

## MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO NO MUNICÍPIO DE ITAPEVI-SP – REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

Lorraine Barcelos Dutra (IC) e Alberto Alonso Lazaro (Orientador)

**Apoio: PIBIC Mackpesquisa**

### RESUMO

O objetivo deste artigo é esclarecer quais riscos geológicos ocorrem em Itapevi, seus condicionantes, quais efeitos eles geram à população e como mitigar e/ou amenizar esses riscos, para atingi-lo foi realizado um mapeamento e avaliação de quinze bairros do município para identificar, analisar e definir os riscos e suas causas, bem como classificá-los em seus respectivos graus de risco obtendo, assim, um panorama da cidade em relação aos riscos. Para isso implementou-se um escopo composto por pesquisa bibliográfica, locais para mapeamento, vistoria de campo, análise de riscos e estudos de caso, para o último foram escolhidos seis bairros, dos quinze mapeados, para detalhamento e foram selecionados em relação ao maior grau. Como resultado desse roteiro conclui-se que os riscos de maior ocorrência são inundação e deslizamentos, não excluindo o fato de que mais riscos podem existir. É evidente um comportamento padrão em todo o município, as ações antrópicas influenciam os riscos de maneira significativa, para reversão e solução deste quadro é necessário que haja colaboração entre população e órgão público. O uso correto deste trabalho proporciona conhecimento amplo do tema e específico sobre os locais de risco, sendo um objeto importante para o momento de transformação que o município se encontra.

**Palavras-chave:** Riscos geológicos. Mapeamento. Itapevi.

### ABSTRACT

The objective of this article is to clarify which geological risks occur in Itapevi, their conditioning factors, what effects they generate on the population and how to mitigate and/or assuage these risks. To achieve this, a mapping and evaluation of fifteen neighborhoods of the municipality was carried out to identify, analyze and define the risks and their causes, as well as classify them according to their respective risk levels, thus obtaining an overview of the town in relation to the risks. For this purpose, a scope consisting of bibliographic research, mapping sites, field surveys, risk analysis and case studies was implemented, for the latter six neighborhoods of the fifteen mapped were chosen according to the higher level for detailing. As a result of this script it is concluded that the most frequent risks are flooding and landslides, not excluding the fact that more risks may exist. It is evident a standard behavior throughout the municipality, the anthropic actions significantly influence the risks, for reversal and solution of this picture it is necessary that there is collaboration between population and public agency. The correct use of this work provides a broad knowledge on the subject and a deeper one about the risky places, being an important object for the moment of transformation that the municipality is.

**Keywords:** Geological risks. Mapping. Itapevi.

## 1. INTRODUÇÃO

Processos geológicos são mudanças na crosta terrestre e acontecem devido a ações naturais e antrópicas, todavia, a segunda tem aumentado conforme o homem evolui e transforma o meio em que vive, o que pode agravar esses processos. Quando eles geram “[...] situação de perigo, perda ou dano, ao homem e suas propriedades, em razão da possibilidade de ocorrência de processo geológico, induzido ou não.” consideramos, então, risco geológico como proposto por Cerri e Amaral (1998, p. 301).

Estes riscos afetam diretamente a população que, por falta de conhecimento aliado a uma política de habitação deficiente, ocupam áreas, que podem futuramente se tornar de risco, de maneira desordenada. Este cenário tem feito parte do cotidiano itapeviense, os acidentes causaram diversas perdas e perturbação ao longo dos anos, o que promoveu apreensão por parte dos habitantes que, ainda hoje, cobram do poder público medidas que transformem essa realidade de maneira efetiva.

A ONU definiu os anos 90 como a Década Internacional de Redução de Desastres Naturais como incentivo para redução e controle da ocorrência de acidentes geológicos. No Brasil, o estudo dos riscos geológicos ganhou destaque a partir da década de 80 quando houve necessidade de instrumentos que possibilitassem a definição de medidas de prevenção de acidentes. Atualmente, órgãos como o Serviço Geológico do Brasil - CPRM, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, o Ministério das Cidades, entre outros, tem atuado para possibilitar a melhora do cenário existente no país através de pesquisas realizadas em diversos estados que suscitem documentos de grande valia.

Com essa pesquisa busca-se saber os riscos ocorrentes, o que causam esses riscos, quais efeitos geram à população e como mitigar ou amenizar os mesmos. O objetivo é, por meio de mapeamento e avaliação das áreas de estudo, identificar e analisar os riscos geológicos, definir os condicionantes, quantificar os riscos e seus graus, fazer uma breve comparação da situação passada e atual, avaliando assim, o cenário em que o município se encontra frente aos riscos geológicos. O conhecimento e gestão dos riscos geológicos não é somente um meio de minimizar os prejuízos físicos, mas tem grande valor para o desenvolvimento econômico julgando que afeta a infraestrutura como um todo. Segundo Nogueira (2002, p. 13):

O gerenciamento de riscos é um dos instrumentos de gestão urbana que ganha destaque neste momento de intenso debate sobre as alternativas para a crise das cidades. Integrado a outras políticas públicas, pode ser de grande utilidade para reduzir os níveis atuais de perdas em função de acidentes e de segregação socioespacial, melhorar a qualidade do ambiente urbano e democratizar as cidades.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

O livro *Geologia de Engenharia* (CERRI; AMARAL, 1998) no capítulo 18 que trata de Riscos Geológicos aborda o tema de maneira sucinta e eficaz, é ideal para esclarecimentos sobre o tema. Os seguintes tópicos são abordados: conceitos, cartas de risco geológico, metodologia para elaboração de cartografia, levantamento de dados, mapeamento, os riscos mais frequentes no Brasil, medidas de prevenção de risco, Planos Preventivos de Defesa Civil (PPDC) e planejamento para situações de emergência. Segundo os autores:

A importância da realização de estudos e trabalhos, de acordo com o desenvolvimento das cinco etapas, [identificação dos riscos, análise de risco, medidas de prevenção de acidentes, planejamento para situações de emergência e informações públicas de treinamento] se justifica pela possibilidade de prever a ocorrência de acidentes e, em decorrência, pela consequente viabilidade de implantação de medidas voltadas para sua prevenção. Este escopo – prever e prevenir – fundamental na *Geologia de Engenharia*, orienta a atuação de profissionais dedicados ao tema riscos geológicos (CERRI; AMARAL, 1998, p. 303).

