

RELATÓRIO TÉCNICO

Nº 136.526-205

Casa Militar do Gabinete do
Governador

Cosmópolis

10 de fevereiro de 2014

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

CLIENTE:

CASA MILITAR DO GABINETE DO GOVERNADOR

UNIDADE RESPONSÁVEL:

CENTRO DE TECNOLOGIAS GEOAMBIENTAIS - **CTGEO**
LABORATÓRIO DE RISCOS AMBIENTAIS - **LARA**

RESUMO

O presente Relatório apresenta os resultados do mapeamento de áreas de alto e muito alto risco a deslizamentos e inundações do Município de Cosmópolis, 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 Cosmópolis não foram identificadas áreas que apresentassem risco Muinto Alto (R4) para deslizamento e inundação. Nesse caso, foram mapeadas 2 áreas de Risco Alto (R3) e 2 áreas de Risco Médio (R2) para deslizamento (2) e inundação (2). Adicionalmente, foram vistoriados outros trechos sujeitos a inundação, cuja situação de risco foi minimizada em função de obras realizadas na drenagem.

Palavras-chave:

Casa Militar, deslizamento, inundação, área de risco, mapeamento, Cosmópolis.

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	16
4.1.4	Mapeamento	18
4.2	Mapeamento de Risco de Inundação	22
4.2.1	Conceitos	22
4.2.2	Condicionantes e Causas das Enchentes e Inundações	30
4.2.3	Mapeamento	31
4.3	Tratamento dos dados.....	35
4.4	Elaboração de sugestões de intervenções estruturais	36
5	RESULTADOS DOS TRABALHOS	38
5.1	Dados básicos do município de Cosmópolis	38
5.1.1	Contexto Geológico do município de Cosmópolis	39
5.1.2	Contexto Geomorfológico do município de Cosmópolis.....	42
5.1.3	Contexto Pedológico do município de Cosmópolis	44
5.2	Áreas de Risco Alto mapeadas.....	46
5.2.1	Área COS-01 (Cidade Alta – Rua Walter Dester) – Deslizamento (R3 – Risco Alto).....	46
5.2.2	Área COS-02 (Parque Ester – Ruas Bruna Monte Oliva e Guilhermina Kowalesky) - Inundação –(R3 – Risco Alto).....	48
5.3	Outras áreas mapeadas	50
5.3.1	Área COS-03 (Laranjeiras – Rua José Machado) – Solapamento de Margem - (R2-Médio)	50
5.3.2	Área COS-04 (Cidade Alta – Rua Walter Dester) – Inundação - (R2- Médio)	51
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
7	EQUIPE TÉCNICA	55
	APÊNDICE 1 DESENHOS DAS ÁREAS DE RISCO MAPEADAS.....	58
	APÊNDICE 2 FICHAS DAS ÁREAS DE RISCO MAPEADAS E VISTORIADAS	63
	APÊNDICE 3 ARQUIVO DIGITAL	92

1 INTRODUÇÃO

O presente Relatório apresenta os resultados do mapeamento de áreas de alto e muito alto risco a deslizamentos e inundações do município de Cosmópolis (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 do Laboratório de Riscos Ambientais (Lara), do Centro de Tecnologias Geoambientais (CTGeo).

Os trabalhos foram executados por equipe técnica do IPT em conjunto com técnico da Coordenadoria Municipal de Defesa Civil da Prefeitura Municipal de Cosmópolis, Sr. Reginaldo André Risonho.

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* - UNDRP (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 Cosmópolis 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 deslizamentos 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 tálus (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.

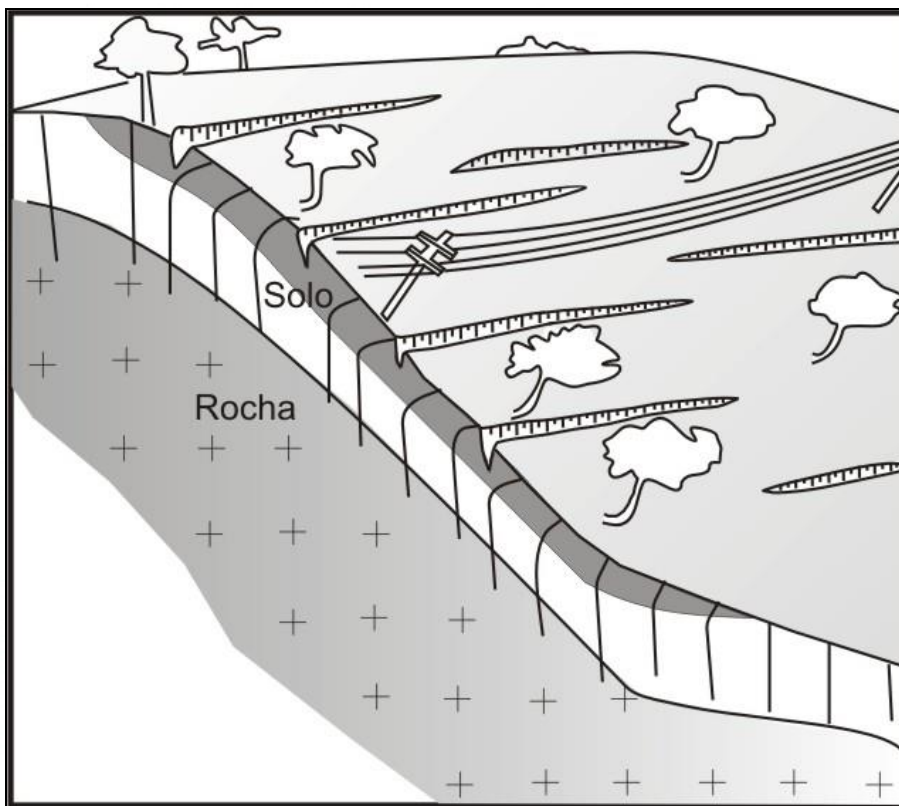


Figura 1 – Perfil esquemático do processo de rastejo (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).



Figura 2– Árvores inclinadas e degraus de abate 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.).

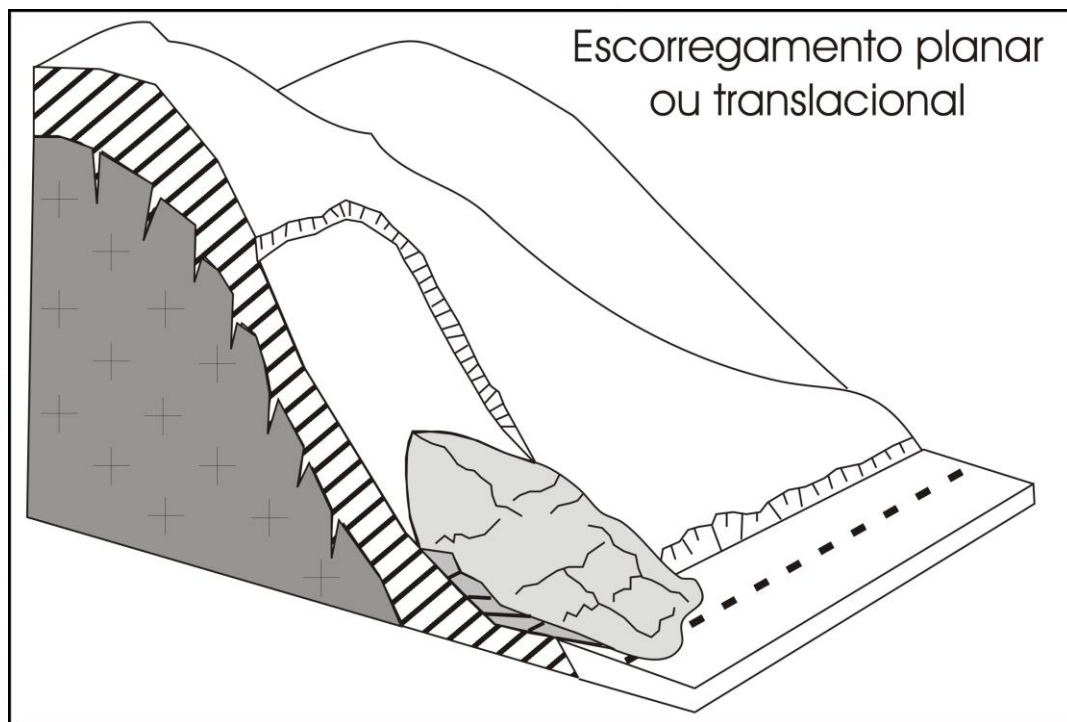


Figura 3– Perfil esquemático de deslizamentos planares (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

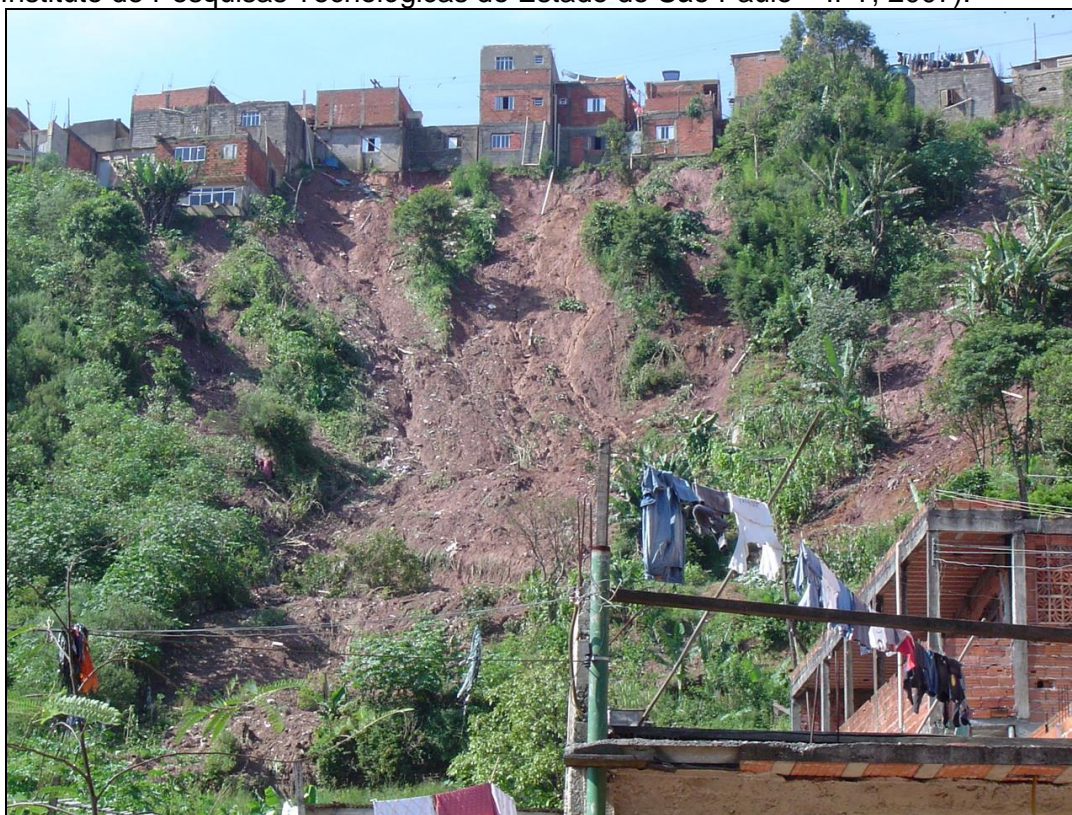


Figura 4– Deslizamentos planares induzidos pela ocupação (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

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.

