

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**

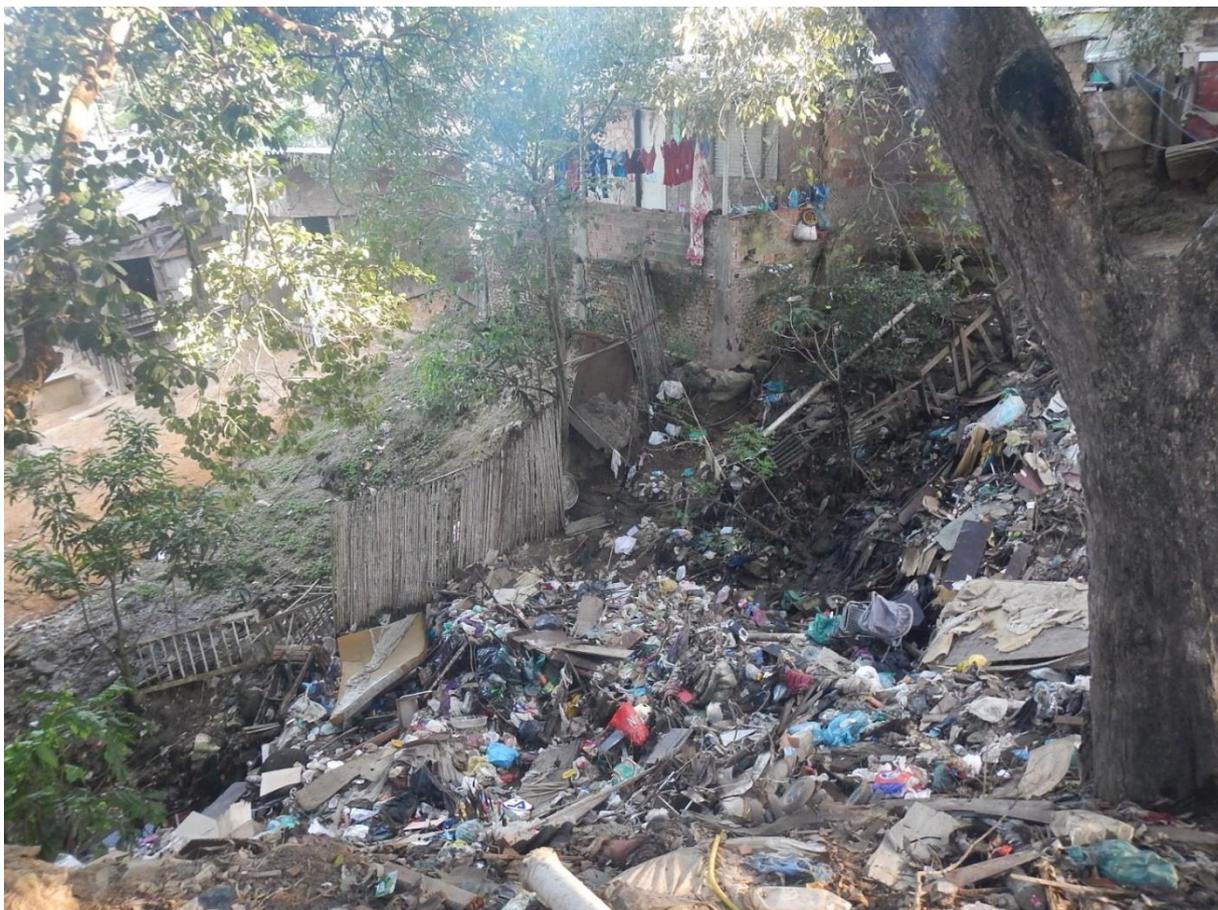
**Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral**

**Serviço Geológico do Brasil – CPRM**

**Departamento de Gestão Territorial – DEGET**

Setorização de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massa,  
Enchentes e Inundações

Capivari – São Paulo



Abril de 2018

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS .....	1
2. METODOLOGIA.....	5
3. RESULTADOS .....	8
3.1. Setores com risco de movimentos de massa .....	9
3.2. Setores com risco de processos hidrológicos .....	11
3.3. Setores com outros tipos de risco geológico .....	15
4. SUGESTÕES.....	19
5. CONCLUSÕES .....	21
6. BIBLIOGRAFIA .....	22
7. CONTATO MUNICIPAL .....	23

# 1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Nas últimas décadas desastres decorrentes de eventos naturais castigaram todo o país. Dentre esses, as inundações e movimentos de massa foram aqueles que acarretaram o maior número de mortes entre os anos de 1991 e 2010 (Figura 1), ultrapassando as previsões dos sistemas de alerta existentes. Entre os casos mais recentes estão as inundações de Alagoas e Pernambuco em 2010, de Santa Catarina em 2011 e as chuvas catastróficas ocorridas na região serrana do Rio de Janeiro em janeiro de 2011, repetidas em 2012 nos estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo.

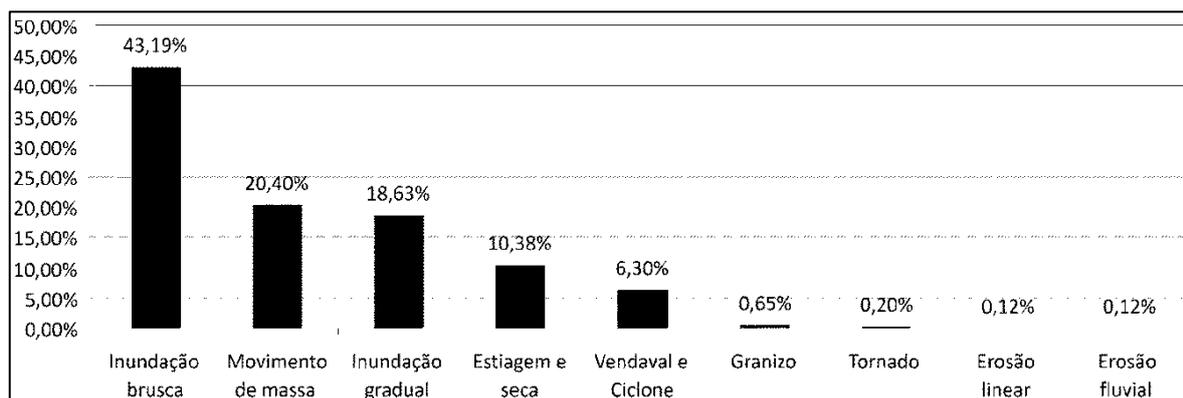


Figura 1. Percentual de mortes por tipo de desastre (UFSC-CEPED, 2012).

