

RELATÓRIO TÉCNICO

145.665-205

Casa Militar do Gabinete do
Governador

Divinolândia

14 de dezembro de 2015

**MAPEAMENTO DE ÁREAS DE ALTO E MUITO ALTO RISCO A
DESLIZAMENTOS E INUNDAÇÕES DO MUNICÍPIO DE DIVINOLÂNDIA, SP**

CLIENTE:

CASA MILITAR DO GABINETE DO GOVERNADOR

UNIDADE RESPONSÁVEL:

CENTRO DE TECNOLOGIAS GEOAMBIENTAIS – CTGeo
SEÇÃO DE INVESTIGAÇÕES, RISCOS E DESASTRES NATURAIS – Sirden

RESUMO

O presente relatório apresenta os resultados do mapeamento de áreas de alto e muito alto risco a deslizamentos e inundações do Município de Divinolândia, Estado de São Paulo, em cumprimento ao contrato celebrado entre o IPT e a Casa Militar do Gabinete do Governador do Estado de São Paulo. O mapeamento utilizou metodologia simplificada a partir daquela desenvolvida pelo IPT para o Ministério das Cidades e adotada em todo o país. No Município de Divinolândia, foram identificadas três áreas de risco, sendo duas áreas de Risco Alto (R3) para inundação e uma área de Risco Médio (R2) para deslizamento.

Palavras-chave:

Casa Militar, deslizamento, inundação, área de risco, mapeamento, Divinolândia

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO.....	1
3. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	3
4.1. Mapeamento de Risco de Deslizamento	4
4.1.1. Conceitos	4
4.1.2. Tipos de Deslizamentos	5
4.1.3. Condicionantes e Causas dos Deslizamentos	18
4.1.4. Mapeamento	19
4.2. Mapeamento de Risco de Inundação	23
4.2.1. Conceitos	23
4.2.2. Condicionantes e Causas das Enchentes e Inundações	31
4.2.3. Mapeamento	32
4.3. Tratamento dos Dados	36
4.4. Elaboração de Sugestões de Intervenções Estruturais	36
5. RESULTADOS DOS TRABALHOS	38
5.1. Dados Básicos do Município de Divinolândia	38
5.1.1. Contexto Geológico do Município de Divinolândia	38
5.1.2. Contexto Geomorfológico do Município de Divinolândia	41
5.1.3. Contexto Pedológico do Município de Divinolândia	43
5.2. Áreas de Risco Mapeadas.....	45
5.2.1. Área DVN-01 (Campestrinho – Rio do Peixe) – Inundação - (R3 – Risco Alto).....	45
5.2.2. Área DVN-02 (Centro – Rio do Peixe) – Av. Prefeito Oswaldo Lopes, R. Barão do Rio Branco até R. Lourival de Medeiros – Inundação – (R3 – Risco Alto)	47
5.2.3. Área DVN-03 (Campestrinho – Rua Paraná) – Deslizamento - (R2 – Risco Médio)	48
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
7. EQUIPE TÉCNICA	51
APÊNDICE 1 DESENHOS DAS ÁREAS DE RISCO MAPEADAS	53
APÊNDICE 2 FICHAS DAS ÁREAS DE RISCO MAPEADAS E VISTORIADAS	57
APÊNDICE 3 ARQUIVO DIGITAL	72

1. INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta os resultados do mapeamento de áreas de alto e muito alto risco a deslizamentos e inundações do município de Divinolândia, SP, objeto do contrato celebrado entre a Casa Militar do Gabinete do Governador do estado de São Paulo e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, por meio da Seção de Investigações, Riscos e Desastres Naturais - Sirden, do Centro de Tecnologias Geoambientais - CTGeo.

Os trabalhos de campo foram executados pela equipe técnica do IPT nas áreas indicadas pela Prefeitura Municipal, representada pela Gerente de Meio Ambiente, Sra. Gisele Cristina dos Santos Gonsales Felício, que acompanhou a equipe do IPT em sua realização.

2. OBJETIVO

O objetivo do mapeamento de áreas de alto e muito alto risco a deslizamentos e inundações é dar conhecimento ao poder público da situação dessas áreas, o que permitirá uma série de medidas, ações, planos e projetos para minimizar os problemas encontrados.

3. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O *Office of the United Nations Disasters Relief Co-Ordinator* - UNDRO (1991), órgão das Nações Unidas que atua na prevenção de acidentes naturais e tecnológicos, bem como presta socorro aos países nos quais são registrados esses tipos de acidentes, pauta sua atuação em um modelo de abordagem composto pelas seguintes etapas:

- a) identificação dos riscos;
- b) análise (ou avaliação) de risco;
- c) medidas de prevenção de acidentes;
- d) planejamento para situações de emergência; e
- e) informações públicas e treinamento.

A sequência dessas etapas reflete o fundamento básico de atuação em gestão de risco, qual seja a busca de elementos técnico-científicos que fundamentem a previsão de acidentes, objetivando subsidiar a necessária prevenção e/ou preparação para eventos de acidentes. Destaca-se que, no presente trabalho, devem ser realizadas as etapas (a), (b) e (c) restando a etapa (d) “planejamento para situações de emergências”; fundamental para a gestão dos riscos, que deve ser estudada e desenvolvida pelas próprias equipes municipais, envolvendo todas as secretarias do município e as comunidades locais e a etapa (e) que poderá ser realizada também pela equipe municipal, principalmente no que tange às informações públicas.

No que se refere aos riscos de natureza geológica e geotécnica, é comum que as atividades que resultam na identificação e análise ou avaliação dos riscos sejam realizadas por meio de investigações de campo. Tais investigações requerem que seja considerada, tanto a probabilidade (ou possibilidade) de ocorrência do evento adverso, quanto as consequências sociais e/ou econômicas associadas aos processos de instabilidade (deslizamentos em encostas e solapamento de margens).

Quanto às consequências, além de avaliar o preparo da população moradora para reagir ao sinistro e recuperar a condição anterior ao acidente, os processos do meio físico devem ser também avaliados, pois além dos danos ao meio ambiente, os prejuízos materiais devem ser associados ao risco analisado.

Em termos da consideração da probabilidade (ou possibilidade) de ocorrência dos processos adversos, atribuem-se níveis de forma qualitativa ou às vezes semi-quantitativa, necessitando para tanto, que o profissional seja experiente.

Desse modo, trata-se de avaliar a probabilidade (ou possibilidade) de ocorrer um determinado fenômeno físico – que corresponde ao processo adverso – em um local e período de tempo definido, com características determinadas, referentes à sua tipologia, mecanismo, material envolvido, magnitude, velocidade, tempo de duração, trajetória, severidade, poder destrutivo, etc.

As investigações geológico-geotécnicas de campo correspondem aos instrumentos que permitem a observação de aspectos referentes às características citadas. Por meio dessas investigações podem ser identificados os condicionantes naturais e induzidos dos processos, indícios de desenvolvimento destes e, feições e evidências de instabilidade.

De um modo geral, no Brasil e em muitos outros países, as análises de riscos geológico-geotécnicos são quase que exclusivamente realizadas por meio de avaliações qualitativas. Dentre os vários motivos que justificam isso, deve ser creditado um peso especial à inexistência de bancos de dados de acidentes geológico-geotécnicos que permitam tratamentos estatísticos seguros, como é comum nas análises de risco tecnológico na área industrial.

Mesmo reconhecendo-se as eventuais limitações, imprecisões e incertezas inerentes à análise qualitativa de riscos, os resultados dessa atividade podem ser decisivos para a eficácia de uma política de intervenções voltada à consolidação da ocupação. Para tanto, é imprescindível que se adotem métodos, critérios e procedimentos adequados, bem como que se elaborem modelos detalhados de comportamento dos processos adversos. Tais condicionantes, aliados à experiência da equipe executora nas atividades de identificação e análise de riscos, podem subsidiar a elaboração de programas de gerenciamento de riscos, que acabam por reduzir substancialmente a ocorrência de acidentes geológico-geotécnicos, bem como minimizar a dimensão de suas consequências.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O método adotado para o desenvolvimento dos trabalhos consiste no levantamento e análise de dados, essencialmente dos arquivos existentes na Prefeitura, Defesa Civil Municipal e de dados coletados pelo IPT. Esses foram sistematizados de modo a estabelecer critérios e procedimentos para avaliação do zoneamento de risco nas áreas, com a finalidade de subsidiar o gerenciamento de riscos, a fim de promover maior segurança e/ou eliminar riscos.

As áreas mais críticas aos processos de deslizamentos e inundação correspondem, na maioria dos casos, às de ocupação não consolidada cuja infraestrutura às vezes é precária, sem equacionamento de processos do meio físico perante as intervenções feitas pela ocupação.

Foram selecionadas áreas para mapeamento de acordo com a experiência e conhecimento por parte dos agentes públicos, considerando as moradias sujeitas aos deslizamentos e inundação. Participaram dessa seleção das áreas representantes da equipe técnica da Prefeitura de Divinolândia e do IPT.

Nas áreas mapeadas foram analisadas as situações potenciais de deslizamentos e solapamento de margens de córregos e inundação, sendo adotados os seguintes procedimentos:

- a) Vistorias em cada área, por meio de investigações de superfície, visando identificar condicionantes dos processos de instabilização, evidências de instabilidade, evidências de alcance do processo e indícios do desenvolvimento de processos destrutivos;
- b) Registro em fichas de campo das características de cada setor mapeado e dos resultados das investigações;
- c) Delimitação dos setores de risco, representando-os em imagens disponíveis no Google Earth. Para registrar indicadores de riscos observados no campo e que não estão visíveis nas imagens aéreas, estes foram fotografados durante os trabalhos de campo;
- d) Para cada setor, foi avaliado e definido o grau de risco de ocorrência de processo de instabilização (deslizamento de encostas, quedas de blocos e solapamento de margens de córregos), ou de inundação, válido por um período de 1 (um) ano, segundo critérios pela metodologia para mapeamento de áreas de risco (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2007);
- e) Estimativa das consequências potenciais do processo esperado, por meio da avaliação das possíveis formas de desenvolvimento do processo destrutivo atuante (por exemplo, volumes mobilizados, trajetórias dos detritos, áreas de alcance, nível máximo da inundação etc.), e do número de moradias ameaçadas, em cada setor de risco;
- f) Indicação da(s) alternativa(s) de intervenção adequada(s) para cada uma das áreas de risco mapeadas.

4.1. Mapeamento de Risco de Deslizamento

4.1.1. Conceitos

O termo genérico deslizamentos ou escorregamentos engloba uma variedade de tipos de movimentos de massa de solos, rochas ou detritos, gerados pela ação da gravidade, em terrenos inclinados, tendo como fator deflagrador principal a infiltração de água, principalmente das chuvas.

Podem ser induzidos, gerados pelas atividades do homem que modificam as condições naturais do relevo, por meio de cortes para construção de moradias, aterros, lançamento concentrado de águas sobre as vertentes, estradas e outras obras. Por isso, a ocorrência de deslizamentos resulta da ocupação inadequada, sendo, portanto, mais comum em zonas com ocupações precárias de baixa renda.

Os deslizamentos têm possibilidade de previsão, ou seja, pode-se conhecer previamente onde, em que condições vão ocorrer e qual será a sua magnitude, desde que se conheçam em detalhe os meios físico e antrópico e os condicionantes do processo. Para cada tipo de deslizamento existem medidas não estruturais e estruturais específicas.

4.1.2. Tipos de Deslizamentos

Existem diversas classificações nacionais e internacionais relacionadas a deslizamentos. Aqui será adotada a classificação proposta por Augusto Filho (1992), onde os movimentos de massa relacionados a encostas são agrupados em quatro grandes classes de processos: Rastejos, Deslizamentos, Quedas e Corridas.

Rastejo

Os rastejos são movimentos lentos, que envolvem grandes massas de materiais, cujo deslocamento resultante ao longo do tempo é mínimo (mm a cm/ano).

Este processo atua sobre os horizontes superficiais do solo, bem como, horizontes de transição solo/rocha e até mesmo rocha, em profundidades maiores (**Figura 1**). Também é incluído neste grupo o rastejo em solos de alteração (originados no próprio local) ou em corpos de talus (tipo de solo proveniente de outros locais, transportado para a situação atual por grandes movimentos gravitacionais de massa, apresentando uma disposição caótica de solos e blocos de rocha, geralmente, em condições de baixa declividade).

Este processo não apresenta uma superfície de ruptura definida (plano de movimentação), e as evidências da ocorrência de movimento são trincas verificadas no terreno natural, que evoluem vagarosamente, bem como as árvores, que apresentam inclinações variadas (**Figura 2**). Sua principal causa antrópica é a execução de cortes em sua extremidade média inferior, o que interfere na sua precária instabilidade.

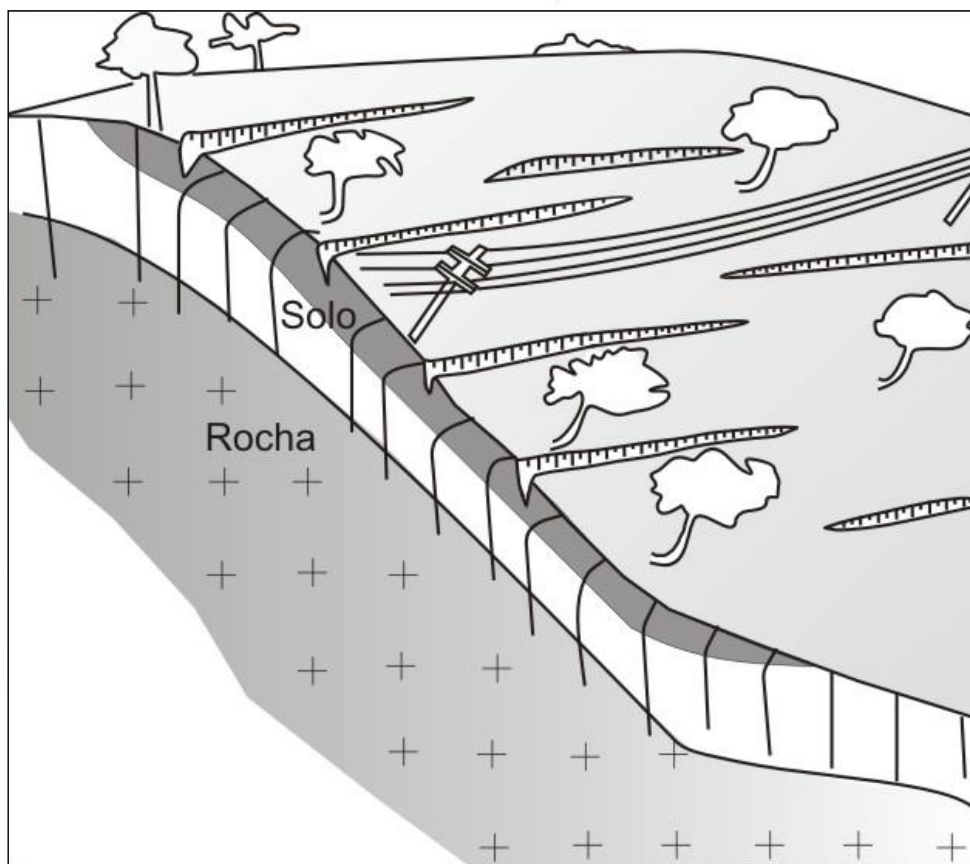


Figura 1 – Perfil esquemático do processo de rastejo (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).



Figura 2 – Árvores inclinadas e degraus de abatimento indicando processos de rastejo (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

Deslizamentos Propriamente Ditos

Os deslizamentos são processos marcantes na evolução das encostas, caracterizando-se por movimentos rápidos (m/h a m/s), com limites laterais e profundidade bem definidos (superfície de ruptura). Os volumes instabilizados podem ser facilmente identificados, ou pelo menos inferidos. Podem envolver solo, saprolito, rocha e depósitos. São subdivididos em função do mecanismo de ruptura, geometria e material que mobilizam.

O principal agente deflagrador destes processos é a água das chuvas. Os índices pluviométricos críticos variam de acordo com a região, sendo menores para os deslizamentos induzidos e maiores para os generalizados.

