tombamentos e rolamentos | Blocos |
| | | | | Lascas |
| | | | | Matacões |
| | | | | Lajes |
| | | | Deslizamentos | Deslizamentos de solo e ou rocha |
| | | | Corridas de massa | Solo/lama |
| | | | | Rochas/detritos |
| | | | Subsidências e colapsos | - |
| | | Erosão | Erosão costeira/marinha | - |
| | | | Erosão de margem fluvial | - |
| | | | Erosão continental | Laminar |
| | | | | Ravinas |
| Boçorocas | | | | |

Fonte: Adaptado de BRASIL (2016)

Nesse sentido, cumpre analisar os movimentos de massa, enquadrados de desastres de origem natural do grupo geológico, sublinhando os escorregamentos ou deslizamentos de encostas.

2.2 ESCORREGAMENTOS OU DESLIZAMENTOS DE ENCOSTAS NO CONTEXTO DOS MOVIMENTOS DE MASSA

Apesar da histórica deficiência de catalogação de ocorrências de desastres de origem natural em território brasileiro, nas últimas duas décadas os registros associados a movimentos de massa revelam um aumento na frequência, magnitude e extensão territorial atingida (UFSC, 2013). No período de 2008 a 2012, entre os municípios brasileiros atingidos em suas áreas urbanas por escorregamentos ou deslizamentos de encostas, 67,9% tiveram edificações atingidas, 56,3% com pessoas desalojadas ou desabrigadas e 11,5% com ocorrências de óbitos (IBGE, 2014).

O processo de urbanização traz como uma de suas características negativas um aumento real de quantidade de pessoas que vivem em áreas consideradas de risco de movimentos de massa, especialmente, deslizamentos,

situação mais frequente em áreas metropolitanas (BRASIL, 2007, SCHÄFFER *et al.*, 2011; ALVES, 2016).

No mesmo sentido, Tominaga *et al.* (2009) afirmam que:

Os movimentos de massa consistem em importante processo natural que atua na dinâmica das vertentes, fazendo parte da evolução geomorfológica em regiões serranas. Entretanto, o crescimento da ocupação urbana indiscriminada em áreas desfavoráveis, sem o adequado planejamento do uso do solo e sem a adoção de técnicas adequadas de estabilização, está disseminando a ocorrência de acidentes associados a estes processos, que muitas vezes atingem dimensões de desastres (TOMINAGA *et al.*, 2009, p. 27).

Os movimentos de massa estão associados a um conjunto de fatores como: alta declividade das encostas, elevados índices pluviométricos, e características geológicas, devendo somar-se a isto a ação do homem sobre o meio físico (SANTOS, 2004).

Ainda para Tominaga *et al.* (2009), movimento de massa é um termo bastante abrangente que envolve uma série de fenômenos como rastejos, quedas, corridas e deslizamentos. Para esses autores o gênero movimento de massa pode ser entendido como:

o movimento de solo, rocha e/ou vegetação ao longo da vertente sob a ação direta da gravidade. A contribuição de outro meio, como água ou gelo, se dá pela redução da resistência dos materiais de vertente e/ou pela indução do comportamento plástico e fluido dos solos (TOMINAGA *et al.*, 2009, p.26).

Movimento de massa, entendido como gênero, implica em várias espécies ou processos, que diferem entre si ou pela formação ou pela velocidade (GUERRA, 2006), a exemplo das quedas, deslizamentos (escorregamentos), expansões laterais, corridas (escoamentos), complexos (CRUDEN & VARNES, 1996, *apud* BOTERO, 2013, p.7).

O Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2016) salienta que

Os movimentos de massa envolvem o deslocamento de solo ou rocha encosta abaixo. Em locais com ocupação humana, as consequências destes tipos de desastres podem ser devastadoras se associadas à perda total ou parcial de moradias, deixando populações desabrigadas e um grande número de mortos (...) como ocorreu na região serrana do RJ, em 2011. Os movimentos do tipo deslizamento e queda de blocos são os mais recorrentes no Brasil. As ocorrências de movimentos de massa são mais comuns nas regiões Sul, Sudeste e Norte, principalmente entre os meses de novembro e março na região Sudeste e de janeiro a fevereiro na região Sul (...) As características dos movimentos são muito dependentes dos ambientes geológicos em que ocorrem, variando conforme a região (no Norte, por exemplo, ocorrem as “terras caídas”) (UFRGS, 2016, p.66).

Portanto, movimento de massa é o movimento de descida de solo (somado a detritos e vegetação) e/ou de rocha de uma encosta sob o efeito da gravidade.

Na Classificação e Codificação Brasileira de Desastres, os movimentos de massa estão na categoria de desastres naturais do grupo geológico. Divide-se nos seguintes tipos: quedas, tombamentos e rolamentos; corridas de massa; subsidências e colapsos; e deslizamentos (Quadro 1).

Deslizamentos, objeto específico deste trabalho, de acordo com a COBRADE (Anexo VI, IN nº 02/2016) são:

Movimentos rápidos de solo ou rocha, apresentando superfície de ruptura bem definida, de duração relativamente curta, de massas de terreno geralmente bem definidas quanto ao seu volume, cujo centro de gravidade se desloca para baixo e para fora do talude. Frequentemente, os primeiros sinais desses movimentos são a presença de fissuras (BRASIL, 2016).

É comum o uso do termo genérico “deslizamentos” ou “escorregamentos” para designar os movimentos de massa em encostas, porém, reitera-se que essas expressões se remetem apenas a um tipo.

Os deslizamentos são influenciados, como já citado, por fatores naturais e fatores antrópicos (BRASIL, 2007). *“Dentre os agentes causadores de escorregamentos em geral, pode-se dizer que, no caso de solos não saturados, o principal é a água (chuva, lançamento de águas servidas, ruptura de tubulações, etc.)”* (BOTERO, 2013, p. 10).

Castro (1993) sinaliza ainda que:

A ocupação caótica das encostas urbanas é a principal causa dos escorregamentos, causadores de importantes danos humanos, inclusive de mortes, além dos danos materiais e ambientais, e dos graves prejuízos sociais e econômicos (CASTRO, 1993, p.108).

Giza-se ainda o conceito de escorregamentos ou deslizamentos de encostas contido no glossário da MUNIC 2013, que o define como:

Movimentos de massa de solos, rochas ou detritos em morros, taludes¹ e encostas, tendo como causa principal a infiltração de água das chuvas combinada com mudanças nas condições naturais do relevo, como cortes para construção de moradias, rodovias, aterros e outras obras. Os escorregamentos ou deslizamentos de encostas também podem decorrer do acúmulo de resíduos sólidos no topo e/ou no setor médio dos morros, taludes e encostas (IBGE, 2014, p.276).

¹ Superfície inclinada do terreno, que forma um ângulo com a superfície horizontal. Podem ser classificados como artificial ou natural. Os taludes naturais são conhecidos como encostas, os artificiais são os declives diversos construídos pelo homem, como os aterros ou taludes de cortes e escavações (MUNIC, 2013, p. 278).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 PESQUISA DE INFORMAÇÕES BÁSICAS MUNICIPAIS 2013

Os dados utilizados neste trabalho são provenientes da Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC) 2013, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A MUNIC é uma pesquisa institucional e de registros administrativos da gestão pública municipal, que levanta informações sobre diferentes aspectos (estrutura, dinâmica e funcionamento) das instituições públicas municipais, em especial a prefeitura. Nesta pesquisa, o município é a unidade de investigação, tendo a prefeitura como informante principal, incluindo os seus diversos setores, enquanto as instituições ligadas a outros poderes públicos locais representam as unidades secundárias de informação (IBGE, 2014).

O questionário básico da MUNIC 2013 inclui informações sobre o perfil dos gestores municipais, recursos humanos, legislação e instrumentos de planejamento, saúde e meio ambiente, entre outros temas já investigados em anos anteriores. Na edição 2013, a MUNIC inovou ao investigar a temática gestão de riscos e resposta a desastres, com enfoque em alguns eventos que implicam riscos nas áreas urbanas dos municípios brasileiros, incluindo informações sobre gestão de riscos de desastres decorrentes de escorregamentos ou deslizamentos de encostas, enchentes ou inundações graduais e bruscas. A incorporação dessa temática, possibilita examinar a capacidade institucional local em termos de formulação e gestão de políticas públicas, a fim de propiciar o planejamento e o monitoramento desses tipos de desastres (IBGE, 2014).

3.2 POPULAÇÃO DE ESTUDO

Neste trabalho foram consideradas duas populações de estudo. Uma população é composta por municípios brasileiros que declararam informação sobre a existência *versus* não existência de sete instrumentos de planejamento urbano e sobre a ocorrência *versus* não ocorrência de deslizamentos ou escorregamentos de encostas, em suas áreas urbanas, no período de 2008 a 2012. A outra população de estudo é composta, por sua vez, pelos municípios brasileiros que declararam

informação sobre a existência *versus* não existência de seis instrumentos de gerenciamento de riscos de desastres decorrentes de escorregamentos ou deslizamentos de encostas, bem como sobre a ocorrência *versus* não ocorrência deste evento.

Foram, portanto, excluídos, das respectivas populações, os municípios que não declararam informação sobre algum dos instrumentos de cada dimensão avaliada, bem como aqueles que não souberam responder sobre a ocorrência ou não de desastres oriundos de escorregamentos ou deslizamentos de encostas.

3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA E VARIÁVEIS DE ESTUDO

Com relação a análise estatística, foram ajustados dois modelos de regressão log-linear de Poisson com variância robusta (COUTINHO *et al.*, 2008) para estimar a prevalência de municípios que foram atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas no período de 2008 a 2012. Um modelo foi ajustado considerando todos os municípios brasileiros que declararam informações sobre a adoção ou não de instrumentos de planejamento urbano, enquanto o outro modelo considerou os municípios que responderam sobre a adoção ou não de instrumentos de gerenciamento de risco.

O desfecho de estudo é um indicador obtido a partir da seguinte pergunta contida no questionário da MUNIC 2013: “*O município foi atingido em suas áreas urbanas por escorregamentos ou deslizamentos de encostas nos últimos 5 anos?*”, contendo as seguintes alternativas de respostas possíveis: “Sim”, “Não” e “Não sabe”. Os municípios que não souberam informar sobre a ocorrência de escorregamentos ou deslizamentos de encostas foram excluídos das análises.

Com relação as variáveis independentes, foram considerados num modelo a região brasileira, o tamanho populacional e sete variáveis referentes a dimensão “planejamento urbano”, que representam a existência ou não de instrumentos de planejamento nos municípios voltados para prevenção de escorregamentos ou deslizamentos de encostas, listados a seguir:

- I. Plano Diretor que contemple a prevenção de escorregamentos ou deslizamentos de encostas;
- II. Lei de Uso e Ocupação do Solo que contemple a prevenção de escorregamentos ou deslizamentos de encostas;

- III. Lei específica que contemple a prevenção de escorregamentos ou deslizamentos de encostas;
- IV. Plano Municipal de Redução de Riscos;
- V. Carta Geotécnica de aptidão à urbanização;
- VI. Plano de Saneamento Básico contemplando o serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; e
- VII. Plano de Saneamento Básico contemplando o serviço de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

No outro modelo, foram considerados, além da região e da população, seis variáveis da dimensão “gestão do risco”, que indicam a existência ou não nos municípios dos seguintes instrumentos de gerenciamento de risco de desastres decorrentes de escorregamentos ou deslizamentos de encostas:

- I. Mapeamentos de áreas de risco em encostas;
- II. Mecanismos de controle e fiscalização para evitar ocupação em áreas suscetíveis aos desastres;
- III. Plano de Contingência;
- IV. Sistema de alerta antecipado de desastres;
- V. Cadastro de risco; e
- VI. Projetos de engenharia relacionados ao evento.

A partir dos modelos ajustados, foram estimadas as medidas de razão de prevalência (RP) de municípios atingidos em suas áreas urbanas por escorregamentos ou deslizamentos de encostas. A RP, enquanto medida de associação, traz consigo a ideia de relação estatística e não o juízo de relação de causa e efeito. Visa mensurar a relação de um desfecho binário e variáveis de exposição num estudo transversal. Para avaliar a significância da associação entre os instrumentos de cada dimensão considerada, região brasileira e tamanho populacional com o desfecho de estudo, utilizou-se o teste de Wald, fixando o nível de significância de 5%.

Nos ajustes de ambos os modelos foram incluídas simultaneamente todas as variáveis (a região brasileira, o tamanho populacional e os instrumentos de cada dimensão), e excluídas uma a uma, até obter modelos finais em que todas as variáveis estejam estatisticamente associadas com a prevalência de municípios atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas. As análises estatísticas foram

desenvolvidas usando o software R, versão 3.3.1, sendo os ajustes dos modelos realizados através do comando “glm” (*generalized linear models*).

Nas seções 3.3.1 e 3.3.2 seguintes são descritos os instrumentos de planejamento urbano e de gerenciamentos de riscos de desastres considerados como variáveis independentes dos modelos de regressão log-linear de Poisson. Na seção 3.3.3 é apresentada uma breve descrição sobre algumas medidas de avaliação da capacidade preditiva dos modelos.

3.3.1 Instrumentos de planejamento urbano

O município é por excelência o *locus* dos problemas urbanos, nestes inseridos os desastres, uma vez que o ente administrativo municipal é o primeiro a suportar os efeitos decorrentes dos eventos adversos sobre cenários vulneráveis expostos a ameaças.

Os instrumentos de planejamento urbano são indutores do desenvolvimento da *urbe*, uma vez que passou a ser responsabilidade municipal a política de desenvolvimento urbano, consoante dispõe a Constituição Federal, artigo 182, *caput*:

Art 182. A política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei, tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes (BRASIL, 1988).

Nesse sentido, a MUNIC 2013 pesquisou quais instrumentos de planejamento urbano foram adotados pelos municípios brasileiros. A seguir será feita uma breve descrição sobre cada um dos instrumentos abordados neste trabalho:

I. Plano Diretor que contemple a prevenção de escorregamentos ou deslizamentos de encostas

De acordo com Villaça (1999), inexistente um consenso conceitual do que realmente seja um Plano Diretor entre os atores que elaboram e utilizam esse instrumento, sejam eles engenheiros, empreendedores imobiliários, urbanistas, proprietários fundiários, entre outros.

O Guia para implementação pelos municípios e cidadãos (2002) traz uma definição introduzida após a aprovação do Estatuto da Cidade e obedecendo aos seus

princípios: “*Plano Diretor pode ser definido como um conjunto de princípios e regras orientadoras da ação dos agentes que constroem e utilizam o espaço urbano*”. (BRASIL, 2002, p. 40). Seguindo essa definição, Saboya (2007, p. 39) leciona que:

Plano diretor é um documento que sintetiza e torna explícitos os objetivos consensuados para o Município e estabelece princípios, diretrizes e normas a serem utilizadas como base para que as decisões dos atores envolvidos no processo de desenvolvimento urbano converjam, tanto quanto possível, na direção desses objetivos.