Conforme o inciso IV do artigo 6º da lei número 12.608/12, “compete à União apoiar os Estados, o Distrito Federal e os Municípios no mapeamento das áreas de risco”. Dessa forma, o Serviço Geológico do Brasil – CPRM, empresa do governo federal ligada ao Ministério de Minas e Energia, vem realizando desde novembro de 2011, o mapeamento, descrição e classificação de áreas de risco geológico alto e muito alto em municípios de todas as unidades da federação selecionados pelas Defesas Civas Nacional e Estadual. A finalidade de tal estudo é a prevenção e consequente redução de perdas sociais e econômicas relacionadas a desastres naturais.

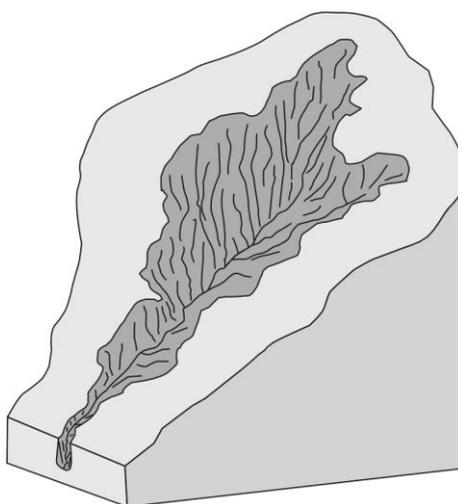
Nessas áreas o risco<sup>1</sup> geológico está relacionado com a possibilidade de ocorrência de acidentes causados por movimentos de massa, feições erosivas, enchente<sup>2</sup> e inundação<sup>3</sup>. Os movimentos gravitacionais de massa estudados são os rastejos, deslizamentos, quedas, tombamentos e corridas, cujas principais características são mostradas no quadro 1.

Quadro 1. Tipos de movimentos gravitacionais de massa (Modificado de Augusto Filho, 1992).

Processos	Características do movimento, material e geometria
Rastejo	Vários planos de deslocamento (internos); Velocidades muito baixas (cm/ano) a baixas e decrescentes com a profundidade; Movimentos constantes, sazonais ou intermitentes; Solo, depósitos, rocha alterada/fraturada; Geometria indefinida.

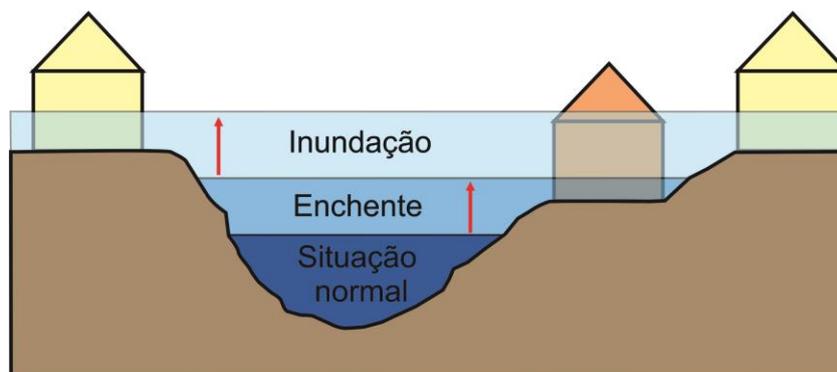
Deslizamentos	<p>Poucos planos de deslocamento (externos);          Velocidades de médias (m/h) a altas (m/s);          Pequenos a grandes volumes de material;          Geometria e materiais variáveis;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i. Planares: solos pouco espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza;</li> <li>ii. Circulares: solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas;</li> <li>iii. Em cunha: solos e rochas com dois planos de fraqueza.</li> </ul>
Quedas	<p>Sem planos de deslocamento;          Movimentos tipo queda livre ou em plano inclinado;          Velocidades muito altas (vários m/s);          Material rochoso;          Pequenos a médios volumes;          Geometria variável: lascas, placas, blocos, etc.;          Rolamento de matacão;          Tombamento.</p>
Corridas	<p>Muitas superfícies de deslocamento (internas e externas à massa em movimentação);          Movimento semelhante ao de um líquido viscoso;          Desenvolvimento ao longo das drenagens;          Velocidades médias a altas;          Mobilização de solo, rocha, detritos e água;          Grandes volumes de material;          Extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas.</p>

As feições erosivas identificadas em campo (Figura 2) são aquelas que têm como principal agente atuante a água, formando sulcos no terreno que dão origem às ravinas e voçorocas.



**Figura 2. Representação de feição erosiva em encosta.**

Além da possibilidade de enchentes e inundações (Figura 3) também é verificado se há o processo de solapamento<sup>4</sup> de margem em áreas próximas aos cursos d'água.



**Figura 3. Representação de enchente e inundação com a elevação do nível d'água.**

Os dados resultantes deste trabalho são disponibilizados em caráter primário para as defesas civis de cada município e os dados finais alimentam o banco nacional de dados do Centro de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais – CEMADEN, ligado ao Ministério de Ciência e Tecnologia, que é o órgão responsável pelos alertas de ocorrência de eventos climáticos de maior magnitude que possam colocar em risco vidas humanas, e do Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres – CENAD, ligado ao Ministério da Integração Nacional, que como algumas de suas atribuições, inclui o monitoramento, a previsão, prevenção, preparação, mitigação e resposta aos desastres, além de difundir os alertas nos estados e municípios.

A seguir estão listados alguns conceitos importantes sobre o tema, conforme apresentado em Ministério das Cidades e IPT (2007).