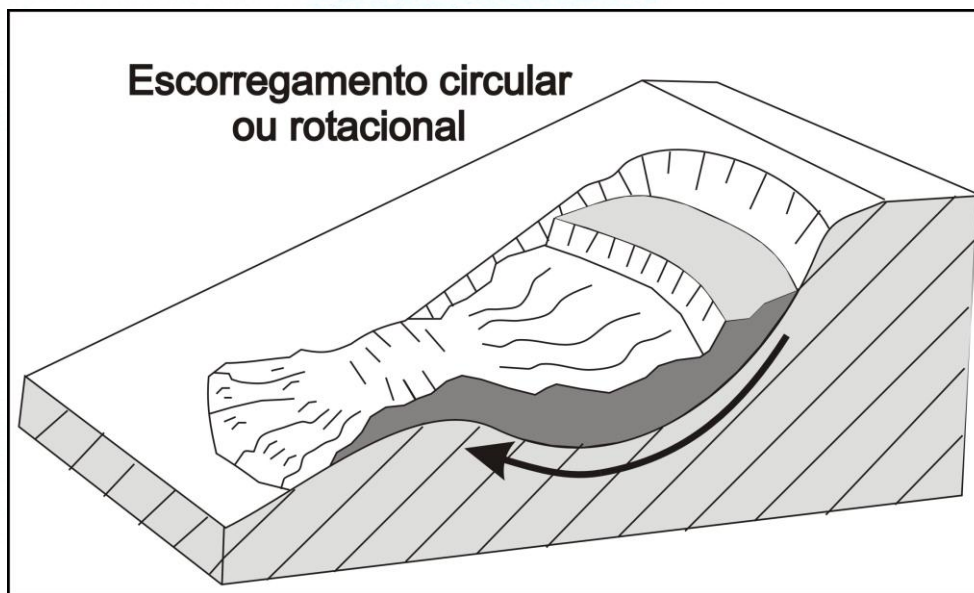


Figura 5– Perfil esquemático do deslizamento circular ou rotacional (Min. das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).



Figura 6– Deslizamento circular ou rotacional (Lara-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.

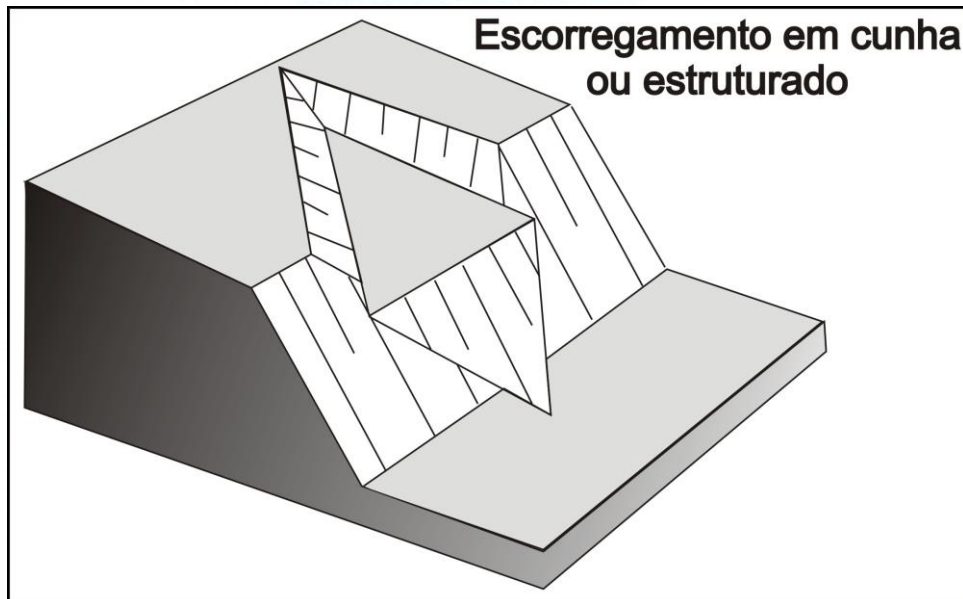


Figura 7– Perfil esquemático de um deslizamento em cunha ou estruturado (Min. das Cidades, Inst. de Pesquisas Tecnológicas do Estado de SP – IPT, 2007).



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.

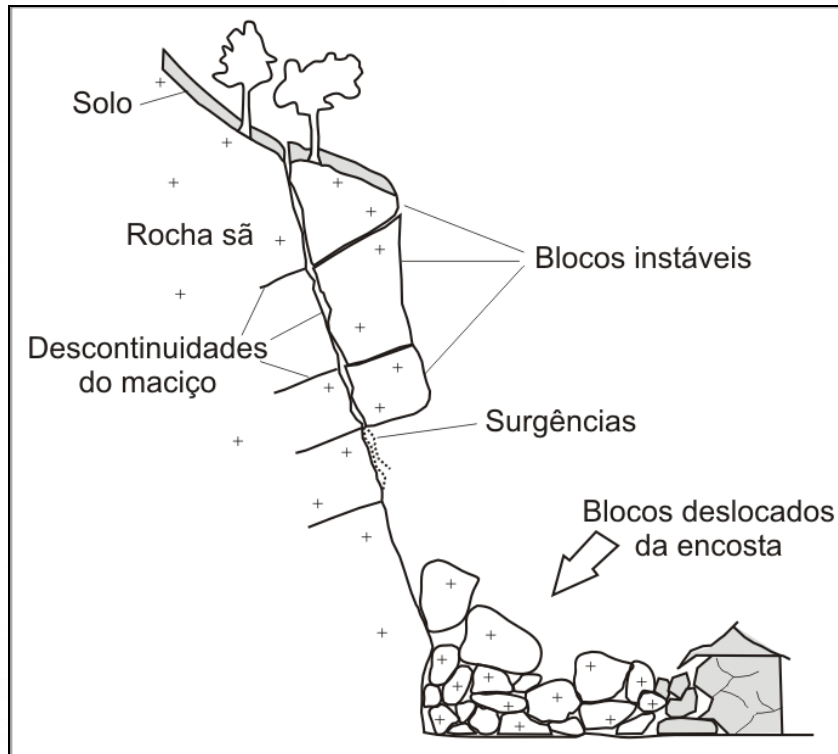


Figura 9– Perfil esquemático do processo de queda de blocos (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

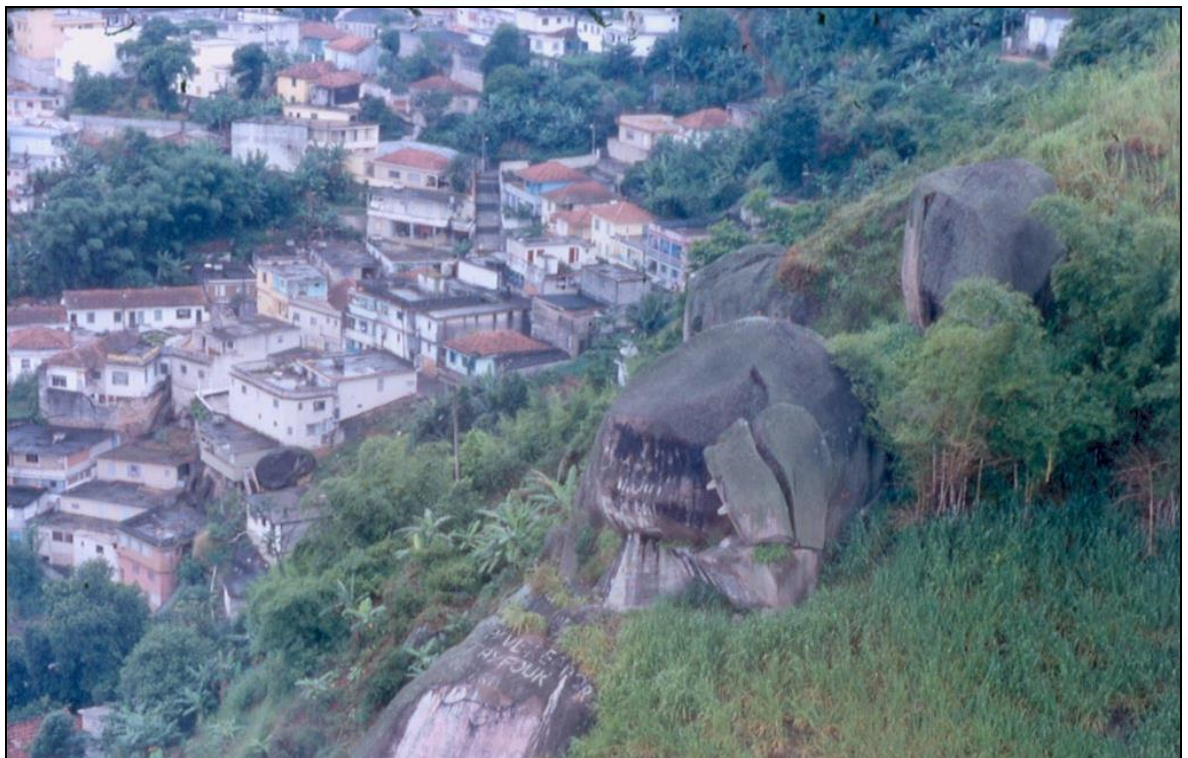


Figura 10– Área de risco de processos de queda de blocos rochosos (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

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.

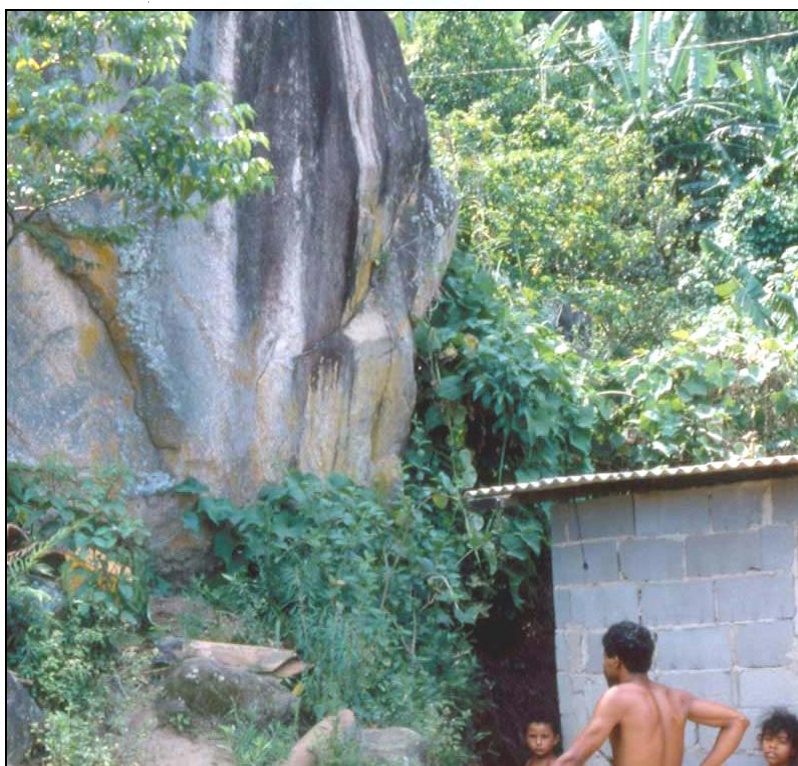


Figura 11– Situação de risco de tombamento de bloco rochoso (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

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, *debrisflow*, etc.), principalmente em função de suas velocidades e das características dos materiais que mobilizam.