Sob o prisma da legislação, o Plano Diretor é um documento aprovado pela Câmara Municipal, que tem previsão constitucional (art. 182, § 1º) e legal no Estatuto da Cidade (Lei Federal nº 10.257/2001, artigos 41, 42, 42-A e 42-B), sendo considerado o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana, consoante se depreende a seguir:

Art. 41. O plano diretor é obrigatório para cidades:

- I – com mais de vinte mil habitantes;
- II – integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas;
- III – onde o Poder Público municipal pretenda utilizar os instrumentos previstos no § 4º do art. 182 da Constituição Federal;
- IV – integrantes de áreas de especial interesse turístico;
- V – inseridas na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional.
- VI - incluídas no cadastro nacional de Municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos (Incluído pela Lei nº 12.608, de 2012).

§ 1º No caso da realização de empreendimentos ou atividades enquadrados no inciso V do *caput*, os recursos técnicos e financeiros para a elaboração do plano diretor estarão inseridos entre as medidas de compensação adotadas.

§ 2º No caso de cidades com mais de quinhentos mil habitantes, deverá ser elaborado um plano de transporte urbano integrado, compatível com o plano diretor ou nele inserido.

§ 3º As cidades de que trata o *caput* deste artigo devem elaborar plano de rotas acessíveis, compatível com o plano diretor no qual está inserido, que disponha sobre os passeios públicos a serem implantados ou reformados pelo poder público, com vistas a garantir acessibilidade da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida a todas as rotas e vias existentes, inclusive as que concentrem os focos geradores de maior circulação de pedestres, como os órgãos públicos e os locais de prestação de serviços públicos e privados de saúde, educação, assistência social, esporte, cultura, correios e telégrafos, bancos, entre outros, sempre que possível de maneira integrada com os sistemas de transporte coletivo de passageiros. (Incluído pela Lei nº 13.146, de 2015)

Art. 42. O plano diretor deverá conter no mínimo:

- I – a delimitação das áreas urbanas onde poderá ser aplicado o parcelamento, edificação ou utilização compulsórios, considerando a existência de infra-estrutura e de demanda para utilização, na forma do art. 5º desta Lei. (BRASIL, 2001).

Em consonância com a PNPDC, o Plano Diretor deve conter parâmetros de parcelamento, uso e ocupação do solo, com mapeamento contendo as áreas

suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto e ainda ter planejamento de ações de intervenção preventiva e realocação de população de áreas de risco de desastre, e outras medidas com vistas a incorporar a variável “risco de desastre” à gestão da cidade (BRASIL, 2012).

II. Lei de Uso e Ocupação do Solo que contemple a prevenção de escorregamentos ou deslizamentos de encostas

A Lei de Uso e Ocupação do Solo é aquela que estabelece critérios e parâmetros de uso e ocupação do solo, com o objetivo de orientar e ordenar o crescimento urbano. A edição dessa legislação pelos municípios deve contemplar referenciais para edificações da cidade e os usos permitidos para os terrenos de interesse no Município, considerando a infraestrutura existente, a infraestrutura planejada, as restrições de natureza ambiental, a paisagem e o ambiente cultural (COUTINHO *et al.*, 2015; PINHEIRO, 2015).

O uso e ocupação do solo basicamente está contemplado na Lei Federal nº 6.766/1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. Essa legislação prevê que nos municípios cadastrados como áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, a aprovação do projeto de loteamento e desmembramento fica vinculada ao atendimento dos requisitos constantes da Carta Geotécnica de aptidão à urbanização, sendo vedada a aprovação de projetos de loteamento e desmembramento em áreas de riscos definidas como não edificáveis, no Plano Diretor ou em legislação dele derivada, conforme segue:

Art.12 (...)

§ 2º Nos Municípios inseridos no cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos, a aprovação do projeto de que trata o caput ficará vinculada ao atendimento dos requisitos constantes da carta geotécnica de aptidão à urbanização. (Incluído pela Lei nº 12.608, de 2012) (BRASIL, 1969).

III. Lei específica que contemple a prevenção de escorregamentos ou deslizamentos de encostas

Esse instrumento é uma medida não estrutural que busca evitar ocupação indevida em áreas de risco dessa natureza, já contempladas especialmente no Plano

Diretor e Lei de Uso do Solo, e que objetiva facilitar a fiscalização (COUTINHO *et al.*, 2015).

IV. Plano Municipal de Redução de Riscos

Os Planos Municipais de Redução de Risco (PMRR) foram instituídos pelo Ministério das Cidades, por meio da Secretaria Nacional de Programas Urbanos, no âmbito do Programa de Urbanização, Regularização e Integração de Assentamentos Precários, na Ação de Apoio à Prevenção e Erradicação de Riscos em Assentamentos Precários. Busca fazer o devido diagnóstico do risco e consequente proposta de medidas estruturais e não estruturais para a sua redução nos setores de risco considerados prioritários, colocando-se, portanto, como um importante instrumento para obtenção de recursos federais para projetos de urbanização, regularização e integração de assentamentos precários, e para recuperação de áreas degradadas por desastres, naturais e antrópicos (BRASIL, 2010).

As medidas estruturais e não estruturais são ações de mitigação para limitar os danos e prejuízos, uma vez que não é possível prevenir todos os impactos adversos das ameaças. As primeiras correspondem às estruturas físicas, dispositivos e obras de engenharia que podem ser implantadas visando a correção e/ou prevenção dos problemas decorrentes de deslizamentos. Já as segundas são aquelas que buscam reduzir os impactos do sinistro, não por meio de obras, mas pela introdução de normas, regulamentos e programas que visem, por exemplo, o disciplinamento do uso e ocupação do solo, a implementação de sistemas de alerta e a conscientização da população para a manutenção dos dispositivos (UFRGS, 2016; BRASIL, 2012).

V. Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização

De acordo Prandini *et al.* (1995) e Zuquette (1993) *apud* Souza & Sobreira (2014) o termo cartografia geotécnica é utilizado de uma forma genérica para aqueles produtos cartográficos que apregoam a prática do conhecimento geológico aplicado para enfrentar os problemas gerados pelo uso e ocupação do solo ou que busquem avaliar e retratar as características dos componentes e os comportamentos do meio físico frente aos diferentes tipos de ocupação, avaliando suas limitações e seus potenciais.

A Carta Geotécnica de aptidão a urbanização traz, portanto, importantes subsídios a respeito dos aspectos geológicos e geomorfológicos de uma determinada área, quanto a seu comportamento a um determinado tipo de ocupação. Caracteriza-se como um estudo técnico cuja aplicação qualifica o desenvolvimento urbano futuro na medida em que determina as áreas com aptidão à urbanização, relacionando-se diretamente com Planos Diretores e Códigos de Obra. Sua elaboração, consoante o já citado artigo 12, § 2º da PNPDC, é especialmente recomendada para aqueles municípios incluídos no cadastro nacional em razão de possuírem áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto. Deve ainda estabelecer diretrizes urbanísticas voltadas para subsidiar a confecção ou revisão de Planos Diretores, orientar novos parcelamentos do solo urbano e para o aproveitamento de agregados para a construção civil (BRASIL, 2012; MENDONÇA & PINHEIRO, 2012).

VI. Plano de Saneamento Básico contemplando o serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos

Com o advento da Lei Federal nº 11.445/07, regulamentada pelo Decreto nº 7.217/10, foi cunhado o conceito de saneamento básico como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações de quatro segmentos, quais sejam: *abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais urbanas*. A nível da cidade, o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) é um instrumento de planejamento e gestão participativa que estabelece as diretrizes para a prestação dos serviços públicos de saneamento e deve atender aos princípios estabelecidos na diretriz nacional para o saneamento básico, sendo eles: a universalização do acesso; a integralidade; a articulação com outras políticas públicas; a eficiência e sustentabilidade econômica; a transparência das ações; o controle social; a segurança, qualidade e regularidade; a integração das infraestruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos.

Especificamente em relação ao *serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos*, o artigo 3º, inciso I, alínea “c” da Lei supra define este segmento como o: *“conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas”*. Assim, os resíduos sólidos urbanos englobam os resíduos domiciliares, originários de atividades domésticas em

residências urbanas e os resíduos de limpeza urbana originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana.

As ações e serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos gerados no município tem como principais condicionantes as Leis Federais 11.445/2007 e a 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Sublinhe-se que, segundo o artigo 18 da PNRS, a elaboração de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos é condição para o município ter acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade.

VII. Plano de Saneamento Básico contemplando o serviço de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas

Esse instrumento apresenta-se como outro segmento do saneamento básico, consoante a Lei Federal nº 11.445/2007. O art. 3º, I, “d”, prescreve que a drenagem e manejo das águas pluviais urbanas é o:

Conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas (BRASIL, 2007).

Todo esse conjunto de obras, equipamentos e serviços que englobam o sistema de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas devem ser corretamente projetados para receber o escoamento superficial das águas de chuva que caem nas áreas urbanas, fazendo sua coleta nas ruas, estacionamentos e áreas verdes, e encaminhando-os aos corpos receptores (córregos, lagos e rios), pois essas mesmas águas pluviais podem causar desastres, a exemplos dos deslizamentos, alagamentos e inundações e enxurradas em áreas urbanas que possuem problemas de planejamento e falta de infraestrutura. Um sistema adequado de drenagem urbana pode prevenir desastres dessa natureza (UFRGS, 2016; PINHEIRO, 2015).

3.3.2 Instrumentos de gerenciamento de riscos

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).

A gestão de riscos trata da adoção de medidas para reduzir os danos e prejuízos ocasionados por desastres, antes da efetiva ocorrência (UFRGS, 2016).

Instrumentos de gestão de risco vêm sendo implementados pelos municípios brasileiros. A seguir são descritos alguns desses instrumentos considerados no presente estudo:

I. Mapeamentos de áreas de risco em encostas

Conhecer, mapear e avaliar o risco ao qual uma comunidade está sujeita é uma das etapas iniciais para sua gestão. O mapeamento de áreas de risco em encostas, conforme, previsto no art. 6º da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil subsidia o estabelecimento de medidas preventivas e corretivas nas áreas prioritárias, bem como relacionam-se diretamente com Planos Emergenciais e Contingenciais de Proteção e Defesa Civil (BRASIL, 2012).

Identificadas as áreas de risco, é possível priorizar, definir e adotar medidas adequadas para minimização dos riscos e vulnerabilidade. O município tem competência direta na adoção desse instrumento de gestão de risco, de acordo com o previsto na Lei Federal nº 12.608/2012, art. 8º, IV.

II. Mecanismos de controle e fiscalização para evitar ocupação em áreas suscetíveis aos desastres

A partir do conhecimento e identificação dos riscos de desastres no município, é possível preparar-se para enfrentá-los, com a elaboração de planos específicos onde é estabelecido as linhas de ação e respectivas responsabilidades (UFRGS, 2016). Conforme o artigo 8º, V, da PNPDC, compete ao município: “*promover a fiscalização das áreas de risco de desastre e vedar novas ocupações nessas áreas*”.

III. Plano de Contingência

O Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil (PLANCON), conforme a Lei Federal nº 12.608/2012, é um dos processos participativos preconizados na legislação específica que deve ser avaliado e prestado conta em audiência pública. De acordo com o CEPED (Centro Universitário de Estudos e Pesquisas Sobre Desastres) da Universidade Federal de Santa Catarina o PLACON “*registra o planejamento e os procedimentos a serem adotados para alerta e alarme, resposta e reabilitação do cenário, reduzindo danos e prejuízos*” (UFRGS, 2016, p.203). No caso de deslizamentos de encostas, no momento em que a ameaça ultrapassar o nível crítico o Plano de Contingência é posto em ação, caracterizando-se o momento de alarme. O município deve realizar, regularmente, exercícios simulados, conforme Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil (BRASIL, 2012).

Castro (2003) escreve que o Plano de Contingência é elaborado para controlar e mitigar os efeitos previsíveis de uma hipótese de desastre específico, a partir de um estudo de situação. Sua elaboração compete ao município, de acordo Lei Federal nº 12.340/2001, devendo realizar exercícios de aplicação, consoante a Lei Federal nº 12.608/2012, sendo uma ferramenta fundamental para balizar as ações de resposta a desastres. Vejamos:

Lei nº 12.340/2001

Art. 3º-A. O Governo Federal instituirá cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos, conforme regulamento.

(...)

§ 2º Os Municípios incluídos no cadastro deverão:

(...)

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; **(Grifei)**

Lei nº 12.608/2012

Art. 8º Compete aos Municípios:

(...)

XI - realizar regularmente exercícios simulados, conforme Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil; **(Grifei)**

Conforme ainda a Lei Federal nº 12.340/2001, no artigo 3º-A, § 6º, “o *Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil* será elaborado no prazo de 1 (um) ano, sendo submetido à avaliação e prestação de contas anual, por meio de audiência pública, com ampla divulgação”, com destaque para os municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos.

IV. Sistema de alerta antecipado de desastres

Os sistemas de alerta antecipado de desastres são os dispositivos que geram e divulgam informações que possibilitam o conhecimento prévio da ocorrência, informando o espaço e tempo em que uma ameaça pode desencadear um desastre, possibilitando adoção das medidas necessárias para reduzir as perdas e danos, a exemplo de mensagens enviadas aos telefones móveis, ou aquelas veiculadas no rádio ou mídia televisiva em casos de iminência de desastres. No Brasil, os avisos são enviados geralmente pelo Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD) e pela Defesa Civil dos estados e municípios. Nesse diapasão, o art. 8º, IX, da PNPDC, dispõe que também é de competência dos municípios: “*produzir alertas antecipados sobre a possibilidade de ocorrência de desastres naturais*” (UFRGS, 2016; BRASIL, 2012; UNISDR, 2009).

V. Cadastro de risco

O Cadastro de risco é um mecanismo de controle dos locais sujeitos a determinado tipo de ocorrência para gerar e divulgar informações de interesse para gestão de desastres. Nesse controle são plotados os pontos notáveis sujeitos a desastres, com indicação do grau de risco, acompanhado da adequada documentação sobre processos geológicos e possíveis danos, representados em

croquis esquemáticos e fotografias locais. Em áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos é uma medida eficaz e necessária, consoante previsto nos artigos 6º e 8º da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (UFRGS, 2016; BRASIL, 2012).

VI. Projetos de engenharia relacionados ao evento

As obras de engenharia são medidas estruturais implantadas em caráter corretivo ou preventivo, mas que não são projetadas para dar uma proteção completa, pois exigiria a proteção contra o maior deslizamento possível, o que é fisicamente e economicamente inviável na maioria das situações (UFRGS, 2016; TUCCI, 2007).

O artigo 3º-B, *caput*, da Lei Federal nº 12.340/2001, com redação dada pela PNPDC, informa que verificada a existência de ocupações em áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos, o município adotará providências para redução do risco, dentre as quais, a execução de obras de segurança.