Ainda sobre o escopo prever e prevenir, um material feito exclusivamente para treinamento de equipes municipais para mapeamento e gerenciamento de áreas de riscos, com foco em deslizamento, inundação e enchente, foi realizado pelo IPT, a pedido do Ministério das Cidades, o *Mapeamento de Riscos em Encostas e Margens de Rios*. O objetivo deste material é “[...] unificar, em âmbito nacional, um método de mapeamento que apresente menor grau de complexidade para a determinação e hierarquização das áreas de riscos [...]” e “[...] fortalecer a gestão urbana nas áreas sujeitas a riscos [...]” (IPT, 2007, p. 5-6). Diferente do capítulo do *Geologia de Engenharia*, que apresenta o assunto, este livro o trata de maneira detalhada, sendo um material norteador para todo aquele que se interessa pelo tema e tem por objetivo atuar nessa área.

Em 2012 o Governo Federal promulgou a lei 12.608/2012 – Política Nacional de Proteção e Defesa Civil e no mesmo ano lançou o Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais (PNGRRDN), o objetivo é gerir, prevenir e reduzir os riscos, proporcionando condições dignas e adequadas à sociedade que permeia os locais de risco. O Governo instituiu um cadastro nacional das áreas suscetíveis a ocorrência de deslizamentos, inundações, processos hidrológicos ou geológicos, os municípios cadastrados devem ter suas respectivas Carta Geotécnica de Aptidão a Urbanização e Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações. O município de Itapevi possui ambas.

A primeira indica “[...]diretrizes para o planejamento territorial das áreas de expansão urbana dos municípios, contendo subsídios para formulação e revisão dos planos diretores municipais.” (VASCONCELOS et al, 2018, p.372) através de estudos considerando o uso e ocupação do solo, declividade dos morros, bacias hidrográficas, geologia e pedologia da região, entre outros fatores. Este documento fornece informações essenciais para a compreensão do estado em que o município se encontra frente aos riscos hidrológicos, ressalta a importância do mesmo como um instrumento necessário para medidas futuras, além de conscientizar sobre como o quadro atual pode ser agravado se nenhuma ou poucas medidas forem tomadas.

A segunda carta é usada para planejamento, gestão territorial e prevenção de desastres naturais, ela representa a possibilidade de ocorrência dos movimentos de massa e inundações classificando-os em três níveis (alto, médio e baixo) e, assim como a Carta de Aptidão à Urbanização, é considerada um instrumento essencial para planejamento e gestão de ocupação do território devido ao seu caráter informativo embasado em diversos fatores que consistem também da atualização de informações pré existentes. As duas cartas complementam-se, visto que, com o uso adequado de ambas se entende o passado, analisa-se o presente e é possível prever e prevenir o futuro.

Um artigo de caráter semelhante a esta pesquisa é o Mapeamento de Áreas de Risco a Escorregamentos e Inundações em Áreas Marginais a Rodovias na Região Metropolitana de São Paulo, que tem como um dos objetivos contribuir no melhor monitoramento de impactos ambientais resultantes da construção de rodovias, sobretudo, resultantes do aparecimento de ocupações irregulares em áreas impróprias para a ocupação (RODRIGUES; LISTO, 2016). Os métodos utilizados nesse documento, assim como todos os listados anteriormente, e da mesma forma outros documentos não mencionados neste artigo, contribuíram para a formação desta pesquisa.

### 3. METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos apresentados nesta pesquisa propõe-se o método descritivo, no qual além de reunir, analisar e fazer um levantamento de dados, realiza estudos de caso. O escopo deste trabalho será detalhado e fundamentado conforme a Figura 1:

Figura 1 - Sequência de Atividades



Fonte: A Autora

### 3.1. Pesquisa bibliográfica

O levantamento bibliográfico foi o primeiro passo para a construção da fundamentação teórica e de um panorama das condições do município em relação aos riscos geológicos, o propósito era buscar dados, mapas, cartas, artigos, documentos, todo tipo de informação que contribuísse para a compreensão e confirmação do real estado em que se encontra a cidade perante os pressupostos estabelecidos no projeto de pesquisa.

Inicialmente a prefeitura de Itapevi foi contatada através da Secretaria de Desenvolvimento Urbano, sendo por eles fornecido um mapa geográfico do município, informações sobre a revisão do Plano Diretor do município (em andamento até a conclusão deste artigo), sobre a atualização do mapa geográfico de Itapevi e trabalhos realizados anteriormente pelo IPT. Em contato com o Instituto na Seção de Investigações, Riscos e Desastres Naturais constatou-se um trabalho em andamento em relação a escorregamentos e inundações no município. Outro órgão procurado foi a Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil de Itapevi, o coordenador Carlos Aparecido da Silva enviou uma relação de locais de ocorrência de risco com maior frequência em Itapevi que será listada mais a frente.

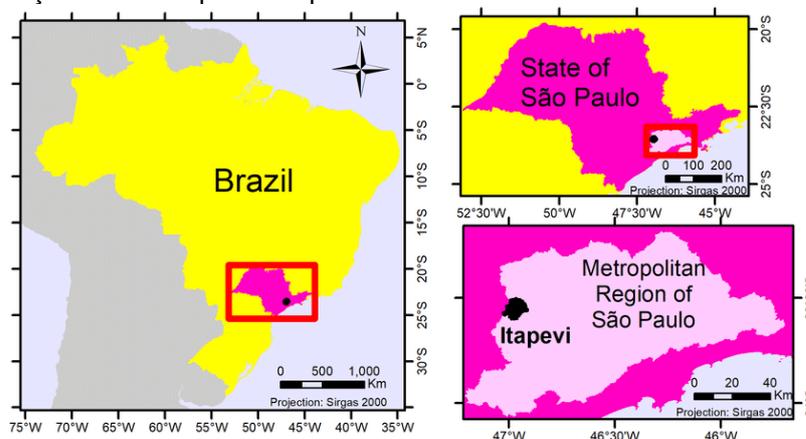
Documentos do IPT, CPRM, Ministério das Cidades, Instituto Geológico, como mapas, cartas, guias, notas técnicas explicativas, formulários, artigos, dados encontrados através do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE e do próprio site do município de Itapevi, incluindo notícias e reportagens embasaram esta pesquisa, algumas dessas informações são sobre outros municípios contudo contribuíram de maneira significativa para o entendimento de processos existentes e como podem ser solucionados.

Através de buscas online se obteve os dois principais documentos utilizados durante a pesquisa, a carta Gestão de Risco de Desastres e Análise de Bacias Hidrográficas: A Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização de Itapevi – SP, Brasil e a Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações: Município de Itapevi – SP, ambos fornecem as condições recentes do município em relação aos três riscos predominantes: movimento de massa, erosão e inundação. Os dados analisados auxiliaram na escolha final dos setores para estudo de caso.