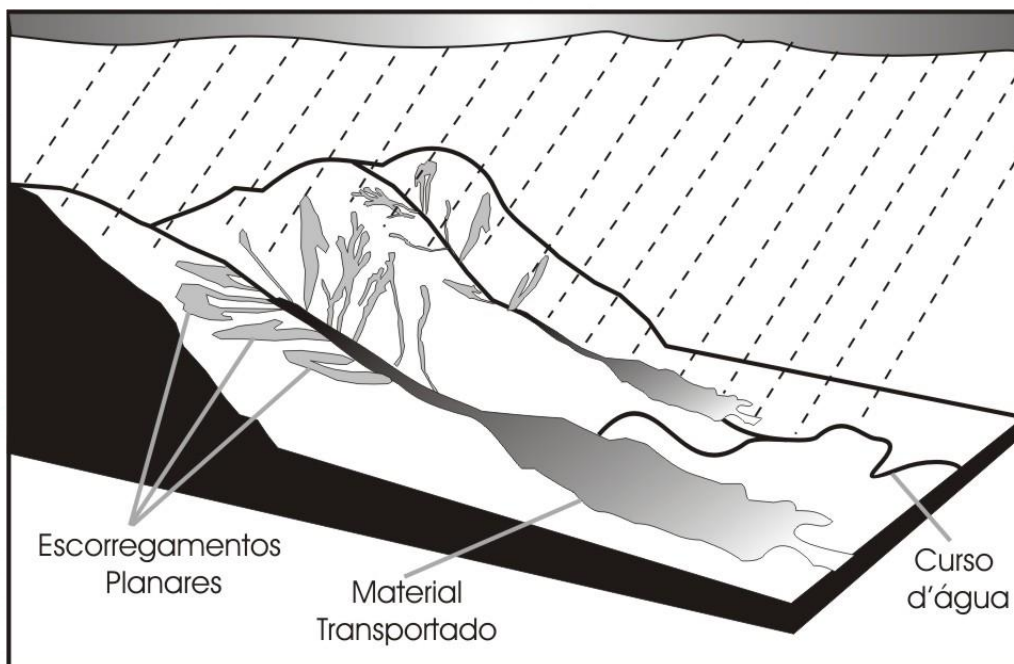


Figura 13– Perfil esquemático de processos do tipo corrida (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

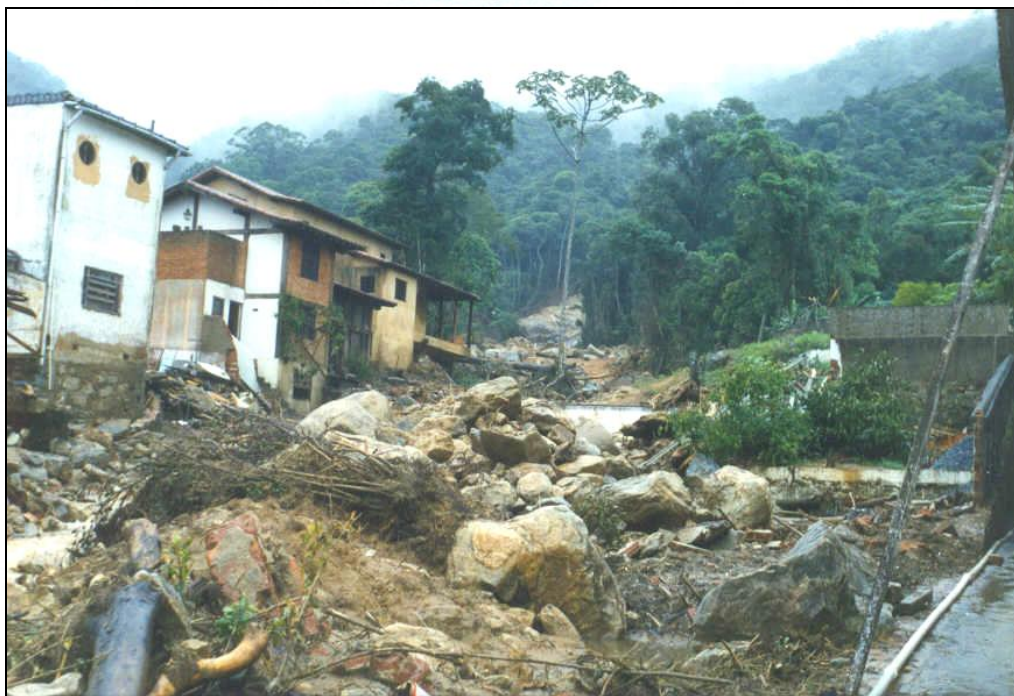


Figura 14– Acidente associado ao processo do tipo corrida (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

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)	<ul style="list-style-type: none"> 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)	<ul style="list-style-type: none"> poucos planos de deslocamento (externos) velocidades médias (m/h) a altas (m/s) pequenos a grandes volumes de material geometria e materiais variáveis: <p>PLANARES: solos poucos espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza</p> <p>CIRCULARES: solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas</p> <p>EM CUNHA: solos e rochas com dois planos de fraqueza</p>
QUEDAS (FALLS)	<ul style="list-style-type: none"> 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. <p>ROLAMENTO DE MATAÇÃO</p> <p>TOMBAMENTO</p>
CORRIDAS (FLOWS)	<ul style="list-style-type: none"> 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			
<input type="checkbox"/> Encosta <input type="checkbox"/> Margem de Córrego			
CARACTERÍSTICAS DA ÁREA			
Tipos predominantes de construção: <input type="checkbox"/> alvenaria <input type="checkbox"/> madeira <input type="checkbox"/> misto Obs: _____			
Densidade de ocupação: <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4			
Condições das vias: <input type="checkbox"/> pavimentada <input type="checkbox"/> não pavimentada Obs: _____			
Inclinação média do setor (°): _____			
CONDICIONANTES			
<input type="checkbox"/> Encostas Naturais Obs: _____			
Altura (m): _____	Inclinação (°): _____	Distância da moradia ao topo (m): _____	Distância da moradia à base (m): _____
<input type="checkbox"/> Talude de Corte Obs: _____			
Altura (m): _____	Inclinação (°): _____	Distância da moradia ao topo (m): _____	Distância da moradia à base (m): _____
Material predominante: <input type="checkbox"/> solo residual <input type="checkbox"/> saprolito <input type="checkbox"/> rocha alterada <input type="checkbox"/> rocha sã			
<input type="checkbox"/> Estruturas desfavoráveis a estabilidade Obs: _____			
<input type="checkbox"/> Taludes de aterro Obs: _____			
Altura (m): _____	Inclinação (°): _____	Distância da moradia ao topo (m): _____	Distância da moradia à base (m): _____
<input type="checkbox"/> Maciço rochoso <input type="checkbox"/> Estruturas desfavoráveis à estabilidade Outros: _____			
Altura (m): _____	Inclinação (°): _____	Distância da moradia ao topo (m): _____	Distância da moradia à base (m): _____
<input type="checkbox"/> Matacões Obs: _____			
<input type="checkbox"/> Depósito localizado sobre: <input type="checkbox"/> Encosta natural <input type="checkbox"/> Talude de corte <input type="checkbox"/> Talude de aterro <input type="checkbox"/> Talude marginal			
Obs: _____			
Material presente: <input type="checkbox"/> aterro <input type="checkbox"/> lixo <input type="checkbox"/> entulho Obs: _____			
<input type="checkbox"/> Drenagens Naturais: <input type="checkbox"/> retificado <input type="checkbox"/> natural <input type="checkbox"/> retilíneo <input type="checkbox"/> meandrante <input type="checkbox"/> assoreado <input type="checkbox"/> lixo <input type="checkbox"/> entulho			
<input type="checkbox"/> Talude Marginal Altura (m): _____ Distância da moradia ao topo (m): _____ Obs: _____			
EVIDÊNCIAS DE MOVIMENTAÇÃO			
<input type="checkbox"/> trincas na moradia	<input type="checkbox"/> muros e paredes embarrigado	<input type="checkbox"/> cicatrizes de escorregamento	
<input type="checkbox"/> trincas no terreno	<input type="checkbox"/> árvores, postes, muros inclinados	Data e dimensão: _____	
<input type="checkbox"/> dregraus de abatimento	<input type="checkbox"/> solapamento de margem	<input type="checkbox"/> fraturas no maciço rochoso	
ÁGUA			
<input type="checkbox"/> concentração de água de chuva em superfície	<input type="checkbox"/> fossa	Obs: _____	
<input type="checkbox"/> lançamento de águas servidas em superfície	<input type="checkbox"/> surgência d'água	sistema de drenagem superficial: <input type="checkbox"/> inexistente <input type="checkbox"/> precário <input type="checkbox"/> satisfatório	
<input type="checkbox"/> vazamento de tubulação			
VEGETAÇÃO NA ÁREA OU PROXIMIDADES			
<input type="checkbox"/> presença de árvores	<input type="checkbox"/> área desmatada		
<input type="checkbox"/> vegetação rasteira	<input type="checkbox"/> área de cultivo: _____		
PROCESSO DE INSTABILIZAÇÃO			
<input type="checkbox"/> escorregamento em encosta natural	<input type="checkbox"/> escorregamento em depósito encosta	<input type="checkbox"/> queda de blocos	<input type="checkbox"/> corrida
<input type="checkbox"/> escorregamento em talude de corte	<input type="checkbox"/> solapamento margem	<input type="checkbox"/> rolamento de blocos	<input type="checkbox"/> rastejo
<input type="checkbox"/> escorregamento em talude de aterro	<input type="checkbox"/> erosão	<input type="checkbox"/> deslocamento	
CONDIÇÃO DA ESTABILIDADE DOS BLOCOS E MACIÇO ROCHOSO			
<input type="checkbox"/> Condição favorável de estabilidade <input type="checkbox"/> Condição desfavorável de estabilidade			
GRAU DE RISCO			
<input type="checkbox"/> Risco 4 - Muito Alto	<input type="checkbox"/> Risco 3 - Alto	<input type="checkbox"/> Risco 2 - Médio	<input type="checkbox"/> 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 DE	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.