3.3.3 Medidas de avaliação da capacidade preditiva do modelo

Para a avaliação da capacidade preditiva do modelo utilizou-se a taxa global de classificações corretas e as medidas de sensibilidade e especificidade calculadas com base na tabela de contingência, que contém as frequências segundo as categorias observadas e preditas da variável resposta (desfecho). O Quadro 2 apresenta os possíveis resultados que podem ocorrer no ajuste de um modelo de regressão log-linear de Poisson para desfecho binário (atingido *versus* não atingido por escorregamentos ou deslizamentos de encostas).

Quadro 2: Distribuição das unidades (municípios) segundo as categorias observadas e preditas pelo modelo de regressão log-linear de Poisson.

| Categorias observadas | Categorias preditas | | Total |
|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|
| | Sucesso ($\hat{Y}=1$) | Fracasso ($\hat{Y}=0$) | |
| Sucesso ($Y=1$) | f_{11} (verdadeiros positivos) | f_{12} (falsos negativos) | $f_{11} + f_{12}$ |
| Fracasso ($Y=0$) | f_{21} (falsos positivos) | f_{22} (verdadeiros negativos) | $f_{21} + f_{22}$ |
| Total | $f_{11} + f_{21}$ | $f_{12} + f_{22}$ | $N=$ $f_{11} + f_{12} + f_{21} + f_{22}$ |

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

$$TG = \left(\frac{f_{11} + f_{22}}{N} \right) \cdot 100 \quad \dots(1)$$

A sensibilidade (S) é a proporção de verdadeiros positivos entre todas as unidades com a característica de interesse. Desse modo, a sensibilidade avalia a capacidade do modelo classificar a unidade como tendo a característica de interesse, quando de fato esta unidade possui a característica de interesse.

$$S = P(\hat{Y} = 1|Y = 1) = \left(\frac{f_{11}}{f_{11} + f_{12}} \right) \cdot 100 \quad \dots(2)$$

A especificidade (E) é a proporção de verdadeiros negativos entre todas as unidades sem a característica de interesse. Assim, a especificidade avalia a capacidade do modelo classificar a unidade como não tendo a característica de interesse, quando de fato esta unidade não possui a característica de interesse.

$$E = P(\hat{Y} = 0|Y = 0) = \left(\frac{f_{22}}{f_{21} + f_{22}} \right) \cdot 100 \quad \dots(3)$$

Uma outra medida utilizada neste trabalho para avaliar a capacidade preditiva do modelo foi a área 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 de especificidade (proporção de falsos positivos).

O complemento da especificidade, é a proporção de falsos positivos, que indica a capacidade do modelo classificar incorretamente a unidade como tendo a característica de interesse, quando na realidade a unidade não possui essa característica.

$$\bar{E} = 1 - E = 1 - P(\hat{Y} = 0|Y = 0) = P(\hat{Y} = 1|Y = 0) = \left(\frac{f_{21}}{f_{21} + f_{22}} \right) \cdot 100 \quad \dots(4)$$

Do exposto, a área sob a curva ROC, é uma medida da capacidade do modelo que permite discriminar a unidade como “tendo a característica de interesse (sucesso)” ou “não tendo a característica de interesse (fracasso)”. A área sob a curva

ROC, denotada por A , é um número compreendido intervalo $[0,1]$. 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 ($A \geq 0,5$) e, portanto, maior o poder discriminatório do modelo. Segundo Marôco (2010), o poder discriminatório do modelo pode ser classificado conforme o Quadro 3:

Quadro 3: Classificação do poder discriminatório do modelo usando a área sob a curva ROC.

| Área sob a curva ROC | Poder discriminatório do modelo |
|----------------------|---------------------------------|
| $A=0,5$ | 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 |

Fonte: Marôco (2010).

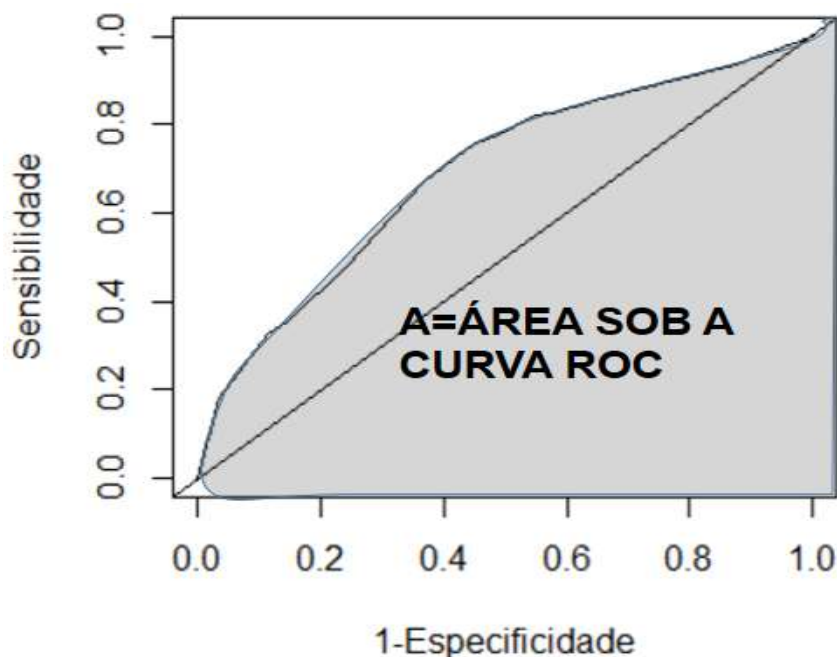


Figura 1: Ilustração do gráfico da curva ROC e a área sob esta curva referente ao modelo selecionado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 INSTRUMENTOS DE PLANEJAMENTO URBANO NOS MUNICÍPIOS

A Tabela 1 apresenta a distribuição do número de municípios brasileiros por ocorrência de escorregamentos ou deslizamentos de encostas, no período de 2008 a 2012, segundo o número de instrumentos da dimensão “planejamento urbano”. Observa-se que 80,1% (2.316/2.892) dos municípios com informações sobre o quesito “instrumentos de planejamento urbano” declararam possuir ao menos um dos sete instrumentos analisados.

Cabe mencionar que ao excluir os municípios sem informações sobre os instrumentos de planejamento e que não souberam responder sobre a ocorrência de escorregamentos ou deslizamentos de encostas nos últimos 5 anos, o número total de municípios analisados no presente estudo foi reduzido de 5.570 para 2.754 (5.570 – 2678 – 138), dos quais 23,3% (642/2.754) foram atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas (Tabela 1).

Tabela 1: Distribuição dos municípios brasileiros por ocorrência de escorregamentos ou deslizamentos de encostas, no período de 2008 a 2012, segundo o número de instrumentos de planejamento.

| Nº de instrumentos de planejamento | Escorregamentos ou deslizamentos de encostas | | | |
|------------------------------------|--|--------------|------------|-------------|
| | Atingido | Não atingido | Não sabe | Total |
| <i>Com informações</i> | 642 | 2112 | 138 | 2892 |
| 0 | 94 | 448 | 34 | 576 |
| 1 | 204 | 759 | 42 | 1005 |
| 2 | 168 | 645 | 38 | 851 |
| 3 | 95 | 158 | 14 | 267 |
| 4 | 46 | 68 | 7 | 121 |
| 5 | 20 | 16 | 3 | 39 |
| 6 | 11 | 13 | 0 | 24 |
| 7 | 4 | 5 | 0 | 9 |
| <i>Sem informações</i> | 253 | 2291 | 134 | 2678 |
| Total | 895 | 4403 | 272 | 5570 |

Com relação aos 2.754 municípios, isto é, que declararam informações sobre os instrumentos de planejamento e sobre a ocorrência do evento escorregamento ou deslizamento de encosta (Tabela 2), observou-se na MUNIC 2013 que:

- I. 14,7% têm Plano Diretor contemplando a prevenção do evento;
- II. 14,1% possuem Lei de uso e ocupação do solo;
- III. 2,2% possuem lei específica;
- IV. 18,1% têm Plano Municipal de Redução de Riscos;
- V. 6,9% têm Carta Geotécnica de aptidão a urbanização;
- VI. 58,2% possuem Plano de Saneamento Básico (PSB) contemplando serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; e
- VII. 38,1% têm Plano de Saneamento Básico contemplando serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

Do exposto, cabe destacar que a minoria dos municípios possui, como instrumentos de planejamento urbano, planos diretores e municipais de redução de riscos, lei de uso e ocupação do solo e lei específica que contemple a prevenção de deslizamentos. Além disso, a minoria dos municípios tem Carta Geotécnica de aptidão a urbanização necessária para definir áreas mais suscetíveis a desastres e estabelecer diretrizes para ocupações seguras. A ausência desses instrumentos de planejamento dificulta a atribuição dos municípios de fiscalizar as áreas de risco de desastres e de inibir a formação de novas ocupações nestas áreas pela população (BRASIL, 2012). Dentre os municípios analisados, observa-se ainda um baixo percentual daqueles que elaboraram seus planos municipais de saneamento básico, contemplando os serviços mencionados, mesmo após a edição da Lei Federal n.º 11.445, em 2007, que assegura, entre outros fatores, a universalização do acesso aos serviços públicos de saneamento básico, a serem realizados de forma adequada, a fim de promover à saúde pública e à proteção do meio ambiente.

Tabela 2: Distribuição dos municípios segundo os instrumentos de planejamento, região brasileira e tamanho populacional, por ocorrência ou não de escorregamentos ou deslizamentos de encostas em suas áreas urbanas no período de 2008 a 2012.

| Instrumentos de planejamento, Região e Tamanho populacional | % Municípios (N=2.754*) | Ocorrência de escorregamentos ou deslizamentos de encostas | |
|--|----------------------------|--|------------------|
| | | Sim (N=642) | Não (N=2.112) |
| <i>Plano Diretor</i> | | | |
| Sim | 14,7 | 38,5 | 61,5 |
| Não | 85,3 | 20,7 | 79,3 |
| <i>Lei de Uso e Ocupação do Solo</i> | | | |
| Sim | 14,1 | 37,5 | 62,5 |
| Não | 85,9 | 21,0 | 79,0 |
| <i>Lei específica</i> | | | |
| Sim | 2,2 | 45,9 | 54,1 |
| Não | 97,8 | 22,8 | 77,2 |
| <i>Plano Municipal de redução de riscos</i> | | | |
| Sim | 18,1 | 45,8 | 54,2 |
| Não | 81,9 | 18,4 | 81,6 |
| <i>Carta Geotécnica</i> | | | |
| Sim | 6,9 | 40,7 | 59,3 |
| Não | 93,1 | 22,0 | 78,0 |
| <i>PSB - Serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos</i> | | | |
| Sim | 58,2 | 21,0 | 79,0 |
| Não | 41,8 | 26,6 | 73,4 |
| <i>PSB – Serviços de drenagem e manejo de águas</i> | | | |
| Sim | 38,1 | 22,2 | 77,8 |
| Não | 61,9 | 24,0 | 76,0 |
| <i>Região Brasileira</i> | | | |
| Norte | 7,5 | 15,5 | 84,5 |
| Nordeste | 25,6 | 14,4 | 85,6 |

continua

Tabela 2. continuação

| Instrumentos de planejamento, Região e Tamanho populacional | % Municípios (N=2.754*) | Ocorrência de escorregamentos ou deslizamentos de encostas | |
|--|----------------------------|--|------------------|
| | | Sim (N=642) | Não (N=2.112) |
| Sudeste | 32,3 | 37,4 | 62,6 |
| Sul | 28,6 | 20,7 | 79,3 |
| Centro-oeste | 6,0 | 7,3 | 92,7 |
| <i>Tamanho populacional</i> | | | |
| Até 10.000 hab. | 35,6 | 14,1 | 85,9 |
| Mais de 10.000 a 50.000 hab. | 45,9 | 22,2 | 77,8 |
| Mais de 50.000 hab. | 18,5 | 43,7 | 53,3 |

Nota: *Municípios que declararam informações sobre os instrumentos de planejamento e sobre a ocorrência do evento escorregamento ou deslizamento de encosta.

Em relação as grandes regiões brasileiras, dos 2.754 municípios que declararam informações sobre os instrumentos de planejamento e sobre a ocorrência do evento escorregamento ou deslizamento de encosta, apurou-se que: 25,6% são da Região Nordeste; 32,3% da Região Sudeste; 28,6% da região Sul; e os demais (13,5%) são das Regiões Norte e Centro-Oeste (Tabela 2; Figura 2). Quanto ao tamanho populacional, a maioria dos municípios (64,4%) possuem mais de 10.000 habitantes (Tabela 2).

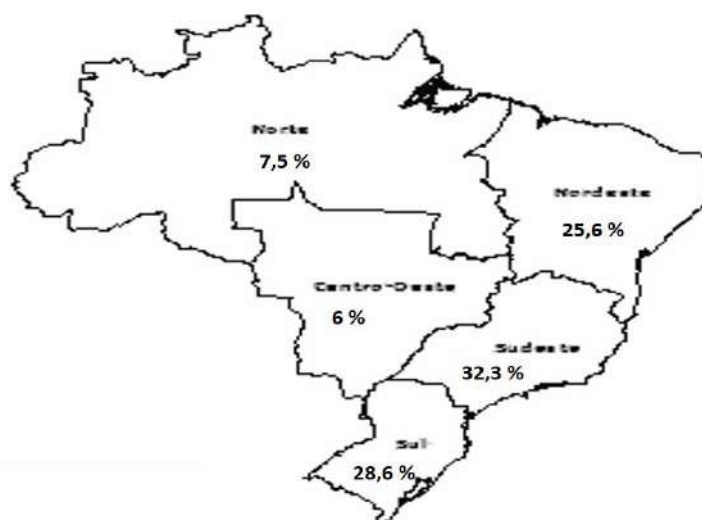


Figura 2: Percentual de municípios que declararam informações sobre os instrumentos de planejamento urbano e sobre a ocorrência do evento escorregamento ou deslizamento de encosta, por grandes regiões brasileiras.