- Risco<sup>1</sup>: Relação entre a possibilidade de ocorrência de um dado processo ou fenômeno, e a magnitude de danos ou consequência sociais e/ou econômicas sobre um dado elemento, grupo ou comunidade. Quanto maior a vulnerabilidade maior o risco;
- Vulnerabilidade: Grau de perda para um dado elemento, grupo ou comunidade dentro de uma determinada área passível de ser afetada por um fenômeno ou processo;
- Suscetibilidade: Indica a potencialidade de ocorrência de processos naturais e induzidos em uma dada área, expressando-se segundo classes de probabilidade de ocorrência;
- Talude natural: Encostas de maciços terrosos, rochosos ou mistos, de solo e/ou rocha, de superfície não horizontal, originados por agentes naturais;
- Talude de corte: Talude resultante de algum processo de escavação executado pelo homem;
- Enchente ou cheia<sup>2</sup>: Elevação temporária do nível d'água em um canal de drenagem devida ao aumento da vazão ou descarga;
- Inundação<sup>3</sup>: Processo de extravasamento das águas do canal de drenagem para as áreas marginais (planície de inundação, várzea ou leito maior do rio) quando a enchente atinge cota acima do nível da calha principal do rio;
- Alagamento: Acúmulo momentâneo de águas em uma dada área decorrente de deficiência do sistema de drenagem;

- Enxurrada: Escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte;
- Solapamento<sup>4</sup>: Ruptura de taludes marginais do rio por erosão e ação instabilizadora das águas durante ou logo após processos de enchente ou inundação;
- Área de risco de enchentes e inundação: Terrenos marginais e cursos d'água ocupados por assentamentos habitacionais precários sujeitos ao impacto direto de processos de enchente e inundação.

## 2. METODOLOGIA

O trabalho é constituído por três etapas. A primeira inclui as tarefas anteriores às atividades de campo, na qual são levantadas informações prévias sobre as características geológicas do município, histórico de ocorrência de desastres naturais, feições indicativas de instabilização de taludes e encostas, ou outras informações úteis para o desenvolvimento do trabalho. Nessa etapa também é realizado o primeiro contato com a Defesa Civil Municipal, durante o qual são coletadas informações pertinentes ao trabalho de mapeamento de risco, assim como verificada a disponibilidade de acompanhamento em visitas nas áreas que apresentam risco geológico.

Na segunda etapa do trabalho são realizadas atividades de campo nas áreas onde, segundo a defesa civil municipal, há histórico de ocorrência de desastres naturais ou naquelas áreas onde existem situações de risco. Em Capivari o mapeamento de risco foi realizado em 16 e 17 de abril de 2018, após uma reunião inicial no dia 16 de abril de 2018 com o Diretor Municipal de Proteção e Defesa Civil Sr. Júlio Capóssoli Neto. As avaliações de campo foram guiadas e acompanhadas pelo próprio diretor da Defesa Civil da prefeitura durante todo o período do trabalho e no segundo dia também fomos acompanhados pela Agente Municipal de Proteção e Defesa Civil Sra. Karina Mya Jardim Batagim.

Nos locais visitados são analisadas visualmente algumas características geológicas e geotécnicas do terreno. Além disso, também é feito o levantamento do histórico local em relação à ocorrência de processos e indícios de instabilização de taludes ou encostas (relatos de moradores) e, especialmente nos casos de enchentes e inundações, é verificada a frequência dos eventos nos últimos cinco anos.

No caso de maciço de solo são observados indícios de processos desestabilizadores do terreno, geomorfologia da encosta, atributos do(s) talude(s) e do maciço, aterro lançado, escoamento de águas pluviais e de águas servidas, presença de feição erosiva, tipo de vegetação, lixo, lançamento de esgoto, existência de blocos de rocha, propensão da área em enchentes e/ou inundações e em caso positivo características do(s) curso(s) d'água.

Em se tratando de maciço rochoso são observadas as propriedades das discontinuidades, número, geometria e tamanho de blocos dispostos nas porções superiores da encosta, aspectos relacionados à presença e tipo de vegetação, indícios de processos desestabilizadores do terreno, geomorfologia da encosta e atributos do(s) talude(s).

Os indícios ou evidências de processos desestabilizadores citados anteriormente referem-se às trincas em muros, paredes e pisos, trincas no terreno, depressão de pavimentos, inclinação e tombamento de muros, postes e árvores, deformação de muros de contenção e outros elementos que sugerem a deformação e/ou deslocamento do terreno.

De acordo com a classificação proposta pelo Ministério das Cidades e pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (2004 e 2007), o grau de risco é determinado conforme a existência de alguns indícios, podendo variar de risco baixo (R1) até risco muito alto (R4). Entretanto, por se tratar de uma ação emergencial, somente setores com risco alto (R3) e muito alto (R4) são mapeados em campo. Se há possibilidade de deslizamentos, o quadro 2 é utilizado na classificação do grau de risco, enquanto o quadro 3 é aquele usado no caso de enchentes e inundações.

**Quadro 2. Classificação dos graus de risco para deslizamentos (Modificado de Ministério das Cidades e Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2004).**

Grau de risco	Descrição
R1 Baixo	Não há indícios de desenvolvimento de processos destrutivos em encostas e margens de drenagens. Mantidas as condições existentes, não se espera a ocorrência de eventos destrutivos.
R2 Médio	Observa-se a presença de alguma(s) evidência(s) de instabilidade (encostas e margens de drenagens), porém incipiente(s). Mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas.
R3 Alto	Observa-se a presença de significativa(s) evidência(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, etc.). Mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas.
R4 Muito Alto	As evidências de instabilidades (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de escorregamento, feições erosivas, proximidade da moradia em relação ao córrego, etc.) são expressivas e estão presentes em grande número e/ou magnitude. Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas e prolongadas.

**Quadro 3. Classificação dos graus de risco para enchentes e inundações (Modificado de Ministério das Cidades e Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2004).**

Grau de risco	Descrição
R1 Baixo	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com baixo potencial de causar danos. Baixa frequência de ocorrência (sem registros de ocorrências nos últimos cinco anos).
R2 Médio	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com médio potencial de causar danos. Média frequência de ocorrência (registro de uma ocorrência significativa nos últimos cinco anos).
R3 Alto	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com alto potencial de causar danos. Média frequência de ocorrência (registro de uma ocorrência significativa nos últimos cinco anos) e envolvendo moradias de alta vulnerabilidade.
R4 Muito Alto	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com alto potencial de causar danos. Alta frequência de ocorrência (pelo menos três eventos significativos em cinco anos) e envolvendo moradias com alta vulnerabilidade.

Durante os levantamentos de campo são feitos registros fotográficos, anotações e marcação de estações com auxílio de aparelho de posicionamento global (GPS), sendo utilizada a projeção UTM (Universal Transversa de Mercator) como sistema de coordenadas e o WGS-84 (*World Geodetic System*) como *datum*. Entretanto, para a elaboração dos produtos finais, os dados são convertidos para o Sistema de Coordenadas SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas – 2000), que é o referencial do Sistema Geodésico Brasileiro e do Sistema Cartográfico Nacional.