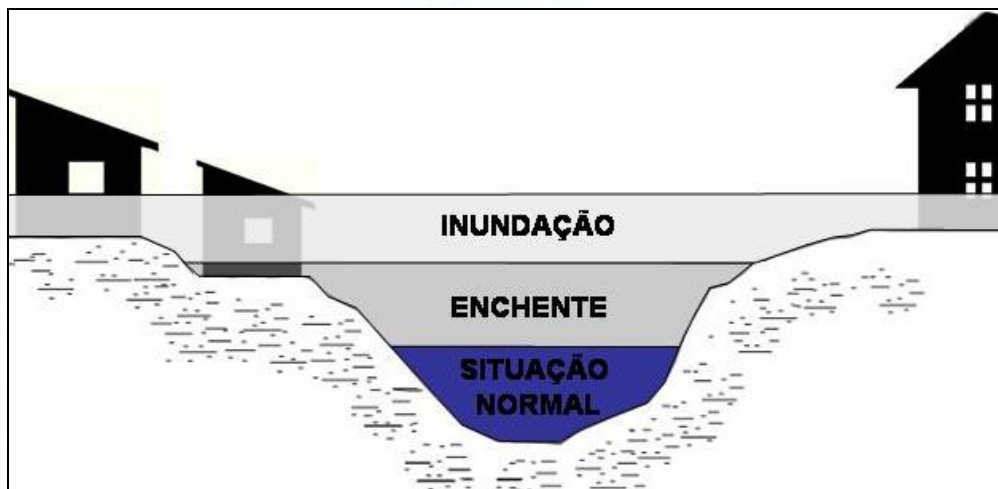


Figura 18– Perfil esquemático do processo de enchente e inundação (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

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.

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: <input type="checkbox"/> Alvenaria <input type="checkbox"/> Madeira <input type="checkbox"/> Misto				
Densidade de ocupação: <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4				
Condição das vias: <input type="checkbox"/> pavimentada <input type="checkbox"/> não pavimentada Obs: _____				
Sistema de drenagem superficial: <input type="checkbox"/> Inexistente <input type="checkbox"/> Precário <input type="checkbox"/> Satisfatório				
Cobertura da área: <input type="checkbox"/> Impermeabilizada <input type="checkbox"/> Solo exposto <input type="checkbox"/> Vegetada				
<input type="checkbox"/> 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: <input type="checkbox"/> Retificado <input type="checkbox"/> Natural <input type="checkbox"/> Retilíneo <input type="checkbox"/> Meandrante <input type="checkbox"/> Assoreado <input type="checkbox"/> Lixo <input type="checkbox"/> Entulho				
Largura máxima do canal: _____ m Altura máxima do canal: _____ m Distância das moradias ao eixo do canal: _____ m				
Presença de assoreamento: <input type="checkbox"/> Lixo <input type="checkbox"/> Entulho <input type="checkbox"/> Solo				
Cobertura do talude marginal: <input type="checkbox"/> Impermeabilizada <input type="checkbox"/> Solo exposto <input type="checkbox"/> Vegetada				
<input type="checkbox"/> Presença de solapamento de margem Obs: _____				
Presença de intervenções nas proximidades: <input type="checkbox"/> Dique <input type="checkbox"/> Barragem <input type="checkbox"/> Piscinão <input type="checkbox"/> Ponte <input type="checkbox"/> Canalização <input type="checkbox"/> Travessia				
Obs: _____				
<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Muito Alto
Médio	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Muito Alto
Alto	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Muito Alto
Muito Alto	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> 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 rochoso 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 Cosmópolis, representada pelo Sr. Reginaldo Andre Risonho (Coordenadoria Municipal de Defesa Civil – COMDEC).

5.1 Dados básicos do município de Cosmópolis

O município de Cosmópolis situa-se na Região Metropolitana de Campinas, Micro região de Campinas (Paulínia), no estado de São Paulo. O município dista cerca de 130 km da capital, tendo como acessos, a partir de São Paulo, a Rodovia dos Bandeirantes (SP-348), Dom Pedro I (SP-65) e Rodovia Professor Zeferino Vaz (SP-332).

O município localiza-se na porção sudeste do Estado de São Paulo e está inserido na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – Piracicaba, Capivari e Jundiaí (UGRHI - 5).

Seus municípios limítrofes são Artur Nogueira, a norte, Holambra, a leste, Paulínia, a sul, e Americana e Limeira, a oeste.

Compreende área de aproximadamente 155 km², com população de 61013 habitantes pelo censo IBGE de 2010. O município encontra-se a cerca de 652 m de altitude e apresenta clima tropical de altitude (Cwb).

A hidrografia do município é composta principalmente pelo ribeirão Três Barras, rios Jaguari e Pirapitingui, mas também é cortada por outras drenagens de menor expressão no relevo.

A caracterização física do município, apresentada a seguir, foi abordada segundo as características geológicas, geomorfológicas e pedológicas. Os dados geológicos foram obtidos pelas cartas publicadas por PERROTA *et al.* 2005, escala 1:750.000, e os dados geomorfológicos 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 Cosmópolis

A **Figura 25** mostra recorte do Mapa Geológico do município de Cosmópolis, segundo Mapa Geológico do estado de São Paulo (Perrotta *et al.*, 2005).

Com relação ao meio físico, no que se refere à geologia, de acordo com PERROTTA *et al.* (2005), predominam no município rochas do Grupo Itararé e do Grupo São Bento, os sedimentos da Formação Rio Claro e os Depósitos/Sedimentos aluvionares, associados às principais drenagens do município.

O Grupo Itararé Indiviso é composto predominantemente por arenitos de granulação heterogênea, imaturos, passando a arenitos feldspáticos e mesmo a arcósios, com espessuras delgadas a bancos maciços ou com estratificação plano-paralela à cruzada, de corrente aquosa. Também são característicos siltitos, lamitos, diamictitos e ritmitos, com cores amarelo, vermelho e cinza. Subordinadamente associam-lhe delgadas camadas de carvão. Por suas características e associações litológicas indicam ser derivados a várias origens: fluviais, glacial, marinhos, lacustres, praianos, deltaicos, eólicos, etc. De acordo com PERROTTA *et al.* (2005), o modelo de sedimentação refere-se ao ambiente glácio-marinho. Descrições minuciosas de suas litofácies podem ser verificadas em SAAD (1977), FÚLFARO, *et al.* (1980) e ARAB *et al.* (2009).

O Grupo São Bento está representado na área do município pelas Intrusivas Básicas Tabulares, associadas ao evento do vulcanismo da Bacia do Paraná. Está representado por expressivas soleiras diabásicas, com diques básicos em geral, incluindo diabásios, dioritos pórfiros, microdioritos pórfiros, gabros e lamprófiros, andesitos, monzonitos pórfiros e traquiandesitos.

A Formação Rio Claro está representada por cascalho, areia, argila, lamito. As litofácies reconhecidas na Formação Rio Claro indicam sedimentação em sistema fluvial meandrante, para o qual se admite baixos gradientes e clima úmido (MELO, 1995). O autor reconheceu quatro litofácies principais dentro da Formação Rio Claro:

- (1) Trcl: compreende depósitos de sedimentos imaturos textural e mineralogicamente, usualmente sem estratificação ou com estratificação incipiente, contendo grande proporção de matriz fina e clastos de tamanho variável (usualmente centimétricos), dispersos caoticamente na matriz (lamitos);

- (2) Trcc: compreende depósitos de cascalhos, usualmente com clastos arredondados de quartzo e quartzito imbricados, intimamente associados com areias de textura variável com estratificação cruzada acanalada e tabular;
- (3) Trca: compreende depósitos de areia predominantemente fina, com estratificação planoparalela e cruzada acanalada e, às vezes, laminações cavalgantes, com delgadas intercalações de argila, com deformações por sobrecarga;
- (4) Trcm: compreende principalmente depósitos argilosos a silto-argilosos com estratificação e laminação distinta a indistinta, contendo impressões de folhas e caules, pistas fósseis e apresentando deformações por sobrecarga.

Os Sedimentos Aluvionares/Depósitos Aluvionares estão representados por aluviões em geral, incluindo areias inconsolidadas de granulação variável, argilas, silte e cascalheiras fluviais, subordinadamente, em depósitos de calhas e/ou terraços e, localmente, turfa.

A **Figura 25** apresenta a distribuição das unidades litoestratigráficas no município, de acordo com PERROTTA *et al.* (2005).

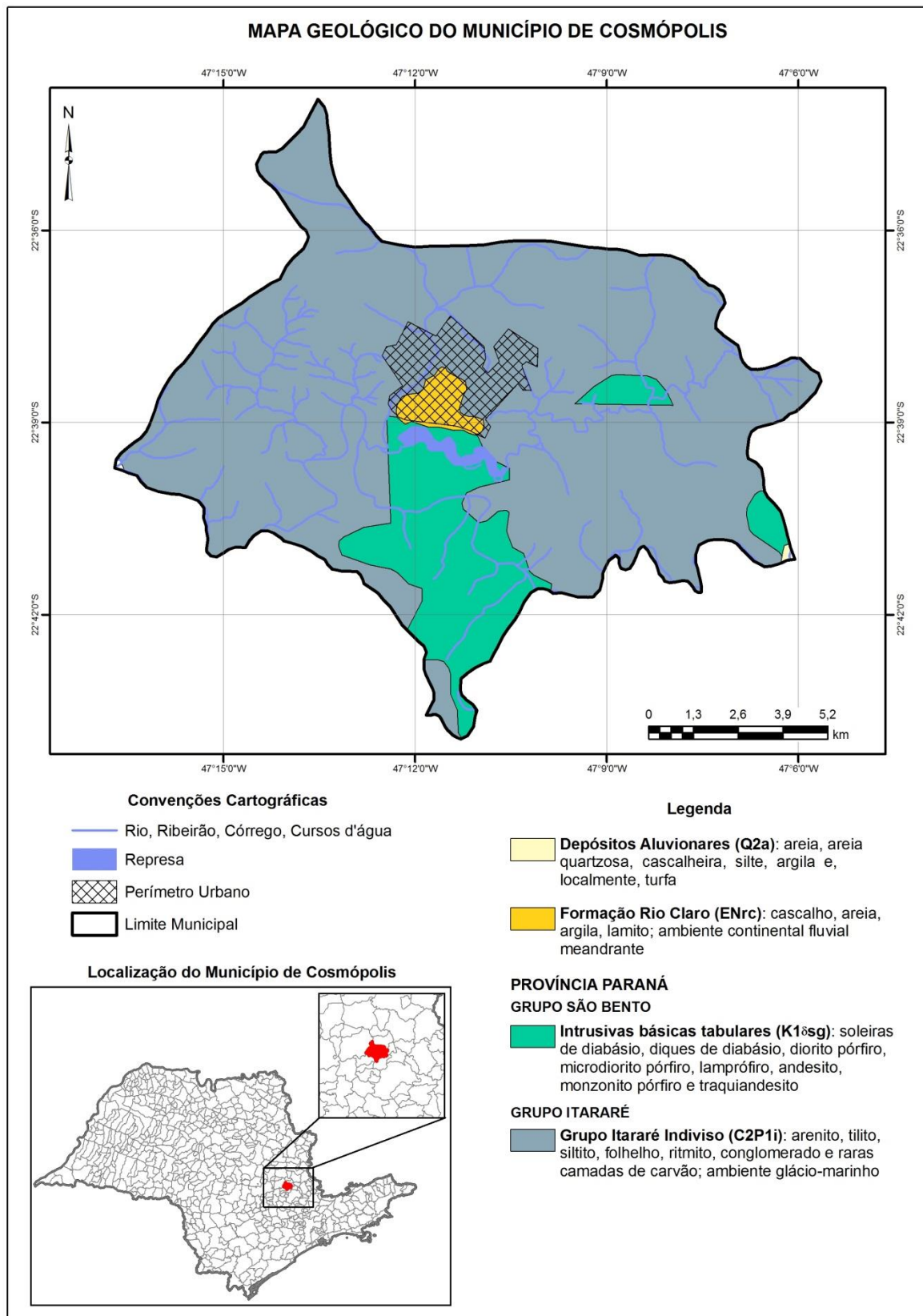


Figura 25 – Mapa geológico ampliado do município de Cosmópolis. Fonte: Mapa Geológico do estado de São Paulo (PERROTA *et al.*, 2005).