Observou-se maiores percentuais de municípios atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas nas Regiões Sudeste e Sul e entre aqueles com maiores tamanhos populacionais (Tabela 2). Adicionalmente, verificou-se que os percentuais de municípios atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas foram:

- I. 38,5% para os que têm Plano Diretor;
- II. 37,5% para os que possuem Lei de uso e ocupação do solo;
- III. 45,9% para os que têm Lei específica;
- IV. 45,8% para os que têm Plano Municipal de Redução de Riscos;
- V. 40,7% para os que têm Carta Geotécnica de aptidão a urbanização;
- VI. 21,0% para os que possuem Plano de Saneamento Básico contemplando serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; e
- VII. 22,2% para os que possuem Plano de Saneamento Básico que contemplam serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

Com relação ao ajuste do modelo selecionado (Tabela 3) verificou-se que, além da região brasileira e tamanho populacional, os seguintes instrumentos de planejamento apresentaram relação estatisticamente significativa ao nível de 5% ($p\text{-valor} \leq 0,05$), com a prevalência de municípios que foram atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas no período de 2008 a 2012: I) Plano Diretor; II) Lei de uso e ocupação do solo; III) Plano Municipal de Redução de Riscos; IV) Carta Geotécnica de aptidão a urbanização; V) PSB - serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

Tabela 3: Associação entre os instrumentos de planejamento, região brasileira e o tamanho populacional e a prevalência de municípios atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas em suas áreas urbanas no período de 2008 a 2012 (N= 2.754).

| Instrumentos de planejamento, Região e Tamanho populacional | Modelo com todas as variáveis | | Modelo selecionado | |
|--|----------------------------------|----------|-----------------------|----------|
| | RP | p-valor* | RP | p-valor* |
| <i>Plano Diretor</i> | | | | |
| Sim | 1,265 | 0,007 | 1,292 | 0,002 |
| Não | 1 | - | 1 | - |
| <i>Lei de Uso e Ocupação do Solo</i> | | | | |
| Sim | 1,226 | 0,022 | 1,233 | 0,016 |
| Não | 1 | - | 1 | - |
| <i>Lei específica</i> | | | | |
| Sim | 1,148 | 0,395 | | |
| Não | 1 | - | | |
| <i>Plano Municipal de redução de riscos</i> | | | | |
| Sim | 1,625 | <0,001 | 1,636 | <0,001 |
| Não | 1 | - | 1 | - |
| <i>Carta Geotécnica</i> | | | | |
| Sim | 1,195 | 0,049 | 1,198 | 0,047 |
| Não | 1 | - | 1 | - |
| <i>PSB – Serviços de limpeza urbana</i> | | | | |
| Sim | 0,893 | 0,134 | | |
| Não | 1 | - | | |
| <i>PSB – Serviços de drenagem e manejo</i> | | | | |
| Sim | 0,858 | 0,060 | 0,812 | 0,002 |
| Não | 1 | - | 1 | - |
| <i>Região Brasileira</i> | | | | |
| Norte | 1,835 | 0,051 | 1,836 | 0,050 |
| Nordeste | 1,678 | 0,068 | 1,683 | 0,066 |
| Sudeste | 4,178 | <0,001 | 4,224 | <0,001 |
| Sul | 3,015 | <0,001 | 3,026 | <0,001 |

continua

Tabela 3. continuação

| Instrumentos de planejamento, Região e Tamanho populacional | Modelo com todas as variáveis | | Modelo selecionado | |
|--|----------------------------------|----------|-----------------------|----------|
| | RP | p-valor* | RP | p-valor* |
| Centro-oeste | 1 | - | 1 | - |
| <i>Tamanho populacional</i> | | | | |
| Até 10.000 hab. | 0,427 | <0,001 | 0,427 | <0,001 |
| Mais de 10.000 a 50.000 hab. | 0,691 | <0,001 | 0,691 | <0,001 |
| Mais de 50.000 hab. | 1 | - | 1 | - |

Nota: Municípios que declararam informações sobre os instrumentos de planejamento e sobre a ocorrência do evento escorregamento ou deslizamento de encosta.

*Teste de Wald

A prevalência de municípios atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas em suas áreas urbanas, no período de 2008 a 2012, foi:

- 29,2% maior entre os que reportaram ter Plano Diretor que contemple a prevenção de desastres dessa natureza (RP=1,292; p-valor=0,002);
- 23,3% maior para os que possuem Lei de uso e ocupação do solo (RP=1,233; p-valor=0,016);
- 63,6% maior para os que tem Plano Municipal de Redução de Riscos de desastres (RP=1,636; p-valor<0,001); e
- 19,8% maior para os que tem Carta Geotécnica de aptidão à urbanização (RP=1,198; p-valor=0,047).

Estes resultados indicam que os municípios providos destes tipos de instrumentos de planejamento urbano tendem a ser os mais atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas. Esta tendência pode ser explicada, por um lado, pela maior presença de áreas suscetíveis a ocorrência de deslizamentos nestes municípios e mostram que, de certa forma, os gestores municipais estão preparados para lidar com as situações de desastres dessa natureza, que podem ocorrer, independentemente do nível de planejamento urbano do município, em função das suas características físicas, como clima, padrão de chuva, vegetação, declividade e tipos de solo, entre outras (ALVES, 2016; UFRGS, 2016, PINHEIRO, 2015; IPEA, 2016). Por outro lado, a maior ocorrência de deslizamentos nos municípios com estes instrumentos de planejamento pode estar indicando fragilidades

municipais quanto ao planejamento urbano. Neste contexto, indicaria a necessidade de implementação das medidas que constam nos planos diretores e municipais de redução de riscos voltadas para a prevenção de escorregamentos ou deslizamentos de encostas (UFRGS, 2016).

O Plano Diretor é a espinha dorsal do planejamento urbano e é instrumento obrigatório, dentre outras situações, para os municípios que possuem problemas com deslizamentos de grande magnitude (BRASIL, 2001). Segundo Mendonça & Pinheiro (2012), o desenvolvimento das cidades sem o devido Plano Diretor, implica cada vez mais à ocupação de áreas impróprias, isto é, áreas mais suscetíveis aos desastres de origem natural, especialmente os deslizamentos. A elaboração desse instrumento deve estar em consonância com a gestão de risco de desastres (PINHEIRO, 2015).

A Lei de uso e ocupação do solo reúne princípios e orientações para a utilização e ocupação do espaço urbano buscando um equilibrado e sustentável desenvolvimento da cidade. Para Carvalho (2013), a demarcação de determinados espaços evita, dentre outras coisas, a ocupação em locais propícios aos deslizamentos, assegurando a integridade dos seres humanos que potencialmente ocupariam tais locais. Entretanto, essa ação normativa deve somar-se a outros instrumentos de planejamento urbano para prevenir ou reduzir impactos de desastres (UFRGS, 2016; PINHEIRO, 2015).

Pinheiro (2015) sustenta também que os planos municipais de redução de riscos devem embasar a regularização fundiária dos assentamentos precários para promover a habitação segura para seus moradores, podendo, quando necessário, indicar reassentamentos e um novo uso à área desocupada, pois visam mitigar e corrigir os impactos produzidos por alguns desastres, dentre os quais os deslizamentos.

A Carta Geotécnica de aptidão a urbanização é um importante instrumento técnico que possibilita distinguir se os deslizamentos ou escorregamentos de encostas ocorreram em áreas já naturalmente instáveis, logo impróprias para a ocupação urbana; ou se foram induzidos, isto é, aconteceram em regiões compatíveis, porém foram adotadas técnicas construtivas inapropriadas, isso porque o risco geológico em áreas urbanas, por exemplo, está diretamente relacionado à forma de ocupação (SOBREIRA & SOUZA, 2012). Cabe ressaltar que a Carta Geotécnica para ser construída, além do conhecimento técnico-profissional, requer participação da comunidade e deve ter revisões periódicas, pois o documento informa as áreas

inadequadas para novos parcelamentos do solo, recomenda a região mais adequada ao desenvolvimento urbano, e ainda orienta a expansão urbana futura (BRASIL, 2012; MENDONÇA & PINHEIRO, 2012).

Já a prevalência de municípios atingidos por escorregamentos ou deslizamentos entre os que não tem plano de saneamento básico contemplando o serviço de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas foi 23,2% maior em comparação aos municípios com a existência deste plano de saneamento básico (RP=1/0,812=1,232; p-valor=0,002) (Tabela 3). Este último resultado indica que a elaboração de planos para as áreas de saneamento básico, contemplando serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, é considerado um fator importante para a prevenção ou mitigação de impactos de deslizamentos de encostas (BRASIL, 2006).

De acordo com Carvalho & Galvão (2013) os deslizamentos, ao lado das enchentes, são os principais desastres naturais que atingem as cidades brasileiras. Nas lições de Tucci (2012), a drenagem urbana envolve o manejo do escoamento no tempo e no espaço, visando a minimizar danos à sociedade e ao ambiente. Oliveira (2015), por sua vez, cita exemplos comprobatórios de cidades nacionais, como Salvador-BA e Santos-SP, e internacionais, como Caracas (Venezuela) e La Paz (Bolívia), que disciplinaram o escoamento das águas pluviais em grande parte das encostas, reduzindo o risco de deslizamentos para a maioria das moradias e melhorando a qualidade da urbanização. Corroborando essa relação entre drenagem urbana e prevenção a deslizamentos, Santos (2017, p.182) escreve:

(...) a população constrói habitações em áreas inadequadas, que são geralmente áreas de risco, por inundações, desabamentos ou deslizamentos de terra, por se tratarem de áreas de solos de rochas decompostas, de grande declividade e pouca segurança. Este problema se agrava na medida em que geralmente há a conjugação a outros problemas ambientais e sanitários, como erosão, por exemplo.

Logo se percebe que as causas citadas continuam a acontecer em escalas cada vez mais amplas e com planejamento deficiente ou a falta dele. Não havendo drenagem urbana, as águas (superficiais e mesmo as subterrâneas) produzem danos como: deslizamento de encostas, enxurradas, inundações, abertura de crateras (buracos nas ruas). Desse modo, há de se elaborar medidas cabíveis ainda que não estruturais que possa solucionar um problema que é um agravante para a cidade. Haja vista, que estes problemas são desencadeados pela forma como a cidade se desenvolve, às vezes, desordenada, devido à falta de planejamento, controle do uso do solo, ocupação de áreas de risco e sistemas de drenagem não apropriada.

Entre os municípios mais populosos se verificou maior prevalência de municípios afetados por escorregamentos ou deslizamentos de encostas no período

considerado (Tabela 3). Quanto as grandes regiões brasileiras, observou-se que a prevalência de municípios atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas no período de 2008 a 2012 foi 4,22 vezes maior na Região Sudeste e 3,03 vezes maior na Região Sul, comparativamente ao Centro-Oeste. Esse resultado de registros de movimentos de massa com maior concentração nas regiões Sudeste e Sul, é ratificado pelo Atlas Brasileiros de Desastres Naturais (UFSC, 2013), fato observado com maior clareza nas mesorregiões próximas do litoral.

A maior suscetibilidade da região Sudeste a desastres decorrentes de deslizamentos de encostas, como apontado por Malvestio (2013), Tominaga *et al.*, (2009) e Kobiyama (2006), deve-se a elevada precipitação pluviométrica associada a morfologia do relevo, somadas aos elevados níveis de urbanização e grandes contingentes populacionais vivendo em assentamentos precários e loteamentos irregulares distribuídos pelas encostas, planícies aluviais e setores periféricos de grandes e médias cidades. Além disso, a remoção da vegetação, o acúmulo de lixo nas encostas, a ausência de sistemas de drenagem de águas pluviais e coleta de esgotos e a fragilidade das moradias contribuem para o aumento das ocorrências de desastres dessa natureza (BRASIL, 2006).

Com relação a adequação do modelo, foi construída a curva ROC (Figura 3) e calculou-se a área sob esta curva, que é um indicador do poder discriminatório do modelo selecionado, cujos resultados do ajuste foram apresentados na Tabela 3. Para uma área de $A=0,745$; pode-se afirmar que o modelo selecionado apresenta uma capacidade discriminatória aceitável.

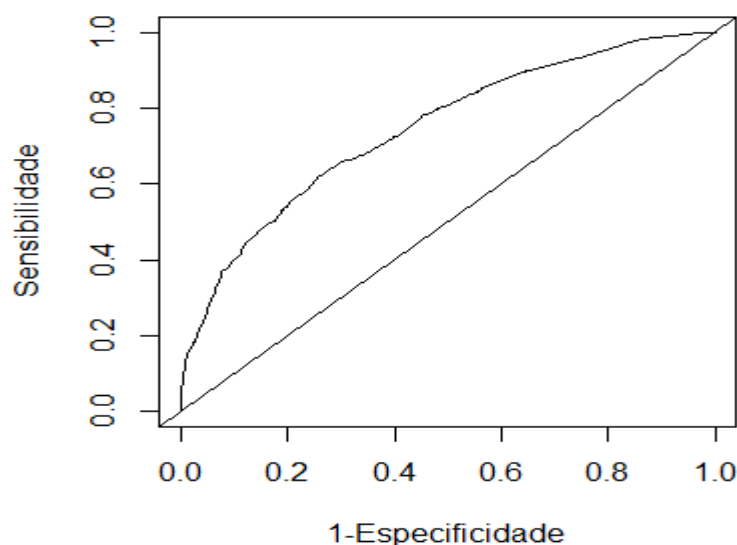


Figura 3: Gráfico da curva ROC e a área sob esta curva referente ao modelo selecionado que considera instrumentos de planejamento urbano.

Ainda no que se refere ao ajuste do modelo selecionado da Tabela 3, obteve-se, considerando o melhor ponto de corte ($c=0,229$), uma taxa global de 71,5% e medidas de sensibilidade e especificidade iguais a 61,8% e 74,5%, respectivamente (Tabela 4). Deste modo, em termos globais, constata-se que 71,5% dos municípios são classificados corretamente pelo modelo selecionado. Além disso, 61,8% dos municípios que declararam ter sido atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas foram classificados corretamente pelo modelo; e que 74,5% dos que declararam não ter sido atingidos pelo evento foram classificados de maneira correta pelo modelo. De acordo com Marôco (2010), um modelo com uma capacidade preditiva razoável apresenta valores de sensibilidade e especificidade entre 50 e 80%, como no caso do modelo em questão.

Tabela 4: 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 ($c_1=0,5$) | Ponto de corte ótimo ($c_2=0,229$) |
|----------------|--|--|
| Taxa global | 79,0% | 71,5% |
| Sensibilidade | 23,7% | 61,8% |
| Especificidade | 95,9% | 74,5% |

4.2 INSTRUMENTOS DE GERENCIAMENTO DE RISCOS DE DESASTRES NOS MUNICÍPIOS

A distribuição do número de municípios brasileiros por ocorrência de escorregamentos ou deslizamentos de encostas, no período de 2008 a 2012, segundo o número de instrumentos da dimensão “gerenciamento de riscos” de desastres dessa natureza é fornecida na Tabela 5. Com relação aos municípios com informações sobre os seis instrumentos de gerenciamento de riscos, observa-se que 91,1% (1.070/1.175) declararam possuir ao menos um desses tipos de instrumentos.

Ao excluir os municípios sem informações sobre os instrumentos de gerenciamento de riscos e que não souberam responder sobre a ocorrência do evento escorregamento ou deslizamento de encosta nos últimos 5 anos, o número total de municípios foi reduzido de 5.570 para apenas 1.133 (5.570 – 4.395 – 42). Destes,

verificou-se que 58,4% (662/1.133) foram atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas.