A última etapa, posterior ao campo, consiste na definição e descrição de áreas de risco geológico alto e muito alto, tendo como base análises dos dados coletados em campo e imagens de satélite. Cada uma dessas áreas é denominada setor de risco, e para cada um desses setores é confeccionada uma prancha.

A prancha é identificada por um código, possuindo uma breve descrição, os nomes do bairro e rua(s) que compõem o setor, o mês e ano de sua conclusão, a coordenada GPS de um ponto de referência local, a tipologia do movimento de massa ou informação da ocorrência de enchente ou inundação, número aproximado de construções e habitantes no interior do polígono delimitado, sugestões de intervenção, o grau de risco, os nomes da equipe executora do trabalho e imagens que representam o setor de risco.

Em cada prancha há uma figura central na qual é representada a delimitação do setor, circundada por fotografias menores obtidas em campo. Tais fotografias são indicadas por números sequenciais cuja localização é inserida na imagem central.

Nessa etapa também foi redigido o presente relatório, onde constam informações relativas ao mapeamento de risco do município.

Para melhor compreensão e utilização do trabalho desenvolvido, é importante ressaltar que, de acordo com a metodologia adotada pelo projeto, a identificação dos riscos deve se restringir à região habitada atualmente. Entretanto, isso não significa que as áreas de planície de inundação ou encostas adjacentes à área identificada não sejam suscetíveis a serem atingidas por eventos de inundação ou movimentação de massa. Assim, áreas atualmente não ocupadas podem apresentar risco à população, caso sejam habitadas de maneira inadequada.

Vale ressaltar que as áreas aqui descritas foram àquelas indicadas pela equipe da Defesa Civil onde há a presença de edificações voltadas à permanência humana, uma vez que o intuito do projeto de setorização é o de preservar vidas.

### 3. RESULTADOS

Os onze setores de alto risco da área urbana do município de Capivari (SP) estão no quadro 4. Neste também estão adicionados bairros ou distritos e trechos de ruas ou avenidas pertencentes a cada setor e os movimentos de massa, feições erosivas ou eventos de inundações e enchentes identificados e/ou que podem ainda ocorrer em cada setor. As pranchas de cada um dos setores se encontram no apêndice I.

**Quadro 4. Síntese dos setores de risco alto.**

BAIRRO ou DISTRITO	RUA ou AVENIDA	CÓDIGO DO SETOR	TIPOLOGIA
Moreto	Rua Moisés Bazio, Rua Tenente Abílio Moraes de Almeida, Rua Natale dal Fabro e Rua Moreti	SP_CAPIVAR_SR_01_CPRM	Inundação, solapamento de margem de rio.
Padovani	Rua Leonel Pereira	SP_CAPIVAR_SR_02_CPRM	Inundação, solapamento de margem de rio.
Padovani	Rua Hermínio José Panserini	SP_CAPIVAR_SR_03_CPRM	Inundação
Aparecida	Rua Brg. Faria Lima, Av. Dr. José de Carvalho Jr., Rua Março	SP_CAPIVAR_SR_04_CPRM	Inundação
Residencial Santo Antônio	Rua Antônio Bocchio e Rua José Busato	SP_CAPIVAR_SR_05_CPRM	Inundação
Jardim Elisa	Rua Gumercindo Costa	SP_CAPIVAR_SR_06_CPRM	Inundação
Centro e Fátima	Rua XV de Novembro	SP_CAPIVAR_SR_07_CPRM	Inundação
Centro	Rua Tiradentes	SP_CAPIVAR_SR_08_CPRM	Inundação
Centro	Rua Bento Dias	SP_CAPIVAR_SR_09_CPRM	Inundação
São Luiz	Rua Amadeu Amaral	SP_CAPIVAR_SR_10_CPRM	Deslizamento
Centro	Rua André de Melo	SP_CAPIVAR_SR_11_CPRM	Solapamento de margem de rio, inundação.

Na figura 4, que mostra a zona urbana da sede do município de Capivari é possível visualizar todos os setores de risco delimitados em campo.



**Figura 4. Setores com risco geológico do município de Capivari. (Imagem: Google Earth).**

### 3.1. Setores com risco de movimentos de massa

O setor SP\_CAPIVAR\_SR\_10\_CPRM compreende setor de risco alto, localizado em área urbana do município de Capivari na Rua Amadeu do Amaral no bairro São Luiz, também conhecido como Morro dos Macacos. A área possui média densidade ocupacional onde existem construções mistas, de alvenaria e de madeira (Figuras 5 e 6), o que resulta em construções de alta vulnerabilidade. Não existem equipamentos públicos instalados como pavimentação das ruas, drenagem de águas pluviais, saneamento básico ou energia elétrica.



**Figura 5. Aspecto geral das moradias do local.**



**Figura 6. Vias de acesso no Morro dos Macacos.**

Em caso de chuvas intensas a inexistência de sistema de drenagem das águas pluviais agravado pelo lançamento de esgoto direto no solo facilita a infiltração da água e pode resultar em deslizamentos, que correspondem a movimentos de massa rápidos de proporções variadas, resultantes da infiltração de água na interface solo-rocha saturando o solo que perde a aderência e

desliza. Estes eventos podem destruir ou provocar graves danos às moradias situadas na crista e base dos taludes.

Os acessos dentro do morro são muito precários com instalações elétricas irregulares. A área ocupada está localizada em uma cabeceira de drenagem com declividade média a alta, observa-se lançamento de lixo e detritos nessa área (Figuras 7 e 8) o que agrava a situação de risco geológico além de representar grave risco sanitário para a população do local.



**Figura 7. Cabeceira de drenagem com lançamento de lixo e detritos.**



**Figura 8. Moradia de alvenaria localizada próxima a cabeceira de drenagem.**

Observa-se cortes de talude e aterros na encosta. Os taludes de corte possuem alturas em torno de 3m e inclinações da ordem de 90 graus. As moradias ocupam tanto topo como base dos taludes (Figura 9). A Defesa Civil faz monitoramento periódico na área principalmente devido a ocupações em área de APP, que existe na porção final da área. Observa-se o crescimento do número de moradias no local, com ocupação de novas áreas. Pôde-se constatar no momento da visita cortes de talude recentes assim como a instalação de novas moradias (Figura 10).