Existem vários tipos de deslizamentos propriamente ditos: planares ou translacionais, os circulares ou rotacionais, os em cunha e os induzidos. A geometria destes movimentos varia em função da existência ou não de estruturas ou planos de fraqueza nos materiais movimentados, que condicionem a formação das superfícies de ruptura.

Os deslizamentos planares ou translacionais em solo são processos muito frequentes na dinâmica das encostas serranas brasileiras, ocorrendo predominantemente em solos pouco desenvolvidos das vertentes com altas declividades (**Figuras 3 e 4**). Sua geometria caracteriza-se por uma pequena espessura e forma retangular estreita (comprimentos bem superiores às larguras). Este tipo de deslizamento também pode ocorrer associado a solos saprolíticos, saprolitos e rocha, condicionados por um plano de fraqueza desfavorável à estabilidade, relacionado a estruturas geológicas diversas (foliação, xistosidade, fraturas, falhas, etc.).

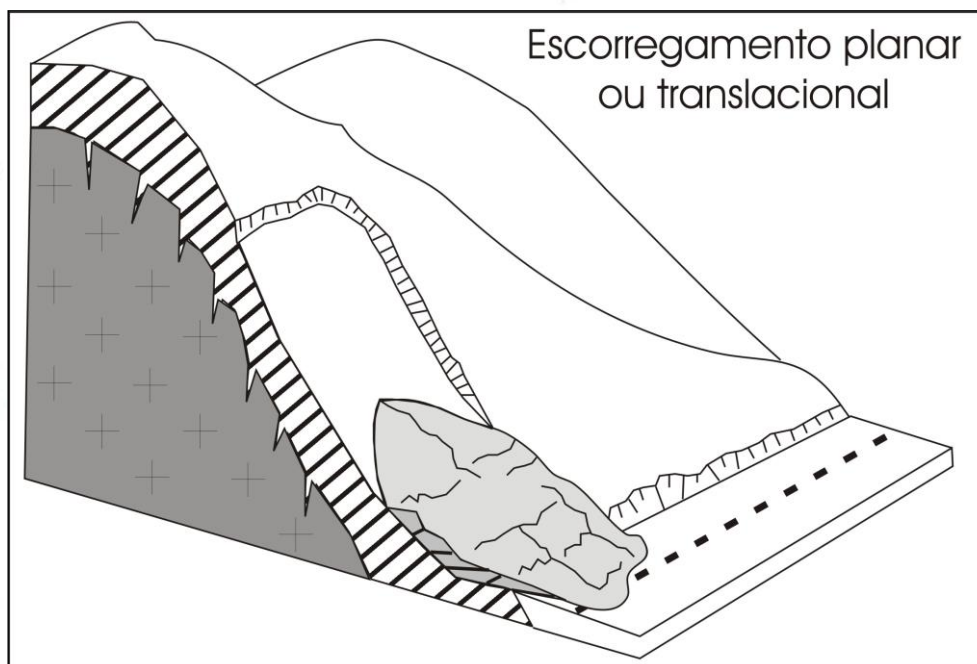


Figura 3 – Perfil esquemático de deslizamentos planares (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).



Figura 4 – Deslizamentos planares induzidos pela ocupação (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

Os deslizamentos circulares ou rotacionais possuem superfícies de deslizamento curvas, sendo comum a ocorrência de uma série de rupturas combinadas e sucessivas (**Figuras 5 e 6**). Estão associadas a aterros, pacotes de solo ou depósitos mais espessos, rochas sedimentares ou cristalinas intensamente fraturadas. Possuem um raio de alcance relativamente menor que os deslizamentos translacionais.

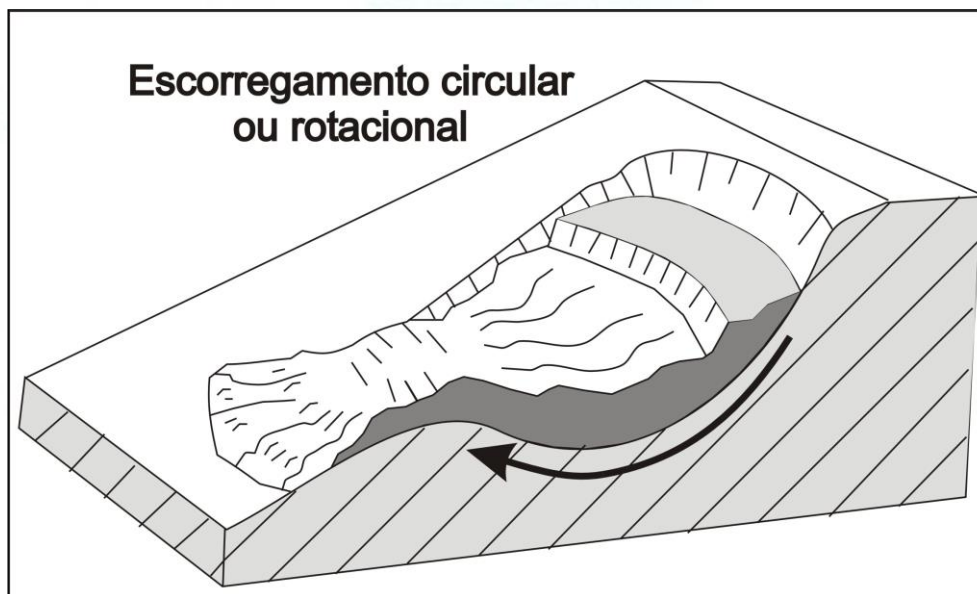


Figura 5 – Perfil esquemático do deslizamento circular ou rotacional (Min. das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).



Figura 6 – Deslizamento circular ou rotacional (Fonte: Sirden-CTGeo-IPT).

Os deslizamentos em cunha estão associados a saprolitos e maciços rochosos, onde a existência de dois planos de fraqueza desfavoráveis à estabilidade condicionam o deslocamento ao longo do eixo de intersecção destes planos (**Figuras 7 e 8**). Estes processos são mais comuns em taludes de corte, ou encostas que sofreram algum processo natural de desconfinamento, como erosão ou deslizamentos.

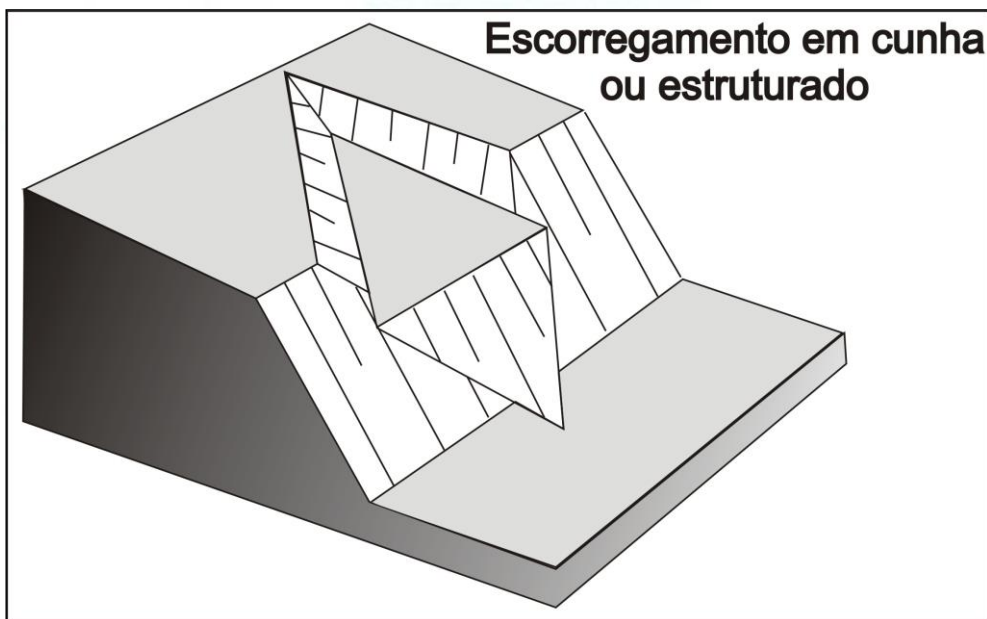


Figura 7 – Perfil esquemático de um deslizamento em cunha ou estruturado (Min. das Cidades, Inst. de Pesquisas Tecnológicas do Estado de SP – IPT, 2007).



Figura 8 – Deslizamento em cunha ou estruturado. (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

Em geral, a evolução da instabilização das encostas acaba por gerar feições que permitem analisar a possibilidade de ruptura. As principais feições de instabilidade, que indicam a iminência de deslizamentos são representadas por fendas de tração na superfície dos terrenos, ou aumento de fendas preexistentes, pelo embarrigamento de estruturas de contenção, pela inclinação de estruturas rígidas, como postes, árvores, etc., degraus de abatimento e trincas no terreno e nas moradias.

Quedas

Os movimentos do tipo queda são extremamente rápidos (da ordem de m/s) e envolvem blocos e/ou lascas de rocha em movimento de queda livre, instabilizando um volume de rocha relativamente pequeno (**Figuras 9 e 10**).

A ocorrência deste processo está condicionada à presença de afloramentos rochosos em encostas íngremes, abruptas ou taludes de escavação, tais como, cortes em rocha, frentes de lavra, etc., sendo potencializados pelas amplitudes térmicas, através da dilatação e contração da rocha. As causas básicas deste processo são as descontinuidades do maciço rochoso, que propiciam isolamento de blocos unitários de rocha, subpressão através do acúmulo de água, descontinuidades ou penetração de raízes. Pode ser acelerado pelas ações antrópicas, como, por exemplo, vibrações provenientes de detonações de pedreiras próximas. Frentes rochosas de pedreiras abandonadas podem resultar em áreas de instabilidade decorrentes da presença de blocos instáveis remanescentes do processo de exploração.

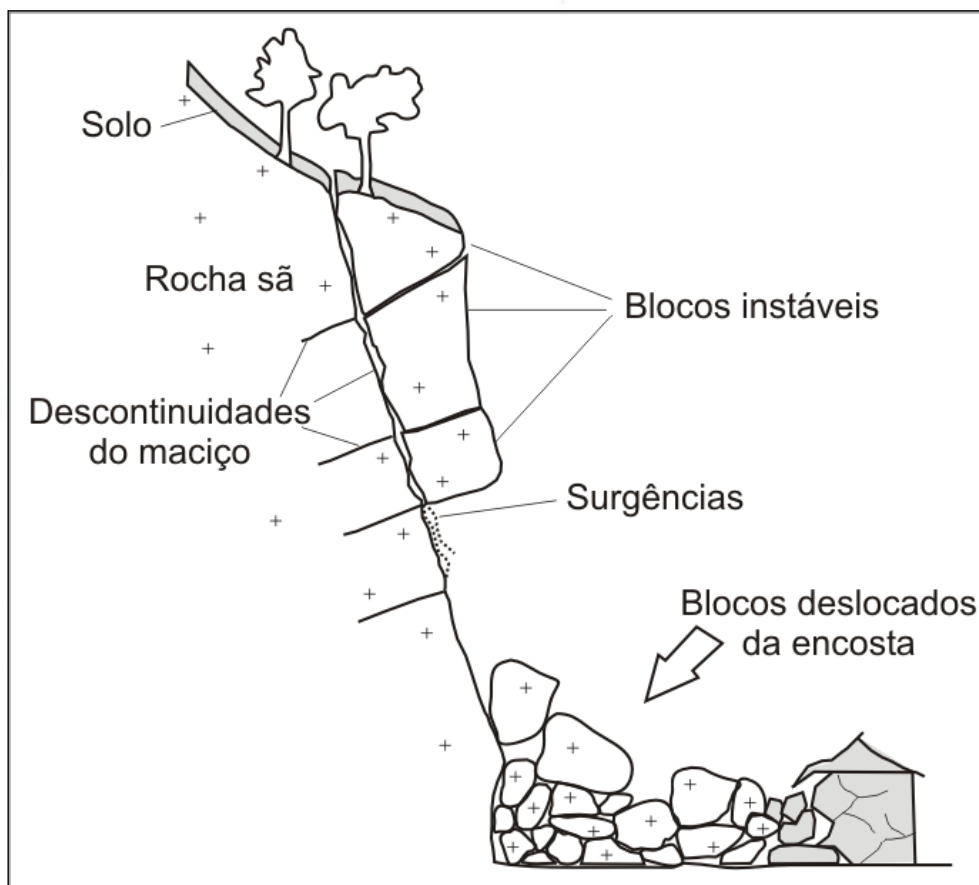


Figura 9 – Perfil esquemático do processo de queda de blocos (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

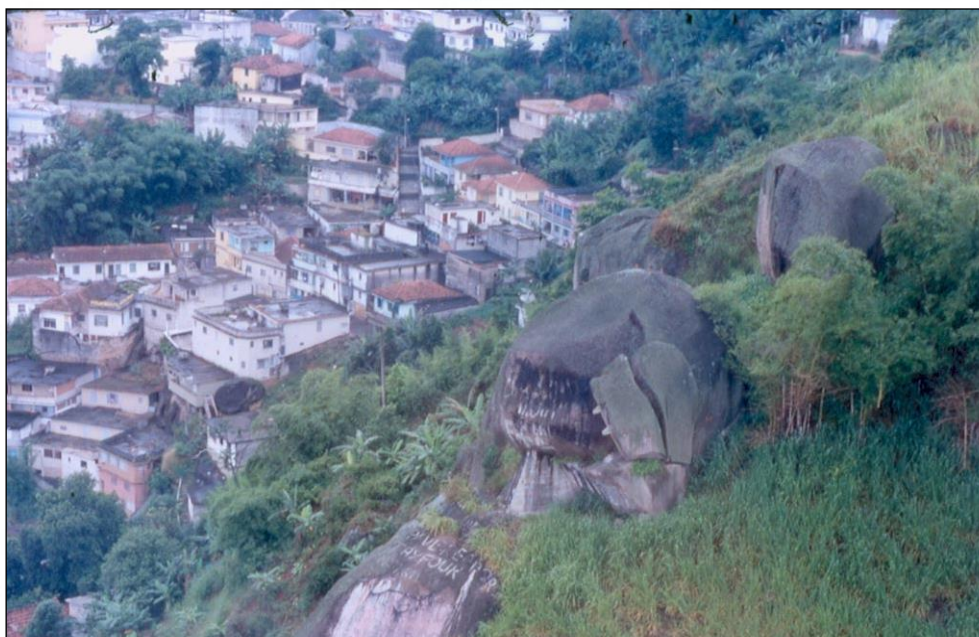


Figura 10 – Área de risco de processos de queda de blocos rochosos (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

Além da queda, existem mais dois processos envolvendo afloramentos rochosos, o tombamento e o rolamento de blocos.

O tombamento, também conhecido como basculamento, acontece em encostas/taludes íngremes de rocha, com descontinuidades (fraturas, diáclases) verticais (**Figura 11**). Em geral, são movimentos mais lentos que as quedas e ocorrem principalmente em taludes de corte, onde a mudança da geometria acaba desconfinando estas descontinuidades e propiciando o tombamento das paredes do talude.