Tabela 5: Distribuição dos municípios brasileiros por ocorrência de escorregamentos ou deslizamentos de encostas, no período de 2008 a 2012, segundo o número de instrumentos de gerenciamento de riscos de desastres desta natureza.

| Nº de instrumentos de gerenciamento de risco | Escorregamentos ou deslizamentos de encostas | | | |
|--|--|--------------|----------|-------|
| | Atingido | Não atingido | Não sabe | Total |
| <i>Com informações</i> | 662 | 471 | 42 | 1175 |
| 0 | 40 | 58 | 7 | 105 |
| 1 | 200 | 216 | 25 | 441 |
| 2 | 148 | 106 | 5 | 259 |
| 3 | 124 | 49 | 4 | 177 |
| 4 | 83 | 26 | 1 | 110 |
| 5 | 45 | 14 | 0 | 59 |
| 6 | 22 | 2 | 0 | 24 |
| <i>Sem informações</i> | 233 | 3932 | 230 | 4395 |
| Total | 895 | 4403 | 272 | 5570 |

Com relação aos 1.133 municípios brasileiros que declararam informações sobre os instrumentos de gerenciamento de riscos e sobre a ocorrência do evento escorregamento ou deslizamento de encosta, observou-se segundo a MUNIC 2013 que:

- I. 63,1% possuem mapeamentos de áreas de risco;
- II. 39,8% possuem mecanismos de controle e fiscalização;
- III. 36,2% tem plano de contingência;
- IV. 13,6% tem sistema de alerta;
- V. 31,5% possuem cadastro de risco; e
- VI. 20,4% projetos de engenharia relacionados ao evento.

Apenas para o instrumento “mapeamento de áreas de risco” verificou-se um percentual de municípios acima de 50%.

Quanto a proveniência das regiões brasileiras, observou-se que, dos 1.133 municípios que declararam informações sobre os instrumentos de gestão de risco e

sobre a ocorrência do o evento, 20,1% são da Região Nordeste; 48,9% da Região Sudeste; 22,8% do Sul; e 8,2% são do Norte e Centro-Oeste (Tabela 6; Figura 4). Quanto ao tamanho populacional, quase a metade dos municípios declarantes possuem mais de 10.000 a 50.000 habitantes (Tabela 6).



Figura 4: Percentual de municípios que declararam informações sobre os instrumentos de gerenciamento de riscos e sobre a ocorrência do evento escorregamento ou deslizamento de encosta, por grandes regiões brasileiras.

No que se refere aos instrumentos de gestão de riscos (Tabela 6), pode-se destacar maiores percentuais de municípios atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas no período de 2008 a 2012 entre os que possuem:

- Mapeamentos de áreas de risco (70,2%);
- Plano de Contingência (69,0%);
- Sistema de alerta (74,7%);
- Cadastro de risco (67,5%); e
- Projetos de engenharia relacionados ao evento (65,4%).

Ao analisar os municípios que declararam informações sobre os instrumentos de gestão de risco e sobre a ocorrência do evento, verificou-se que o Sudeste continua sendo a região com a maior prevalência de municípios atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas, assim como os municípios mais populosos (Tabela 6).

Tabela 6: Distribuição dos municípios segundo os instrumentos de gerenciamento de riscos, região brasileira e tamanho populacional, por ocorrência ou não de escorregamentos ou deslizamentos de encostas em suas áreas urbanas no período de 2008 a 2012.

| Instrumentos de gerenciamento de risco, Região e Tamanho populacional | % Municípios (N= 1.133*) | Ocorrência de escorregamentos ou deslizamentos de encostas | |
|--|-----------------------------|--|----------------|
| | | Sim (N=662) | Não (N=471) |
| <i>Mapeamentos de áreas de risco</i> | | | |
| Sim | 63,1 | 70,2 | 28,8 |
| Não | 36,9 | 38,3 | 61,7 |
| <i>Mecanismos de controle e fiscalização</i> | | | |
| Sim | 39,8 | 58,8 | 41,2 |
| Não | 60,2 | 58,2 | 41,8 |
| <i>Plano de Contingência</i> | | | |
| Sim | 36,2 | 69,0 | 31,0 |
| Não | 63,8 | 52,4 | 47,6 |
| <i>Sistema de alerta</i> | | | |
| Sim | 13,6 | 74,7 | 25,3 |
| Não | 86,4 | 55,9 | 44,1 |
| <i>Cadastro de risco</i> | | | |
| Sim | 31,5 | 67,5 | 32,5 |
| Não | 68,5 | 54,3 | 45,7 |
| <i>Projetos de engenharia relacionados ao evento</i> | | | |
| Sim | 20,4 | 65,4 | 34,6 |
| Não | 79,6 | 56,7 | 43,3 |
| <i>Região Brasileira</i> | | | |
| Norte | 5,5 | 59,7 | 40,3 |
| Nordeste | 20,1 | 49,6 | 50,4 |
| Sudeste | 48,9 | 66,8 | 33,2 |
| Sul | 22,8 | 50,8 | 49,2 |
| Centro-oeste | 2,7 | 35,5 | 64,5 |

continua

Tabela 6. continuação

| Instrumentos de gerenciamento de risco, Região e Tamanho populacional | % Municípios (N= 1.133*) | Ocorrência de escorregamentos ou deslizamentos de encostas | |
|--|-----------------------------|--|----------------|
| | | Sim (N=662) | Não (N=471) |
| <i>Tamanho populacional</i> | | | |
| Até 10.000 hab. | 22,1 | 49,2 | 50,8 |
| Mais de 10.0000 a 50.000 hab. | 48,0 | 56,8 | 43,2 |
| Mais de 50.000 hab. | 29,9 | 68,8 | 32,2 |

Nota: *Municípios que declararam informações sobre os instrumentos de gerenciamento de riscos e sobre a ocorrência do evento escorregamento ou deslizamento de encosta.

De acordo com o Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2016), ocorrências de movimentos de massa são mais comuns nas regiões Sul, Sudeste e Norte, principalmente entre os meses de novembro e março na região Sudeste e de janeiro a fevereiro na região Sul. As características dos movimentos são muito dependentes dos ambientes geológicos em que ocorrem, variando conforme a região, a exemplo das “terras caídas” que ocorrem na região Norte.

Ao analisar os resultados do ajuste do modelo que estabelece a associação entre seis instrumentos de gerenciamento de riscos e a prevalência de municípios atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas no período de 2008 e 2012, observou-se que apenas o “mapeamento de áreas de risco” e “plano de contingência” apresentaram efeitos estatisticamente significantes ao nível de 5% ($p\text{-valor} \leq 0,05$), além das variáveis região brasileira e tamanho populacional (Tabela 7).

Com base no modelo selecionado (Tabela 7), verificou-se que a prevalência de municípios atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas no período de 2008 a 2012 foi 17,8% maior para aqueles que informaram ter plano de contingência ($RP=1,178$; $p\text{-valor}=0,001$) e 74,4% maior para aqueles municípios que reportaram possuir mapeamentos de áreas de risco ($RP=1,744$; $p\text{-valor}<0,001$). Estes resultados mostram que os municípios munidos destes instrumentos tendem a ser aqueles mais atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas. Segundo Machado & Zacarias (2016), a gestão de risco de desastres é um processo complexo que tem como objetivo a redução ou o controle

contínuo do risco de desastres. Ambos autores destacam ainda que para a gestão de risco ser eficiente, é preciso aumentar as possibilidades de previsão de um desastre, o que vai depender da metodologia adotada para avaliação do risco. Além de identificar possíveis áreas de risco de deslizamentos, através de mapeamentos, os municípios precisam proibir novas ocupações nestas áreas, promover a regularização das ocupações já existentes, adotar medidas de redução de riscos de desastres, e nos casos necessários, remover os moradores para locais seguros (CARVALHO, 2015; VARGAS *et al.*, 2012).

Com relação a medidas de redução de risco, pode-se citar que a elaboração do Plano de Contingência é um importante instrumento de preparação do poder público e da comunidade para a situação de ocorrência de um evento de maior magnitude, como os escorregamentos ou deslizamentos de encostas, pois irá permitir que as equipes de proteção e defesa civil cheguem aos locais de risco a tempo de salvaguardar os moradores e encaminhá-los a abrigos até que a situação se normalize, preferencialmente em conformidade com os exercícios simulados que devem ser realizados regularmente (BRASIL, 2012; BRASIL, 2007; BRASIL, 2006). Assim, não basta que o município tenha um plano de contingência para uma resposta eficiente a um desastre, é necessário um plano bem elaborado baseado nas realidades locais, construído com a participação dos atores públicos envolvidos e da comunidade (UFRGS, 2016).

No que tange ao mapeamento de áreas de riscos, o Instituto de Pesquisas Técnicas corrobora que a elaboração desses mapeamentos, delimitando os locais sujeitos ao risco de escorregamentos ou deslizamentos de encostas frente a ocupação urbana, hierarquizando os locais segundo o nível de risco e as providências necessárias associadas a cada um desses níveis, é uma importante ação na mitigação do risco de desastres dessa natureza. Embora, geralmente empregado para situações de risco já detectados e/ou acontecidos, também é um importante instrumento de ações preventivas futuras, já que é um instrumento básico para o planejamento das medidas estruturais e para a introdução das medidas não estruturais que não englobam obras civis, estas que em conjunto com as anteriores, ou sem essas, podem minimizar significativamente os prejuízos com um custo menor. Na elaboração de mapeamentos de áreas de risco destaca-se ainda a necessidade de se considerar as informações prestadas pelos moradores da área mapeada, bem como a necessidade de atualização desses mapas (TUCCI, 2007; BRASIL, 2007).

Além disso, verificou-se que a prevalência de municípios atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas no referido período foi 16,0% maior para os que possuem mais de 50.000 habitantes, comparativamente aqueles municípios com até 10.000 habitantes (RP=1/0,862=1,160; p-valor=0,048), corroborando o fato de que a elevada densidade populacional é um dos fatores associados a maior ocorrência deste tipo de desastre (BRASIL, 2006).

Tabela 7: Associação entre os instrumentos de gerenciamento de risco, região brasileira e o tamanho populacional e a prevalência de municípios atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas em suas áreas urbanas no período de 2008 a 2012 (N=1.133).

| Instrumentos de gerenciamento de risco, Região e Tamanho populacional | Modelo com todas as variáveis | | Modelo selecionado | |
|--|----------------------------------|----------|-----------------------|----------|
| | RP | p-valor* | RP | p-valor* |
| <i>Mapeamentos de áreas de risco</i> | | | | |
| Sim | 1,643 | <0,001 | 1,744 | <0,001 |
| Não | 1 | - | 1 | - |
| <i>Mecanismos de controle e fiscalização</i> | | | | |
| Sim | 0,951 | 0,308 | | |
| Não | 1 | - | | |
| <i>Plano de Contingência</i> | | | | |
| Sim | 1,139 | 0,008 | 1,178 | 0,001 |
| Não | 1 | - | 1 | - |
| <i>Sistema de alerta</i> | | | | |
| Sim | 1,092 | 0,130 | | |
| Não | 1 | - | | |
| <i>Cadastro de risco</i> | | | | |
| Sim | 1,050 | 0,338 | | |
| Não | 1 | - | | |
| <i>Projetos de engenharia relacionados ao evento</i> | | | | |
| Sim | 1,070 | 0,231 | | |
| Não | 1 | - | | |
| <i>Região Brasileira</i> | | | | |
| Norte | 1,363 | 0,213 | | |

continua

Tabela 7. continuação

| Instrumentos de gerenciamento de risco, Região e Tamanho populacional | Modelo com todas as variáveis | | Modelo selecionado | |
|--|----------------------------------|----------|-----------------------|----------|
| | RP | p-valor* | RP | p-valor* |
| Nordeste | 1,166 | 0,517 | | |
| Sudeste | 1,482 | 0,090 | | |
| Sul | 1,268 | 0,315 | | |
| Centro-oeste | 1 | - | | |
| <i>Tamanho populacional</i> | | | | |
| Até 10.000 hab. | 0,864 | 0,054 | 0,862 | 0,048 |
| Mais de 10.0000 a 50.000 hab. | 0,945 | 0,269 | 0,925 | 0,124 |
| Mais de 50.000 hab. | 1 | - | 1 | - |

Nota: Municípios que declararam informações sobre os instrumentos de gerenciamento de riscos e sobre a ocorrência do evento escorregamento ou deslizamento de encosta.

*Teste de Wald

No que tange a avaliação da capacidade discriminatória do modelo selecionado da Tabela 7, obteve-se a curva ROC apresentada na Figura 5 e a área sob esta curva de aproximadamente 0,70.

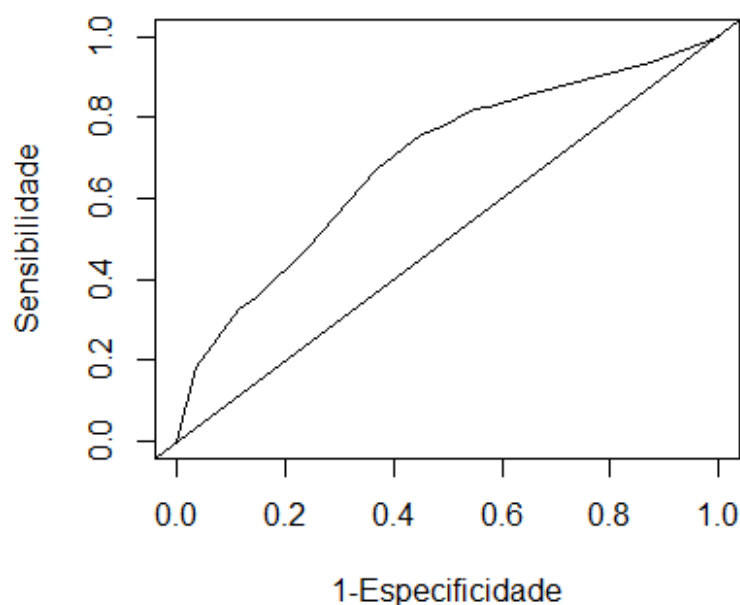


Figura 5: Gráfico da curva ROC e a área sob esta curva referente ao modelo selecionado que considera instrumentos de gerenciamento de riscos.

Para o ponto de corte ótimo ($c_2=0,597$), foi obtida uma taxa global de classificações corretas de 67,1% e medidas de sensibilidade e especificidade iguais a

75,8% e 54,8%, respectivamente (Tabela 8), indicando que este modelo selecionado também tem um poder discriminatório razoável. Cabe mencionar que ambos os pontos de corte levaram as mesmas medidas de qualidade do ajuste (Tabela 8).