**Figura 9. Moradia instalada na base de talude de corte.**



**Figura 10. Início de corte de talude para a instalação de novas moradias.**

Diante do exposto conclui-se que pode ocorrer rupturas nos taludes de corte e nas áreas de aterro podendo atingir as moradias.

Para a prevenção de acidentes na área sugere-se a implantação de políticas de controle urbano a fim de inibir futuras construções e ocupações das áreas de risco, formação de líderes comunitários para apoiar a defesa civil municipal, palestras visando uma conscientização ambiental e em relação ao risco existente no local, o estudo geológico-geotécnico de detalhe para verificar a necessidade de obras de contenção de taludes de corte e aterro, instalação de sistema de

drenagem adequado, instalação de sistema de alerta nas situações críticas de chuva; remoção total dos depósitos de lixo e detritos assim como local adequado para que a população possa descartar o lixo com segurança.

### 3.2. Setores com risco de processos hidrológicos

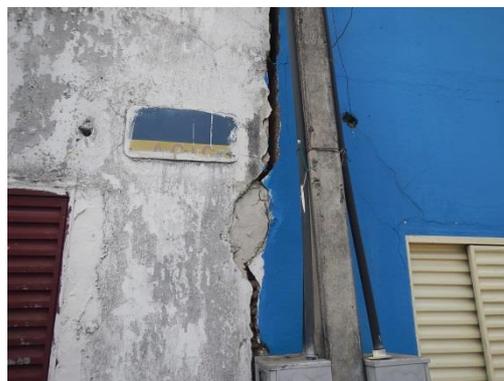
Foram mapeados 10 (dez) setores de risco alto (R3) para inundação no município de Capivari (SP), denominados SP\_CAPIVAR\_SR\_01\_CPRM, SP\_CAPIVAR\_SR\_02\_CPRM, SP\_CAPIVAR\_SR\_03\_CPRM, SP\_CAPIVAR\_SR\_04\_CPRM, SP\_CAPIVAR\_SR\_05\_CPRM, SP\_CAPIVAR\_SR\_06\_CPRM, SP\_CAPIVAR\_SR\_07\_CPRM, SP\_CAPIVAR\_SR\_08\_CPRM, SP\_CAPIVAR\_SR\_09\_CPRM e SP\_CAPIVAR\_SR\_11\_CPRM. Como características comuns todos os setores ocupam áreas de inundação dos rios e córregos que cortam o município, principalmente o Rio Capivari que é um rio meandrante, os principais problemas de inundação são observados nas porções côncavas dos meandros devido ao comportamento do rio que ocupa naturalmente sua área de inundação periodicamente.

As maiores cheias relatadas no município ocorreram nos anos de 2009 e 2016, quando várias moradias foram atingidas causando perdas materiais para os moradores. O Rio Capivari recebe contribuição das águas provenientes dos municípios a montante como Mombuca e Monte Mor o que pode acarretar em processos de inundação mais severos. Nos casos mais graves como o observado em 2016 os únicos acessos ao município passam a ser pela Avenida Brigadeiro Faria Lima. Os bairros mais atingidos são Moreto, Nova Aparecida e o Centro.

Foram observados três locais com processo de solapamento das margens evidenciado principalmente pela presença de trincas em moradias como observado na Rua Santa Catarina no Bairro Moreto (Figuras 11 e 12) inserido no setor SP\_CAPIVAR\_SR\_01\_CPRM as margens do Rio Capivari, na Leonel Pereira nas proximidades do Rio São Fernando afluente do Rio Capivari (Figuras 13 e 14), inserida no setor de risco SP\_CAPIVAR\_SR\_02\_CPRM e no setor SP\_CAPIVAR\_SR\_11\_CPRM.



**Figura 11.** Trinca em moradia na Rua Santa Catarina em junho de 2011 obtida através do *Google Earth*.



**Figura 12.** Situação observada em abril de 2018 na moradia da Rua Santa Catarina.



**Figura 13.** Trinca observada na garagem da residência



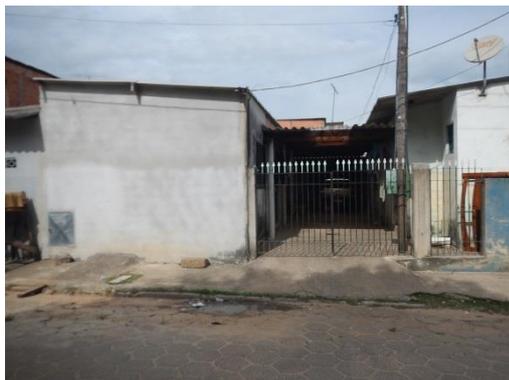
**Figura 14.** Trincas na área da residência usada como garagem e área de serviço.

De maneira geral os rios que cortam o município apresentam as margens sujas com deposição de detritos em alguns pontos e comumente assoreados. Os sistemas de drenagem nos setores de risco são em grande parte insuficientes e encontram-se necessitando de manutenção para desentupimento e facilitar o escoamento das águas pluviais. Em muitos pontos foram observados lançamento de esgoto nas ruas, esses fatores acarretam no agravamento da situação de risco nesses locais.

De acordo com a Defesa Civil, a partir de 2017 foi instalado um procedimento de abertura das comportas da barragem PCH Leopoldina da CPFL, localizada a jusante da cidade em propriedade da Raízen, com operação realizada indiretamente pela Defesa Civil de Capivari, de modo que a precipitação a montante é monitorada, assim como o nível dos rios, utilizando as estações telemétricas disponíveis, o que até o momento tem amenizado os efeitos das inundações que atingiram menos áreas e em menor magnitude.

Entre os setores mapeados destaca-se o setor SP\_CAPIVAR\_SR\_01\_CPRM, localizado no Bairro do Moreto devido ao grande número de moradias afetadas. Este setor possui grande densidade ocupacional, ocupado por moradias de médio padrão construídos em alvenaria com equipamentos públicos instalados. O setor localiza-se na planície de inundação do Rio Capivari (Figura 18) onde o canal possui aproximadamente 10m de largura e margens em torno de 3m de altura, os taludes marginais possuem proteção vegetal natural, segundo a defesa civil várias moradias precárias foram removidas das proximidades do rio.