5.1.2 Contexto Geomorfológico do município de Cosmópolis

Os principais tipos de relevo da área do Município de Cosmópolis constam da **Figura 26**, que mostra o Mapa Geomorfológico, a partir de IPT (1981).

O mapa contém as principais formas de relevo da região individualizadas em unidades homogêneas, definidas principalmente em função da amplitude topográfica, declividade das encostas e densidade das linhas de drenagem.

A caracterização do relevo permite fornecer elementos para planejamento regional, avaliação de facilidades/dificuldades de urbanização, reconhecimento pedológico, classificação da capacidade de uso da terra e manejo agrícola, bem como as suscetibilidades à erosão e aos escorregamentos.

Geomorfologicamente, de acordo com IPT (1981), a maior parte do município situa-se na Depressão Periférica, especificamente, na Zona do Moji-Guaçu. Ocorrem formas de relevo de degradação, em Planaltos Dissecados, caracterizando um relevo colinoso, onde predominam baixas declividades, até 15%, e amplitudes locais inferiores a 100 m, cujo modelado é basicamente em colinas amplas e médias, de topos tabulares amplos, com formas de dissecção baixa, com vales pouco entalhados e densidade de drenagem baixa, apresentando um potencial erosivo baixo.

De acordo com a **Figura 26**, ocorrem nas porções noroeste e sul/sudoeste do município o relevo formado por Colinas Amplas (**212**), em que predominam interflúvios com áreas superiores a 4 km², topos extensos e aplainados, vertentes com perfis retilíneos a convexos. A drenagem é de baixa densidade, com padrão subdentritico, vales abertos, planícies aluviais interiores restritas, presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes. Na porção norte/nordeste e oeste, ocorrem Colinas Médias (**213**), em que predominam interflúvios com áreas de 1 a 4 km², topos aplainados, vertentes com perfis convexos a retilíneos. A drenagem é de média a baixa densidade, padrão sub-retangular, vales abertos a fechados, planícies aluviais interiores restritas, presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes. Restritamente, no extremo sudeste do município, ocorre relevo de Agradação Continentais, predominando Planícies Aluviais (**111**), caracterizadas por terrenos baixos e mais ou menos planos, junto às margens dos rios, sujeitos periodicamente a inundações.

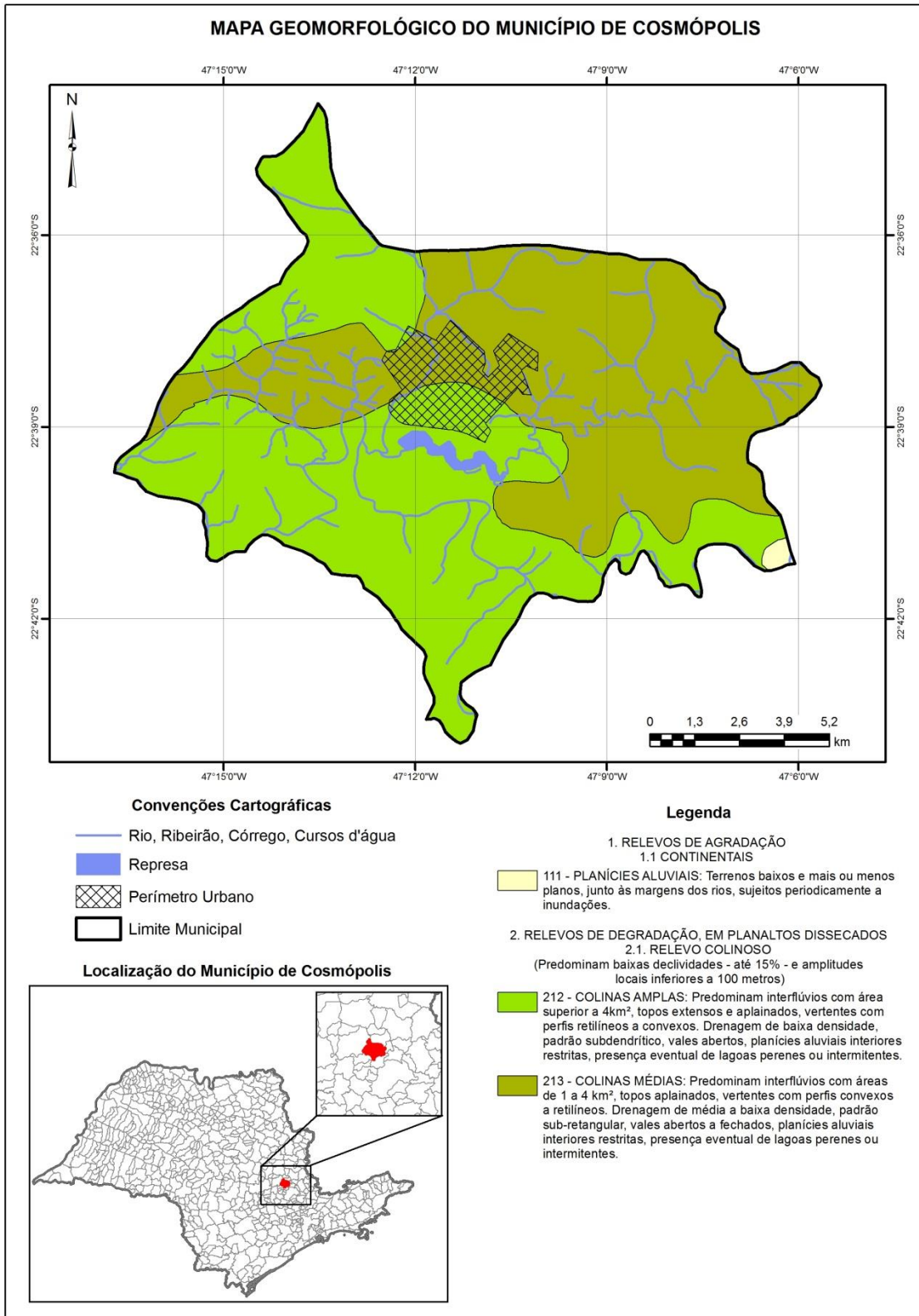


Figura 26 – Mapa geomorfológico ampliado de Cosmópolis. Fonte: Mapa Geomorfológico do estado de São Paulo (IPT, 1981).

5.1.3 Contexto Pedológico do município de Cosmópolis

A **Figura 27** apresenta o Mapa Pedológico do município, elaborado a partir do Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (OLIVEIRA *et al.*, 1999).

No que se refere aos tipos de solos que ocorrem no município, de acordo com OLIVEIRA *et al.* (1999), predominam as seguintes associações pedológicas:

- (a) **PVA-58** - Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos de textura média + Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos abruptos de textura arenosa média e média, ambos A moderado e proeminente em relevo ondulado;
- (b) **LV-4** - Latossolos Vermelhos Eutróféricos e Distroféricos + Latossolos Vermelhos Distróficos, ambos A moderado textura argilosa em relevo suave ondulado;
- (c) **LV-53** - Latossolos Vermelhos Distróficos + Latossolos Vermelhos Distroféricos, ambos A moderado, textura argilosa, em relevo suave ondulado e
- (d) **GX-7** - Gleissolos Háplicos Distróficos + Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos de textura média/argilosa + Cambissolos Háplicos Tb Distróficos, ambos A moderado, todos em relevo de várzea.

Os Argissolos são solos que apresentam gradiente textural entre os horizontes A e B, tornando-os altamente suscetíveis a erosões.

A **Figura 27** apresenta a distribuição das associações pedológicas presentes no município, de acordo com OLIVEIRA, *et al.* (1999).