Considerando o exposto anteriormente, segue o que se pode concluir sobre a cidade. Itapevi é um município situado na Região Metropolitana de São Paulo, no estado de São Paulo, como mostra a Figura 2, criado em 1958 têm população estimada de 200.769 pessoas, densidade demográfica de 2.428,88 hab/km<sup>2</sup>, ocupa uma área de 82.658 km<sup>2</sup> (IBGE, 2010), tem por cidades vizinhas os municípios de Barueri, Cotia, Jandira, Santana de Parnaíba, São Roque e Vargem Grande Paulista. Possui como principais acessos a Rodovia Castello Branco

(SP-280), Rodovia Raposo Tavares (SP-270) e Rodovia Engenheiro Renê Benedito Silva (SP-274).

Figura 2 – Localização do Município de Itapevi



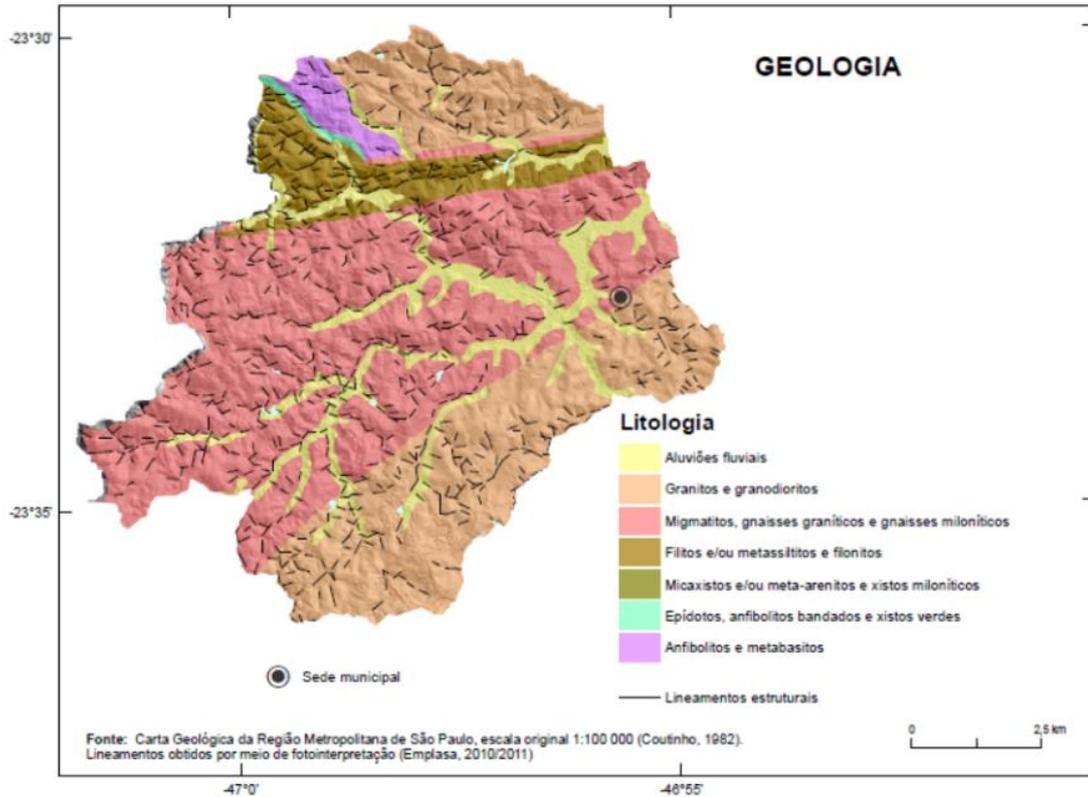
Fonte: VASCONCELOS et al (2018)

De acordo com o descrito no Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Itapevi – PGIRS Itapevi (IPT, 2009 apud ITAPEVI, 2012), em Itapevi temos um clima com chuvas no verão e seca no inverno, a temperatura máxima média é de 26°C e a mínima de 14°C, a média pluviométrica anual é de 1.324 mm. O Município pertence à Bacia do Alto Tietê, Sub- Bacia Hidrográfica do Pinheiros- Pirapora e microbacia hidrográfica do Rio Barueri- Mirim ou São João, possui relevo caracterizado por morrotes, morros e morros com serras, áreas com declividades superiores a 60% e amplitudes de 80 a 100m de acordo com o mapa da Figura 4. Quanto ao tipo de solos temos principalmente argilo-arenosos, a maior parte do município se encontra em ambientes de latossolos vermelho-amarelos.

Quanto ao contexto geológico em Itapevi ocorrem migmatitos, gnaisses, anfíbolitos, metabasitos, e metassedimentos pré-cambrianos (1.600 milhões de anos); granitos e granitoides pré-cambrianos (600 milhões de anos) e também sedimentos fluviais do período quaternário conforme a Figura 3.