As inundações neste setor são frequentes, chegando a atingir 2m de altura (Figuras 15 e 16), provocando diversas perdas materiais, porém sem vítimas fatais. Foi observado que no setor a rede de drenagem de águas pluviais são insuficientes e precisam de manutenção, assim como também existem pontos de despejo de esgoto direto no solo. Foram observadas ainda pequenas empresas de separação de lixo reciclável localizadas as margens do Rio Capivari (Figura 17).



**Figura 15.** Marca d'água observada em residências a uma altura aproximada de 1,5m observada na rua Moreti no bairro do Moreto.



**Figura 16.** Outro exemplo de marca d'água em moradia do trecho mais afetado do Bairro do Moreto.



**Figura 17.** Empresa de reciclagem localizada as margens do Rio Capivari. Também observa-se lançamento de esgoto direto no solo.



**Figura 18.** Visão geral da área de inundação do Rio Capivari .

Destaca-se ainda o trecho de antiga ocupação urbana às margens do Rio Capivari, na altura da Rua André de Melo, delimitado como setor SP\_CAPIVAR\_SR\_11\_CPRM (R3-Alto), que sofre com inundações recorrentes desde a década de 1970, sendo as últimas ocorridas em 27 de dezembro de 2009 (Figuras 23 e 24), chegando a ca. 1,50m e em 2016 chegando a uma altura de até 0,50m fora da moradia (Figura 21). As moradias, de alvenaria, estão instaladas diretamente às margens do Rio Capivari (Figura 20) e por este motivo podem sofrer solapamento de margem (erosão fluvial seguida de desmoronamento). No momento da visita técnica não foram constatados sinais significativos de movimentação do terreno, apesar de presentes pequenas fissuras e trincas (Figura 22). De acordo com moradora do nº 28 da Rua André de Melo, as fissuras aparentes são resultado da última cheia de 2016 e desde então não evoluíram, tendo sofrido pequenos reparos ao longo dos anos. Ocorre o lançamento de águas servidas e esgoto nas proximidades do talude marginal que ajuda a promover a erosão da margem (Figura 19). A Defesa Civil local deve manter este local em constante monitoramento, acompanhando a evolução dos sinais de movimentação do terreno, considerando também o cenário de solapamento de margem de rio para tomar ações preventivas efetivas a fim de salvaguardar os moradores. Em caso de evolução adversa do cenário de risco, a Defesa Civil e a municipalidade devem promover as ações cabíveis necessárias para remover os moradores durante as cheias e para estabelecer a condição de estabilidade da margem. Este trecho não foi anteriormente cadastrado no mapeamento de riscos hidrogeológicos do IPT/2014.



Figura 19. Lançamento de esgoto e águas servidas no Rio Capivari, próximo à margem.



Figura 20. Proximidade da moradia de alvenaria na crista da margem do rio.



Figura 21. Ponto mais baixo da Rua André de Melo e próximo ao Rio Capivari. Notar o muro caído, possivelmente por conta das inundações.



Figura 22. Recuo de ca. 2,0m da moradia para a margem. Pequenas fissuras no quintal indicam movimentação do terreno que devem ser acompanhadas pela Defesa Civil.



Figura 23. Marca d'água na moradia indica cerca de 1,50m de altura, atingindo quase a janela em 2009. Fonte: internet.



Figura 24. Rua André de Melo praticamente intransitável em 2009. Notar a marca d'água no muro. Fonte: internet.

### 3.3. Setores com outros tipos de risco geológico

#### **Centro. Rua João Vaz, Rua Antônio Pires. Rio do Curtume. Coordenadas UTM: 243104.43 m E, 7454097.48 m S, 23K.**

Trecho do Rio do Curtume, afluente do Rio Capivari, em que ocorre inundação restrita com frequência anual atingindo as ruas João Vaz e Antônio Pires (Figura 25). De acordo com a Defesa Civil local, em 2016 as águas atingiram moradias, porém, sem adentrá-las (Figura 26). Mantidas as condições constatadas, considera-se que não há risco elevado, porém, a Defesa Civil Municipal deve manter o local em monitoramento, alertando a população local sobre a possibilidade de inundações do entorno e tomar as devidas providências cabíveis em caso de alterações que modifiquem o cenário de risco. Esta área não foi referenciada pelo mapeamento do IPT-2014.



Figura 25. Panorama da Rua João Vaz que é atingida pelo transbordamento do Rio do Curtume anualmente.



Figura 26. Marca d'água em garagem de moradia, com altura aproximada de 0,40m, que indica que em 2016 as águas não adentraram as moradias.

#### **Bairro do Curtume, Centro. Rua José Annechini. Rio Capivari. Coordenadas UTM: 242819.55 m E, 7454122.53 m S, 23K.**

Ponto na Rua José Annechini em que é atingida pelas inundações do Rio Capivari (Figuras 27 e 28). A última vez em que isto ocorreu foi no ano de 2016, tornando a via intransitável. As águas chegam próximas a edificações do lado oposto da rua, porém, de acordo com a Defesa Civil local, as águas não adentram moradias ou outras edificações. Deve se manter em monitoramento, e em caso de modificações do cenário de risco, devidas providências cabíveis devem ser tomadas pela municipalidade.



Figura 27. Rua José Annechini que foi atingida em 2016 pela inundação do Rio Capivari.



Figura 28. A via torna-se intransitável durante as inundações do Rio Capivari de maior intensidade.

**Centro. Rua Fernando de Barros. Rio Capivari.  
Coordenadas UTM: 243535.65 m E, 7453882.13 m S, 23K.**

Outro ponto, na Rua Fernando de Barros, ao longo do Rio Capivari que ao inundar na época de pluviosidade intensa atinge vias e edificações, como ocorreu em 2009 e 2016. Neste local, de acordo com a Defesa Civil, não são atingidas moradias, mas apenas um galpão que está situado mais próximo ao rio (Figuras 29 e 30). A Defesa Civil deve manter em monitoramento, assim como em todos os outros pontos em que ocorrem inundações dos rios que cortam o sítio urbano do município.