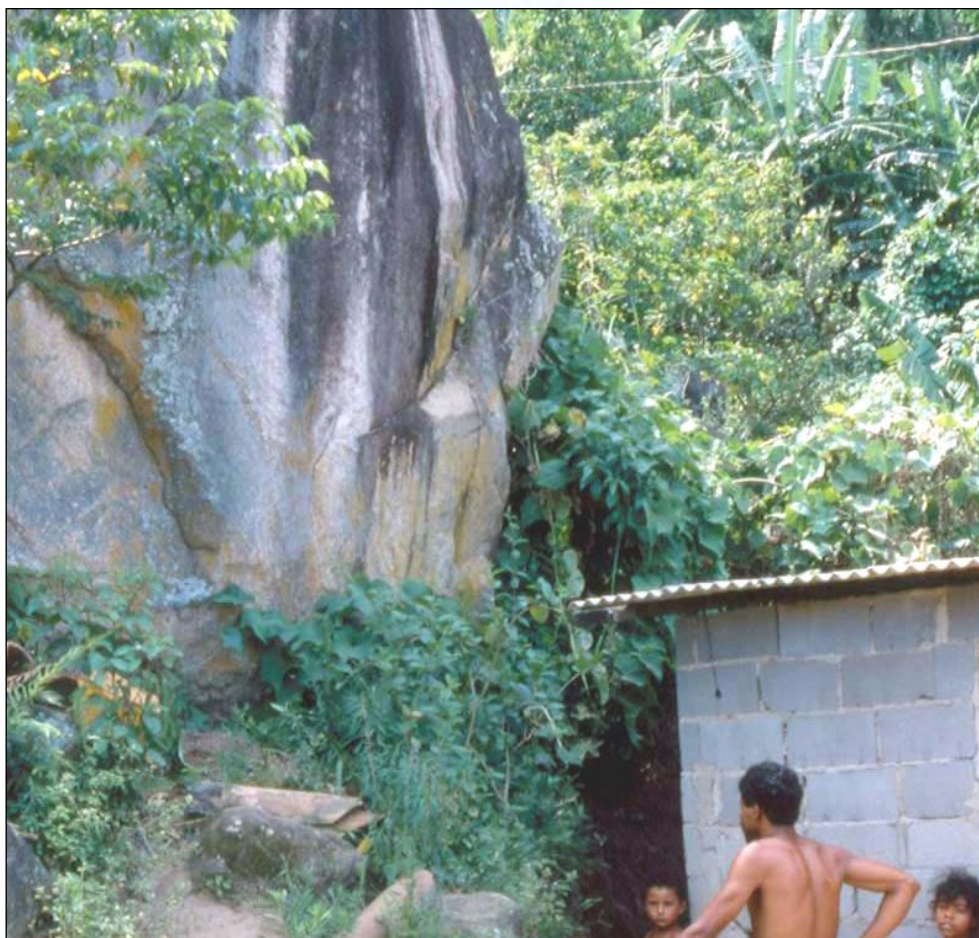


Figura 11 – Situação de risco de tombamento de bloco rochoso (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

O rolamento de blocos, ou rolamento de matacões, é um processo comum em áreas de rochas graníticas, onde existe maior predisposição a originar matacões de rocha sã, isolados e expostos em superfície (**Figura 12**). Estes ocorrem naturalmente quando processos erosivos removem o apoio de sua base, condicionando um movimento de rolamento de bloco. A escavação e a retirada do apoio, decorrente da ocupação desordenada de uma encosta, é a ação antrópica mais comum no seu desencadeamento.



Figura 12 – Situação de risco de rolamento de bloco rochoso (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

Corridas de Massa

As corridas de massa são movimentos gravitacionais de massa complexos, ligados a eventos pluviométricos excepcionais. Ocorrem a partir de deslizamentos nas encostas e mobilizam grandes volumes de material, sendo o seu escoamento ao longo de um ou mais canais de drenagem, tendo comportamento líquido viscoso e alto poder de transporte (**Figuras 13 e 14**).

Estes fenômenos são bem mais raros que os deslizamentos, porém podem provocar consequências de magnitudes bem superiores, devido ao seu grande poder destrutivo e extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas.

As corridas de massa abrangem uma gama variada de denominações na literatura nacional e internacional (corrida de lama, *mudflow*, corrida de detritos, corrida de blocos, *debris flow*, etc.), principalmente em função de suas velocidades e das características dos materiais que mobilizam.

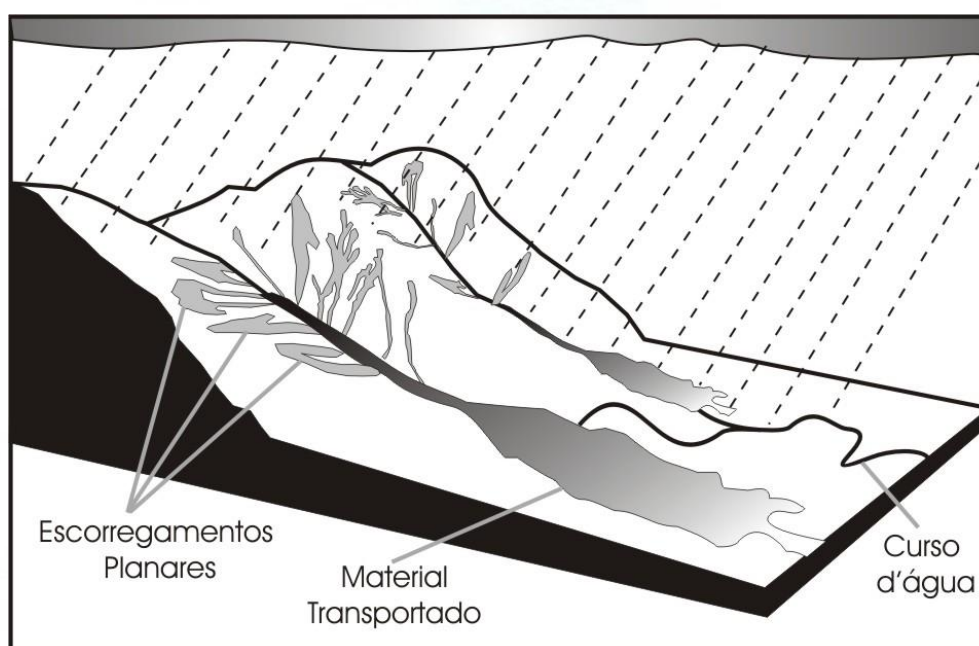


Figura 13 – Perfil esquemático de processos do tipo corrida (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).



Figura 14 – Acidente associado ao processo do tipo corrida (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

Apresenta-se, no **Quadro 1**, os tipos de deslizamento/processo segundo a classificação de Augusto Filho (1992).

PROCESSOS	CARACTERÍSTICAS DO MOVIMENTO/MATERIAL/GEOMETRIA
RASTEJO (CREEP)	- vários planos de deslocamento (internos) - velocidades muito baixas a baixas (cms/ano) e decrescentes c/ a profundidade - movimentos constantes, sazonais ou intermitentes - solo, depósitos, rocha alterada/fraturada - geometria indefinida
DESLIZAMENTOS (SLIDES)	- poucos planos de deslocamento (externos) - velocidades médias (m/h) a altas (m/s) - pequenos a grandes volumes de material - geometria e materiais variáveis: PLANARES: solos poucos espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza CIRCULARES: solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas EM CUNHA: solos e rochas com dois planos de fraqueza
QUEDAS (FALLS)	- sem planos de deslocamento - movimento 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 MATAÇÃO TOMBAMENTO
CORRIDAS (FLOWS)	- 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

Quadro 1 – Tipos de deslizamento/processo. Fonte: modificado de Augusto Filho (1992).

4.1.3. Condicionantes e Causas dos Deslizamentos

Os deslizamentos ocorrem sob a influência de condicionantes naturais, antrópicos, ou ambos. As causas destes processos devem ser entendidas, a fim de se evitar e controlar deslizamentos similares.

Condicionantes Naturais

Os condicionantes naturais podem ser separados em dois grupos, o dos agentes predisponentes e o dos agentes efetivos.

Os agentes predisponentes são o conjunto das características intrínsecas do meio físico natural, podendo ser diferenciados em complexo geológico-geomorfológico (comportamento das rochas, perfil e espessura do solo em função da maior ou menor resistência da rocha ao intemperismo) e complexo hidrológico-climático (relacionado ao intemperismo físico-químico e químico). A gravidade e a vegetação natural também podem estar inclusas nesta categoria.

Os agentes efetivos são elementos diretamente responsáveis pelo desencadeamento de deslizamentos, sendo estes diferenciados em preparatórios (pluviosidade, erosão pela água e vento, congelamento e degelo, variação de temperatura e umidade, dissolução química, ação de fontes e mananciais, oscilação do nível de lagos e marés e do lençol freático, ação de animais e humana, inclusive desflorestamento) e imediatos (chuva intensa, vibrações, fusão do gelo e neves, erosão, terremotos, ondas, vento, ação do homem, etc.).

Outros condicionantes naturais de grande importância são as características intrínsecas dos maciços naturais (rochosos e terrosos), a cobertura vegetal, a ação das águas pluviais (saturação e/ou elevação do lençol freático, geração de pressões neutras e forças de percolação, distribuição da chuva no tempo), além dos processos de alteração da rocha e de erosão do material alterado.

Condicionantes Antrópicos

Os deslizamentos induzidos, ou causados pela ação antrópica são aqueles cuja deflagração é causada pela execução de cortes e aterros inadequados, pela concentração de águas pluviais e servidas, pela retirada da vegetação, etc. Muitas vezes, estes deslizamentos induzidos mobilizam materiais produzidos pela própria ocupação, envolvendo massas de solo de dimensões variadas, lixo e entulho.

4.1.4. Mapeamento

Nas áreas selecionadas pelo município foram executados mapeamentos de risco por meio de investigações geológico-geotécnicas de superfície, visando identificar os condicionantes dos processos de instabilização. Os resultados foram sistematizados em fichas de cadastro com a caracterização dos graus de risco, seguindo o modelo proposto por Macedo *et al.* (2004).

As fichas de campo apresentam, na forma de um *check-list* (**Figura 15**), diversos condicionantes geológicos e geotécnicos importantes para a caracterização dos processos de instabilização de encostas em áreas urbanas: tipologia (natural ou corte e aterro) e geometria da encosta, tipos de materiais mobilizados (solo / rocha / lixo / detritos, etc.), tipologia de deslizamentos ocorrentes ou esperados, tipo de talude (natural ou corte e aterro) e, condição de escoamento e infiltração de águas superficiais e servidas (**Quadro 2**).

Nas fichas de avaliação de risco foram considerados também aspectos específicos, tais como o padrão construtivo das habitações (madeira, alvenaria, misto) e a posição das mesmas em relação ao raio de alcance dos processos ocorrentes ou esperados. Observou-se ainda o estágio da ocupação atual, incluindo aspectos gerais sobre infraestrutura urbana implantada, tais como: condições das vias (pavimentada, terra, escadarias), sistemas de drenagem e esgoto, pontes e outras melhorias urbanas.

Além da caracterização dos processos de instabilidade, a ficha contempla também parâmetros de análise da vulnerabilidade em relação às formas de uso e ocupação presentes nas áreas de risco. O **Quadro 3** apresenta critérios para a caracterização da ocupação das áreas. Desta forma, serão identificados os processos de instabilização predominantes, delimitando e caracterizando os setores de risco.

FICHA DE CAMPO - MAPEAMENTO DE ÁREA DE RISCO DE ESCORREGAMENTO

LOCALIZAÇÃO			
Município: _____	Área: _____	Nº do Setor: _____	
Nome da Área: _____	Coord E (m): _____	Coord N (m): _____	
Localização: _____	Data: _____		
Equipe: _____			
UNIDADE DE ANÁLISE			
☐ Encosta ☐ Margem de Córrego			
CARACTERÍSTICAS DA ÁREA			
Tipos predominantes de construção: ☐ alvenaria ☐ madeira ☐ misto Obs: _____			
Densidade de ocupação: ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4			
Condições das vias: ☐ pavimentada ☐ não pavimentada Obs: _____			
Inclinação média do setor (°): _____			
CONDICIONANTES			
☐ Encostas Naturais Obs: _____			
Altura (m): _____	Inclinação (°): _____	Distância da moradia ao topo (m): _____	Distância da moradia à base (m): _____
☐ Talude de Corte Obs: _____			
Altura (m): _____	Inclinação (°): _____	Distância da moradia ao topo (m): _____	Distância da moradia à base (m): _____
Material predominante: ☐ solo residual ☐ saprolito ☐ rocha alterada ☐ rocha sã			
☐ Estruturas desfavoráveis a estabilidade Obs: _____			
☐ Taludes de aterro Obs: _____			
Altura (m): _____	Inclinação (°): _____	Distância da moradia ao topo (m): _____	Distância da moradia à base (m): _____
☐ Maciço rochoso ☐ Estruturas desfavoráveis à estabilidade Outros: _____			
Altura (m): _____	Inclinação (°): _____	Distância da moradia ao topo (m): _____	Distância da moradia à base (m): _____
☐ Matacões Obs: _____			
☐ Depósito localizado sobre: ☐ Encosta natural ☐ Talude de corte ☐ Talude de aterro ☐ Talude marginal			
Obs: _____			
Material presente: ☐ aterro ☐ lixo ☐ entulho Obs: _____			
☐ Drenagens Naturais: ☐ retificado ☐ natural ☐ retilíneo ☐ meandrante ☐ assoreado ☐ lixo ☐ entulho			
☐ Talude Marginal Altura (m): _____ Distância da moradia ao topo (m): _____ Obs: _____			
EVIDÊNCIAS DE MOVIMENTAÇÃO			
☐ trincas na moradia		☐ muros e paredes embarrigado	
☐ trincas no terreno		☐ árvores, postes, muros inclinados	
☐ dregraus de abatimento		☐ solapamento de margem	
		☐ cicatrizes de escorregamento	
		Data e dimensão: _____	
		☐ fraturas no maciço rochoso	
ÁGUA			
☐ concentração de água de chuva em superfície		☐ fossa	
☐ lançamento de águas servidas em superfície		☐ surgência d'água Obs: _____	
☐ vazamento de tubulação		sistema de drenagem superficial: ☐ inexistente ☐ precário ☐ satisfatório	
VEGETAÇÃO NA ÁREA OU PROXIMIDADES			
☐ presença de árvores		☐ área desmatada	
☐ vegetação rasteira		☐ área de cultivo: _____	
PROCESSO DE INSTABILIZAÇÃO			
☐ escorregamento em encosta natural		☐ escorregamento em depósito encosta	
☐ escorregamento em talude de corte		☐ solapamento margem	
☐ escorregamento em talude de aterro		☐ erosão	
		☐ queda de blocos	
		☐ corrida	
		☐ rolamento de blocos	
		☐ rastejo	
		☐ deslocamento	
CONDIÇÃO DA ESTABILIDADE DOS BLOCOS E MACIÇO ROCHOSO			
☐ Condição favorável de estabilidade		☐ Condição desfavorável de estabilidade	
GRAU DE RISCO			
☐ Risco 4 - Muito Alto		☐ Risco 3 - Alto	
		☐ Risco 2 - Médio	
		☐ Risco 1 - Baixo ou Sem Risco	
Número de moradias na área: _____			

Figura 15 – Check-list dos diversos condicionantes geológicos e geotécnicos para a caracterização dos processos de instabilização de encostas em áreas urbanas.

CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL	
Unidade de análise: Encosta/Margem de córrego Tipos de construção: Alvenaria/Madeira/Misto Condição das vias Encosta natural Talude de corte/Aterro Presença de maciço rochoso Altura da encosta, ou talude, ou maciço rochoso Inclinação da encosta, ou talude, ou maciço rochoso Distância da moradia com relação ao topo/base da encosta, talude, maciço rochoso Estruturas em solo/rocha desfavoráveis Presença de blocos de rocha/matacões Presença de Depósitos de encosta: aterro/lixo/entulho	
EVIDÊNCIAS DE MOVIMENTAÇÃO	ÁGUA
Trincas na moradia Trincas no terreno Degraus de abatimento Muros e paredes “embarrigados” Árvores, postes e muros inclinados Solapamento de margem Cicatrizes de deslizamentos Fraturas no maciço rochoso	Concentração de água de chuva em superfície Lançamento de água servida em superfície Vazamento de tubulação Fossa Surgências d’água Sistema de drenagem superficial: inexistente/precário/satisfatório
VEGETAÇÃO NA ÁREA OU PROXIMIDADES	MARGENS DE CÓRREGO
Presença de árvores Vegetação rasteira (arbustos, capim, etc) Área desmatada Área de cultivo	Tipo de canal (retificado/natural), (retilíneo/meandrante), (assoreado/lixo/entulho) Altura do talude marginal Distância da moradia com relação ao topo do talude marginal

Quadro 2 – Principais dados levantados em campo para caracterizar os setores de risco.

Categoria de Ocupação	Características
Área consolidada	Áreas densamente ocupadas, com infraestrutura básica.
Área parcialmente consolidada	Áreas em processo de ocupação, adjacentes a áreas de ocupação consolidada. Densidade da ocupação variando de 30% a 90%. Razoável infraestrutura básica.
Área parcelada	Áreas de expansão, periféricas e distantes de núcleo urbanizado. Baixa densidade de ocupação (até 30%). Desprovidas de infraestrutura básica
Área mista	Nesses casos, caracterizar a área quanto à densidade de ocupação e quanto a implantação de infraestrutura básica

Quadro 3 – Critérios para caracterização da ocupação.