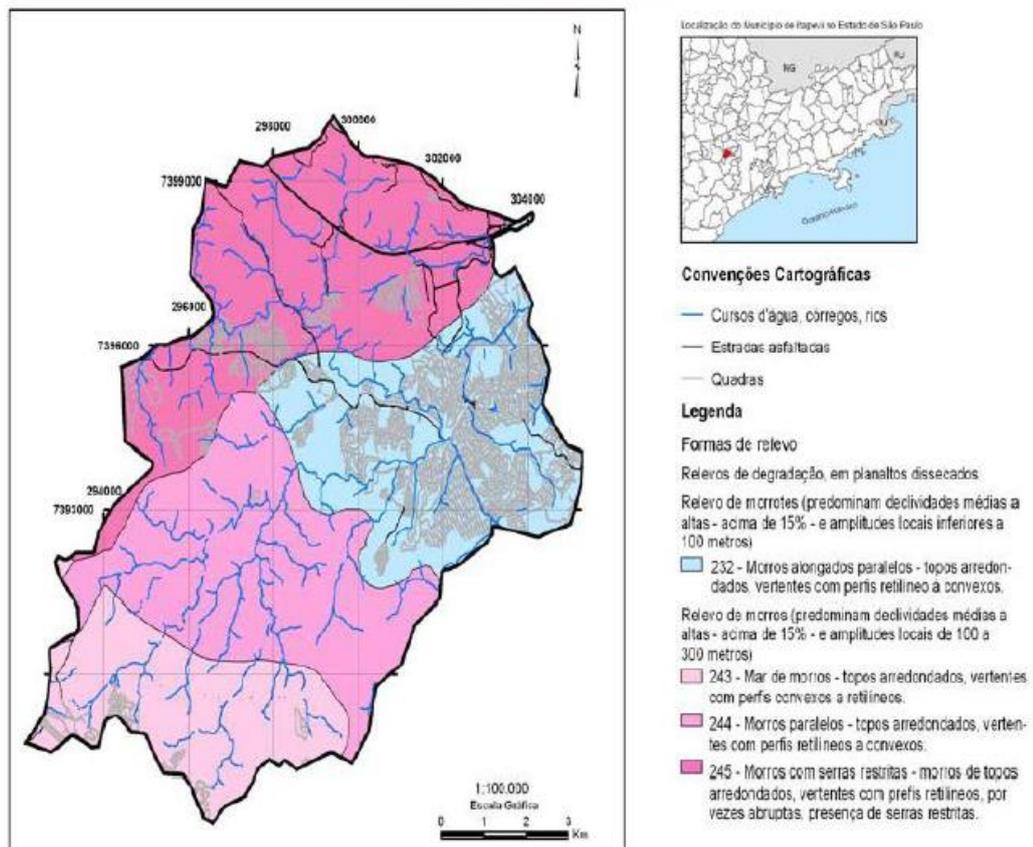
As áreas mais críticas em relação a inundação (Figura 5) estão próximas à confluência dos principais rios (Sapiatã, São João Novo e Barueri Mirim), que também são zonas de alta e média densidade de ocupação e, por isso, tem baixos índices de permeabilidade, agravando os processos. O avanço da urbanização nessas áreas e nos municípios vizinhos podem provocar novas áreas de inundação e o aumento da permeabilidade do solo pode elevar a ocorrência de inundação nas áreas atuais. Em relação à tendência de urbanização deve-se atenção à região do Ribeirão São João Novo, pois contribui para o Rio Barueri Mirim onde existem problemas com inundação, e essa área indica expansão de ocupação por moradias de baixa renda (VASCONCELOS et al, 2018). Através dos estudos realizados conclui-se que os principais riscos ocorrentes no município são deslizamento, erosão e inundação.

Figura 3 – Mapa Geológico de Itapevi



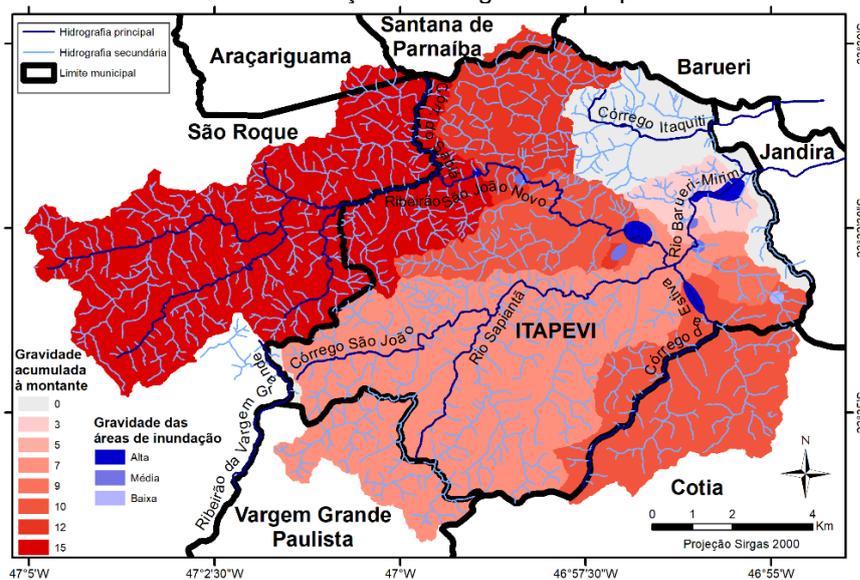
Fonte: BITAR, O. Y. et al (2013)

Figura 4 – Mapa Geomorfológico de Itapevi



Fonte: IPT (2009) apud ITAPEVI (2012)

Figura 5– Mapa de áreas críticas de inundação e hidrografia de Itapevi



### 3.2. Locais para mapeamento

Analisando e comparando as informações relacionadas anteriormente com o documento cedido pela Defesa Civil de Itapevi contendo uma lista de 15 bairros e seus respectivos endereços com registros de ocorrências relacionadas a escorregamento e inundação no período de 2016 a 2017, optou-se por realizar vistorias de campo em todos os bairros contidos na lista da Defesa Civil devido à sua coerência. Os parâmetros usados como base para comparação foram: nível do risco, geologia, relevo, declividade e hidrografia.

Os bairros listados são os seguintes: Alto da Colina, Amador Bueno, Centro, Jardim Briquet, Jardim Paulista, Jardim Rainha, Jardim Rosemary, Jardim Ruth, Jardim Santa Rita, Jardim Vitápolis, Parque Boa Esperança, Parque Santo Antônio, Parque Suburbano, Vila dos Mineiros e Vila Esperança.

### 3.3. Vistoria de Campo

A vistoria de campo foi o meio utilizado para avaliar a situação dos locais em relação aos riscos apontados pela pesquisa bibliográfica, é o item mais importante da pesquisa pois é através dele que se confirma os processos identificados durante a pesquisa sendo possível qualificar os riscos através da observação dos possíveis agentes deflagradores e da situação em que se encontra o terreno.

Ao longo da vistoria foi utilizada uma Ficha de Campo (Figura 6), nela foram anotadas as informações pertinentes observadas. A ficha de campo é um instrumento que permite determinar a ocorrência dos sinais de risco e sua gravidade, é um roteiro a ser seguido que facilita a avaliação da área. Durante as visitas foram analisados os indicadores de movimentação e as características da área que sinalizam possível movimentos de massa e erosão além da identificação dos locais que ocorrem inundação.

Figura 6 – Ficha de Campo

Setor:	Data:	Nº da ficha:
Endereço:		
Leitura com GPS:		
Fotos obtidas no local:		
<b>Indicadores</b>		
Recorrência:		Processos Ocorrido
Nível de Risco:		
<i>Instabilidade</i>		<i>Potencial de Saturação do Solo</i>
Trinca no terreno		Vazamentos
Muro embarrigado		Presença de esgoto
Trinca na moradia		Surgência de água
Inclinação de árvores, postes, muros		Drenagem água pluvial
Degraus de abatimento		Lançamento de águas servida
Feições erosivas		
<b>Características da Área de Risco</b>		
Caracterização das Ocupações:		
Caracterização Geológica:		
Moradias afetadas:	Quantidade:	
<i>Cobertura do solo:</i>		<i>Tipo de Ocupação:</i>
Solo exposto	Casa de alvenaria	Descrição
Vegetação	Casa de madeira	
Impermeabilizado	Casa mista	Órgão responsável:
Outros	Edifício	
<b>Observações:</b>		
Morador Entrevistado:	SIM	NÃO
Primeiro Nome:		
Executora:	Lorraine Barcelos Dutra	

Fonte: A Autora (2019)

A ficha usada foi concebida com base no Formulário CEMADEN do trabalho Ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes, inundações e movimentos de massa: Jandira, SP, São Paulo (SANTOS; ANTONELLI, 2014), posteriormente as informações contidas no Capítulo 9 do livro Mapeamento de Riscos em Encostas e Margens de Rios (IPT, 2007) foram utilizadas para reforçar e revisar as informações da ficha concebida.