**Figura 29.** Inundação ocorrida em 2009, atingindo o galpão. Fonte: internet.



**Figura 30.** Vista atual de galpão que foi atingido também em 2016 por inundação do Rio Capivari.

**Vila do Carmo, Juventus. Rua Padre Haroldo. Rio Água Choca, Rio Chiquinho Quadros.  
Coordenadas UTM: 243895.06 m E, 7454773.93 m S, 23K.**

Área de inundação frequente, anual, dos rios Água Choca e Chiquinho Quadros, com atingimento de moradias e outras edificações (como supermercados e outras atividades comerciais) de alvenaria. Pelas informações repassadas pela Defesa Civil, as últimas inundações significativas foram as ocorridas nos anos de 2009 e 2016. A Defesa Civil deve manter em monitoramento frequente, mantendo a população informada sobre as inundações recorrentes e tomar as devidas ações cabíveis em caso de evolução adversa do cenário de risco. A área inundada compreende desde a Rua Padre Haroldo (Figuras 31 e 32), até a Rua Franklina de Almeida Barros e parte da Rua Chiquinho Quadros que margeia o córrego de mesmo nome (Figuras 33 e 34). Esta área foi referenciada pelo IPT/2014 como de risco R2-Médio para inundação.



**Figura 31.** Planície de inundação do Rio Água Choca, com suas bordas ocupadas por moradias e outras edificações de alvenaria.



**Figura 32.** Rua Padre Haroldo, onde ocorrem inundações anuais, que chegam a uma altura de 0,50m de acordo com moradores.



**Figura 33.** Moradias e outras edificações de alvenaria nas imediações do Rio Chiquinho Quadros.



**Figura 34.** Marca d'água na margem do Rio Chiquinho Quadros, indicativa da última inundação.

**Bairro Rossi. Travessa da Rua Franklina de Almeida Barros. Rio Água Choca, Rio Caraça. Coordenadas UTM: 244104.20 m E, 7455064.70 m S, 23K.**

Trecho a montante no Rio Água Choca em relação à Vila do Carmo (Rua Padre Haroldo), e na margem oposta da Vila Balan (Rua Caiapós). A montante ocorre o deságue do Rio Caraça, afluente do Água Choca, que potencializa as inundações. Segundo a Defesa Civil, as inundações ocorreram unicamente em 2009 e 2016, chegando a cerca de 0,50m de altura (Figuras 35 e 36).

Por este histórico, a Defesa Civil deve manter monitoramento frequente e informar os moradores sobre a possibilidade de ocorrência de inundações no local. Em Capivari, a municipalidade deve também fiscalizar para que novas ocupações em áreas de várzea não ocorram gerando futuras áreas de risco, além da possibilidade de potencializar as já existentes. Cabe lembrar que a maioria destas áreas, e aqui neste relatório elencadas, é considerada Área de Preservação Permanente (APP) e que existe legislação específica que regula estas áreas.



**Figura 35.** Moradias de bom padrão construtivo, de alvenaria, na travessa da Rua Franklina de A. Barros, sujeitas a inundações.



**Figura 36.** Moradias em sua maioria são de aluguel, de acordo com a Defesa Civil, de modo que o comunicado frequente aos moradores sobre o risco de inundação é necessário.

**Vila Balan. Rua Caiapós. Rio Água Choca, Rio Caraça. Coordenadas UTM: 244271.43 m E, 7454960.96 m S, 23K.**

Área de inundação do Rio Água Choca onde ocorre atualmente ocupação por moradias de alvenaria (Figura 37), tendo sido atingidas em 2009 e 2016. Neste último ano as águas chegaram até a um nível de 0,50m causando perdas materiais aos moradores (Figura 38). De acordo com a Defesa Civil, em 2009 existia ocupação precária, composta por moradias de madeira e que foram posteriormente removidas (Figura 39). Lixo e outros detritos estão dispostos irregularmente sobre a planície de inundação e podem agravar a situação (Figura 40).

Assim, a Defesa Civil deve manter monitoramento frequente a fim de evitar ocupações, sejam elas por moradias de madeira ou de alvenaria em direção ao rio, assim como, acompanhar a evolução do cenário de risco para inundação, devendo proceder com ações preventivas, conforme necessário, e de conscientização da população local sobre os riscos de se morar em áreas suscetíveis a processos adversos, bem como, de construir em locais inadequados. Esta área foi referenciada no mapeamento de riscos hidrogeológicos do IPT-2014 como de risco R2-Médio.



**Figura 37. Panorama da Rua Caiapós. Moradias de alvenaria.**



**Figura 38. Limite da ocupação. Marcas d'água e informações da Defesa Civil deram a altura de ca. 0,5m do nível de água.**



**Figura 39. Local atualmente desocupado. Planície de inundação do Rio Água Choca.**



**Figura 40. Lançamento de lixo e outros detritos a céu aberto que pioram significativamente o quadro de enchentes e inundações.**

Este trabalho foi baseado unicamente nas informações prestadas pela Defesa Civil Municipal de Capivari (SP), assim, não se trata de um trabalho que esgota definitivamente as áreas sujeitas a processos adversos, tais como, inundações, enchentes e movimentos de massa, devendo a municipalidade e a Defesa Civil continuarem o trabalho de identificação e análise de outras eventuais áreas e setores de risco a estes processos, e correlatos, que existam, possam surgir no futuro ou que possam ser agravados.

#### 4. SUGESTÕES

Neste capítulo são apresentadas sugestões gerais baseadas nas situações verificadas durante os trabalhos de vistoria no município de Capivari (SP). Apenas uma ou mais das sugestões apresentadas são válidas para cada caso apresentado neste relatório de setorização de risco alto e muito alto, ou seja, cada caso deve ser avaliado separadamente para a adoção da medida mais adequada. As sugestões são:

1. Remoção temporária dos moradores que se encontram nas áreas de risco durante o período de chuvas;
2. Desenvolvimento de estudos de adequação do sistema de drenagem pluvial e esgoto a fim de evitar que o fluxo seja direcionado sobre a face dos taludes ou encostas. Além disso, verificar e reparar os pontos de vazamento de água de encanamentos;
3. Desenvolvimento de estudos geotécnicos e hidrológicos com a finalidade de embasar os projetos e/ou obras de contenção de encostas;
4. Fiscalização e proibição da construção em encostas, margens e interior dos cursos d'água segundo normas estabelecidas por lei;
5. Instalação de sistema de alerta para as áreas de risco, através de meios de veiculação pública (mídia, sirenes, celulares), permitindo a remoção eficaz dos moradores em caso de alertas de chuvas intensas ou contínuas;
6. Realização de programas de educação voltados para as crianças em idade escolar e para os adultos em seus centros comunitários, ensinando-os a evitar a ocupação de áreas impróprias para construção devido ao risco geológico e também conscientizá-los da questão do lixo;
7. Elaboração de um plano de contingência que envolva a zona rural e urbana, para aumentar a capacidade de resposta e prevenção a desastres no município;
8. Fiscalizar e exigir que novos loteamentos apresentem projetos urbanísticos respaldados por profissionais habilitados para tal;
9. Avaliar a possibilidade de remoção e reassentamento dos moradores que habitam em residências inseridas nos setores de risco muito alto. Realizar a demolição da moradia e dar nova utilidade à área para se evitar novas ocupações;
10. Executar manutenção das drenagens pluviais e canais de córregos, a fim de evitar que o acúmulo de resíduos impeça o perfeito escoamento das águas durante a estação chuvosa;
11. A Defesa Civil deve agir mais de modo preventivo e, nos períodos de seca, aproveitar a baixa no número de ocorrências para percorrer e vistoriar todas as áreas de risco conhecidas e já adotar as medidas preventivas cabíveis.