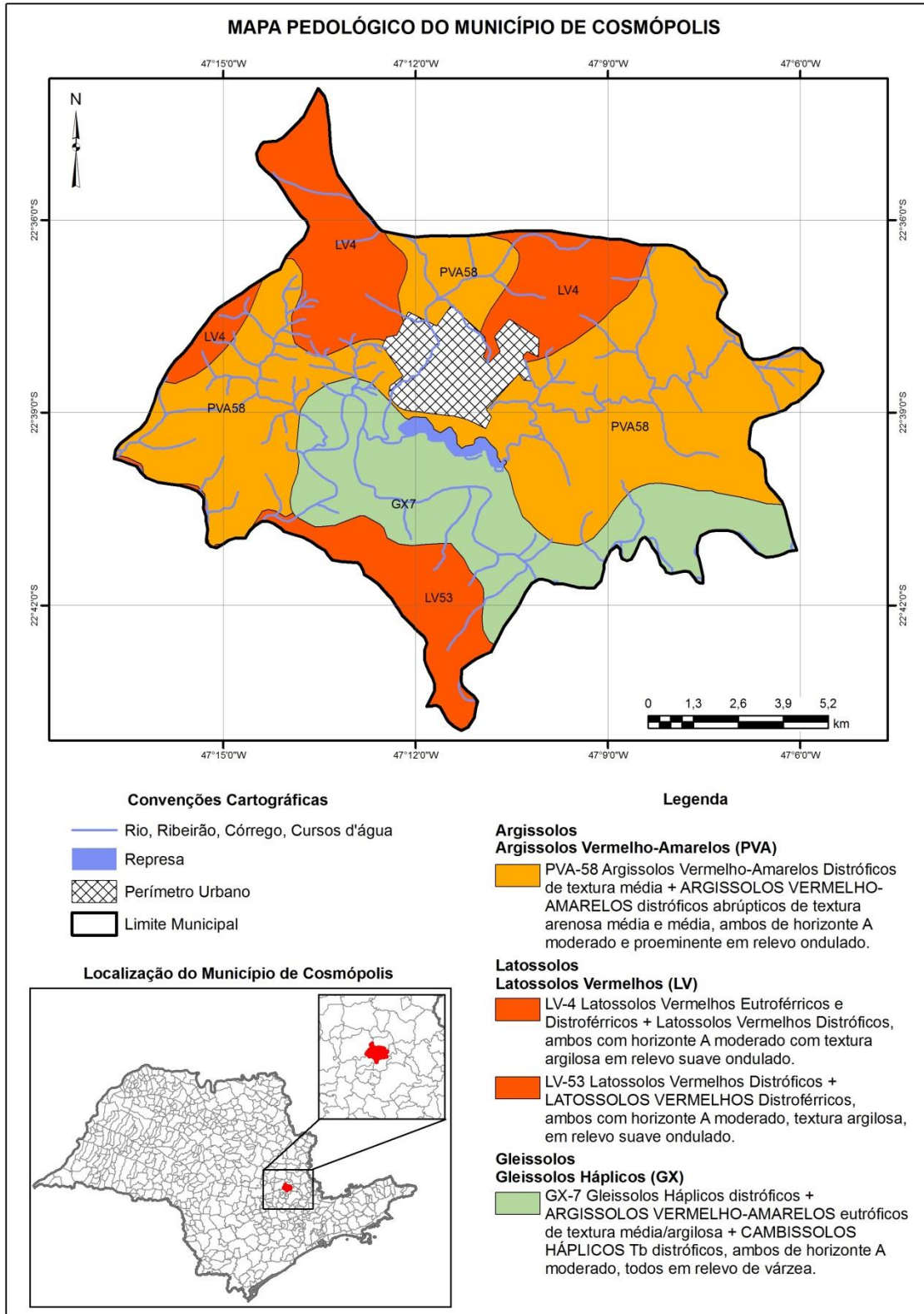


Figura 27 – Mapa pedológico ampliado de Cosmópolis. Fonte: Mapa Pedológico do estado de São Paulo (OLIVEIRA *et al.* 1999).

5.2 Áreas de Risco Alto mapeadas

O **Quadro 7** apresenta as áreas de risco Alto (R3) selecionadas no mapeamento, bem como a nomenclatura utilizada neste Relatório e pela Prefeitura do Município de Cosmópolis para sua respectiva identificação.

ÁREA Nº	NOME DA ÁREA	PROCESSO	NÍVEL DE RISCO
COS-01	Centro – Rua Dirceu Veronezi (377)	Deslizamento -	R3 - Alto
COS-02	Bairro Araujo – Rua Maria Nazaré Pinheiro Ciccarone (antiga Estrada Municipal)	Deslizamento -	R3 - Alto

Quadro 7 - Lista de áreas de risco alto mapeadas no município de Cosmópolis.

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

Após a realização do mapeamento e de posse da setorização, a equipe do IPT avaliou em campo as intervenções estruturais necessárias para diminuir os riscos R3 (Alto) a um nível, ao menos, R2 (Médio). As áreas com risco R2 (Médio) e R1 (Baixo) não foram avaliadas quanto às intervenções, dado que esses níveis de risco são passíveis de convivência e não fazem parte deste levantamento. Espera-se, no entanto, que sanados os problemas das áreas R3, o Poder Público possa investir recursos para diminuir os riscos R2.

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 COS-01 (Cidade Alta – Rua Walter Dester) – Deslizamento (R3 – Risco Alto)

Descrição da Área

A Área **COS-01** compreende setor de risco, localizado em área urbana, na rua Walter Dester, bairro Cidade Alta, município de Cosmópolis. A área possui média a alta densidade ocupacional, predominando construções de alvenaria e com equipamentos

públicos instalados (pavimentação, drenagem, água-esgoto, luz, etc.). As vias de acesso nas proximidades possuem boas condições de pavimentação e sistemas de drenagem satisfatórios, necessitando manutenção periódica. Trata-se de porção de encosta, restrita, com média declividade e altura, na qual foram feitas escavações e execução de aterros com solo lançado para a construção de moradias. Os taludes de corte na área possuem altura que chega até 5 m e inclinações de 90^o. As moradias ocupam o topo e a base desse talude de corte e estão localizadas muito próximas à região que já apresentou problemas (já houve interdição de 2 moradias). Há indícios de movimentações desses taludes, principalmente pela presença de trincas nos pavimentos e vielas. Não foram observados dispositivos para controle de água nos taludes (crista e base) ou outras obras de contenção. Há muito lançamento de entulho em pontos específicos da área e vazamentos de tubulações. Segundo informações prestadas pelo representante da COMDEC, trata-se de área constantemente monitorada pelas equipes do município.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Espera-se para a área **COS-01** a ocorrência de deslizamentos nos taludes de corte e aterro, podendo atingir as moradias a jusante e a montante. Nesse caso, o grau de risco da área **COS -01** foi definido como **R3** – Risco Alto.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) estudo geológico-geotécnico de detalhe para dimensionar estruturas de contenção; (b) avaliação dos dispositivos de drenagem superficial, principalmente no topo da encosta, no sentido de garantir escoamento e controle dessa água de superfície ou implantação de sistema, caso necessário; (c) orientação técnica dirigida aos moradores para evitar intervenções irregulares na encosta natural; (d) orientação aos moradores com relação ao lançamento de entulho e das águas servidas sobre os taludes, (e) orientação de moradores sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva.

5.2.2 Área COS-02 (Parque Ester – Ruas Bruna Monte Oliva e Guilhermina Kowalesky) - Inundação –(R3 – Risco Alto)

A Área **COS-02** compreende setor de risco localizado próximo às Ruas Bruna Monte Oliva e Guilhermina Kowalesky, Parque Ester, área que possui média densidade ocupacional e equipamentos públicos instalados (pavimentação, luz, água e esgoto). As vias nas proximidades são pavimentadas e possuem sistemas de drenagem satisfatórios, sendo que alguns necessitam manutenção. Trata-se de ocupação de margem de córrego sujeita a processos de inundação e solapamento de margem, com predomínio de moradias de alvenaria. Os lotes foram executados muito próximos à margem da drenagem, conhecida como córrego do Barreiro Amarelo. A drenagem tem cerca de 2-3 m de largura, em trecho natural e retilíneo. As margens da drenagem, nesse trecho, possuem alturas da ordem de 1 a 3 m. Foram verificados muitos pontos onde estão ocorrendo solapamento de margem, próximos às moradias localizadas na crista do talude. Há, adicionalmente, muito lixo e entulho sendo lançados no canal. A montante, há lago formado pelo barramento da drenagem avaliada. A área é monitorada em função de apresentar maior frequência de ocorrência de inundações. Segundo dados da COMDEC, o impacto nas moradias, observado nos últimos eventos, foi grande.

Após a avaliação da área, a qual ocorreu no dia 04 de novembro de 2013, ocorreu inundação após fortes chuvas nessa bacia. A notícia foi veiculada no dia 06 de dezembro de 2013 pela página da TV Jaguari (<http://www.tvjaguari.com.br/materias/1-latest-news/3116-forte-chuva-causa-enchente-e-familias-perdem-moveis-no-parque-ester>), e é reproduzida abaixo:

*“A forte chuva que atingiu Cosmópolis, na noite desta quinta-feira, 5, causou estragos. O maior deles, provavelmente, foi o que aconteceu na área verde do bairro Parque Ester, em **residências próximas a Rua Bruna Monte Oliva.***

Devido à intensidade da chuva e da proximidade do Ribeirão Três Barras, mais conhecido como Baguá, algumas casas foram invadidas pela água. Famílias perderam móveis e eletrodomésticos, assim como a dona de casa Vanessa Aparecida Dias, que mora há 4 anos no local e diz que já é a terceira vez que sofre com a

enchente. “Eu tava dando comida para as crianças quando a água começou a subir. Perdi bastante coisa: o colchão, a geladeira, o sofá...”, conta. “Eu e meus filhos vamos para a casa da minha irmã, aqui não dá pra ficar essa noite. Não vejo à hora de ser presenteada com o ‘Minha Casa, Minha Vida’, pra eu sair daqui”.

A comerciante Carmen Viana também viveu momentos complicados na noite de quinta. “Quando começou a chover eu fiquei de olho. Mas não tinha enchido. A água subiu num piscar de olhos. Aqui sobe num minuto, você não dá conta de tirar as coisas. Se a pessoa estiver dormindo na hora da enchente a pessoa acaba morrendo, de tão rápido que acontece”, explica Carmem. “Essa noite o jeito é dormir em cima de cavalete, porque nas camas não dá não. É perigoso”.

Após a água baixar, um garoto encontrou um peixe em um dos cômodos por onde a água passou no interior da casa.”

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

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

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) estudo hidrológico da bacia de drenagem para dimensionamento de obras para redução das inundações e redução dos riscos às moradias; (b) construção de estruturas de contenção, localizadas ou lineares, no trecho de interesse, caso os estudos indiquem tal alternativa; (c) avaliação das obras de contenção existentes nas margens, (d) monitoramento das cheias; (e) orientação técnica dirigida aos moradores para evitar intervenções irregulares na margem do rio; e (f) orientação de moradores sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva.

5.3 Outras áreas mapeadas

O **Quadro 8** apresenta outras áreas de risco que também foram mapeadas durante os trabalhos de campo, bem como a nomenclatura utilizada neste Relatório e pela Prefeitura do Município de Cosmópolis para sua respectiva identificação. Embora o contrato entre o IPT e a Casa Militar inclua apenas as áreas de risco alto e muito alto, a equipe do IPT registrou a existência de outras áreas com risco médio ou mesmo baixo.

ÁREA Nº	NOME DA ÁREA	PROCESSO	NÍVEL DE RISCO
COS-03	Bairro Laranjeiras – Rua José Machado	Solapamento de Margem	R-2 (Médio)
COS-04	Cidade Alta – Rua Walter Dester	Inundação	R-2 (Médio)

QUADRO 8 Lista das outras áreas de risco mapeadas no município de Cruzeiro.