Os setores de risco foram delimitados em campo sobre as imagens de satélite obtidas do Google Earth e classificadas segundo os graus de risco em: risco baixo (R1), risco médio (R2), risco alto (R3) e risco muito alto (R4).

Os critérios de julgamento da probabilidade de ocorrência dos processos de instabilização do tipo deslizamentos em encostas ocupadas, bem como os parâmetros analisados para o desenvolvimento dos trabalhos, são apresentados no **Quadro 4**. É importante salientar que este trabalho se concentrou no mapeamento de áreas de risco alto (R3) e muito alto (R4).

GRAU DE PROBABILIDADE	DESCRIÇÃO
R1 Baixo	Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes e o nível de intervenção no setor são de BAIXA POTENCIALIDADE para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos. NÃO HÁ INDÍCIOS de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas e de margens de drenagens. É a condição menos crítica. Mantidas as condições existentes, NÃO SE ESPERA a ocorrência de eventos destrutivos no período de 1 ano.
R2 Médio	Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes e o nível de intervenção no setor são de MÉDIA POTENCIALIDADE para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos. Observa-se a presença de ALGUMA(S) EVIDÊNCIA(S) de instabilidade, porém incipiente(s). Mantidas as condições existentes, É REDUZIDA a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de 1 ano.
R3 Alto	Os condicionantes geológico-geotécnicos e o nível de intervenção no setor são de ALTA POTENCIALIDADE para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos. Observa-se a presença de SIGNIFICATIVA(S) EVIDÊNCIA(S) de instabilidade. Mantidas as condições existentes, é PERFEITAMENTE POSSÍVEL a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de 1 ano.
R4 Muito Alto	Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes e o nível de intervenção no setor são de MUITO ALTA POTENCIALIDADE para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos. As evidências de instabilidade SÃO EXPRESSIVAS E ESTÃO PRESENTES EM GRANDE NÚMERO E/OU MAGNITUDE. É a condição mais crítica. Mantidas as condições existentes, é MUITO PROVÁVEL a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de 1 ano.

Quadro 4 – Critérios utilizados para determinação dos graus de probabilidade de ocorrência de processos de instabilização do tipo deslizamentos em encostas ocupadas e solapamento de margens de córregos. Fonte: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.

4.2. Mapeamento de Risco de Inundação

4.2.1. Conceitos

As enchentes e inundações representam um dos principais tipos de desastres naturais que afligem constantemente diversas comunidades em diferentes partes do planeta, sejam áreas rurais ou metropolitanas. Esses fenômenos de natureza hidrometeorológica fazem parte da dinâmica natural e ocorrem frequentemente deflagrados por chuvas rápidas e fortes, chuvas intensas de longa duração, degelo nas montanhas e outros eventos climáticos tais como furacões e tornados, sendo intensificados pelas alterações ambientais e intervenções urbanas produzidas pelo Homem, como a impermeabilização do solo, retificação dos cursos d'água e redução no escoamento dos canais devido a obras ou por assoreamento.

Boa parte das cidades brasileiras apresenta problemas de enchentes e inundações, sendo as das regiões metropolitanas aquelas que apresentam as situações de risco mais graves decorrentes do grande número de núcleos habitacionais de baixa renda ocupando terrenos marginais de cursos d'água.

A seguir serão apresentadas algumas definições visando à uniformização conceitual de termos utilizados em relação a fenômenos e processos de natureza hidrometeorológica.

Enchente ou Cheia

As águas de chuva, ao alcançar um curso d'água, causam o aumento na vazão por certo período de tempo. A elevação temporária do nível d'água em um canal de drenagem devido ao aumento da vazão ou descarga é chamada de enchente ou cheia, como observado na **Figura 16**.



Figura 16 – Situação de enchente em um canal de drenagem (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

Inundação

Por vezes, no período de enchente, as vazões atingem tal magnitude que podem superar a capacidade de descarga da calha do curso d'água e extravasar para áreas marginais habitualmente não ocupadas pelas águas. Este 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 máximo da calha principal do rio caracteriza uma inundação (**Figura 17**).



Figura 17 – Inundação de terrenos marginais (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

Na **Figura 18**, observa-se, didaticamente, os processos de enchente e inundação.

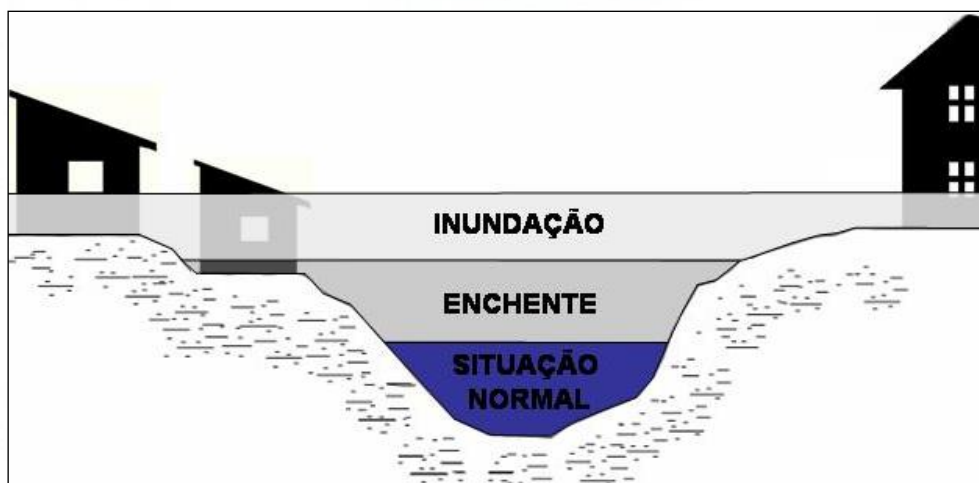


Figura 18 – Perfil esquemático do processo de enchente e inundação (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

Vazão

A vazão é definida como a quantidade de água que passa por uma dada seção em um canal de drenagem num período de tempo.

Planície de Inundação

Define-se como planície de inundação as áreas relativamente planas e baixas que de tempos em tempos recebem os excessos de água que extravasam do seu canal de drenagem (**Figura 19**). Tecnicamente, o canal de drenagem que confina um curso d'água denomina-se leito menor e a planície de inundação representa o leito maior do rio. Emprega-se também o termo várzea para identificar a planície de inundação de um canal natural de drenagem.



Figura 19 – Planície de inundação (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

Alagamento

Define-se alagamento como o acúmulo momentâneo das águas em uma dada área por deficiência no sistema de drenagem, podendo ter ou não relação com processos de natureza fluvial (**Figura 20**).



Figura 20 – Situação de alagamento. (Sirden-CTGeo – IPT).

Enxurrada

Define-se enxurrada como o escoamento superficial concentrado, com alta energia de transporte, que pode ou não estar associado a áreas de domínio dos processos fluviais (**Figura 21**). É comum a ocorrência de enxurradas ao longo de vias implantadas sobre antigos cursos d'água com alto gradiente hidráulico em terrenos com alta declividade natural.



Figura 21 – Escoamento concentrado das águas pluviais (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

Erosão Marginal

Remoção e transporte de solo dos taludes marginais dos rios provocados pela ação erosiva das águas no canal de drenagem (**Figura 22**).



Figura 22 – Taludes marginais sujeitos a erosão (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

Solapamento

Ruptura de taludes marginais do rio por erosão e ação instabilizadora das águas durante ou logo após processos de enchentes e inundações (**Figura 23**).



Figura 23 – Situação de risco associada a erosão e solapamento dos taludes marginais, com ocupação ribeirinha (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

4.2.2. Condicionantes e Causas das Enchentes e Inundações

Pelas definições conceituais apresentadas, a diferença entre enchente e inundação resume-se ao confinamento ou não das águas de um curso d'água no seu canal de drenagem. Importante entender que o processo hidrológico de enchente ou inundação é um fenômeno dinâmico e que ao longo de um curso d'água podem ocorrer trechos com cenários de enchentes e trechos com cenários de inundação, com características dinâmicas específicas de energia cinética, volumes de água e impacto destrutivo que podem ou não causar efeitos adversos às ocupações humanas presentes nas áreas de domínio dos processos hidrológicos.

Nas cidades, a questão da drenagem urbana envolve, além dos processos hidrológicos de enchentes e inundações diretamente ligadas aos cursos d'água naturais, processos de alagamentos e enxurradas, decorrentes de deficiências no sistema de drenagem urbana e que podem ou não ter relação com os processos de natureza fluvial. Em muitas cidades, o descompasso entre o crescimento urbano e a drenagem urbana tem originado graves problemas de alagamentos e enxurradas.

Os trabalhos em áreas de risco de enchentes e inundações devem procurar identificar e entender os diversos processos passíveis de ocorrer, tanto aqueles de natureza efetivamente hidrológica, quanto os processos consequentes tais como erosão marginal e solapamento, capazes de causar danos para a ocupação.

Os condicionantes naturais climáticos e geomorfológicos de um dado local (pluviometria; relevo; tamanho e forma da bacia; gradiente hidráulico do rio) são determinantes na frequência de ocorrência, tipologia e dinâmica do escoamento superficial de processos de enchentes e inundações.

Pode-se dizer que, além dos condicionantes naturais, as diversas intervenções antrópicas realizadas no meio físico têm sido determinantes na ocorrência de acidentes de enchentes e inundações, principalmente nas áreas urbanas. Nas cidades brasileiras a expansão urbana se dá com um conjunto de ações que modificam as condições originais do ciclo hidrológico de uma dada região: o desmatamento, a exposição dos terrenos à erosão e consequente assoreamento dos cursos d'água, a impermeabilização dos terrenos, os diversos tipos de intervenção estrutural nos cursos d'água e, principalmente, no tocante à questão de risco, a ocupação desordenada dos seus terrenos marginais.

4.2.3. Mapeamento

Para os mapeamentos em campo foi utilizada ficha de campo na forma de um *check-list* (**Figura 24**), com diversos condicionantes geológicos, geotécnicos e hidrológicos importantes para a caracterização dos processos de inundação: tipologia do canal, largura máxima, altura máxima da margem do canal, distância das moradias, assoreamento do canal, solapamentos de margem, intervenções, obstruções, dados históricos de evento de inundação (raio de alcance máximo, altura máxima de inundação, quantidade de chuva registrada).

Nas fichas de avaliação de risco foram considerados também aspectos específicos, tais como o padrão construtivo das habitações (madeira, alvenaria, misto). Observou-se ainda o estágio da ocupação atual, incluindo aspectos gerais sobre infraestrutura urbana implantada, tais como: condições das vias (pavimentada, terra, escadarias), sistemas de drenagem.

A ficha contempla também espaço para descrição da área e matriz de definição de grau de risco, conforme **Quadro 5**.

LOCALIZAÇÃO				
Município: _____		Área: _____		
Nome da área: _____		Coord E (m): _____	Coord N (m): _____	
Localização: _____		Data: _____		
Equipe: _____				
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA				
Tipo predominante de construção: ☐ Alvenaria ☐ Madeira ☐ Misto				
Densidade de ocupação: ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4				
Condição das vias: ☐ pavimentada ☐ não pavimentada Obs: _____				
Sistema de drenagem superficial: ☐ Inexistente ☐ Precário ☐ Satisfatório				
Cobertura da área: ☐ Impermeabilizada ☐ Solo exposto ☐ Vegetada				
☐ Presença de erosão nas proximidades				
Altura máxima do evento de inundação: _____ m Fonte dos dados: _____				
Raio de alcance máximo do evento a partir do eixo do canal: _____ m Fonte dos dados: _____				
Quantidade de chuva registrada na ocasião do evento: _____ mm Fonte dos dados: _____				
CARACTERIZAÇÃO DA DRENAGEM				
Tipo de canal: ☐ Retificado ☐ Natural ☐ Retilíneo ☐ Meandrante ☐ Assoreado ☐ Lixo ☐ Entulho				
Largura máxima do canal: _____ m Altura máxima do canal: _____ m Distância das moradias ao eixo do canal: _____ m				
Presença de assoreamento: ☐ Lixo ☐ Entulho ☐ Solo				
Cobertura do talude marginal: ☐ Impermeabilizada ☐ Solo exposto ☐ Vegetada				
☐ Presença de solapamento de margem Obs: _____				
Presença de intervenções nas proximidades: ☐ Dique ☐ Barragem ☐ Piscinão ☐ Ponte ☐ Canalização ☐ Travessia				
Obs: _____				
☐ Presença de obstrução ou diminuição de vazão ao longo do canal				
Obs: _____				
DEFINIÇÃO DO GRAU DE RISCO				
Definição Grau de Risco - Descrição:				
GRAU DE RISCO				
Gravidade Probabilidade	Negligenciável	Médio	Alto	Desastre
Baixo	☐ Baixo	☐ Baixo	☐ Médio	☐ Muito Alto
Médio	☐ Baixo	☐ Médio	☐ Alto	☐ Muito Alto
Alto	☐ Baixo	☐ Médio	☐ Alto	☐ Muito Alto
Muito Alto	☐ Baixo	☐ Médio	☐ Alto	☐ Muito Alto
Número de moradias na área: _____				

Figura 24 – Check-list dos diversos condicionantes hidrológicos para a caracterização dos processos de inundação em áreas urbanas.

Os critérios observados em campo para a realização do mapeamento de áreas de inundação são os seguintes:

a) Análise dos cenários de risco, probabilidades de ocorrência e tempo de recorrência

O primeiro critério de análise refere-se à identificação do cenário hidrológico presente em cada área a ser investigada.

Nesse sentido, e de forma orientativa, podem-se considerar as tipologias de processos hidrológicos referentes aos respectivos cenários de risco:

- a) enchente e inundação lenta de planícies fluviais;
- b) enchente e inundação com alta energia cinética;
- c) enchente e inundação com alta energia de escoamento e capacidade de transporte de material sólido.

Cada um dos processos hidrológicos comumente ocorrentes será utilizado como critério de análise e de periculosidade na medida em que consistem em processos com diferentes capacidades destrutivas e potencial de danos sociais e econômicos em função da sua magnitude, energia de escoamento, raio de alcance lateral e extensão e impacto destrutivo.

Cada cenário tem suas particularidades e, portanto, probabilidades diferentes de ocorrência, o que pode ser medido a partir do tempo de retorno das chuvas que podem causá-los. Para efeito deste trabalho, foi adotado o que se segue:

- a) **probabilidades muito altas** com recorrência a partir de 2 (duas) vezes a cada 01 (um) ano;
- b) **probabilidades altas** com recorrência de 1 (uma) vez a cada 2 (dois) anos;
- c) **probabilidades médias** com recorrência de 1 (uma) vez a cada 5 (cinco) anos;
- d) **probabilidades baixas** com recorrência de 1 (uma) vez a cada 10 (dez) anos.

b) Gravidade do processo sobre os elementos sob risco

O segundo critério para análise de risco refere-se à gravidade do processo sobre a ocupação urbana presente em cada área de risco. A avaliação da gravidade compreende a análise das possibilidades de perdas causadas pelo processo. Assume-

se que os níveis de perdas devem variar entre aquelas que o município julgar absolutamente absorvíveis e que causam muito pequeno impacto social e nas contas públicas (incluindo arrecadação fiscal) até aquelas perdas de tal valor que ultrapassam a capacidade do próprio município responder a elas, configurando-se num desastre. Tem-se, assim:

- a) **gravidade negligenciável (baixa)** é aquela absolutamente absorvível pela municipalidade e de muito pequeno impacto social;
- b) **gravidade média** é aquela que pode causar algum impacto social e ser ainda gerenciado localmente;
- c) **gravidade alta** é aquela com altos impactos sociais e que pode comprometer os recursos municipais;
- d) gravidade equivalente a **desastre (muito alta)** onde o município não tem condições de responder sem recorrer à ajuda externa.