Devido ao caráter dessa pesquisa, durante as vistorias a autora entrou em contato com poucos moradores, foi observado o cuidado que a população teve em fornecer informações sobre possíveis fatos ocorridos anteriormente e a administração do que está acontecendo até a conclusão deste artigo e, por isso, os registros realizados são pertinentes ao exterior das residências.

As vistorias foram realizadas nos meses de janeiro e fevereiro de 2019, no período de verão considerado de clima chuvoso e, por isso, o mais oportuno devido à suscetibilidade para a ocorrência de riscos. Na ficha de campo utilizada em cada vistoria foi avaliado a instabilidade (trincas no terreno, na moradia, inclinações de postes, árvores e muros, feições erosivas e

distancia da moradia em relação ao muro), a saturação do solo (vazamentos, presença de esgoto, surgência de água, drenagem pluvial e lançamentos de águas servidas), a cobertura do solo (solo exposto, com vegetação e impermeabilizado), o tipo de ocupação (casa de alvenaria, de madeira e mista), se houveram intervenções na área e qual órgão foi responsável por tais, bem como os processos ocorridos, a caracterização geológica e a caracterização das ocupações.

### 3.4. Qualificação e análise dos riscos

Como já abordado anteriormente, o município está sujeito, majoritariamente, a riscos como deslizamentos e inundação, eles serão definidos e qualificados da seguinte forma:

#### 3.4.1. Deslizamentos

Caracterizam-se por movimentos de solos, rochas ou detritos com limites e profundidade definidos. Os deslizamentos fazem parte de uma categoria de movimentos de massa, seu principal agente deflagrador é a infiltração de água, principalmente a advinda das chuvas, contudo, os deslizamentos podem ser induzidos pelo homem quando este modifica a condição natural do terreno.

Os condicionantes dos deslizamentos podem ser naturais e/ou antrópicos. Alguns dos condicionantes naturais apontados pelo IPT (2007, p. 40-42) são o comportamento das rochas, intemperismo, erosão pela água e vento, variação de temperatura e umidade, e cobertura vegetal e os condicionantes antrópicos são “[...] remoção da vegetação natural, lançamento e concentração de águas pluviais e/ou servidas, vazamento na rede de água e esgoto, presença de fossas, execução de cortes com alturas e inclinações acima dos limites tecnicamente seguros, [...] lançamentos de lixos nas encostas/taludes, retirada do solo superficial [...]” entre outros, o documento aponta que geralmente os deslizamentos são causados por mais de um agente deflagrador e conhecer esses agentes é imprescindível para determinar correção e prevenção da situação.

Os deslizamentos podem ser classificados em quatro níveis de risco (ou probabilidade de ocorrência), conforme a Tabela 1 são eles:

Tabela 1 – Critérios para a determinação dos graus de risco à escorregamento

Grau de Probabilidade	Descrição
<p><b>R1</b> <b>Baixo ou sem risco</b></p>	<p>1. os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de baixa ou nenhuma potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos.</p> <p>2. não se observa(m) sinal/feição/evidência(s) de instabilidade. Não há indícios de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas e de margens de drenagens.</p> <p>3. mantidas as condições existentes não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período compreendido por uma estação chuvosa normal.</p>

<p><b>R2</b> <b>Médio</b></p>	<p>1. os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de média potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos. 2. observa-se a presença de algum(s) sinal/feição/evidência(s) de instabilidade (encostas e margens de drenagens), porém incipiente(s). Processo de instabilização em estágio inicial de desenvolvimento. 3. mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>
<p><b>R3</b> <b>Alto</b></p>	<p>1. os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos. 2. observa-se a presença de significativo(s) sinal/feição/evidência(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, etc.). Processo de instabilização em pleno desenvolvimento, ainda sendo possível monitorar a evolução do processo. 3. mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>
<p><b>R4</b> <b>Muito Alto</b></p>	<p>1. os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de muito alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos. 2. os sinais/feições/evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de deslizamento, feições erosivas, proximidade da moradia em relação à margem de córregos, etc.) são expressivas e estão presentes em grande número ou magnitude. Processo de instabilização em avançado estágio de desenvolvimento. É a condição mais crítica, sendo impossível monitorar a evolução do processo, dado seu elevado estágio de desenvolvimento. 3. mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>

Fonte: IPT (2007)

### 3.4.2. Inundação

Processo de transbordamento das águas de um canal para áreas de várzea do mesmo. Fatores como pluviometria, relevo, tamanho e forma da bacia são alguns condicionantes naturais, assim como, desmatamento, impermeabilização de terrenos, intervenções nos cursos d'água e ocupação desordenada de terrenos marginais são antrópicos. Esses condicionantes podem contribuir de maneira única ou em conjunto no tocante à causa da inundação. Os critérios para determinar o grau de risco são os seguintes (Tabela 2):

Tabela 2 – Critérios para a determinação dos graus de risco à inundação

Grau de Risco	Critério
<p><b>R1</b> <b>Baixo (B)</b></p>	<p>a) Enchentes e inundações com baixa energia cinética e baixo poder destrutivo (C1) atingindo moradias de bom padrão construtivo (V2), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P1); b) Enchentes e inundações com baixa energia cinética e baixo poder destrutivo (C1) atingindo moradias de bom padrão construtivo (V2), situadas em área com baixa possibilidade de impacto direto do processo (P2);</p>