5.3.1 Área COS-03 (Laranjeiras – Rua José Machado) – Solapamento de Margem - (R2-Médio)

Descrição da Área

A Área **COS-03** compreende setor de risco localizado próximo à rua José Machado, bairro Laranjeiras, área que possui alta densidade ocupacional e equipamentos públicos instalados (pavimentação, luz, água e esgoto). As vias nas proximidades são pavimentadas e possuem sistemas de drenagem satisfatórios, sendo que alguns necessitam manutenção. Trata-se de ocupação de margem de pequeno córrego sujeita a processos de solapamento de margem, com predomínio de moradias de alvenaria. Os lotes foram executados muito próximos às margens da drenagem (sem denominação conhecida), cerca de 2-20 m, em trecho natural e retilíneo. As margens da drenagem, nesse trecho, possuem alturas da ordem de 1,0 m, sendo a largura da drenagem estimada em 1 m (pequena expressão). Há, nas proximidades da área, a construção de grande conjunto habitacional. Em função da expectativa de maior volume de água aportando para o trecho avaliado, a COMDEC poderá monitorar a área com maior frequência. Apesar da proximidade com a drenagem, nunca foi registrada ocorrência de inundação no local.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Espera-se para a área **COS-03** a ocorrência de solapamento de margem. Nesse caso, o grau de risco da área **COS-03**, em função da gravidade e da probabilidade da ocorrência do fenômeno, foi definido como **R2** – Risco Médio.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) estudo hidrológico da bacia de drenagem para dimensionamento de obras para redução de solapamentos e erosões marginais e, portanto, redução dos riscos às moradias; (b) construção de estruturas de contenção, localizadas ou lineares, no trecho de interesse, caso os estudos indiquem tal alternativa; (c) avaliação das obras de contenção existentes nas cabeceiras, (d) monitoramento dos novos aportes de água; (e) orientação técnica dirigida aos moradores para evitar intervenções irregulares na margem do córrego; e (f) orientação de moradores sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva.

5.3.2 Área COS-04 (Cidade Alta – Rua Walter Dester) – Inundação - (R2- Médio)

Descrição da Área

A Área **COS-04** compreende setor de risco localizado próximo à rua Walter Dester, bairro Cidade Alta, área que possui média a alta densidade ocupacional e equipamentos públicos instalados (pavimentação, luz, água e esgoto). As vias nas proximidades são pavimentadas e possuem sistemas de drenagem satisfatórios a precários. Trata-se de ocupação nas proximidades de córrego sujeita a processos de inundação, com predomínio de moradias de alvenaria ocupando a margem direita. Os lotes foram executados muito próximos à margem do ribeirão Três Barras (“Baguazinho”), afluente do rio Jaguari, cerca de 2 a 20 m, em trecho natural e meandrante. As margens do córrego, nesse trecho, possuem alturas da ordem de 1,5 m, sendo a largura da drenagem estimada em 3 m. Segundo dados da COMDEC, o ribeirão atinge principalmente os acessos e com menor frequência as moradias. Ainda segundo informações, a elevação do rio Jaguari provoca o barramento e o refluxo das águas do ribeirão Três Barras. A área é monitorada em função da possibilidade de isolamento do local. A área COS-04 é contígua à área COS-01 (sujeita a deslizamentos).

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Espera-se para a área **COS-04** a ocorrência de inundação. Nesse caso, o grau de risco da área **COS-04**, em função da gravidade e da probabilidade da ocorrência do fenômeno, foi definido como **R2** – Risco Médio.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) estudo hidrológico do ribeirão para dimensionamento de obras para a proteção das moradias; (b) construção de estruturas de contenção, localizadas ou lineares, no trecho de interesse, caso os estudos indiquem tal alternativa; (c) avaliação das obras de escoamento (tubulações de 0,80 m) existentes no cruzamento com o acesso, (d) monitoramento das cheias; (e) orientação técnica dirigida aos moradores para evitar intervenções irregulares na margem do rio; e (f) orientação de moradores sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva.

O **Apêndice 2** contém as fichas completas de todas as áreas mapeadas e vistoriadas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este Relatório apresenta o resultado dos trabalhos referentes ao mapeamento de áreas de risco Alto (**R3**) e Médio (**R4**) a deslizamentos e inundações, assim como indicação de concepção de intervenções para as áreas mais críticas. Os pontos mais críticos no município de Cosmópolis correspondem a ocupações localizadas próximas a canais de drenagem em bairros em vias de ocupação. Tal situação reflete as condições do relevo na região e, também, pela forma de uso e ocupação do solo.

No total, foram mapeadas 2 áreas de Risco Alto (**R3**) para deslizamentos de solo e inundação e 2 áreas de Risco Médio (**R2**) para solapamento de margem e inundação.

Quanto à questão das inundações, o córrego do Barreiro Amarelo é a drenagem que apresenta as condições mais críticas de risco à população. Por se tratar de uma drenagem de médio porte, as ocupações ribeirinhas estão sujeitas ao impacto de suas águas em períodos de maior incidência de chuvas, principalmente quando de chuvas generalizadas e de grande intensidade em sua bacia hidrográfica. Segundo os dados

históricos, essas inundações podem atingir um raio de alcance maior do que os estimados, sendo que o aumento do nível das águas se dá de forma gradual e velocidades de médias a baixas. Outra particularidade do município é o lago do reservatório e seus eventuais extravasamentos.

O mapeamento para a identificação de áreas de risco de deslizamento e inundação no município de Cosmópolis proporcionou concluir que as características das encostas naturais na região indicam média suscetibilidade natural para ocorrência de deslizamentos de solo, os quais são deflagrados por eventos de chuvas intensas. Ressalta-se, também, que a implantação das moradias nessas áreas pode atuar como um potencializador desses deslizamentos, principalmente pela forma de ocupação. A presença de drenagens, cortando o município, aumenta a probabilidade de atingir as moradias localizadas nas proximidades, principalmente as de ocupação ribeirinha.

Nesse sentido, recomenda-se que o município desenvolva, além das soluções e monitoramento das áreas já instaladas, mecanismos para controle daquelas ainda não ocupadas e que apresentam potencial para instabilizações e/ou impacto das águas. Recomenda-se, ainda, verificar a possibilidade de desassoreamento de trechos críticos do rio, e destaca-se a necessidade de aplicação de medidas hidráulicas estruturais e medidas de retenção de águas pluviais por infiltração ou reservação.

Por fim, a partir da caracterização geológico-geotécnica expedita e do histórico de processos nos locais avaliados, conclui-se que alguns problemas podem ser esperados em períodos de grande intensidade pluviométrica, tais como as inundações em função da rápida concentração das águas de chuva nos principais córregos da cidade, decorrentes do grau de impermeabilização, assoreamento e características geométricas dos canais.

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 Cosmópolis.

São Paulo, 10 de fevereiro de 2013.

CENTRO DE TECNOLOGIAS
GEOAMBIENTAIS
LABORATÓRIO DE RISCOS AMBIENTAIS

Engº. Geraldo F. de C. Gama Junior
Chefe do Laboratório
CREASP 0600617310 – RE 04431

CENTRO DE TECNOLOGIAS
GEOAMBIENTAIS
LABORATÓRIO DE RISCOS AMBIENTAIS

Geól. Mestre Marcelo Fischer Gramani
Gerente do Projeto
CREASP 50608011434 – RE 8474

CENTRO DE TECNOLOGIAS
GEOAMBIENTAIS

Geólº MSc. Antonio Gimenez Filho
Diretor do Centro
CREA SP 0600693084 – RE 04765

7 EQUIPE TÉCNICA

Centro de Tecnologias Geoambientais – CTGeo

Laboratório de Riscos Ambientais - Lara

Coordenador: Marcelo Fischer Gramani – Mestre, Geólogo, Pesquisador

Alessandra Cristina Corsi – Doutora, Geóloga, Pesquisadora

Luiz Antonio Gomes – Tecnólogo Civil, Pesquisador

Zeno Helmeinster – Mestre, Geólogo, Pesquisador

Airton Marambaia Santa – Técnico de Geologia

Luis Celso Coutinho da Silva – Técnico de Geologia

Roberto José Vieira – Técnico de Geologia

Lucas Serrão Pellicani – Estagiário de Geografia

Tarcísio Linhares Filgueiras – Estagiário de Geografia

BIBLIOGRAFIA

ARAB, P.B. et al. GRUPO ITARARÉ (P – C DA BACIA DO PARANÁ) NAS REGIÕES DE LIMEIRA E PIRACICABA – SP: CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DAS LITOFÁCIES. 2009. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 28, n. 4, p. 501-521, 2009.

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.

CAMPANHA, C. A. G. et al. Mapeamento geológico das quadrículas Moji-Guaçu e Águas de Lindóia. 1983. In: 1ª Jornada sobre a carta geológica do Estado de São Paulo em 1:50.000. São Paulo.

CAMPOS NETO, C. M. et al. Geologia das folhas de Piracaia e Igaratá. 1983. In: 1ª Jornada sobre a carta geológica do Estado de São Paulo em 1:50.000. São Paulo.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. Mapa Geológico do Estado de São Paulo. Escala 1:250.000. Convênio DAEE/UNESP, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Campus de Rio Claro. 1982.

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

FÚLFARO, V.J. et al. Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná. São Paulo. 1980. São Paulo: PAULIPETRO, consórcio IPT/CESP (Relatório 008/80).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS 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.

MELO, M.S. A Formação Rio Claro e Depósitos associados: Sedimentação

Neocenozóica na Depressão Periférica. 1995. Tese de doutoramento apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

MINISTÉRIO DAS CIDADES, INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS 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.

PERROTA, 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, 2005.

SAAD, A. R. Estratigrafia do Subgrupo Itararé no centro sul do Estado de São Paulo. 1977. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1977.

SAD, G. H. J. e BARBOSA, M. L. A. Síntese geológica da folha de Socorro, São Paulo. 1983. In: 1ª Jornada sobre a carta geológica do Estado de São Paulo em 1:50.000. São Paulo.

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



Deslizamento

Município: Cosmópolis
 Nome da Área: COS-01 (Cidade Alta)
 Grau de Risco Predominante: R3 - Alto



7495000

274200



Vista geral de talude e moradia. Notar sinais de movimentação do terreno.



Detalhe dos entulhos lançados em talude.



Vista geral de moradia localizada próxima a talude de corte.



Vista de talude de aterro em setor de risco de deslizamento.

Descrição da Área

A Área COS-01 compreende setor de risco, localizado em área urbana, na rua Walter Dester, bairro Cidade Alta, município de Cosmópolis. A área possui média a alta densidade ocupacional, predominando construções de alvenaria e com equipamentos públicos instalados (pavimentação, drenagem, água-esgoto, luz, etc.). As vias de acesso nas proximidades possuem boas condições de pavimentação e sistemas de drenagem satisfatórios, necessitando manutenção periódica. Trata-se de porção de encosta, restrita, com média declividade e altura, na qual foram feitas escavações e execução de aterros com solo lançado para a construção de moradias. Os taludes de corte na área possuem alturas que chegam até 5 m e inclinações de 90°. As moradias ocupam o topo e a base desse talude de corte e estão localizadas muito próximas à região que já apresentou problemas (já houve interdição de 2 moradias). Há indícios de movimentações desses taludes, principalmente pela presença de trincas nos pavimentos e vielas. Não foram observados dispositivos para controle de água nos taludes (crista e base) ou outras obras de contenção. Há muito lançamento de entulho em pontos específicos da área e vazamentos de tubulações. Segundo informações prestadas pelo representante da COMDEC, trata-se de área constantemente monitorada pelas equipes do município.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Espera-se para a área COS-01 a ocorrência de deslizamentos nos taludes de corte e aterro, podendo atingir as moradias a jusante e a montante. Nesse caso, o grau de risco da área COS-01 foi definido como R3 – Risco Alto.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) estudo geológico-geotécnico de detalhe para dimensionar estruturas de contenção; (b) avaliação dos dispositivos de drenagem superficial, principalmente no topo da encosta, no sentido de garantir escoamento e controle dessa água de superfície ou implantação de sistema, caso necessário; (c) orientação técnica dirigida aos moradores para evitar intervenções irregulares na encosta natural; (d) orientação aos moradores com relação ao lançamento de entulho e das águas servidas sobre os taludes, (e) orientação de moradores sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva.