É importante ressaltar que os terrenos naturais, quando estáveis, podem ser entendidos como um sistema em equilíbrio, de maneira que qualquer modificação ou inserção de elementos externos sem o devido acompanhamento técnico pode causar sua instabilização. Dessa maneira, pode-se afirmar que os projetos de engenharia deveriam ser ajustados em função da morfologia do terreno natural, de maneira a minimizar as intervenções externas na superfície, como supressão da vegetação natural, cortes subverticalizados, aterros mal adensados, lançamento de águas servidas, entre outros (Figura 41).

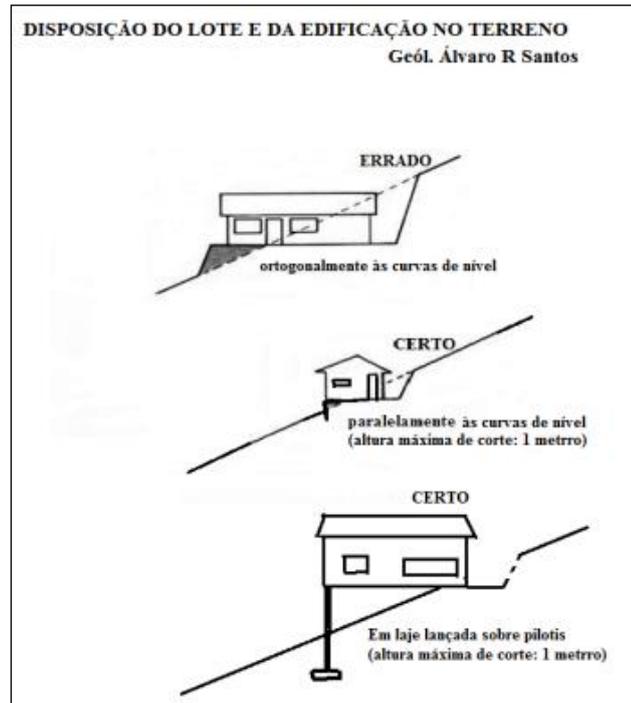


Figura 41. Exemplos de intervenções em terrenos inclinados (Santos, 2012).

## 5. CONCLUSÕES

No município de Capivari (SP) foram constatados onze (11) setores de risco alto, sendo que destes, apenas um (1) é para movimentos de massa e os demais nove (9) para inundação, com processos de solapamento de margem associado às ocupações mais próximas das margens dos rios.

Para que a situação não se agrave num futuro próximo é necessário um esforço da administração municipal na fiscalização do avanço da ocupação urbana em áreas suscetíveis a processos adversos, impedindo e prevenindo situações de risco hidrológico e/ou geológico.

Nota-se que as inundações são os processos com maior número de pessoas afetadas no município e que merece atenção da municipalidade, considerando as questões legais de ocupação em áreas de várzeas de rios e das Áreas de Preservação Permanente (APP). Estas considerações são necessárias também para se minimizar os riscos existentes e de futuras novas áreas.

É sabido que o risco em encostas de áreas urbanas tem um fator antrópico que condiciona sua ocorrência através de cortes, aterros e lançamento indiscriminado de água nos taludes, que deve ser considerado e monitorado pela municipalidade para mitigar situações de risco e evitar a formação de novas áreas.

É importante ressaltar que o presente relatório é de caráter informativo, sendo necessária a revisão constante destas áreas e de outras não indicadas, que podem ter seu grau de risco modificado. Isso significa que o grau de risco de determinada área delimitada (risco alto e muito alto) ou não (risco baixo e médio) em campo nesse momento pode se alterar no futuro. Uma área de grau de risco médio, por exemplo, que não foi alvo desse mapeamento, pode evoluir para grau de risco alto e muito alto a depender das transformações efetuadas sobre as encostas e margens do município.

## 6. BIBLIOGRAFIA

AUGUSTO FILHO, O. Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas: uma proposta metodológica. In: Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas-COBRAE. *Anais...* 1992. p. 721-733.

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. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 17 mar. 2014.

MINISTÉRIO DAS CIDADES / INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT.  
**Treinamento de Técnicos Municipais para o Mapeamento e Gerenciamento de Áreas Urbanas com Risco de Escorregamentos, Enchentes e Inundações.** Apostila de treinamento. 2004. 73p.

MINISTERIO DAS CIDADES / INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLOGICAS – IPT.  
**Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios.** Celso Santos Carvalho, Eduardo Soares de Macedo e Agostinho Tadashi Ogura, organizadores – Brasília: Ministerio das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnologicas – IPT, 2007.

SANTOS, A.R. Enchentes e deslizamentos: causas e soluções. Áreas de risco no Brasil. São Paulo: Pini, 2012. 136p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC. CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES. Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2010, 2 ed. Ver. Ampl., Florianópolis. 2012. 168p.

## 7. CONTATO MUNICIPAL

- Responsável: Diretor Municipal de Proteção e Defesa Civil Sr. Júlio Capóssoli Neto
- Órgão Municipal: Defesa Civil Municipal de Capivari (SP)
- Endereço: Avenida José Annechino, 549 – Jardim Elisa
- Telefone: (19) 3492-3186 – (19) 99161-1774
- E-mail: defesacivil@capivari.sp.gov.br

Capivari, abril de 2018.

---

**Liliane C. de M. Mafra**

Geóloga/Pesquisadora em Geociências  
CPRM/SUREG-SP

---

**Luiz Fernando dos Santos**

Geólogo/Pesquisador em Geociências  
CPRM/SUREG-SP