	<p>c) Enchentes e inundações com baixa energia cinética e baixo poder destrutivo (C1) atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1), situadas em área com baixa possibilidade de impacto direto do processo (P2);</p> <p>d) Enchentes e inundações com alta energia cinética e alto poder destrutivo (C2) atingindo moradias de bom padrão construtivo (V2), situadas em área com baixa possibilidade de impacto direto do processo (P2).</p>
<b>R2 Médio (M)</b>	<p>a) Enchentes e inundações com alta energia cinética e alta capacidade de transporte de material sólido e elevado poder destrutivo (C3) atingindo moradias de bom padrão construtivo (V2), situadas em área com baixa possibilidade de impacto direto do processo (P2);</p> <p>b) Enchentes e inundações com alta energia cinética e alto poder destrutivo (C2) atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P2);</p> <p>c) Enchentes e inundações com alta energia cinética e alto poder destrutivo (C2) atingindo moradias de bom padrão construtivo (V2), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P1);</p> <p>d) Enchentes e inundações com baixa energia cinética e baixo poder destrutivo (C3) atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P1).</p>
<b>R3 Alto (A)</b>	<p>a) Enchentes e inundações com alta energia cinética e alta capacidade de transporte de material sólido e elevado poder destrutivo (C3) atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1), situadas em área com baixa possibilidade de impacto direto do processo (P2);</p> <p>b) Enchentes e inundações com alta energia cinética e alta capacidade de transporte de material sólido e elevado poder destrutivo (C3) atingindo moradias de bom padrão construtivo (V2), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P1);</p> <p>c) Enchentes e inundações com alta energia cinética e alto poder destrutivo (C2) atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P2).</p>
<b>R4 Muito Alto (MA)</b>	<p>a) Enchentes e inundações com alta energia cinética e alta capacidade de transporte de material sólido e elevado poder destrutivo (C1) atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P1).</p>

Fonte: IPT (2007)

### 3.5. Estudos de caso

O estudo de caso é a aplicação de todos os conceitos já citados em seis setores escolhidos dentre todos os vistoriados. Cada caso será detalhado, analisado conforme os conceitos abordados e classificados conforme os critérios de avaliação do grau de risco/probabilidade.

O objetivo, além de aplicar os conceitos e métodos, é comparar a situação avaliada pela Defesa Civil em 2016/2017 com a situação atual, avaliar as condições atuais e propor soluções mitigadoras. Cada estudo contemplará as seguintes informações: dados, caracterização do local, processos esperados/ocorridos e medidas mitigadoras realizadas.

## **4. RESULTADO E DISCUSSÃO**

Inicialmente foi realizado mapeamento em quinze bairros, é notável um comportamento padrão não só nesses bairros, mas em todo o município. Os padrões construtivos, os tipos de ocupação, os locais escolhidos para habitação, infraestrutura e saneamento básico deficientes são alguns fatores em comum que se encontram no município, por esse motivo, optou-se discorrer sobre seis bairros dos quinze mapeados, que através da avaliação dos riscos foram apontados como os mais graves, sendo três deles avaliados por escorregamento e os outros três por inundação, não excluindo o fato de que ambos podem ocorrer/ocorrem no mesmo local avaliado, mas o risco escolhido para estudo é o que se destaca.

### **4.1. Deslizamento**

Os bairros avaliados por deslizamento são: Amador Bueno, Jardim Ruth e Jardim Vitápolis.

#### **4.1.1. Amador Bueno**

Amador Bueno está localizado a nordeste de Itapevi. As moradias existentes são de alvenaria e de baixa qualidade construtiva, as ruas são pavimentadas em sua maioria, somente em lugares menos acessíveis não há pavimentação. Os tipos de taludes encontrados são naturais e de corte, com inclinações em cerca de 60° e 90° respectivamente. As moradias próximas a encostas/taludes possuem distancias de, no máximo, 2 metros dos mesmos, a maioria delas estão encostadas as encostas/taludes, e nelas há presença de vegetação rasteira e de árvores como bananeiras, assim como pequenos blocos de rocha, lixo e entulho descartado pelos moradores nos terrenos. Algumas moradias apresentam trincas e feições erosivas em seus terrenos, assim como inclinação de árvores. O sistema de drenagem existente é precário, as tubulações para água e esgoto foram implementadas de maneira inadequada, estão a céu aberto, porém não foi constatado lançamento de água servida na superfície.

Conforme as cartas de suscetibilidade e aptidão esse bairro tem locais de alta e média suscetibilidade à movimentos de massa e média suscetibilidade à inundação, a maior parte da área é urbanizada, possui áreas de urbanização em consolidação e áreas de maior a média tendência à urbanização, porém algumas áreas são consideradas de baixa e média aptidão considerando processo geodinâmicos. O bairro foi classificado pela Defesa Civil como de nível de risco R3. Em alguns locais há sinais de que já ocorreram escorregamentos, algumas encostas/taludes foram cobertas com lonas para evitar esse acontecimento. Devido aos processos e as características da área observada, pode-se manter o local como de risco nível R3. Não foram observadas demais intervenções na área.

#### **4.1.2. Jardim Ruth**

Amador Bueno está localizado a nordeste de Itapevi. As moradias existentes são de alvenaria e de baixa qualidade construtiva, as ruas são pavimentadas em sua maioria, somente em lugares menos acessíveis não há pavimentação. Os tipos de taludes encontrados são naturais e de corte, com inclinações em cerca de 60° e 90° respectivamente. As moradias próximas a encostas/taludes possuem distancias de, no máximo, 2 metros dos mesmos, a maioria delas estão encostadas as encostas/taludes, e nelas há presença de vegetação rasteira e de árvores como bananeiras, assim como pequenos blocos de rocha, lixo e entulho descartado pelos moradores nos terrenos. Algumas moradias apresentam remendos de trincas e feições erosivas em seus terrenos. O sistema de drenagem existente é precário, as tubulações para água e esgoto foram implementadas de maneira inadequada, estão a céu aberto, porém foi constatado lançamento de água servida na superfície.

Conforme as cartas de suscetibilidade e aptidão esse bairro tem locais de alta e média suscetibilidade à movimentos de massa e média suscetibilidade à inundação, é uma área urbanizada com algumas áreas em consolidação, e com menor tendência à urbanização na maior parte do bairro e uma pequena porção com maior tendência, sendo algumas áreas consideradas de baixa e média aptidão a urbanização considerando processo geodinâmicos. O bairro foi classificado pela Defesa Civil como de nível de risco R4. Em alguns locais há sinais de que já ocorreram escorregamentos. Devido aos processos e as características da área observada, pode-se classificar o local como de risco nível R3. Não foram observadas intervenções na área.

#### **4.1.3. Jardim Vitápolis**

Jardim Vitápolis está localizado ao leste de Itapevi. As moradias existentes são de alvenaria e de baixa qualidade construtiva, as ruas são pavimentadas em sua maioria, somente em lugares menos acessíveis não há pavimentação. Os tipos de taludes encontrados são naturais e de corte, com inclinações em cerca de 60° e 90° respectivamente. As moradias próximas a encostas/taludes possuem distancias de, no máximo, 2 metros dos mesmos, a maioria delas estão encostadas as encostas/taludes, e nelas há presença de vegetação rasteira e de árvores como bananeiras, assim como pequenos blocos de rocha, lixo e entulho descartado pelos moradores nos terrenos. Alguns terrenos possuem feições erosivas, assim como inclinação de poste em encosta. O sistema de drenagem existente é precário, as tubulações para água e esgoto foram implementadas de maneira inadequada, estão a céu aberto, porém foi constatado lançamento de água servida na superfície.