Definição de Níveis de Risco

A definição de níveis de risco, considerando os 2 critérios e parâmetros de análise de risco, pode ser desenvolvida considerando diferentes arranjos. São definidos nessa análise 4 níveis de risco: RISCO MUITO ALTO (MA), RISCO ALTO (A), RISCO MÉDIO (M) E RISCO BAIXO (B).

A matriz de risco obtida a partir do cruzamento entre a Probabilidade de Ocorrência (com tempo de recorrência) e a Gravidade do processo sobre os elementos sob risco está mostrada no **Quadro 5**.

	GRAVIDADE			
PROBABILIDADE	Negligenciável	Média	Alta	Desastre
Baixa	Baixo	Baixo	Médio	Muito Alto
Média	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Alta	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
Muito Alta	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto

Quadro 5 – Matriz de risco segundo arranjo entre Probabilidade de ocorrência do processo e sua Gravidade.

4.3. Tratamento dos Dados

A identificação e a delimitação das áreas de risco, a partir dos trabalhos de campo estão representadas cartograficamente nas imagens obtidas no Google Earth. Nessa base, foram digitalizados os polígonos referentes às áreas mapeadas e suas respectivas classificações quanto ao grau de risco (MC/IPT, 2007). Essas informações de delimitação das áreas foram tratadas em software de Sistema de Informações Geográficas ArcInfo.

As imagens obtidas constam do arquivo digital que acompanha este relatório. As imagens foram separadas por área e cada conjunto de fotos foi utilizado nas atividades de campo. As informações de campo foram registradas em fichas de cadastro que compõem o banco de dados digitalizado no software Microsoft Access.

Salienta-se que a contagem das moradias foi realizada a partir das imagens do Google Earth tomando-se como base os telhados das moradias. Assim, o número de moradias é aproximado, considerando-se a possibilidade de mais de uma moradia estar recoberta por um único telhado. É necessário levantamento detalhado (cadastramento) para se ter o número de moradias preciso.

Este relatório apresenta, portanto, a síntese do mapeamento realizado com as áreas de risco identificadas, sua caracterização, a análise geral da situação na região mapeada, além de recomendações gerais de caráter estrutural (ex: intervenções e obras civis) e não estrutural (orientações para o gerenciamento de riscos), no sentido de prevenir, mitigar e controlar as situações de risco observadas.

4.4. Elaboração de Sugestões de Intervenções Estruturais

O objetivo dessa atividade compreendeu a sugestão das intervenções estruturais necessárias para as áreas de risco R3 (Alto) e R4 (Muito Alto).

As intervenções propostas contemplam basicamente oito tipos: limpeza, proteção superficial, drenagem, alterações de geometria, contenções, obras de infraestrutura, reparos e relocações de moradia. Como complementação a estas intervenções, de acordo com a situação exigida, poderão ser ainda sugeridas intervenções mais abrangentes, tais como reurbanizações parciais ou totais das referidas áreas.

Nesse trabalho foi adotada uma tabela de referência que sistematiza as recomendações quanto à caracterização dos diferentes tipos de intervenção propostos, visando à padronização das terminologias adotadas (**Quadro 6**).

TIPO DE INTERVENÇÃO	DESCRIÇÃO
SERVIÇOS DE LIMPEZA E RECUPERAÇÃO	Serviços de limpeza de entulho, lixo, etc., recuperação e/ou limpeza de sistemas de drenagem, esgoto e acessos. Também incluem obras de limpeza de canais de drenagem. Correspondem a serviços manuais e/ou utilizando maquinário de pequeno porte.
OBRAS DE DRENAGEM SUPERFICIAL, PROTEÇÃO VEGETAL (GRAMÍNEAS) E DESMONTE DE BLOCOS E MATAÇÕES	Implantação de sistema de drenagem superficial (canaletas, rápidos, caixas de transição, escadas d'água, etc). implantação de proteção superficial vegetal (gramíneas) em taludes com solo exposto. Eventual execução de acessos para pedestres (calçadas, escadarias, etc) integrados ao sistema de drenagem. Proteção vegetal de margens de canais de drenagem. Desmonte de blocos rochosos e matações. Predomínio de serviços manuais e/ou com maquinário de pequeno porte.
OBRAS DE DRENAGEM DE SUBSUPERFÍCIE	Execução de sistema de drenagem de subsuperfície (trincheiras drenantes, DHP, poços de rebaixamento, etc). Correspondem a serviços parcial ou totalmente mecanizados.
ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO LOCALIZADAS OU LINEARES	Implantação de estruturas de contenção localizadas, como chumbadores, tirantes, microestacas e muros de contenção passivos de pequeno porte ($h_{max}=5$ m e $l_{max}=10$ m). Obras de contenção e proteção de margens de canais (gabiões, muros de concreto, etc). Correspondem a serviços parcial ou totalmente mecanizados.
OBRAS DE TERRAPLENAGEM DE MÉDIO A GRANDE PORTES	Execução de serviços de terraplenagem. Execução combinada de obras de drenagem superficial e proteção vegetal (obras complementares aos serviços de terraplenagem). Obras de desvio e canalização de córregos. Predomínio de serviços mecanizados.
ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO DE MÉDIO A GRANDE PORTES	Implantação de estruturas de contenção de médio a grande porte ($h>5$ m e $l>10$ m), envolvendo obras de contenção passivas e ativas (muros de gravidade, cortinas, etc). Poderão envolver serviços complementares de terraplenagem. Predomínio de serviços mecanizados.

Quadro 6 – Tipologias de intervenções estruturais voltadas à redução de riscos.

5. RESULTADOS DOS TRABALHOS

A equipe do IPT realizou o trabalho contando com o apoio da equipe da Prefeitura Municipal de Divinolândia, representada pela Gerente de Meio Ambiente, Sra. Gisele Cristina dos Santos Gonsales Felício.

5.1. Dados Básicos do Município de Divinolândia

O município de Divinolândia situa-se na Mesorregião de Campinas e Microrregião de São João da Boa Vista, a norte da capital do Estado de São Paulo. O município encontra-se a cerca de 1.058 m de altitude, possui clima tropical de altitude, com chuvas no verão e seca no inverno (Cwb) e dista cerca de 285 km da capital. O principal acesso rodoviário ao município é a Rodovia Lourival Lindório de Faria (SP-344).

Seus municípios limítrofes são São José do Rio Pardo, Caconde, São Sebastião da Gramma e Poços de Caldas. Compreende área de 222,3 km², com população de 11.209 habitantes, com densidade demográfica de 50,43 hab/km², conforme censo IBGE (2010).

O município está inserido na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Pardo (UGRHI 04). A hidrografia principal do município é formada pelo rio do Peixe.

A caracterização física do município, apresentada a seguir, foi abordada segundo as características geológicas, geomorfológicas e pedológicas. Os dados geológicos foram obtidos do Mapa Geológico do Estado de São Paulo, publicado por Perrotta *et al.* (2006), escala 1:750.000, e os dados geomorfológicos obtidos do Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, publicados por IPT (1981), escala 1:1.000.000. A caracterização pedológica referenciou-se no Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000, elaborado por Oliveira *et al.* (1999), com base no novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999).

5.1.1. Contexto Geológico do Município de Divinolândia

As rochas que ocorrem na área do município de Divinolândia estão inseridas na Província Tocantins, relacionadas ao Terreno Socorro-Guaxupé, e encontram-se agrupadas no Complexo Varginha-Guaxupé e nos corpos graníticos pertencentes ao Magmatismo relacionado ao orógeno Socorro-Guaxupé.

As rochas do Complexo Varginha-Guaxupé estão representadas, no município, pelas unidades: ortognáissica migmatítica intermediária (**NPvog**), composta por biotita - hornblenda nebulito de composição granodiorítica, granítica, sienítica e monzonítica, granito gnáissico anatético metaluminoso, comumente porfirítico; e paragnáissica migmatítica superior (**NPvm**), composta por (cordierita) - granada - (silimanita) - biotita gnaiss bandado com leucossoma a biotita e granada, micaxisto restrito, nebulito gnáissico-granítico e ortognaisses intrusivos, metapsamito com metacarbonato e gnaiss calciossilicático subordinados; com intercalações de gnaiss básico a intermediário e metabásica.

As rochas do magmatismo relacionado ao Orógeno Socorro-Guaxupé são os granitos charnockitóides do tipo C (**NP3sy1C**) denominado Granito São José do Rio Pardo - Divinolândia (**jd**).

A **Figura 25** apresenta a distribuição das unidades litoestratigráficas no município, de acordo com Perrotta *et al.* (2006).

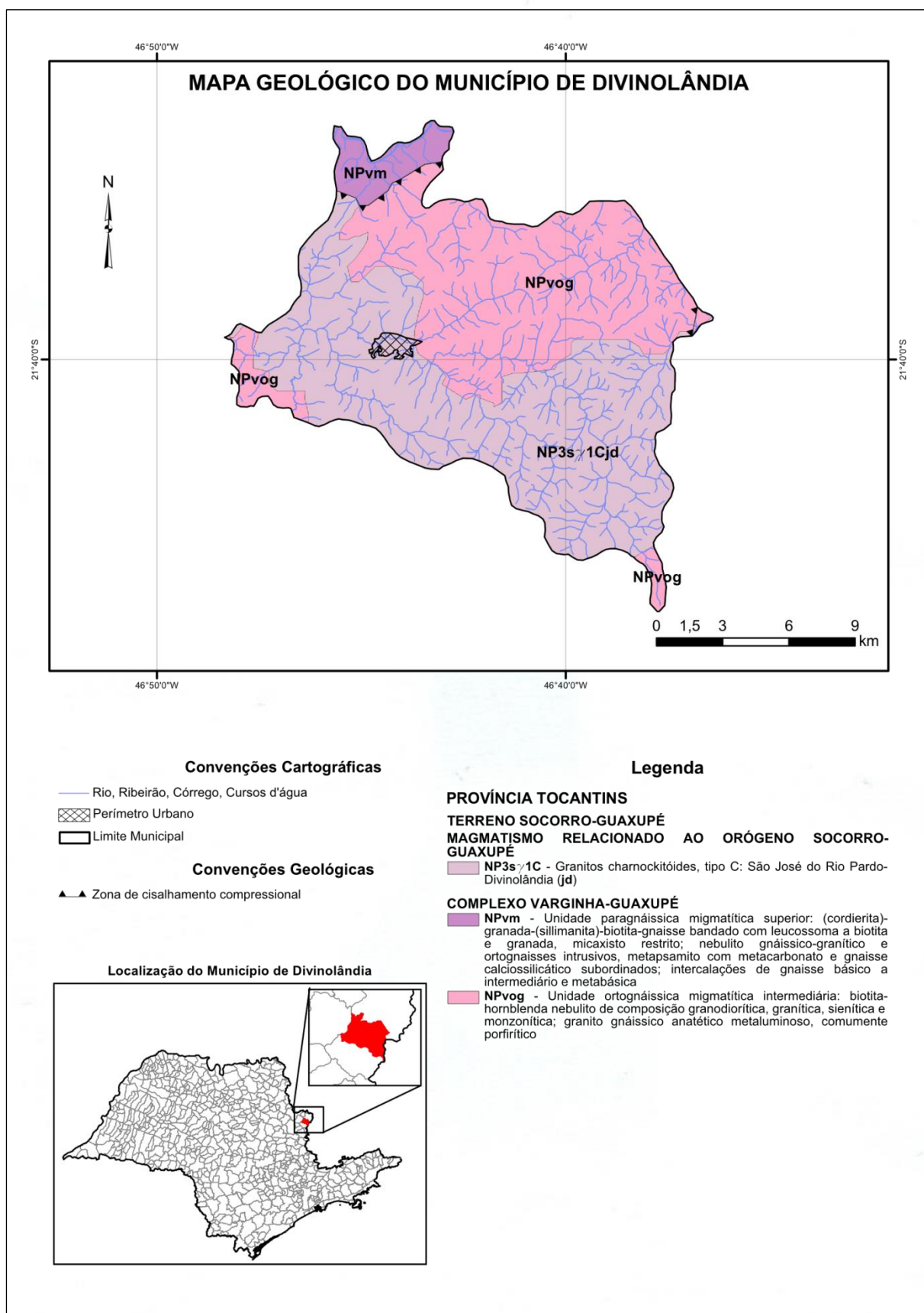


Figura 25 – Mapa geológico ampliado do município de Divinolândia. Fonte: Mapa Geológico do Estado de São Paulo (Perrotta *et al.*, 2006).

5.1.2. Contexto Geomorfológico do Município de Divinolândia

De acordo com IPT (1981), a área do município encontra-se na Serrania de Lindóia, que apresenta caráter de transição interplanáltica elevando-se gradualmente, em relevo, entre a Depressão Periférica e a Morraria de Jundiá. As altitudes são menores na porção oeste e os rios apresentam forte gradiente dentro das bacias do Pardo e Tapiratiba.

No município são encontrados Relevos de Degradação, em Planaltos Dissecados, representados por Relevo de Morros e Relevo Montanhoso, e Relevos de Transição, em Escarpas. Abaixo são descritas as unidades geomorfológicas que ocorrem no município, de acordo com IPT (1981). A **Figura 26** apresenta a representação cartográfica dessas principais formas de relevo.

No Relevo de Morros predominam declividades médias a altas (acima de 15 %) e amplitudes locais de 100 m a 300 m. Ocorrem Mar de Morros (**243**), com topos arredondados e vertentes com perfis convexos a retilíneos, possui rede de drenagem de alta densidade, com padrão dendrítico a retangular, composto por vales abertos a fechados e planícies aluvionares interiores desenvolvidas, constituindo geralmente um conjunto de formas em “meia laranja”; ocorrem também Morros com Serras Restritas (**245**), que apresentam topos arredondados, vertentes com perfis retilíneos e por vezes abruptas, e presença de serras restritas. A rede de drenagem é de alta densidade, padrão dendrítico a pinulado, com vales fechados e planícies aluvionares restritas.

No Relevo Montanhoso predominam declividades médias a altas (acima de 15%) e amplitudes locais acima de 300 metros. Ocorrem Serras Alongadas (**251**), com topos angulosos, vertentes ravinadas com perfis retilíneos, por vezes abruptas, possui drenagem de alta densidade com padrão paralelo pinulado e vales fechados.

Nas Escarpas predominam declividades altas (acima de 30 %) e amplitudes maiores que 100 metros. Ocorrem Escarpas com espigões digitados (**522**), compostas por grandes espigões lineares subparalelos, com topos angulosos, vertentes com perfis retilíneos e drenagem de alta densidade com padrão paralelo-pinulado e vales fechados.