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.

| Medidas | Ponto de corte | Ponto de corte ótimo |
|----------------|-------------------------------|---------------------------------|
| | ($c_1=0,5$) | ($c_2=0,597$) |
| Taxa global | 67,1% | 67,1% |
| Sensibilidade | 75,8% | 75,8% |
| Especificidade | 54,8% | 54,8% |

5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os municípios são os primeiros respondedores dos desastres, portanto, devem estar munidos de ferramentas para sua efetiva gestão. Não se pode olvidar que a Pesquisa de Informações Básicas Municipais, ao incluir no seu bojo a temática da *gestão de riscos e respostas a desastres*, deu uma importante contribuição, pois possibilitou uma análise transversal dos entes municipais tendo por baliza as ações de planejamento urbano e gerenciamento de riscos de desastres decorrentes de escorregamentos ou deslizamentos de encostas.

Com esse diagnóstico é possível aferir de que modo os municípios brasileiros têm preparado e planejado a gestão local. Modernamente, a administração da cidade exige uma postura contumaz em relação a temática “desastres”, de modo que a redução de riscos de desastres faça parte da tomada de decisões habituais, isto é, desde a maneira que se educa a população até como se urbanizam as cidades. Cada decisão pode nos fazer mais vulneráveis ou mais resilientes.

Os municípios brasileiros, por meio de seus gestores, devem ratificar o compromisso com a redução do risco e com o aumento da resiliência a desastres, dentro do contexto de governança e participação da sociedade, tudo adequadamente integrado em políticas, planos, programas e orçamentos. Ao assumir o papel de resiliência a cidade busca promover, de forma responsável, a redução do risco de desastres, por meio de uma efetiva mitigação de suas vulnerabilidades e uma melhor preparação.

No presente trabalho, pode-se concluir que os municípios mais atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas no período de 2008 a 2012, foram os municípios que reportaram possuir os seguintes instrumentos de planejamento urbano: Plano Diretor que contempla a prevenção de desastres; Lei de uso e ocupação do solo; Plano Municipal de Redução de Riscos; e Carta Geotécnica de aptidão a urbanização. Os municípios menos atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas foram os que reportaram possuir plano de saneamento básico contemplando o serviço de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

Com relação aos instrumentos de gerenciamento de riscos decorrentes de escorregamentos ou deslizamentos de encostas, conclui-se que os municípios mais atingidos por eventos dessa natureza entre 2008 e 2012 foram os que possuíam mapeamentos de áreas de riscos e planos de contingência.

A partir destes resultados, infere-se que a simples existência de certos instrumentos de planejamento e de gerenciamentos de riscos não são capazes de evitar a ocorrência de desastres decorrentes de deslizamentos ou escorregamentos de encostas em áreas urbanas. A ocorrência destes eventos em áreas urbanas e o resultado que causa a interrupção no funcionamento dessas comunidades com perdas e impactos humanos, materiais, econômicos e ambientais acima da capacidade do *locus* afetado, decorrem da multiplicidade de fatores ligados não somente ao nível de planejamento urbano e a existência de planos de gestão de riscos de desastres nos municípios, mas também da complexidade das relações homem-ambiente, como condições de moradia da população, e das características intrínsecas dos municípios, como clima, padrão de chuvas, relevo, vegetação, uso e ocupação do solo, entre outras variáveis. Entretanto, a adoção dos instrumentos de planejamento e de gerenciamento de riscos são fundamentais para mitigar os impactos dos desastres em geral, mormente os deslizamentos.

A maior ocorrência de deslizamentos ou escorregamentos de encostas nos municípios com certos instrumentos de planejamento e de gerenciamento de riscos pode ser explicada, por um lado, pela maior presença nestes municípios de áreas de taludes e encostas sujeitas a estes eventos e de áreas com ocupações irregulares, mostrando que, de certa forma, os gestores municipais, municiados destes instrumentos, estão preparados para minimizar ou evitar as consequências negativas de eventos dessa natureza. Em contrapartida, os resultados encontrados podem sinalizar a necessidade da efetiva implementação das medidas que constam nos planos diretores e municipais de redução de riscos voltadas para a prevenção de escorregamentos ou deslizamentos de encostas, ampliando o acesso da população em situação de vulnerabilidade aos terrenos destinados a programas de habitação de interesse social, bem como aos projetos de habitações em empreendimentos construídos pós desastres que considerem a reconstituição do ambiente, a reinserção das famílias em novas habitações e o aumento da mitigação e da resiliência da população, a fim de construir cidades mais seguras perante os desastres de origem natural. A adoção de um plano de saneamento básico contemplando o serviço de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas nos municípios é um fator importante de prevenção de desastres dessa natureza.

Com respeito aos instrumentos de gestão de riscos, as associações encontradas podem estar indicando a necessidade de consolidação de um sistema

municipal de gestão de risco que seja mais efetivo visando reduzir danos e prejuízos ocasionados por desastres e que esteja alinhado com a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil. Destaca-se a importância de priorização de ações preventivas nos municípios mais populosos e naqueles localizados, sobretudo, nas regiões Sudeste e Sul.

REFERÊNCIAS

ALVES, Henrique Rosmaninho. **A gestão de riscos naturais no Brasil: face as mudanças sociais e ambientais desencadeadas pelo processo de urbanização**. 1.ed. Curitiba: Editora Prismas, 2016.

BECK, Ulrich. **Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade**. Tradução de Sebastião Nascimento. 1. ed. São Paulo: Editora 34, 2010.

BOTERO, Eduardo Montoya. **Modelo de alerta de escorregamentos deflagrados por chuvas usando redes neurais artificiais**. 2013. 87 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia), Universidade de Brasília. Brasília, DF, 2013. Disponível em: <<http://geotecnia.unb.br/downloads/dissertacoes/233-2013.pdf>>. Acesso em: 8 fev. 2017.

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.

_____. **Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012**. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nos 12.340, de 1o de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 11 abr.2012.

_____. 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. Disponível em: em: <<http://site.pciconcursos.com.br/arquivo/1199506.pdf>> Acesso em: 20 fev. 2017.

_____. **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>. Acesso em: 20 fev. 2017.

_____. **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>. Acesso em: 20 fev. 2017.

_____. Ministério das Cidades. **Guia para o Mapeamento e Caracterização de Assentamentos Precários**. BRASÍLIA, DF, 2010.

_____. **Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007.** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 20 fev. 2017.

_____. Ministério das Cidades. Instituto de Pesquisas Tecnológicas-IPT. *Mapeamento de Riscos de Encostas e Margem de Rios*. Brasília: Ministério das Cidades, 2007.

_____. Ministério das Cidades. **Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: Guia para Elaboração de Políticas Municipais**. CARVALHO, C. S.; GALVÃO, T. (Org.) Brasília: Ministério das Cidades, 2006.

_____. **Estatuto da Cidade: guia para implementação pelos municípios e cidadãos**. 2. ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2002.

_____. **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.

_____. **Constituição Federal de 1988.** Promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 24 fev. 2017.

_____. **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.

CASTRO, Antônio Luiz Coimbra de. **Manual de desastres: desastres naturais**. Brasília. SEDEC, MIR, 1993. Disponível em: <<http://www.integracao.gov.br/pt/web/guest/defesacivil>>. Acesso em: 25 fev. 2017.

_____. **Manual de planejamento em Defesa Civil: Volume IV**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, Secretaria de Defesa Civil, 2003.

CARVALHO, C. S.; GALVÃO, T. **Gestão de riscos e resposta a desastres naturais: a atuação do ministério das cidades**. IV CONSAD. Disponível em: <<http://repositorio.fjp.mg.gov.br/consad/handle/123456789/815>>. Acesso em: 28 jun. 2017.

CARVALHO, D. W. **Instrumentos de prevenção a desastres: as medidas não estruturais e a construção de cidades resilientes**. *Novos Estudos Jurídicos* 20.1 (2015): 34-58. Disponível em: <<http://siaiap32.univali.br/seer/index.php/nej/article/viewFile/7194/4090>>. Acesso em: 25 fev. 2017.

CARVALHO, L. A. **O Novo Código Florestal comentado artigo por artigo**. 1. ed. Curitiba: Juruá, 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.

COUTINHO, L.M.S.; SCAZUFCA, M.; MENEZES, P.R. **Métodos para estimar razão de prevalência em estudos de corte transversal**. Revista Saúde Pública; v.42, n.6, 2008, p. 992-8.

FREITAS, C.M., CARVALHO, M.L., XIMENES, E.F., ARRAES, E.F., GOMES, J.O. **Vulnerabilidade Socioambiental, Redução de Riscos de Desastres e Construção da Resiliência – lições do terremoto no Haiti e das chuvas fortes na Região Serrana, Brasil**. Ciência & Saúde Coletiva, v. 17, n. 6, p. 1577-1586, 2012.

GUERRA, Antônio José Teixeira. **Novo Dicionário geológico-geomorfológico**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **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 jul. 2016.

IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Caracterização e tipologia de assentamentos precários: estudos de caso brasileiros** / editores: Maria da Piedade Moraes, Cleandro Krause, Vicente Correia Lima Neto. Brasília, 2016.

KOBIYAMA, Masato. *et al.* **Prevenção de Desastres Naturais: conceitos básicos**. Curitiba: Organic Trading, 2006.

MACHADO, Roberto Rosa; ZACARIAS, Giovanni MatiuZZi. **Análise de risco de deslizamento**. Revista Ordem Pública e Defesa Social – v. 9, n. 1, jan./jun., 2016, p.79-92. Disponível em: <https://rop.emnuvens.com.br/rop/article/view/111/104>. Acesso em: 3 mar. 2017.

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. 2008. **Desastres Naturais e Geotecnologias: Conceitos Básicos**. Caderno Didático nº 1. INPE/CRS, Santa Maria, 2008. Disponível em: <http://mtc-m18.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/>. Acesso em: 3 mar. 2017.

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

MENDONÇA, M.B. PINHEIRO M.T.G., 2013 **Percepção de risco associado a deslizamentos de terra por parte da população moradora da comunidade do Maceió, Niterói, RJ**, Relatório Científico do Projeto de Pesquisa – Processo E-26/110.263/2012, FAPERJ, Rio de Janeiro, Brasil. Disponível em:

<<http://www.latec.ufrj.br/revistas/index.php?journal=eduambiental&page=article&op=view&path%5B%5D=493&path%5B%5D=573>>. Acesso em: 20 jan. 2017.

OLIVEIRA, Catarina Mattos Barbosa de. **Proposta de drenagem superficial como fator determinante na redução de riscos em assentamentos precários em encostas no município de Juiz de Fora**. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2015. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/ambienteconstruido/files/2015/06/Catarina-Mattos-Barbosa-de-Oliveira.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2017.

PINHEIRO, Eduardo Gomes. **Gestão Pública para a redução dos desastres: incorporação da variável risco de desastre à gestão da cidade**. 1.ed. Curitiba: Appris, 2015.

SANTOS, Gabriel da Paz. **Drenagem Urbana da Cidade de Posto da Mata**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 2, Vol. 13. pp 181-200 Janeiro de 2017.

SABOYA, Renato. **Concepção de um sistema de suporte à elaboração de planos diretores participativos**. 2007. Tese de Doutorado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina.

SCHÄFFER, W.B; ROSA, M.R.; AQUINO, L.C.S.; MEDEIROS, J.D. **Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação & Áreas de Risco. O que uma coisa tem a ver com a outra? Relatório de Inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro**. Brasília: MMA, 2011, 96p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/202/_publicacao/202_publicacao01082011112029.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2016.

SOBREIRA, Frederico Garcia; SOUZA, Leonardo Andrade de. **Cartografia geotécnica aplicada ao planejamento urbano**. Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental. São Paulo, v. 2, n. 1, p. 79-98, maio 2012. Disponível em: <http://www.abge.org.br/uploads/revistas/r_pdf/RevistaABGE-art3.pdf> Acesso em: 3 mar. 2017.

SOUZA, L. A.; SOBREIRA, F. G. **Guia para elaboração de cartas geotécnicas de aptidão à urbanização frente aos desastres naturais: Estudo de Caso de Ouro Preto**, 2013. Prefixo Editorial: 917793 Número ISBN: 978-85-917793-0-7. 1. ed. Brasília, 2014.

TENÓRIO, Cristina de Fátima Cavalcante. **Os instrumentos da política urbana na gestão das águas. Estudo de caso: bacia do Riacho Reginaldo em Maceió/AL / Dissertação mestrado em Engenharia: Recursos Hídricos e Saneamento– Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Maceió, 2011.**

TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosangela (orgs). **Desastres Naturais: Conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

TUCCI, Carlos E. M. **Gestão da drenagem urbana**. Brasília-DF: CEPAL, 2012.

_____. **Inundações Urbanas**. 1 ed. Porto Alegre: Ed. ABRH/RHAMA, 2007.

UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION-UNISDR. **Terminology on Disaster Risk Reduction**. Geneva, Switzerland: United Nations, 2009. Disponível em: <http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologyEnglish.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2017.

_____. **Los desastres vistos desde una óptica diferente – detrás de cada efecto hay una causa**. (2011). Disponível em: <http://www.unisdr.org/files/20108_mhbspweb.pdf>. Acesso em: 10. Mar. 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL- UFRGS- CEPED - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES. **Capacitação em gestão de riscos**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2016.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA- UFSC- CEPED - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2012**. 2. ed. rev. ampl. Florianópolis: CEPED UFSC, 2013.

VALENCIO, N., Siena, M., MARCHEZINI, V. e GONCALVES, J. C. **Sociologia dos Desastres - Construção, Interfaces e Perspectivas no Brasil**. São Carlos: RiMa Editora, 2009.

VARGAS, Luciani Vieira de; CARDIAS, Marcia Elena de Mello; SOUZA, Bernardo Sayão Penna. Deslizamentos e Erosão Superficial em Itaara/RS. **Fundamentação como Subsídio ao Mapeamento de Feições Geomorfológicas**. XVI Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão. Anais... Santa Maria: UNIFRA, 2012. Disponível em: <http://www.unifra.br/eventos/sepe2012/consulta_anais.asp> Acesso em: 13 mar. 2017.

VASCONCELLOS, Danielle Broda. **Percepção de risco associado a deslizamentos de terra na comunidade do Morro da Formiga, Rio de Janeiro, RJ, BRASIL**. Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2015. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10015754.pdf>>. Acesso em: 17 jan. 2017.

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

VILLAÇA, Flávio. Dilemas do Plano Diretor. In: CEPAM. **O município no século XXI: cenários e perspectivas**. São Paulo: Fundação Prefeito Faria Lima – Cepam, 1999. p. 237 – 247.

APÊNDICE

Artigo apresentado no 1º Congresso Brasileiro de Redução de Risco de Desastres: “Gestão Integrada em RRD no Brasil e o Marco de SENDAI para a Redução do Risco de Desastres 2015 – 2030”. Curitiba, 12 a 15 de outubro de 2016.



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

ASSOCIAÇÃO DA ADOÇÃO DE INSTRUMENTOS DE PLANEJAMENTO URBANO E DE GERENCIAMENTO DE RISCOS COM A PREVALÊNCIA DE MUNICÍPIOS BRASILEIROS ATINGIDOS POR ESCORREGAMENTOS OU DESLIZAMENTOS DE ENCOSTAS, NO PERÍODO DE 2008 A 2012.