Conforme as cartas de suscetibilidade e aptidão esse bairro possui locais de média e alta suscetibilidade à movimentos de massa e alta suscetibilidade à inundação assim como

“campos de blocos rochosos suscetíveis a quedas, rolamentos e tombamentos” e “alagada/área úmida” (BITAR, O. Y. et al, 2013) , a grande maioria da área é urbanizada, poucas áreas estão em consolidação e/ou de média tendência à urbanização.

O bairro foi classificado pela Defesa Civil como de nível de risco R2. Em dois locais na mesma rua já ocorreram escorregamentos, um devido à vazamentos na tubulação da fornecedora de água do município o outro não foi confirmado o motivo, segundo relatos de um morador, três casas foram atingidas no total e não houve vítimas. Devido aos processos e as características da área observada, pode-se classificar o local como de risco nível R3.

No local onde houve deslizamento por vazamento de água a concessionária construiu um muro de contenção, algumas encostas/taludes foram cobertas com lonas para evitar esse acontecimento. Outra intervenção foi a construção de um reservatório de detenção no bairro, que foi iniciada em 07 de fevereiro de 2017 e têm previsão de término para setembro de 2019. “O equipamento, que terá três metros de profundidade, é paralelo ao rio e irá captar o excesso de água quando o nível do rio ultrapassar a cheia. Ele terá capacidade de até 109 milhões de litros de água de armazenamento” (ITAPEVI, 2019).

Comparando os resultados obtidos neste mapeamento em relação ao realizado pela Defesa Civil, conclui-se que dos quinze locais, três mantiveram o mesmo grau de risco, quatro locais aumentaram e quatro locais diminuíram o grau de risco. Tanto para o aumento como para diminuição do risco, observou-se que a ação antrópica (do homem) interferiu de maneira significativa para ambos resultados.

Os efeitos dos deslizamentos, de acordo com as informações coletadas e analisadas, mantidas as condições existentes, podem ocorrer durante chuvas intensas e prolongadas nos três bairros citados. Os efeitos podem não ser imediatos, porém deve-se ter cautela quanto ao quadro atual, principalmente naquele que já ocorreu deslizamento, estando o solo mais propenso a deslizar novamente. Para mitigar os riscos existentes propõe-se à população recorrer aos órgãos municipais competentes para localizar as melhores regiões para novas construções e como fazê-las seguindo as normas e leis existentes, assim como a busca por profissionais competentes para concebê-las, e também para instruções do que pode ser feito nas moradias já estabelecidas em encostas/taludes, sendo algumas soluções os muros de contenção, a regularização das tubulações de água e esgoto, a retirada de arborização danosa ao terreno e a implantação de vegetação nos taludes para evitar erosões, dentre outras soluções.

Recomenda-se aos órgãos responsáveis do município a implantação de uma fiscalização periódica, iniciando nos locais de maior para menor risco, para analisar a situação recorrente e propor soluções adequadas aos problemas, assim como meios de informação à

população sobre o perigo de viver próximo a encostas/taludes e como minimizar os riscos das moradias que se encontram nessa situação, conscientizando a população do seu papel como um agente ativo de mudança desse quadro, por exemplo, como o descarte incorreto de lixos e entulhos, uma tubulação exposta e o desmatamento de taludes podem gerar graves danos ao terreno, deixando-os instáveis caso algum acidente ocorra, muitos acreditam que esses fatores não influenciam para o deslizamento e continuam construindo de maneira desordenada e inadequada, sendo esse o principal fator (atualmente) para indução dos condicionantes dos riscos.

#### 4.2. Inundação

Os bairros analisados por inundação são: Centro, Jardim Rainha e Jardim Santa Rita. A Tabela 4 contém a avaliação e caracterização dos graus de risco que foram avaliados nas ruas listadas na Tabela 3, os bairros Centro e Jardim Rainha foram avaliados no dia 25/01/2019 e o Jardim Santa Rita no dia 15/02/2019, quando houve uma grande intensidade de chuvas por um longo período de tempo.

Tabela 3 – Ruas avaliadas

Centro	1. Avenida Luis Manfrinato 2. Avenida Rubens Caraméz 3. Rua Manoel Alves Mendes 4. Rodovia Engenheiro Rene Benedito da Silva
Jardim Rainha	1. Rua Sete de Setembro 2. Rua Doutor José Pedro de Castro 3. Rua Catharina Durante de Camargo
Jardim Santa Rita	1. Rua Santana de Parnaíba 2. Avenida Leda Pantalena 3. Rua Juquitiba 4. Rua Maria Nazaré dos Reis

Fonte: Elaborado pela autora (2019)

Tabela 4 – Avaliação e definição do grau de risco a inundação

Bairro	Processo Hidrológico	Vulnerabilidade da Ocupação	Distância ao eixo de drenagem	Risco Preliminar	Risco Final / Critério
Centro	C3	V2	P2	A	M / (a)
Jardim Rainha	C3	V2	P1	A	A / (b)
Jardim Santa Rita	C3	V2	P1	A	A / (b)

Fonte: Elaborado pela autora (2019)

Dentre todas as ruas do bairro Centro, a Avenida Rubens Caraméz é a única que não se enquadra em risco M (médio) como as demais, por ser mais próxima do Ribeirão São João Novo, se classifica como risco A (alto). As demais ruas dos bairros, não citadas acima, foram avaliadas como de risco B (baixo) com critério (b). Foi observado que nos demais bairros do município um processo hidrológico que afeta a população são os alagamentos, que ocorrem devido a longos períodos de chuva aliado a sistemas de drenagem deficientes e, assim como as inundações, causam diversos transtornos à população como ilustrado na Figura 7.