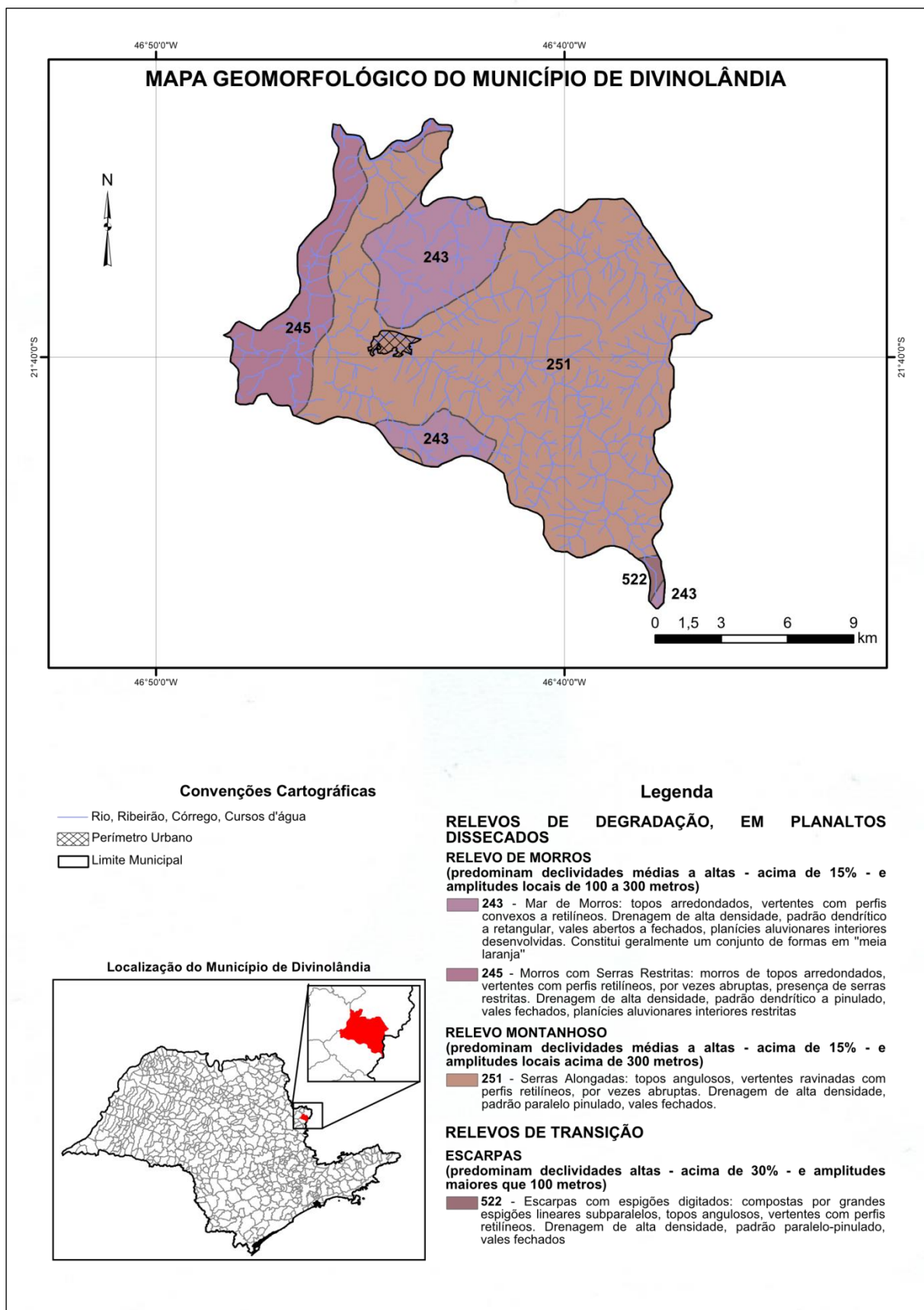


Figura 26 – Mapa geomorfológico ampliado do município de Divinolândia. Fonte: Mapa Geomorfológico do estado de São Paulo (IPT, 1981).

5.1.3. Contexto Pedológico do Município de Divinolândia

No que se refere aos tipos de solos que ocorrem no município, segundo Oliveira *et al.* (1999), predominam Argilossolos (associações de Argissolos Vermelho-Amarelos) e Latossolos (Latossolos Brunos) (**Figura 27**).

Os Argissolos Vermelho-Amarelos são representados pelas associações **PVA-7**, constituída por Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos + Argissolos Vermelhos Eutróficos, ambos com horizonte A moderado, textura média/argilosa, presentes em relevo montanhoso e forte ondulado; **PVA-8**, constituída por Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos + Argissolos Vermelhos Eutróficos ambos com horizonte A moderado, textura média/argilosa e argilosa, presentes em relevo forte ondulado e montanhoso; e **PVA-44**, constituída por Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos, textura média/argilosa, fase não rochosa e rochosa + Cambissolos Háplicos Distróficos textura argilosa e média ambos com horizonte A moderado e proeminente relevo forte ondulado e montanhoso. Os Latossolos Brunos (**LB-1**) são constituídos por Latossolos Brunos Distróficos com horizonte A proeminente, textura argilosa e presentes em relevo montanhoso.

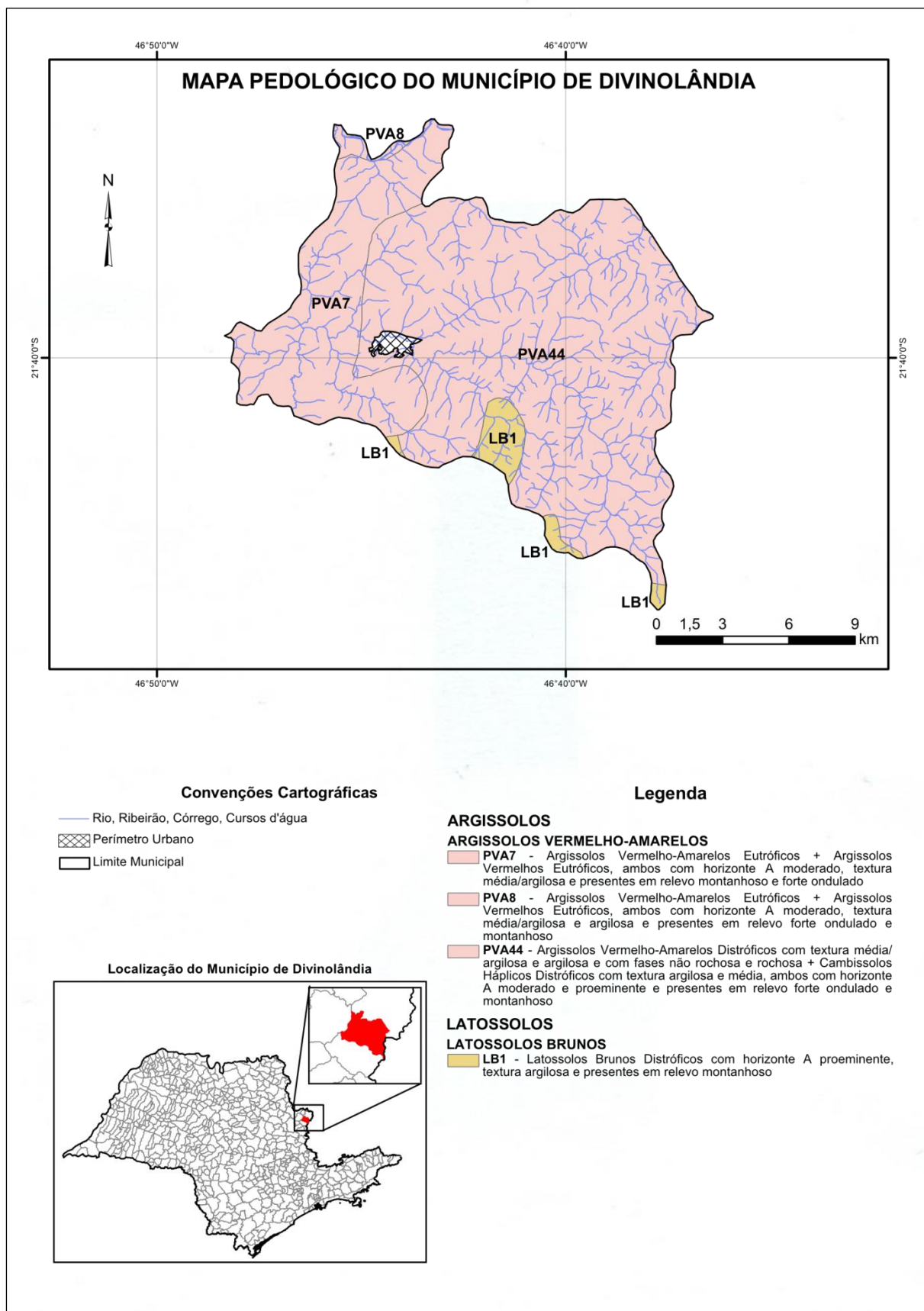


Figura 27 – Mapa pedológico ampliado do município de Divinolândia. Fonte: Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (Oliveira *et al.*, 1999).

5.2. Áreas de Risco Mapeadas

No Município de Divinolândia, foram identificadas três áreas de risco, sendo duas área de Risco Alto (R3) para inundação e uma área de Risco Médio (R2) para deslizamento.

O **Quadro 7** apresenta as áreas de risco selecionadas no mapeamento, bem como a nomenclatura utilizada neste relatório e pela Prefeitura do Município de Divinolândia para sua respectiva identificação.

ÁREA Nº	NOME DA ÁREA	PROCESSO	NÍVEL DE RISCO
DVN-01	Campestrinho – Rio do Peixe	Inundação	R3 – Alto
DVN-02	Centro – Rio do Peixe	Inundação	R3 – Alto
DVN-03	Campestrinho – Rua Paraná	Deslizamento	R2 – Médio

Quadro 7 - Lista de áreas de risco mapeadas no município de Divinolândia.

O **Apêndice 1** contém os desenhos com o resumo dos resultados das áreas mapeadas.

Deve-se salientar que a indicação das tipologias de obras tem caráter de concepção, não podendo ser encarada como nenhuma forma de projeto de engenharia, seja ele básico ou executivo.

5.2.1. Área DVN-01 (Campestrinho – Rio do Peixe) – Inundação - (R3 – Risco Alto)

Descrição da Área

A área **DVN-01** compreende o setor de risco localizado no bairro do Campestrinho, na zona rural, na Rua Maranhão e na Rua Paraná. O bairro apresenta densidade ocupacional média a alta, sendo composto por casas e estabelecimentos comerciais, com infraestrutura pública (pavimentação, água e esgoto). As moradias e os estabelecimentos comerciais são de alvenaria, de bom padrão construtivo. O sistema de drenagem na via é precário.

O bairro do Campestrinho está, em parte, situado na planície de inundação do rio do Peixe, que tem uma bacia de contribuição bastante extensa, onde diversas drenagens sem denominação deságuam no rio, contribuindo para o elevado volume das águas do rio, assim como o aporte de sedimentos.

O canal do rio do Peixe, nesta área, é natural, meandrante, com largura máxima de 4 m, altura máxima do talude marginal de 3 m e apresenta-se, em alguns trechos, assoreado por lixo, entulho e solo. O talude marginal apresenta cobertura vegetada, localmente, com pontos de erosão fluvial. As moradias distam de 3 m a 50 m do eixo do canal.

As moradias estão situadas na planície de inundação do rio do Peixe e, quando da ocorrência de chuvas fortes e concentradas na região, o nível d'água se eleva, em até 1 m a partir da rua, no ponto mais baixo, atingindo as moradias próximas, ultrapassando até o nível das quatro pontes do bairro.

De acordo com a prefeitura de Divinolândia, o nível d'água do rio aumenta rapidamente, sendo que as maiores e mais recentes inundações neste local ocorreram no ano de 2000, em dezembro de 2012 e janeiro de 2013. No dia anterior à visita da equipe do IPT, na manhã do dia 23/11/15, chuvas intensas na região provocaram inundação das ruas e uma casa foi atingida.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Espera-se para a área **DVN-01** a ocorrência de inundação. Neste caso, o grau de risco da área **DVN-01**, em função da probabilidade e gravidade, foi definido como **R3 – Risco Alto**.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) monitoramento das cheias, com instalação de réguas de medição de nível d'água; (b) implantar gabião nos taludes marginais com pontos de erosão fluvial; (c) desenvolvimento de um plano de contingência para a área; (d) orientação aos moradores sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva; e (e) segundo o Código Florestal, tal área encontra-se em Área de Proteção Permanente (APP), não sendo permitida a sua ocupação. Caso tal ocupação seja aprovada pela Prefeitura Municipal, recomenda-se

que as novas moradias sejam adaptadas ao processo de inundação recorrente no local, com moradias alteadas por aterros e/ou pilotis.

5.2.2. Área DVN-02 (Centro – Rio do Peixe) – Av. Prefeito Oswaldo Lopes, R. Barão do Rio Branco até R. Lourival de Medeiros – Inundação – (R3 – Risco Alto)

Descrição da Área

A área **DVN-02** compreende o setor de risco localizado no bairro do Centro, na Av. Prefeito Oswaldo Lopes (via marginal do rio do Peixe), da Rua Barão do Rio Branco (jusante) até a Rua Lourival de Medeiros, na Vila Maria (montante). O bairro apresenta densidade ocupacional alta e é composto por moradias de alvenaria de bom padrão construtivo, com infraestrutura pública (pavimentação, água e esgoto). O sistema de drenagem é precário.

O canal do rio do Peixe, nesta área, é retificado, retilíneo, com largura máxima de 6 m e altura máxima do talude marginal de 3 m. O talude marginal apresenta cobertura vegetada ou com solo exposto. As moradias distam 6 m a 160 m do eixo do canal.

Além das moradias desta área estarem situadas na planície de inundação do rio do Peixe, o local recebe as águas pluviais de quase a totalidade da área urbana do município. Assim, quando da ocorrência de chuvas fortes e concentradas na região, o canal não comporta o volume das águas recebidas e o nível d'água se eleva em até 1 m, a partir da rua, no ponto mais baixo, atingindo as moradias e comércios.

De acordo com a prefeitura de Divinolândia, as maiores e mais recentes inundações neste local ocorreram no ano de 2000 e em janeiro de 2013.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Espera-se para a área **DVN-02** a ocorrência de inundação. Neste caso, o grau de risco da área **DVN-02**, em função da probabilidade e gravidade, foi definido como **R3 – Risco Alto**.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) monitoramento das cheias, com instalação de réguas de medição de nível d'água; (b) desenvolvimento de

um plano de contingência para a área; (c) orientação aos moradores sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva; e (d) segundo o Código Florestal, tal área encontra-se em Área de Proteção Permanente (APP), não sendo permitida a sua ocupação. Caso tal ocupação seja aprovada pela Prefeitura Municipal, recomenda-se que as novas moradias sejam adaptadas ao processo de inundação recorrente no local, com moradias alteadas por aterros e/ou pilotis.

5.2.3. Área DVN-03 (Campestrinho – Rua Paraná) – Deslizamento - (R2 – Risco Médio)

Descrição da Área

A área **DVN-03** compreende o setor de risco localizado no Bairro do Campestrinho, na rua Paraná, do nº 787 ao nº 829. O bairro apresenta densidade ocupacional média, é composto por moradias de alvenaria de bom padrão construtivo, com infraestrutura pública (luz, água e esgoto). As vias são pavimentadas e o sistema de drenagem é inexistente.

O local de estudo é representado por uma encosta de 20° de inclinação média, constituída por solo residual e saprolito. Tratam-se de ocupações situadas na base de um talude de corte, onde a distância entre o talude e as moradias varia de 1 m a 2 m. O talude apresenta 4 m a 6 m de altura e inclinação de 70° a subvertical. Há concentração de água de chuva em superfície, presença de árvores, principalmente eucaliptos no topo da encosta, vegetação rasteira e, também, área desmatada.

Segundo a Sra. Gisele, nesta área há somente algumas notificações dos moradores em relação ao risco de queda de galhos e árvores sobre as residências.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Espera-se para a área **DVN-03** a ocorrência de deslizamento. Neste caso, o grau de risco da área **DVN-03**, em função da probabilidade e gravidade, foi definido como **R2 – Risco Médio**.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) implantação de dispositivos de drenagem no talude, canaletas no topo e escadas hidráulicas, para

condução das águas pluviais, evitando-se, assim, a infiltração de água e a erosão no talude; (b) avaliar a condição das árvores no topo da encosta, já que vendavais poderiam ocasionar quedas de galhos ou mesmo de toda a árvore sobre as casas; e (c) orientação aos moradores sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este relatório apresenta o resultado dos trabalhos referentes ao mapeamento de áreas de risco a deslizamentos e inundações do município de Divinolândia, assim como indicação de concepção de intervenções para as áreas mais críticas. Foram mapeadas três áreas de risco, sendo duas áreas de Risco Alto (R3) para inundações e uma área de Risco Médio (R2) para deslizamento

As áreas de inundação localizam-se ao longo das margens do rio do Peixe, com moradias situadas na planície de inundação. Tal processo é deflagrado pela ocorrência de chuvas fortes e concentradas na região. A deficiência de sistemas de drenagem compatíveis com o crescimento urbano do município e a ausência de planejamento das ocupações ribeirinhas tendem a aumentar a frequência de ocorrência, a magnitude e o raio de alcance das inundações. Localmente, ocorre erosão fluvial nos taludes marginais. Esses podem apresentar rápida evolução e, nesse caso, soluções de engenharia também deverão ser empregadas.

Nesse sentido, recomenda-se que o município desenvolva soluções de monitoramento das áreas já instaladas e mecanismos para controle daquelas ainda não ocupadas e/ou que apresentam potencial para impacto das águas. Recomenda-se, ainda, verificar a necessidade e/ou possibilidade de aplicação de medidas hidráulicas estruturais. Recomenda-se que o município desenvolva ferramentas para orientação da população sujeita ao impacto dos diferentes fenômenos, principalmente nos pontos onde a chegada do socorro pode ser prejudicada pela distância ou pela interdição de vias.