Cleyton Cruz do Espírito Santo¹ e José Rodrigo de Moraes²
 1 Universidade Federal Fluminense, cleyton04@hotmail.com
 2 Universidade Federal Fluminense, jrodrigo78@est.uff.br

RESUMO

A urbanização brasileira traz como uma de suas consequências o aumento da quantidade de pessoas vivendo em áreas sujeitas a escorregamentos ou deslizamentos de encostas. Este trabalho estabeleceu a associação da adoção de instrumentos de planejamento urbano e de gerenciamento de riscos decorrentes de escorregamentos ou deslizamentos de encostas com a prevalência de municípios brasileiros que foram atingidos por desastres dessa natureza, no período de 2008 a 2012. Foram utilizados modelos de regressão de Poisson com base na MUNIC 2013. Observou-se maior prevalência de municípios atingidos entre os mais populosos e os que reportaram possuir plano diretor, plano municipal de redução de riscos, lei de uso e ocupação do solo, carta geotécnica, mapeamentos de áreas de risco e plano de contingência. Destaca-se a importância de maior implementação de medidas de prevenção e a consolidação de um sistema municipal de gestão de risco visando reduzir danos e prejuízos ocasionados por desastres.

Palavras Chave: Brasil, Municípios, Deslizamentos de encostas, Modelo de Poisson

ASSOCIATION OF ADOPTION OF URBAN PLANNING AND RISK MANAGEMENT INSTRUMENTS WITH THE PREVALENCE OF BRAZILIAN MUNICIPALITIES AFFECTED BY LANDSLIDES, BETWEEN 2008 AND 2012.

ABSTRACT

One of the consequences of urbanization in Brazil has been the increased numbers of people living in areas subject to landslides. This study established a correlation between adoption of urban planning and risk management instruments and the prevalence of Brazilian municipalities affected by disasters of this nature, between 2008 and 2012. Poisson regression models based on MUNIC 2013 were used. It was observed that the prevalence of affected municipalities was higher among those with larger populations and those that reported having master plans, municipal risk reduction plans, land use and occupation laws, geotechnical maps, mapping of areas at risk and contingency plans. The importance of greater implementation of preventive measures and consolidation of municipal risk management systems aimed towards reducing damage and losses caused by disasters can be highlighted.

Keywords: Brazil, municipalities, landslides, Poisson’s model

1

1 INTRODUÇÃO

O acelerado processo de urbanização brasileira traz como uma de suas características negativas um aumento real de quantidade de pessoas que vivem em áreas consideradas de risco de movimentos de massa, especialmente, escorregamentos ou deslizamentos de encostas, situação mais frequente em áreas metropolitanas (BRASIL, 2007; SCHÄFFER *et al.*, 2011; ALVES, 2016).

Apesar da histórica deficiência de catalogação de ocorrências de desastres de origem natural em território brasileiro, nas últimas duas décadas os registros associados a movimentos de massa revelam um aumento na frequência, magnitude e extensão territorial atingida, que, entre 1991 e 2012, totalizou 699 apontamentos oficiais e, em conjunto, contabilizaram 535 mortos e 5,5 milhões de pessoas afetadas em todo o país (CEPED, 2013).

O risco de um desastre é uma relação de probabilidade entre ameaça e vulnerabilidade, que, caso se concretize, causará extensivas perdas e danos humanos, materiais e/ou ambientais. Nesse sentido, a gestão de riscos consiste na adoção de medidas para reduzir os danos e prejuízos ocasionados por desastres, antes que esses ocorram, dentro de um processo sistemático com ações distintas e inter-relacionadas (prevenção, mitigação e preparação) incursas especialmente na Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDC) (BRASIL, 2012; ALVES, 2016; CEPED, 2016). Cumpre destacar que durante Terceira Conferência Mundial da Organização das Nações Unidas (ONU) para a Redução de Riscos de Desastres, em Sendai (Japão), os países signatários, incluindo o Brasil, adotaram a Declaração de Sendai e o Marco para a Redução de Riscos de Desastres com vigência para o período 2015 a 2030, e por esse documento reiteraram o compromisso com a redução do risco de desastres e com o aumento da resiliência, adequadamente integrado em políticas, planos, programas e orçamentos de todos os níveis (ONU, 2015).

Os instrumentos de planejamento urbano e de gestão de risco são fundamentais nesse contexto. A PNPDC deu especial ênfase para controle das áreas suscetíveis às ocorrências de deslizamentos, bem como inseriu importantes mudanças atinentes ao tema na Lei de Parcelamento do Solo Urbano e no Estatuto das Cidades (BRASIL, 2012).

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) realiza, periodicamente, a Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC) com levantamento pormenorizado de informações sobre a estrutura, a dinâmica e o funcionamento das instituições públicas municipais. A edição 2013 retomou temas já investigados em anos anteriores, porém inovou quando trouxe a temática *gestão de riscos e resposta a desastres*, abordando-a em um capítulo específico, com enfoque em alguns eventos que implicam riscos nas áreas urbanas, dentre os quais escorregamentos e deslizamentos de encostas, examinando a capacidade institucional local de formular e gerir políticas públicas, com o objetivo de municiar o planejamento e o monitoramento (IBGE, 2014).

A MUNIC 2013, no seu bojo, utilizou-se das expressões escorregamentos ou deslizamentos de encostas, sendo definidas como movimentos de massa de solos, rochas ou detritos em morros, taludes e encostas, sendo causada principalmente por infiltração de água das chuvas associadas às alterações nas condições naturais do relevo (cortes para construção de moradias, rodovias, aterros, entre outras), ou ainda, podendo ser provocadas pelo acúmulo de resíduos sólidos no topo e/ou no setor médio dos morros, taludes e encostas (IBGE, 2014).

O presente trabalho, considerando o tema escorregamentos ou deslizamentos de encostas, buscou avaliar a associação da adoção de instrumentos de planejamento urbano e de gerenciamento de riscos com a prevalência de municípios brasileiros atingidos por desastres dessa natureza, no período de 2008 a 2012, com base nos dados da MUNIC 2013.

2 METODOLOGIA

Os dados utilizados neste trabalho são provenientes da Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC) 2013, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A MUNIC é uma pesquisa institucional e de registros administrativos da gestão pública municipal, que levanta informações sobre diferentes aspectos (estrutura, dinâmica e funcionamento) das instituições públicas municipais, em especial a prefeitura. Nesta pesquisa, o município é a unidade de investigação, tendo a prefeitura como informante principal, incluindo os seus diversos setores, enquanto as instituições ligadas a outros poderes públicos locais representam as unidades secundárias de informação (IBGE, 2014).

No ano de 2013, no questionário básico foram obtidas informações sobre o perfil dos gestores municipais, recursos humanos, legislação e instrumentos de planejamento, saúde, meio ambiente, entre outros temas, além de incluir informações sobre gestão de riscos de desastres decorrentes de escorregamentos ou deslizamentos de encostas, enchentes e inundações (IBGE, 2014).

No presente trabalho foram ajustados dois modelos de regressão log-linear de Poisson com variância robusta (COUTINHO *et al.*, 2008) para estimar a prevalência de municípios que foram atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas no período de 2008 a 2012, sendo que um modelo foi ajustado considerando todos os municípios brasileiros que declararam informações sobre a adoção ou não de instrumentos de planejamento urbano, enquanto o outro modelo considerou os municípios declarantes de informações sobre a adoção ou não de instrumentos de gerenciamento de risco.

As variáveis consideradas na modelagem estatística se referem a adoção ou não de instrumentos de planejamento e de gerenciamento de riscos de desastres decorrentes de escorregamentos ou deslizamentos de encostas. O desfecho de 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 escorregamentos ou deslizamentos de encostas nos últimos 5 anos?”*, contendo duas alternativas de respostas possíveis: *“Sim”* e *“Não”*

Com relação as variáveis independentes, foram considerados num modelo a região brasileira, o tamanho populacional e sete variáveis referentes a dimensão *“planejamento urbano”*, que representam a existência ou não de instrumentos de planejamento nos municípios voltados para prevenção de escorregamentos ou deslizamentos de encostas, listados a seguir: 1) Plano Diretor que contemple a prevenção de escorregamentos ou deslizamentos de encostas; 2) Lei de Uso e Ocupação do Solo que contemple a prevenção de escorregamentos ou deslizamentos de encostas; 3) Lei específica que contemple a prevenção de escorregamentos ou deslizamentos de encostas; 4) Plano Municipal de Redução de Riscos; 5) Carta geotécnica de aptidão à urbanização; 6) Plano de Saneamento Básico contemplando o serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; e 7) Plano de Saneamento Básico contemplando o serviço de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

No outro modelo, foram considerados, além da região e da população, seis variáveis da dimensão *“gestão do risco”* que indicam a adoção ou não pelos municípios dos seguintes instrumentos de gerenciamento de risco de desastres decorrentes de escorregamentos ou deslizamentos de encostas: 1) Mapeamentos de áreas de risco em encostas; 2) Mecanismos de controle e fiscalização para evitar ocupação em áreas suscetíveis aos desastres; 3) Plano de Contingência; 4) Sistema de alerta antecipado de desastres; 5) Cadastro de risco; e 6) Projetos de engenharia relacionados ao evento.

A partir dos modelos, foram estimadas as medidas de razão de prevalência (RP) de municípios atingidos em suas áreas urbanas por escorregamentos ou deslizamentos de encostas. Para avaliar a significância da associação entre os instrumentos de cada dimensão considerada, região e tamanho populacional com o desfecho de estudo, utilizou-se o teste de Wald, fixando o nível de significância de 5%. Nos ajustes de ambos os modelos foram incluídas simultaneamente todas as variáveis (a região brasileira, o tamanho populacional e os instrumentos de cada dimensão), e excluídas uma a uma, até obter modelos finais em que todas as variáveis estejam estatisticamente associadas com a prevalência de municípios atingidos por

escorregamentos ou deslizamentos de encostas. As análises estatísticas foram desenvolvidas com o uso do software R, versão 3.3.1.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação aos municípios brasileiros declarantes dos instrumentos de planejamento voltados para a prevenção de escorregamentos ou deslizamentos de encostas, observou-se em 2013 que 14,7% tem plano diretor; 14,1% possuem lei de uso e ocupação do solo, 2,2% possuem lei específica, 18,1% tem plano municipal de redução de riscos e 6,9% tem carta geotécnica de aptidão a urbanização (Tabela 1).

Tabela 1: Distribuição dos municípios segundo os instrumentos de planejamento, região brasileira e tamanho populacional, por ocorrência ou não de escorregamentos ou deslizamentos de encostas em suas áreas urbanas no período de 2008 a 2012.

| Instrumentos de planejamento, Região e Tamanho populacional | % Municípios (N=2.754*) | Ocorrência de escorregamentos ou deslizamentos de encostas | |
|--|----------------------------|---|------------------|
| | | Sim (N=642) | Não (N=2.112) |
| <i>Plano Diretor</i> | | | |
| Sim | 14,7 | 38,5 | 61,5 |
| Não | 85,3 | 20,7 | 79,3 |
| <i>Lei de Uso e Ocupação do Solo</i> | | | |
| Sim | 14,1 | 37,5 | 62,5 |
| Não | 85,9 | 21,0 | 79,0 |
| <i>Lei específica</i> | | | |
| Sim | 2,2 | 45,9 | 54,1 |
| Não | 97,8 | 22,8 | 77,2 |
| <i>Plano Municipal de redução de riscos</i> | | | |
| Sim | 18,1 | 45,8 | 54,2 |
| Não | 81,9 | 18,4 | 81,6 |
| <i>Carta geotécnica</i> | | | |
| Sim | 6,9 | 40,7 | 59,3 |
| Não | 93,1 | 22,0 | 78,0 |
| <i>PSB - Serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos</i> | | | |
| Sim | 58,2 | 21,0 | 79,0 |
| Não | 41,8 | 26,6 | 73,4 |
| <i>PSB – Serviços de drenagem e manejo de águas</i> | | | |
| Sim | 38,1 | 22,2 | 77,8 |
| Não | 61,9 | 24,0 | 76,0 |
| <i>Região Brasileira</i> | | | |
| Norte | 7,5 | 15,5 | 84,5 |
| Nordeste | 25,6 | 14,4 | 85,6 |
| Sudeste | 32,3 | 37,4 | 62,6 |
| Sul | 28,6 | 20,7 | 79,3 |
| Centro-oeste | 6,0 | 7,3 | 92,7 |
| <i>Tamanho populacional</i> | | | |
| Até 10.000 hab. | 35,6 | 14,1 | 85,9 |
| Mais de 10.000 a 50.000 hab. | 45,9 | 22,2 | 77,8 |
| Mais de 50.000 hab. | 18,5 | 43,7 | 53,3 |

Nota: *Municípios que declararam informações sobre a adoção ou não dos instrumentos de planejamento considerados no estudo.

Além disso, 58,2% dos municípios declarantes possuem plano de saneamento básico contemplando serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e 38,1% têm plano de saneamento básico que contemplam serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. Com relação as grandes regiões brasileiras, 25,6% dos municípios declarantes são da Região Nordeste, 32,3% da Região Sudeste, 28,6% da região Sul, e os demais (13,5%) são das Regiões Norte e Centro-Oeste. Quanto ao tamanho populacional, a maioria dos municípios declarantes (64,4%) possuem mais de 10.000 habitantes (Tabela 1).

Adicionalmente, pode-se salientar que os percentuais de municípios atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas foram: 38,5% para os que tem plano diretor, 37,5% para os que possuem lei de uso e ocupação do solo, 45,9% para os que tem lei específica, 45,8% para os que tem plano municipal de redução de riscos e 40,7% para os tem carta geotécnica de aptidão a urbanização. Observou-se ainda maiores percentuais de municípios atingidos nas Regiões Sudeste e Sul e entre aqueles com maiores tamanhos populacionais (Tabela 1).

No que tange ao ajuste do modelo que estabelece a associação da região brasileira, do tamanho populacional e dos instrumentos de planejamento com a prevalência de municípios que foram atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas no período de 2008 a 2012, observou-se apenas que as variáveis “lei específica” e “PSB- Serviços de limpeza urbana” não apresentaram efeitos estatisticamente significantes ao nível de 5% (Tabela 2).