Figura 7 – Inundação na Av. Luis Manfrinato



Fonte: A Autora (2019)

Para mitigar os problemas de inundação foram projetados três reservatórios de detenção, que estão sendo realizados pelo Consórcio Barueri-Mirim em conjunto com a Prefeitura de Itapevi. São eles: Reservatório do Suburbano que foi entregue no dia 10 de maio de 2019, ele recebe as águas do córrego Paim, se encontra entre a Avenida Rubens Caraméz, rua dos Sulamericanos e rua dos Paulistas, possui capacidade de 79.663 m<sup>3</sup>, seu objetivo é diminuir enchentes e inundações nos bairros Cohab e Centro. Reservatório do Sapiatã que em janeiro de 2019 estava 25% concluído, suas obras devem ser finalizadas em setembro de 2019, ele está localizado à direita da estrada Yoshiro Iwahashie possuirá capacidade de 81.830 m<sup>3</sup>, seu objetivo é diminuir as enchentes e inundações na região próxima à Rodovia Engenheiro Rene Benedito da Silva como os bairros Sapiatã, Vila Nova Esperança e Vila Santa Rita, pois receberá as águas do Rio Sapiatã, afluente direto do Barueri-Mirim. O terceiro é o Reservatório Vitápolis que se localiza entre os bairros Vitápolis, Jardim Nova Elvira e Cidade Saúde e receberá as águas do Barueri-Mirim com o objetivo de diminuir enchentes e inundações destes bairros e do Centro, sua capacidade é de 109 m<sup>3</sup> e em janeiro de 2019 estava com 100% de obras concluídas. Outra solução que está sendo realizada é a canalização do córrego Barueri-Mirim com 98,39% de obras concluídas (ITAPEVI, 2019).

Frente a essas soluções, que estão gerando resultados, é recomendável focar na manutenção dos sistemas de drenagem urbanos, na limpeza de bocas de lobo e no descarte correto de lixos e entulhos. Inundação é o risco mais ocorrente no município e, assim como as enchentes e inundações, seus impactos e danos resultantes são majoritariamente materiais pois os mesmos se concentram em áreas urbanizadas.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em Itapevi encontra-se, predominantemente, dois riscos: deslizamentos e inundação, seus principais condicionantes são ocupações desordenadas em encostas/taludes, feições erosivas e ocupações em áreas de várzea. Frente aos resultados obtidos e a todos os trabalhos citados neste artigo conclui-se que fazendo uso destes documentos, em conjunto, seja como referência ou para reprodução do conteúdo, é possível aplicar as medidas propostas, prever novas medidas para mitigar os riscos geológicos, auxiliar na capacitação de equipes e informar a população, que tem papel fundamental no tocante ao sucesso das soluções que são implementadas.

Conclui-se que frente à inundações, enchentes e alagamentos o município emprega medidas mitigadoras de forma satisfatória, utilizando o conhecimento que possui e, por isso, obtendo sucesso na resolução dos problemas. Em relação à deslizamentos, movimentos de massa, o conhecimento pode ser melhor aplicado e repassado para a população com o intuito de gerar conscientização para regularização da situação atual.

Cabe ressaltar que o conhecimento dos riscos gera economia, pois permite preveni-los e dessa forma diminui prejuízos de qualquer natureza, deste modo, proporciona melhor qualidade de vida. Este documento procura colaborar com a continuidade dos trabalhos com riscos geológicos na comunidade acadêmica, tanto quanto no município, facilitando a tomada de decisões para aplicação dos recursos existentes e estimulando uma ótica distinta em relação ao tema.

## 6. REFERÊNCIAS

BITAR, O. Y.; CAMPOS, S. J. A. M.; STABILE, R. A.; CORSI, A. C.; GRAMANI, M. F.; OGURA, A. T. **Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações do município de Itapevi (SP) - 1:25.000.** 2013. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geologia-de-Engenharia-e-Riscos-Geologicos/Cartas-de-Suscetibilidade-a-Movimentos-Gravitacionais-de-Massa-e-Inundacoes---Sao-Paulo-5088.html>>. Acesso em: 23 ago. 2018

BRASIL. Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios.** Organizadores: Celso Santos Carvalho, Eduardo Soares de Macedo e Agostinho Tadashi Ogura. Brasília, 2007. Disponível em: <<http://planodiretor.mprs.mp.br/arquivos/mapeamento.pdf>> Acesso em: 15 fev. 2019.

CERRI, Leandro Eugenio da Silva; AMARAL, Claudio Palmeiro do. Riscos Geológicos. In: **Geologia de Engenharia.** Editores: Antônio Manoel dos Santos Oliveira e Sérgio Nertan Alves Brito. 1. ed. São Paulo: FAPESP CNPq, 1998. p. 301-310.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Brasil em Síntese.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/itapevi/panorama>>. Acesso em: 30 jul. 2019.

ITAPEVI. Prefeitura. **Plano de Saneamento Básico do Município de Itapevi**. RF - Relatório Final. 2012. Disponível em: <<https://www.camaraitapevi.sp.gov.br/images/anexos/textocompleto1.pdf>>. Acesso em: 30 mai. 2019

ITAPEVI. Prefeitura. **Prefeitura de Itapevi inaugura areninha do Vitápolis**. 2018. Disponível em: <<https://itapevi.sp.gov.br/2018/12/prefeitura-de-itapevi-inaugura-areninha-do-vitapolis/>>. Acesso em: 01 ago. 2019.

NOGUEIRA, Fernando Rocha. **Gerenciamento de riscos ambientais associados a escorregamentos: contribuição às políticas públicas municipais para áreas de ocupação subnormal**. Rio Claro: 2002. Disponível em: <<http://files.novos-negocios.webnode.com/200000962-01762026da/gerenciamento%20de%20risco%20ambiental.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2019.

RODRIGUES, Flavio de Souza; LISTO, Fabrizio de Luiz Rosito. **Mapeamento de áreas de risco a escorregamentos e inundações em áreas marginais a rodovias na Região Metropolitana de São Paulo**, Engenharia Sanitária Ambiental, vol.21, 2016, n.4, pg 765-775, 11 ago. 2016. Disponível em: <[http://www.scielo.br/pdf/esa/v21n4/1809-4457-esa-46-02-S1413\\_41522016152649.pdf](http://www.scielo.br/pdf/esa/v21n4/1809-4457-esa-46-02-S1413_41522016152649.pdf)>. Acesso em: 19 mar. 2018

SANTOS, Luiz Fernando dos; ANTONELLI, Tiago. **Ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes, inundações e movimentos de massa: Jandira, SP**. São Paulo: CPRM, 2014. Disponível em: <[http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/20223?locale-attribute=pt\\_BR](http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/20223?locale-attribute=pt_BR)>. Acesso em: 18 dez. 2018.

VASCONCELOS, Vitor Vieira; MOMM, Sandra; CANIL, Kátia; NOGUEIRA, Fernando Rocha. **Gestão de risco de desastres e análise de bacias hidrográficas: a carta geotécnica de aptidão à urbanização de Itapevi – SP, Brasil**. Cad. Metrop. [online]. 2018, vol.20, n.42, pp.371-398. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2236-99962018000200371&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2236-99962018000200371&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 04 out. 2018.