Quanto à questão dos deslizamentos, foi mapeada somente uma área de Risco Médio (R2), em função da falta de um sistema de drenagem e condução de águas do topo do talude.

Os aspectos discutidos, assim como as medidas propostas para minimização dos riscos identificados neste relatório técnico, têm um caráter preliminar, compatível com a qualidade e com a quantidade de dados passíveis de levantamento em uma vistoria expedita. Esse caráter reforça a necessidade de se manter um monitoramento constante das áreas estudadas, objetivando adequações e ampliação das medidas sugeridas.

Todas as alternativas técnicas apresentadas e discutidas no âmbito deste relatório visam garantir a segurança das pessoas que moram no município de Divinolândia.

São Paulo, 14 de dezembro de 2015.

CENTRO DE TECNOLOGIAS
GEOAMBIENTAIS
Seção de Investigações, Riscos e Desastres Naturais Sirden

Engº. Civil Geraldo Figueiredo Carvalho Gama Jr.
Chefe da Seção
CREA-SP nº 0600617310 – RE nº 4431

CENTRO DE TECNOLOGIAS
GEOAMBIENTAIS
Seção de Investigações, Riscos e Desastres Naturais
Sirden

Geólº. Mestre Marcelo Fischer Gramani
Gerente do Projeto
CREA-SP nº 50608011434 – RE nº 8474

CENTRO DE TECNOLOGIAS
GEOAMBIENTAIS

Geólº. Mestre Antonio Gimenez Filho
Diretor do Centro
CREA-SP nº 0600693084 – RE nº 4765

7. EQUIPE TÉCNICA

Centro de Tecnologias Geoambientais – CTGeo

Seção de Investigações, Riscos e Desastres Naturais – Sirden

Gerente do Projeto: Marcelo Fischer Gramani – Mestre, Geólogo

Eduardo Soares de Macedo – Doutor, Geólogo

Priscila Taminato Hirata – Geóloga

Airton Marambaia Santa – Técnico em Geologia

Luis Celso Coutinho da Silva – Técnico em Geologia

Pedro Paulo Dipe Martins – Estagiário de Geologia

Apoio

Maria Castro da Silva - Secretária

BIBLIOGRAFIA

AUGUSTO FILHO, O. 1992. Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas: uma proposta metodológica. In: **Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas**, 1, 1992, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABMS/ABGE. p. 721-733.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1999. 412p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Consulta à homepage oficial**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/Sao_paulo.pdf>. Acesso em mar/2015.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLOGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT) **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo, escala 1:1 000.000**. Vol. 1 e 2. São Paulo, 1981.

MACEDO, E.S.; OGURA, A.T.; CANIL, K.; ALMEIDA FILHO, G.S; GRAMANI, M.F.; SILVA, F.C.; CORSI, A.C.; MIRANDOLA, F.A.. Modelos de fichas descritivas para áreas de risco de deslizamento, inundação e erosão. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1, 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004, p. 892-907, CD-ROM.

MINISTÉRIO DAS CIDADES, INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLOGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. **Mapeamento de riscos em encostas e margem de rios**. Org.: Celso Santos Carvalho, Eduardo Soares de Macedo, Agostinho Tadashi Ogura. Brasília: Min. das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.

OLIVEIRA, J.B.; CAMARGO, M.N.;ROSSI, M. & CALDERANO FILHO,B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida**. Campinas,Instituto Agrônômico / EMBRAPA Solos. Campinas. Escala: 1: 500 000.1999. 64p.

PERROTTA, M.M.; SALVADOR, E.D.; LOPES, R.C.; D´AGOSTINO, L.Z.; PERUFFO, N.; GOMES, S.D.; SACHS, L.L.B.; MEIRA, V.T.; LACERDA FILHO, J.V. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo, escala 1:750.000**. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, CPRM, São Paulo, 2006.

UNDRO - UNITED NATIONS RELIEF CO-ORDINATOR. 1991. **UNDRO'S approach to disaster mitigation**. UNDRO News, Geneva, p.20, jan-feb.

APÊNDICE 1

DESENHOS DAS ÁREAS DE RISCO MAPEADAS



Inundação

Município: Divinolândia
Nome da Área: Campestrinho - Rua Paraná e Rua Maranhão
Grau de Risco Predominante: R3 - Alto



Visão geral do ponto a montante, mostrando a travessia sobre o rio do Peixe e a rua Maranhão atingida pela inundação.



Trecho de inundação do rio do Peixe. Vista da ponte para a área de inundação em direção a montante. Observar a característica meandrante do rio e a proximidade das moradias das margens.



Visão geral do ponto a jusante, na Rua Paraná, atingida quando da ocorrência de inundações.



Visão geral do ponto a jusante, na Rua Paraná, atingida quando da ocorrência de inundações.

Descrição da Área

A área DVN-01 compreende o setor de risco localizado no bairro do Campestrinho, na zona rural, na Rua Maranhão e na Rua Paraná. O bairro apresenta densidade ocupacional média a alta, sendo composto por casas e estabelecimentos comerciais, com infraestrutura pública (pavimentação, água e esgoto). As moradias e os estabelecimentos comerciais são de alvenaria, de bom padrão construtivo. O sistema de drenagem na via é precário.

O bairro do Campestrinho está, em parte, situado na planície de inundação do rio do Peixe, que tem uma bacia de contribuição bastante extensa, onde diversas drenagens sem denominação deságuam no rio, contribuindo para o elevado volume das águas do rio, assim como o aporte de sedimentos.

O canal do rio do Peixe, nesta área, é natural, meandrante, com largura máxima de 4 m, altura máxima do talude marginal de 3 m e apresenta-se, em alguns trechos, assoreado por lixo, entulho e solo. O talude marginal apresenta cobertura vegetada, localmente, com pontos de erosão fluvial. As moradias distam de 3 m a 50 m do eixo do canal.

As moradias estão situadas na planície de inundação do rio do Peixe e, quando da ocorrência de chuvas fortes e concentradas na região, o nível d'água se eleva, em até 1 m a partir da rua, no ponto mais baixo, atingindo as moradias próximas, ultrapassando até o nível das quatro pontes do bairro.

De acordo com a prefeitura de Divinolândia, o nível d'água do rio aumenta rapidamente, sendo que as maiores e mais recentes inundações neste local ocorreram no ano de 2000, em dezembro de 2012 e janeiro de 2013. No dia anterior à visita da equipe do IPT, na manhã do dia 23/11/15, chuvas intensas na região provocaram inundação das ruas e uma casa foi atingida.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Espera-se para a área DVN-01 a ocorrência de inundação. Neste caso, o grau de risco da área DVN-01, em função da probabilidade e gravidade, foi definido como R3 – Risco Alto.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) monitoramento das cheias, com instalação de réguas de medição de nível d'água; (b) implantar gabião nos taludes marginais com pontos de erosão fluvial; (c) desenvolvimento de um plano de contingência para a área; (d) orientação aos moradores sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva; e (e) segundo o Código Florestal, tal área encontra-se em Área de Proteção Permanente (APP), não sendo permitida a sua ocupação. Caso tal ocupação seja aprovada pela Prefeitura Municipal, recomenda-se que as novas moradias sejam adaptadas ao processo de inundação recorrente no local, com moradias alteadas por aterros e/ou pilotis.

Número aproximado de moradias: 50

Número aproximado de moradores: 200

Inundação

Município: Divinolândia
 Nome da Área: Centro - Av. Prefeito Oswaldo Lopes
 Grau de Risco Predominante: R3 - Alto



Vista geral do Rio do Peixe, de jusante para montante, sobre uma das pontes.



Vista geral da Rua Barão do Rio Branco, transversal à Av. Prefeito Oswaldo Lopes, atingida, quando da ocorrência de inundações.



Detalhe da moradia. Observar comporta no portão, para barrar a entrada de água na casa, quando da ocorrência de inundações.



Detalhe de uma moradia na Av. Prefeito Oswaldo Lopes, com marcas de nível d'água de inundação (seta vermelha).

Descrição da Área

A área DVN-02 compreende o setor de risco localizado no bairro do Centro, na Av. Prefeito Oswaldo Lopes (via marginal do rio do Peixe), da Rua Barão do Rio Branco (jusante) até a Rua Lourival de Medeiros, na Vila Maria (montante). O bairro apresenta densidade ocupacional alta e é composto por moradias de alvenaria de bom padrão construtivo, com infraestrutura pública (pavimentação, água e esgoto). O sistema de drenagem é precário. O canal do rio do Peixe, nesta área, é retificado, retilíneo, com largura máxima de 6 m e altura máxima do talude marginal de 3 m. O talude marginal apresenta cobertura vegetada ou com solo exposto. As moradias distam 6 m a 160 m do eixo do canal.

Além das moradias desta área estarem situadas na planície de inundação do rio do Peixe, o local recebe as águas pluviais de quase a totalidade da área urbana do município. Assim, quando da ocorrência de chuvas fortes e concentradas na região, o canal não comporta o volume das águas recebidas e o nível d'água se eleva em até 1 m, a partir da rua, no ponto mais baixo, atingindo as moradias e comércios.

De acordo com a prefeitura de Divinolândia, as maiores e mais recentes inundações neste local ocorreram no ano de 2000 e em janeiro de 2013.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Espera-se para a área DVN-02 a ocorrência de inundação. Neste caso, o grau de risco da área DVN-02, em função da probabilidade e gravidade, foi definido como R3 – Risco Alto.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) monitoramento das cheias, com instalação de réguas de medição de nível d'água; (b) desenvolvimento de um plano de contingência para a área; (c) orientação aos moradores sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva; e (d) segundo o Código Florestal, tal área encontra-se em Área de Proteção Permanente (APP), não sendo permitida a sua ocupação. Caso tal ocupação seja aprovada pela Prefeitura Municipal, recomenda-se que as novas moradias sejam adaptadas ao processo de inundação recorrente no local, com moradias alteadas por aterros e/ou pilotis.

Número aproximado de moradias: 184

Número aproximado de moradores: 760

ipt	CTGeo - Sirden	Governo do Estado de São Paulo Coordenadoria Estadual de Defesa Civil Casa Militar - Gabinete do Governador
Escala: 1:6000	Município de Divinolândia	
Data: Dezembro/15	DVN-2 (Centro -	
RT Nº:145.665-205	Av. Prefeito Oswaldo Lopes)	
	Desenho Nº: 02	



Deslizamento

Município: Divinolândia
Nome da Área: Campestrinho - Rua Paraná
Grau de Risco Predominante: R2 - Médio



Legenda

DVN-03 (R2)



Vista geral das moradias na Rua Paraná, onde existe potencial para desenvolver processos de deslizamentos.



Detalhe de uma das moradias e do talude de corte.



Detalhe da proximidade das moradias à encosta.



Detalhe do processo erosivo no talude de corte ao fundo de uma das casas.

Descrição da Área

A área DVN-03 compreende o setor de risco localizado no Bairro do Campestrinho, na rua Paraná, do nº 787 ao nº 829. O bairro apresenta densidade ocupacional média, é composto por moradias de alvenaria de bom padrão construtivo, com infraestrutura pública (luz, água e esgoto). As vias são pavimentadas e o sistema de drenagem é inexistente.

O local de estudo é representado por uma encosta de 20° de inclinação média, constituída por solo residual e saprolito. Tratam-se de ocupações situadas na base de um talude de corte, onde a distância entre o talude e as moradias varia de 1 m a 2 m. O talude apresenta 4 m a 6 m de altura e inclinação de 70° a subvertical. Há concentração de água de chuva em superfície, presença de árvores, principalmente eucaliptos no topo da encosta, vegetação rasteira e, também, área desmatada. Segundo a Sra. Gisele, nesta área há somente algumas notificações dos moradores em relação ao risco de queda de galhos e árvores sobre as residências.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Espera-se para a área DVN-03 a ocorrência de deslizamento. Neste caso, o grau de risco da área DVN-03, em função da probabilidade e gravidade, foi definido como R2 – Risco Médio.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) implantação de dispositivos de drenagem no talude, canaletas no topo e escadas hidráulicas, para condução das águas pluviais, evitando-se, assim, a infiltração de água e a erosão no talude; (b) avaliar a condição das árvores no topo da encosta, já que vendáveis poderiam ocasionar quedas de galhos ou mesmo de toda a árvore sobre as casas; e (c) orientação aos moradores sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva.

Número aproximado de moradias: 5

Número aproximado de moradores: 20

APÊNDICE 2

FICHAS DAS ÁREAS DE RISCO MAPEADAS E VISTORIADAS

ÁREA DVN-01

Campestrinho – Rio do Peixe

Risco Alto (R3) – Inundação



FIGURA 1 – Vista geral da área mapeada. Fonte: *Image 2015 DigitalGlobe*, Google Earth Pro.

FICHA DE CAMPO - MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO

LOCALIZAÇÃO				
Município: <u>Divinolândia</u>		Área: <u>DVN-0</u>		
Nome da área: <u>Campestrinho - Rio do Peixe</u>		Coord E (m): <u>329357</u>	Coord N (m): <u>7596336</u>	
Localização: <u>Rua Maranhão e Rua Paraná</u>		Data: <u>24/11/2015</u>		
Equipe: <u>Eduardo S. de Macedo, Priscila T. Hirata, Gisele Cristina dos Santos G. Felício (Gerente de Meio Ambiente)</u>				
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA				
Tipo predominante de construção: ☒ Alvenaria ☐ Madeira ☐ Misto				
Densidade de ocupação: ☐ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4				
Condição das vias: ☒ pavimentada ☐ não pavimentada Obs: _____				
Sistema de drenagem superficial: ☐ Inexistente ☒ Precário ☐ Satisfatório				
Cobertura da área: ☒ Impermeabilizada ☒ Solo exposto ☒ Vegetada				
☐ Presença de erosão nas proximidades				
Altura máxima do evento de inundação: <u>4</u> m Fonte dos dados: <u>ou 1 m a partir da rua</u>				
Raio de alcance máximo do evento a partir do eixo do canal: <u>50</u> m Fonte dos dados: <u>Prefeitura</u>				
Quantidade de chuva registrada na ocasião do evento: _____ mm Fonte dos dados: _____				
CARACTERIZAÇÃO DA DRENAGEM				
Tipo de canal: ☐ Retificado ☒ Natural ☒ Retilíneo ☐ Meandrante ☒ Assoreado ☒ Lixo ☒ Entulho				
Largura máxima do canal: <u>4</u> m Altura máxima do canal: <u>3</u> m Distância das moradias ao eixo do canal: <u>3-5</u> m				
Presença de assoreamento: ☒ Lixo ☒ Entulho ☒ Solo				
Cobertura do talude marginal: ☐ Impermeabilizada ☐ Solo exposto ☒ Vegetada				
☐ Presença de solapamento de margem Obs: _____				
Presença de intervenções nas proximidades: ☐ Dique ☐ Barragem ☐ Piscinão ☒ Ponte ☐ Canalização ☐ Travessia				
Obs: _____				
☐ Presença de obstrução ou diminuição de vazão ao longo do canal				
Obs: _____				
DESCRIÇÃO DA ÁREA				
Ampla área de inundação no bairro do Campestrinho, onde o canal não comporta o volume das águas principalmente em episódios de chuvas intensas e extravasam em direção à planície de inundação, atingindo as moradias, principalmente, da margem direita do rio do Peixe. O fato é agravado pela existência de pontes que estrangulam o canal diminuindo sua capacidade. Neste ponto do bairro do Campestrinho foi observado que o rio do Peixe recebe as águas de diversas drenagens sem denominação, o que aumenta o volume de suas águas e o aporte de sedimentos no rio. De acordo com a prefeitura de Divinolândia, as maiores e mais recentes inundações neste local ocorreram no ano de 2000, em dezembro de 2012 e janeiro de 2013. No dia anterior a visita da equipe do IPT, na manhã dia 23/11/15, chuvas intensas na região inundaram uma casa neste local.				
DEFINIÇÃO DO GRAU DE RISCO				
Gravidade Probabilidade	Negligenciável	Médio	Alto	Desastre
Baixo	☐ Baixo	☐ Baixo	☐ Médio	☐ Muito Alto
Médio	☐ Baixo	☐ Médio	☐ Alto	☐ Muito Alto
Alto	☐ Baixo	☐ Médio	☒ Alto	☐ Muito Alto
Muito Alto	☐ Baixo	☐ Médio	☐ Alto	☐ Muito Alto
Número de moradias na área: <u>65</u>				

FIGURA 2 – Ficha de campo da Área DVN–01.