Quanto as grandes regiões brasileiras, observou-se que a prevalência de municípios atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas no período de 2008 a 2012 foi 4,22 vezes maior na Região Sudeste e 3,03 vezes maior na Região Sul, comparativamente ao Centro-Oeste. Entre os municípios mais populosos se verificou maior prevalência de municípios afetados por escorregamentos ou deslizamentos de encostas no período considerado (Tabela 2). A maior suscetibilidade da região Sudeste a desastres decorrentes de deslizamentos de encostas, como apontado por Malvestio (2013), deve-se a grande precipitação pluviométrica associada a elevados níveis de urbanização e grandes contingentes populacionais vivendo em assentamentos precários e loteamentos irregulares distribuídos pelas encostas, planícies aluviais e setores periféricos de grandes e médias cidades. Além disso, a remoção da vegetação, o acúmulo de lixo nas encostas, a ausência de sistemas de drenagem de águas pluviais e coleta de esgotos e a fragilidade das moradias contribuem para o aumento das ocorrências de desastres dessa natureza (BRASIL, 2006).

A prevalência de municípios atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas no período de 2008 a 2012 foi: 29,2% maior entre os que reportaram no ano de 2013 ter plano diretor que contemple a prevenção de desastres dessa natureza (RP=1,292; p-valor=0,002); 63,6% maior para os que tem plano municipal de redução de riscos de desastres (RP=1,636; p-valor<0,001); 23,3% maior para os que possuem lei de uso e ocupação do solo (RP=1,233; p-valor=0,016); e 19,8% maior para os que tem carta geotécnica de aptidão à urbanização (RP=1,198; p-valor=0,047). A adoção desses instrumentos de planejamento em 2013 pode ser devida, por um lado, ao quadro de ocorrências de escorregamentos ou deslizamentos de encostas que atingiram esses municípios no período de 2008 a 2012. Por outro lado, pode-se indicar a necessidade de implementação das medidas que constam nos planos diretores e municipais de redução de riscos voltadas para a prevenção de escorregamentos ou deslizamentos de encostas (CEPED, 2016).

Já a prevalência de municípios atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas entre os que tem plano de saneamento básico contemplando o serviço de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas foi 18,8% menor em comparação aos municípios sem a existência deste plano de saneamento básico (RP=0,812; p-valor=0,002) (Tabela 2). Este último resultado indica que a presença de sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas pode ser um fator importante para prevenir ou mitigar as ocorrências de deslizamentos (BRASIL, 2006).

Com relação aos municípios brasileiros declarantes dos instrumentos de gerenciamento de riscos de desastres decorrentes de escorregamentos ou deslizamentos de encostas, observou-se no ano de 2013 que 63,1% possuem mapeamentos de áreas de risco; 39,8% possuem mecanismos de controle e fiscalização, 36,2% tem plano de contingência, 13,6% tem sistema de alerta, 31,5% possuem cadastro de risco e 20,4% projetos de engenharia relacionados ao evento. Quanto as regiões brasileiras, 20,1% dos municípios declarantes dos

instrumentos de gestão de risco são provenientes da Região Nordeste, 48,9% da Região Sudeste e 22,8% do Sul, enquanto 8,2% são do Norte e Centro-Oeste. Quanto ao tamanho populacional, quase a metade dos municípios declarantes possuem mais de 10.000 a 50.000 habitantes (Tabela 3).

Tabela 2: Associação entre os instrumentos de planejamento, região brasileira e o tamanho populacional e a prevalência de municípios atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas em suas áreas urbanas no período de 2008 a 2012 (N= 2.754).

| Instrumentos de planejamento, Região e Tamanho populacional | Modelo com todas as variáveis | | Modelo selecionado | |
|--|----------------------------------|----------|--------------------|----------|
| | RP | p-valor* | RP | p-valor* |
| <i>Plano Diretor</i> | | | | |
| Sim | 1,265 | 0,007 | 1,292 | 0,002 |
| Não | 1 | - | 1 | - |
| <i>Lei de Uso e Ocupação do Solo</i> | | | | |
| Sim | 1,226 | 0,022 | 1,233 | 0,016 |
| Não | 1 | - | 1 | - |
| <i>Lei específica</i> | | | | |
| Sim | 1,148 | 0,395 | | |
| Não | 1 | - | | |
| <i>Plano Municipal de redução de riscos</i> | | | | |
| Sim | 1,625 | <0,001 | 1,636 | <0,001 |
| Não | 1 | - | 1 | - |
| <i>Carta geotécnica</i> | | | | |
| Sim | 1,195 | 0,049 | 1,198 | 0,047 |
| Não | 1 | - | 1 | - |
| <i>PSB – Serviços de limpeza urbana</i> | | | | |
| Sim | 0,893 | 0,134 | | |
| Não | 1 | - | | |
| <i>PSB – Serviços de drenagem e manejo</i> | | | | |
| Sim | 0,858 | 0,060 | 0,812 | 0,002 |
| Não | 1 | - | 1 | - |
| <i>Região Brasileira</i> | | | | |
| Norte | 1,835 | 0,051 | 1,836 | 0,050 |
| Nordeste | 1,678 | 0,068 | 1,683 | 0,066 |
| Sudeste | 4,178 | <0,001 | 4,224 | <0,001 |
| Sul | 3,015 | <0,001 | 3,026 | <0,001 |
| Centro-oeste | 1 | - | 1 | - |
| <i>Tamanho populacional</i> | | | | |
| Até 10.000 hab. | 0,427 | <0,001 | 0,427 | <0,001 |
| Mais de 10.000 a 50.000 hab. | 0,691 | <0,001 | 0,691 | <0,001 |
| Mais de 50.000 hab. | 1 | - | 1 | - |

*Teste de Wald

No que se refere aos instrumentos de gestão de risco, pode-se destacar maiores percentuais de municípios atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas no período de 2008 a 2012 entre os que possuem em 2013: mapeamentos de áreas de risco (70,2%), plano de contingência (69,0%), sistema de alerta (74,7%), cadastro de risco (67,5%) e projetos de engenharia relacionados ao evento (65,4%). Ao analisar os municípios declarantes dos instrumentos de gestão de risco, verificou-se que o Sudeste continua sendo a região com a maior prevalência de municípios atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas, assim como os municípios mais populosos (Tabela 3).

Tabela 3: Distribuição dos municípios segundo os instrumentos de gerenciamento de riscos, região brasileira e tamanho populacional, por ocorrência ou não de escorregamentos ou deslizamentos de encostas em suas áreas urbanas no período de 2008 a 2012.

| Instrumentos de gerenciamento de risco, Região e Tamanho populacional | % Municípios (N= 1.133*) | Ocorrência de escorregamentos ou deslizamentos de encostas | |
|--|-----------------------------|---|----------------|
| | | Sim (N=662) | Não (N=471) |
| <i>Mapeamentos de áreas de risco</i> | | | |
| Sim | 63,1 | 70,2 | 28,8 |
| Não | 36,9 | 38,3 | 61,7 |
| <i>Mecanismos de controle e fiscalização</i> | | | |
| Sim | 39,8 | 58,8 | 41,2 |
| Não | 60,2 | 58,2 | 41,8 |
| <i>Plano de Contingência</i> | | | |
| Sim | 36,2 | 69,0 | 31,0 |
| Não | 63,8 | 52,4 | 47,6 |
| <i>Sistema de alerta</i> | | | |
| Sim | 13,6 | 74,7 | 25,3 |
| Não | 86,4 | 55,9 | 44,1 |
| <i>Cadastro de risco</i> | | | |
| Sim | 31,5 | 67,5 | 32,5 |
| Não | 68,5 | 54,3 | 45,7 |
| <i>Projetos de engenharia relacionados ao evento</i> | | | |
| Sim | 20,4 | 65,4 | 34,6 |
| Não | 79,6 | 56,7 | 43,3 |
| <i>Região Brasileira</i> | | | |
| Norte | 5,5 | 59,7 | 40,3 |
| Nordeste | 20,1 | 49,6 | 50,4 |
| Sudeste | 48,9 | 66,8 | 33,2 |
| Sul | 22,8 | 50,8 | 49,2 |
| Centro-oeste | 2,7 | 35,5 | 64,5 |
| <i>Tamanho populacional</i> | | | |
| Até 10.000 hab. | 22,1 | 49,2 | 50,8 |
| Mais de 10.0000 a 50.000 hab. | 48,0 | 56,8 | 43,2 |
| Mais de 50.000 hab. | 29,9 | 68,8 | 32,2 |

Nota: *Municípios que declararam informações sobre a adoção ou não dos instrumentos de gerenciamento de riscos considerados no estudo.

Ao analisar os resultados do ajuste do modelo que estabelece a associação da região brasileira, do tamanho populacional e dos instrumentos de gerenciamento de riscos com a prevalência de municípios que foram atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas no período de 2008 e 2012, observou-se que as variáveis “mapeamentos de áreas riscos”, “plano de contingência” e “tamanho populacional” apresentaram efeitos estatisticamente significantes ao nível de 5% ($p\text{-valor} \leq 0,05$) (Tabela 4).

Observou-se que a prevalência de municípios atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas no período de 2008 a 2012 foi 74,4% maior para aqueles municípios que em 2013 reportaram possuir mapeamentos de áreas de risco ($RP=1,744$; $p\text{-valor} < 0,001$) e 17,8% maior para aqueles que informaram ter plano de contingência ($RP= 1,178$; $p\text{-valor}=0,001$). Além disso, verificou-se que a prevalência de municípios atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas no referido período foi 16,0% maior para os que possuem mais de 50.000 habitantes, comparativamente aqueles municípios com até 10.000 habitantes

(RP=1/0,862=1,160; p-valor=0,048), corroborando o fato de que a elevada densidade populacional é um dos fatores associados a maior ocorrência deste tipo de desastre (BRASIL, 2006).

Tabela 4: Associação entre os instrumentos de gerenciamento de risco, região brasileira e o tamanho populacional e a prevalência de municípios atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas em suas áreas urbanas no período de 2008 a 2012 (N= 1.133).

| Instrumentos de gerenciamento de risco, Região e Tamanho populacional | Modelo com todas as variáveis | | Modelo selecionado | |
|--|----------------------------------|----------|--------------------|----------|
| | RP | p-valor* | RP | p-valor* |
| <i>Mapeamentos de áreas de risco</i> | | | | |
| Sim | 1,643 | <0,001 | 1,744 | <0,001 |
| Não | 1 | - | 1 | - |
| <i>Mecanismos de controle e fiscalização</i> | | | | |
| Sim | 0,951 | 0,308 | | |
| Não | 1 | - | | |
| <i>Plano de Contingência</i> | | | | |
| Sim | 1,139 | 0,008 | 1,178 | 0,001 |
| Não | 1 | - | 1 | - |
| <i>Sistema de alerta</i> | | | | |
| Sim | 1,092 | 0,130 | | |
| Não | 1 | - | | |
| <i>Cadastro de risco</i> | | | | |
| Sim | 1,050 | 0,338 | | |
| Não | 1 | - | | |
| <i>Projetos de engenharia relacionados ao evento</i> | | | | |
| Sim | 1,070 | 0,231 | | |
| Não | 1 | - | | |
| <i>Região Brasileira</i> | | | | |
| Norte | 1,363 | 0,213 | | |
| Nordeste | 1,166 | 0,517 | | |
| Sudeste | 1,482 | 0,090 | | |
| Sul | 1,268 | 0,315 | | |
| Centro-oeste | 1 | - | | |
| <i>Tamanho populacional</i> | | | | |
| Até 10.000 hab. | 0,864 | 0,054 | 0,862 | 0,048 |
| Mais de 10.0000 a 50.000 hab. | 0,945 | 0,269 | 0,925 | 0,124 |
| Mais de 50.000 hab. | 1 | - | 1 | - |

*Teste de Wald

4 CONCLUSÃO

No presente trabalho, pode-se concluir que os municípios mais atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas no período de 2008 a 2012, foram os municípios que reportaram em 2013 possuir os seguintes instrumentos de planejamento: plano diretor que contempla a prevenção de desastres, lei de uso e ocupação do solo, plano municipal de redução de riscos e carta geotécnica de aptidão a urbanização. Já os municípios que reportaram em 2013 possuir plano de saneamento básico contemplando o serviço de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas foram os menos atingidos por escorregamentos ou deslizamentos de encostas.

Com relação aos instrumentos de gerenciamento de riscos decorrentes de escorregamentos ou deslizamentos de encostas, conclui-se que os municípios que possuíam mapeamentos de áreas de riscos e planos de contingência no ano de 2013 foram os mais atingidos por desastres dessa natureza entre 2008 e 2012.

A adoção desses instrumentos de planejamento e de gerenciamento de risco em 2013 pode ser explicado, por um lado, em função do quadro de ocorrências de escorregamentos ou deslizamentos de encostas que atingiram esses municípios no período de 2008 a 2012. Em contrapartida, pode sinalizar a necessidade de implementação das medidas que constam nos planos diretores e municipais de redução de riscos voltadas para a prevenção de escorregamentos ou deslizamentos de encostas. Em termos de planejamento, a adoção de um plano de saneamento básico contemplando o serviço de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas nos municípios pode ser um fator importante de prevenção de desastres dessa natureza. Com respeito aos instrumentos de gestão de riscos, as associações encontradas podem estar indicando a necessidade de consolidação de um sistema municipal de gestão de risco que seja mais efetivo visando reduzir danos e prejuízos ocasionados por desastres e que esteja alinhado com as normativas nacionais e internacionais, especialmente a atual Política Nacional de Proteção e Defesa Civil e o Marco de Sendai, respectivamente. Destaca-se a importância de priorização de ações preventivas nos municípios mais populosos e naqueles localizados, sobretudo, nas regiões Sudeste e Sul.

5 REFERÊNCIAS

ALVES, Henrique Rosmaninho. *A gestão de riscos naturais no Brasil: face as mudanças sociais e ambientais desencadeadas pelo processo de urbanização*. 1.ed. Curitiba: Editora Prismas, 2016, 223 p.

BRASIL. *Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012*. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nos 12.340, de 1o de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 11 abr.2012.

BRASIL. Ministério das Cidades. Instituto de Pesquisas Tecnológicas-IPT. *Mapeamento de Riscos de Encostas e Margem de Rios*. Brasília: Ministério das Cidades, 2007.

BRASIL. Ministério das Cidades. *Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas: Guia para Elaboração de Políticas Municipais*. Brasília: Ministério das Cidades, 2006.

CEPED - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES. *Capacitação em gestão de riscos*. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2016, 270 p.

CEPED - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES. *Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2012*. 2. ed. rev. ampl. Florianópolis: CEPED UFSC, 2013, 126 p.

COUTINHO, L.M.S.; SCAZUFCA, M.; MENEZES, P.R. *Métodos para estimar razão de prevalência em estudos de corte transversal*. Revista Saúde Pública; v.42, n.6, 2008, p. 992-8.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *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 jul. 2016.

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.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 – 2030*. Disponível em: <http://www.preventionweb.net/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2016.

SCHÄFFER, W.B; ROSA, M.R.; AQUINO, L.C.S.; MEDEIROS, J.D. *Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação & Áreas de Risco. O que uma coisa tem a ver com a outra? Relatório de Inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro*. Brasília: MMA, 2011, 96p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/202/_publicacao/202_publicacao01082011112029.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2016.