FOTO 1 – Trecho de inundação do rio do Peixe na travessia da Rua Maranhão. Vista da ponte para a área de inundação em direção a jusante. Observar o lançamento de água servida das casas no rio do Peixe.



FOTO 2 – Trecho de inundação do rio do Peixe na travessia da Rua Maranhão. Vista da ponte para a área de inundação em direção a montante. Observar a característica meandrante do rio e a proximidade das moradias das margens. As três moradias do lado direito e a moradia do lado esquerdo são inundadas constantemente.



FOTO 3 – Detalhe da moradia atingida, quando da ocorrência de inundações, na margem direita do rio do Peixe, ao lado da ponte da Rua Maranhão.



FOTO 4 – Detalhe da moradia atingida, quando da ocorrência de inundações, na margem esquerda do rio do Peixe, ao lado da ponte da Rua Maranhão.



FOTO 5 – Visão geral do ponto a montante, mostrando a travessia sobre o rio do Peixe e a rua Maranhão atingida pela inundação. Notar o cano de água (seta vermelha), que frequentemente é quebrado pela força das águas do rio, quando da ocorrência de inundações.



FOTO 6 – Detalhe das casas atingidas no ponto a montante, na Rua Maranhão, na margem direita do rio do Peixe.



FOTO 7 – Visão geral do ponto a jusante, na Rua Paraná, atingida quando da ocorrência de inundações.



FOTO 8 – Visão geral do ponto a jusante, na Rua Paraná, atingida quando da ocorrência de inundações.

ÁREA DVN-02

Centro – Rio do Peixe – Risco Alto (R3) – Inundação

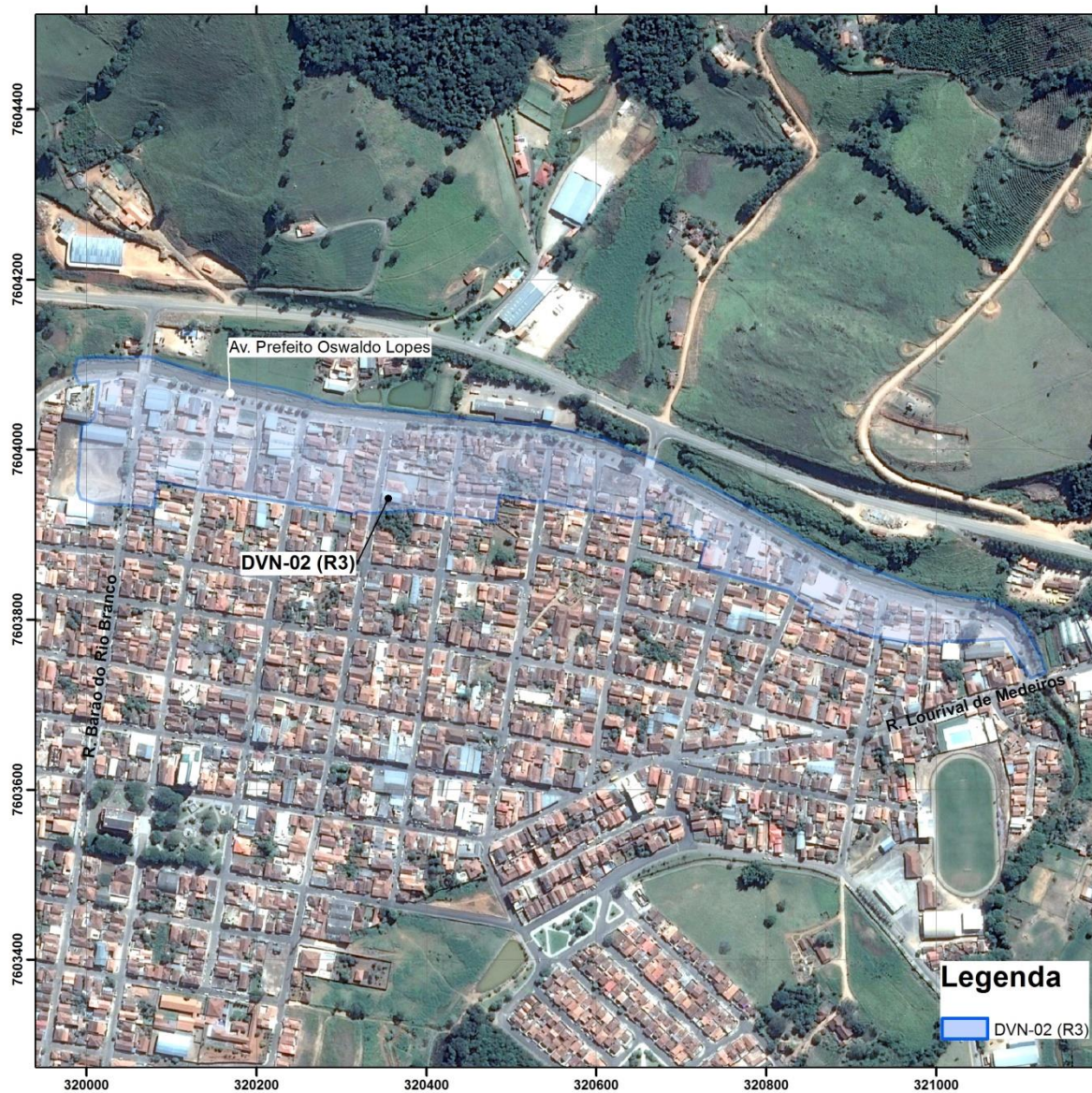


FIGURA 3 – Vista geral da área mapeada. Fonte: *Image 2015 DigitalGlobe*, Google Earth Pro, 2015.

FICHA DE CAMPO - MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO

LOCALIZAÇÃO				
Município: <u>Divinolândia</u>		Área: <u>DVN-02</u>		
Nome da área: <u>Centro - Rio do Peixe</u>		Coord E (m): <u>320065</u>	Coord N (m): <u>7604093</u>	
Localização: <u>Av. Prefeito Oswaldo Lopes, da R. Barão do Rio Branco até R. Lourival de Medeiros</u>		Data: <u>24/11/2015</u>		
Equipe: <u>Eduardo S. de Macedo, Priscila T. Hirata, Gisele Cristina dos Santos G. Felício (Gerente de Meio Ambiente)</u>				
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA				
Tipo predominante de construção: ☒ Alvenaria ☐ Madeira ☐ Misto				
Densidade de ocupação: ☒ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4				
Condição das vias: ☒ pavimentada ☐ não pavimentada Obs: _____				
Sistema de drenagem superficial: ☐ Inexistente ☒ Precário ☐ Satisfatório				
Cobertura da área: ☒ Impermeabilizada ☐ Solo exposto ☐ Vegetada				
☐ Presença de erosão nas proximidades				
Altura máxima do evento de inundação: <u>4</u> m Fonte dos dados: <u>ou 1 m a partir da rua</u>				
Raio de alcance máximo do evento a partir do eixo do canal: <u>160</u> m Fonte dos dados: <u>Prefeitura</u>				
Quantidade de chuva registrada na ocasião do evento: _____ mm Fonte dos dados: _____				
CARACTERIZAÇÃO DA DRENAGEM				
Tipo de canal: ☒ Retificado ☐ Natural ☒ Retilíneo ☐ Meandrante ☐ Assoreado ☐ Lixo ☐ Entulho				
Largura máxima do canal: <u>6</u> m Altura máxima do canal: <u>3</u> m Distância das moradias ao eixo do canal: <u>6-1</u> m				
Presença de assoreamento: ☐ Lixo ☐ Entulho ☒ Solo				
Cobertura do talude marginal: ☐ Impermeabilizada ☐ Solo exposto ☒ Vegetada				
☐ Presença de solapamento de margem Obs: _____				
Presença de intervenções nas proximidades: ☐ Dique ☐ Barragem ☐ Piscinão ☒ Ponte ☐ Canalização ☐ Travessia				
Obs: <u>presença de contenção das margens com solo cimento</u>				
☐ Presença de obstrução ou diminuição de vazão ao longo do canal				
Obs: _____				
DESCRIÇÃO DA ÁREA				
Ampla área de inundação na avenida marginal do rio do Peixe (Av. Prefeito Oswaldo Lopes), atingindo desde a rua Barão do Rio Branco (a jusante) até a rua Lourival de Medeiros (a montante). Esta área recebe as águas pluviais de quase a totalidade da área urbana do município e assim, o rio do Peixe não comporta o volume das águas recebidas e inunda a margem esquerda do rio neste trecho. De acordo com a prefeitura de Divinolândia a água atinge 1 m de altura máxima a partir da rua, no ponto mais baixo.				
DEFINIÇÃO DO GRAU DE RISCO				
Gravidade Probabilidade	Negligenciável	Médio	Alto	Desastre
Baixo	☐ Baixo	☐ Baixo	☐ Médio	☐ Muito Alto
Médio	☐ Baixo	☐ Médio	☐ Alto	☐ Muito Alto
Alto	☐ Baixo	☐ Médio	☒ Alto	☐ Muito Alto
Muito Alto	☐ Baixo	☐ Médio	☐ Alto	☐ Muito Alto
Número de moradias na área: <u>184</u>				

FIGURA 4 – Ficha de campo da Área DVN-02.



FOTO 9 – Vista geral do Rio do Peixe, de jusante para montante, sobre uma das pontes. Observar os taludes marginais vegetados, localmente com solo exposto.



FOTO 10 – Vista geral da Rua Barão do Rio Branco, transversal à Av. Prefeito Oswaldo Lopes, atingida quando da ocorrência de inundações.



FOTO 11 – Vista geral das moradias na Rua Espírito Santo, atingidas quando da ocorrência de inundações.



FOTO 12 – Detalhe da moradia na FOTO 11. Observar comporta no portão, para barrar a entrada de água na casa, quando da ocorrência de inundações.



FOTO 13 – Vista geral das moradias na Av. Prefeito Oswaldo Lopes, na altura da Rua Joaquim Garcia, atingida, quando da ocorrência de inundações.



FOTO 14 – Vista do talude marginal do rio do Peixe, com estrutura de contenção feita com solo-cimento ensacado.



FOTO 15 – Detalhe de uma moradia na Av. Prefeito Oswaldo Lopes, com marcas de nível d'água de inundação do rio do Peixe.



FOTO 16 – Vista geral das moradias na Av. Prefeito Oswaldo Lopes, na altura da Rua Joaquim Pereira de Souza, atingida quando da ocorrência de inundações.

ÁREA DVN-03

Campestrinho – Rua Paraná – Risco Médio (R2) – Deslizamento



FIGURA 5 – Vista geral da área mapeada. Fonte: *Image 2015 CNES/Astrium*, Google Earth Pro, 2015.

FICHA DE CAMPO - MAPEAMENTO DE ÁREA DE RISCO DE DESLIZAMENTO

LOCALIZAÇÃO			
Município: <u>Divinolândia</u>		Área: <u>DVN-03</u>	
Nome da Área: <u>Campestrinho - Rua Paraná</u>		Coord E (m): <u>329116</u>	Coord N (m): <u>7596265</u>
Localização: <u>Rua Paraná do nº 787 até o nº 829</u>		Data: <u>24/11/2015</u>	
Equipe: <u>Eduardo Soares de Macedo, Priscila Taminato Hirata, Gisele Cristina dos Santos Gonsales Felício (Gerente de Meio Ambiente)</u>			
UNIDADE DE ANÁLISE			
☒ Encosta ☐ Margem de Córrego			
CARACTERÍSTICAS DA ÁREA			
Tipos predominantes de construção: ☒ alvenaria ☐ madeira ☐ misto Obs: _____			
Densidade de ocupação: ☐ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4			
Condições das vias: ☒ pavimentada ☐ não pavimentada Obs: _____			
Inclinação média do setor (°): <u>20</u>			
CONDICIONANTES			
☐ Encostas Naturais Obs: _____			
Altura (m): _____		Inclinação (°): _____	
Distância da moradia ao topo (m): _____		Distância da moradia à base (m): _____	
☒ Talude de Corte Obs: _____			
Altura (m): <u>4-6</u>		Inclinação (°): <u>70</u>	
Distância da moradia ao topo (m): <u>--</u>		Distância da moradia à base (m): <u>1-2</u>	
Material predominante: ☒ solo residual ☒ saprolito ☐ rocha alterada ☐ rocha sã			
☐ Estruturas desfavoráveis a estabilidade Obs: _____			
☐ Taludes de aterro Obs: _____			
Altura (m): _____		Inclinação (°): _____	
Distância da moradia ao topo (m): _____		Distância da moradia à base (m): _____	
☐ Maciço rochoso ☐ Estruturas desfavoráveis à estabilidade Outros: _____			
Altura (m): _____		Inclinação (°): _____	
Distância da moradia ao topo (m): _____		Distância da moradia à base (m): _____	
☐ Matacões Obs: _____			
☐ Depósito localizado sobre: ☐ Encosta natural ☐ Talude de corte ☐ Talude de aterro ☐ Talude marginal			
Obs: _____			
Material presente: ☐ aterro ☐ lixo ☐ entulho Obs: _____			
☐ Drenagens Naturais: ☐ retificado ☐ natural ☐ retilíneo ☐ meandrante ☐ assoreado ☐ lixo ☐ entulho			
☐ Talude Marginal		Altura (m): _____	
Distância da moradia ao topo (m): _____		Obs: _____	
EVIDÊNCIAS DE MOVIMENTAÇÃO			
☐ trincas na moradia		☐ muros e paredes embarrigado	
☐ trincas no terreno		☐ árvores, postes, muros inclinados	
☐ dregraus de abatimento		☐ solapamento de margem	
		☐ cicatrizes de escorregamento	
		Data e dimensão: _____	
		☐ fraturas no maciço rochoso	
ÁGUA			
☒ concentração de água de chuva em superfície		☐ fossa	
☐ lançamento de águas servidas em superfície		☐ surgência d'água Obs: _____	
☐ vazamento de tubulação		sistema de drenagem superficial: ☒ inexistente ☐ precário ☐ satisfatório	
VEGETAÇÃO NA ÁREA OU PROXIMIDADES			
☒ presença de árvores		☒ área desmatada	
☒ vegetação rasteira		☐ área de cultivo: <u>Observar os eucaliptos no topo da encosta</u>	
PROCESSO DE INSTABILIZAÇÃO			
☐ escorregamento em encosta natural		☐ escorregamento em depósito encosta	
☒ escorregamento em talude de corte		☐ solapamento margem	
☐ escorregamento em talude de aterro		☐ erosão	
		☐ queda de blocos	
		☐ corrida	
		☐ rolamento de blocos	
		☐ rastejo	
		☐ deslocamento	
CONDIÇÃO DA ESTABILIDADE DOS BLOCOS E MACIÇO ROCHOSO			
☐ Condição favorável de estabilidade		☐ Condição desfavorável de estabilidade	
GRAU DE RISCO			
☐ Risco 4 - Muito Alto		☐ Risco 3 - Alto	
☒ Risco 2 - Médio		☐ Risco 1 - Baixo ou Sem Risco	
Número de moradias na área: <u>5</u>			

FIGURA 6 – Ficha de campo da Área DVN-03.



FOTO 17 – Vista geral das moradias na Rua Paraná, onde existe potencial para desenvolver processos de deslizamentos.



FOTO 18 – Detalhe da proximidade das moradias à encosta.



FOTO 19 – Detalhe do processo erosivo no talude de corte ao fundo de uma das casas.



FOTO 20 – Equipe técnica do IPT que realizou o trabalho de campo no município de Olímpia, acompanhada pela Gerente de Meio Ambiente Sra. Gisele Cristina dos Santos Gonsales Felício.

APÊNDICE 3

ARQUIVO DIGITAL