Número aproximado de moradias: 14

	CTGeo - LARA	
Escala: 1:1.000	Município de Cosmópolis COS-01 (Cidade Alta)	
Data: Janeiro/14		
RT N°: 136526-205	Desenho N°: 01	



Inundação

Município: Cosmópolis
 Nome da Área: COS-02 (Parque Ester)
 Grau de Risco Predominante: R3 - Alto



Vista geral de moradia localizada em área sujeita a inundação.



Vista geral de rua sujeita a processos de inundação. Segundo moradores as inundações são lentas e graduais.



Vista geral de sistema de controle das águas de superfície afetado por processos erosivos.



Vista geral de rua sujeita a processos de inundação e córrego do Barreiro Amarelo.

Descrição da Área

A Área COS-02 compreende setor de risco localizado próximo às Ruas Bruna Monte Oliva e Guilhermina Kowalesky, Parque Ester, área que possui média densidade ocupacional e equipamentos públicos instalados (pavimentação, luz, água e esgoto). As vias nas proximidades são pavimentadas e possuem sistemas de drenagem satisfatórios, sendo que alguns necessitam manutenção. Trata-se de ocupação de margem de córrego sujeita a processos de inundação e solapamento de margem, com predomínio de moradias de alvenaria. Os lotes foram executados muito próximos à margem da drenagem, conhecida como córrego do Barreiro Amarelo. A drenagem tem cerca de 2-3 m de largura, em trecho natural e retilíneo. As margens da drenagem, nesse trecho, possuem alturas da ordem de 1 a 3 m. Foram verificados muitos pontos onde estão ocorrendo solapamento de margem, próximos às moradias localizadas na crista do talude. Há, adicionalmente, muito lixo e entulho sendo lançados no canal. A montante, há lago formado pelo barramento da drenagem avaliada. A área é monitorada em função de apresentar maior frequência de ocorrência de inundações. Segundo dados da COMDEC, o impacto nas moradias, observado nos últimos eventos, foi grande. Após a avaliação da área, a qual ocorreu no dia 04 de novembro de 2013, ocorreu inundação após fortes chuvas nessa bacia.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

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

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) estudo hidrológico da bacia de drenagem para dimensionamento de obras para redução das inundações e redução dos riscos às moradias; (b) construção de estruturas de contenção, localizadas ou lineares, no trecho de interesse, caso os estudos indiquem tal alternativa; (c) avaliação das obras de contenção existentes nas margens, (d) monitoramento das cheias; (e) orientação técnica dirigida aos moradores para evitar intervenções irregulares na margem do rio; e (f) orientação de moradores sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva.

Número aproximado de moradias: 40

Número aproximado de moradores: 160

	CTGeo - LARA	
Escala: 1:2.400	Município de Cosmópolis COS-02 (Parque Ester)	
Data: Janeiro/14	Desenho N°: 02	
RT N°: 136526-205		



Deslizamento

Município: Cosmópolis
 Nome da Área: COS-03 (Bairro Laranjeiras)
 Grau de Risco Predominante: R2 - Médio



Vista de moradia localizada próximo a drenagem.



Detalhe dos taludes marginais e do padrão construtivo das moradias.



Aspecto de obra para controle das águas de superfície.



Equipe que executou os trabalhos de campo no município de Cosmópolis.

Descrição da Área
 A Área COS-03 compreende setor de risco localizado próximo à rua José Machado, bairro Laranjeiras, área que possui alta densidade ocupacional e equipamentos públicos instalados (pavimentação, luz, água e esgoto). As vias nas proximidades são pavimentadas e possuem sistemas de drenagem satisfatórios, sendo que alguns necessitam manutenção. Trata-se de ocupação de margem de pequeno córrego sujeita a processos de solapamento de margem, com predomínio de moradias de alvenaria. Os lotes foram executados muito próximos às margens da drenagem (sem denominação conhecida), cerca de 2-20 m, em trecho natural e retilíneo. As margens da drenagem, nesse trecho, possuem alturas da ordem de 1,0 m, sendo a largura da drenagem estimada em 1 m (pequena expressão). Há, nas proximidades da área, a construção de grande conjunto habitacional. Em função da expectativa de maior volume de água aportando para o trecho avaliado, a COMDEC poderá monitorar a área com maior frequência. Apesar da proximidade com a drenagem, nunca foi registrada ocorrência de inundação no local.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial
 Espera-se para a área COS-03 a ocorrência de solapamento de margem. Nesse caso, o grau de risco da área COS-03, em função da gravidade e da probabilidade da ocorrência do fenômeno, foi definido como R2 – Risco Médio.

Sugestão de Intervenções
 Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) estudo hidrológico da bacia de drenagem para dimensionamento de obras para redução de solapamentos e erosões marginais e, portanto, redução dos riscos às moradias; (b) construção de estruturas de contenção, localizadas ou lineares, no trecho de interesse, caso os estudos indiquem tal alternativa; (c) avaliação das obras de contenção existentes nas cabeceiras, (d) monitoramento dos novos aportes de água; (e) orientação técnica dirigida aos moradores para evitar intervenções irregulares na margem do córrego; e (f) orientação de moradores sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva.

Número aproximado de moradias: ~ 100-150
Número aproximado de moradores: ~ 400-600

	CTGeo - LARA	
Escala: 1:1.300	Município de Cosmópolis COS-03 (Bairro Laranjeiras)	
Data: Janeiro/14		
RT N°: 136526-205	Desenho N°: 03	



Inundação

Município: Cosmópolis
 Nome da Área: COS-04 (Cidade Alta)
 Grau de Risco Predominante: R2 - Médio



Vista geral do trecho do ribeirão Três Barras ("Baguazinho"), afluente do rio Jaguari.



Vista geral da planície fluvial do ribeirão Três Barras.



Vista de trecho que é afetado pela elevação das águas do ribeirão.



Vista geral de área sujeita a inundação.

Descrição da Área

A Área COS-04 compreende setor de risco localizado próximo à rua Walter Dester, bairro Cidade Alta, área que possui média a alta densidade ocupacional e equipamentos públicos instalados (pavimentação, luz, água e esgoto). As vias nas proximidades são pavimentadas e possuem sistemas de drenagem satisfatórios a precários. Trata-se de ocupação nas proximidades de córrego sujeita a processos de inundação, com predomínio de moradias de alvenaria ocupando a margem direita. Os lotes foram executados muito próximos à margem do ribeirão Três Barras ("Baguazinho"), afluente do rio Jaguari, cerca de 2 a 20 m, em trecho natural e meandrante. As margens do córrego, nesse trecho, possuem alturas da ordem de 1,5 m, sendo a largura da drenagem estimada em 3 m. Segundo dados da COMDEC, o ribeirão atinge principalmente os acessos e com menor frequência as moradias. Ainda segundo informações, a elevação do rio Jaguari provoca o barramento e o refluxo das águas do ribeirão Três Barras. A área é monitorada em função da possibilidade de isolamento do local. A área COS-04 é contígua à área COS-01 (sujeita a deslizamentos).

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Espera-se para a área COS-04 a ocorrência de inundação. Nesse caso, o grau de risco da área COS-04, em função da gravidade e da probabilidade da ocorrência do fenômeno, foi definido como R2 – Risco Médio.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) estudo hidrológico do ribeirão para dimensionamento de obras para a proteção das moradias; (b) construção de estruturas de contenção, localizadas ou lineares, no trecho de interesse, caso os estudos indiquem tal alternativa; (c) avaliação das obras de escoamento (tubulações de 0,80 m) existentes no cruzamento com o acesso; (d) monitoramento das cheias; (e) orientação técnica dirigida aos moradores para evitar intervenções irregulares na margem do rio; e (f) orientação de moradores sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva.

Número aproximado de moradias: ~ 300

Número aproximado de moradores: ~ 1200

	CTGeo - LARA	
Escala: 1:2.500	Município de Cosmópolis COS-04 (Cidade Alta)	
Data: Janeiro/14		
RT N°: 136526-205	Desenho N°: 04	

APÊNDICE 2
FICHAS DAS ÁREAS DE RISCO MAPEADAS E VISTORIADAS

ÁREA COS-01

Cidade Alta – Rua Walter Dester

Risco Alto (R3) – Deslizamento



FIGURA 1. Vista geral da área mapeada.

FICHA DE CAMPO - MAPEAMENTO DE ÁREA DE RISCO DE DESLIZAMENTO

LOCALIZAÇÃO	
Município: <u>Cosmópolis</u>	Área: <u>COS-01</u>
Nome da Área: <u>Cidade Alta</u>	Coord E (m): <u>274207</u> Coord N (m): <u>7495063</u>
Localização: <u>Walter Destel</u>	Data: <u>04/11/2013</u>
Equipe: <u>Marcelo F. Grmani / José Cardoso / Reginaldo A. Risonho</u>	
UNIDADE DE ANÁLISE	
<input checked="" type="checkbox"/> Encosta <input type="checkbox"/> Margem de Córrego	
CARACTERÍSTICAS DA ÁREA	
Tipos predominantes de construção: <input checked="" type="checkbox"/> alvenaria <input type="checkbox"/> madeira <input type="checkbox"/> misto Obs: <u>já houve interdição de duas moradias</u>	
Densidade de ocupação: <input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	
Condições das vias: <input checked="" type="checkbox"/> pavimentada <input type="checkbox"/> não pavimentada Obs: _____	
Inclinação média do setor (°): <u>70</u>	
CONDICIONANTES	
<input type="checkbox"/> Encostas Naturais Obs: _____	
Altura (m): _____	Inclinação (°): _____ Distância da moradia ao topo (m): _____ Distância da moradia à base (m): _____
<input checked="" type="checkbox"/> Talude de Corte Obs: _____	
Altura (m): <u>3-</u>	Inclinação (°): <u>90</u> Distância da moradia ao topo (m): <u>0 - 2</u> Distância da moradia à base (m): <u>0 - 1</u>
Material predominante: <input checked="" type="checkbox"/> solo residual <input type="checkbox"/> saprolito <input type="checkbox"/> rocha alterada <input type="checkbox"/> rocha sã	
<input type="checkbox"/> Estruturas desfavoráveis a estabilidade Obs: _____	
<input type="checkbox"/> Taludes de aterro Obs: _____	
Altura (m): _____	Inclinação (°): _____ Distância da moradia ao topo (m): _____ Distância da moradia à base (m): _____
<input type="checkbox"/> Maciço rochoso <input type="checkbox"/> Estruturas desfavoráveis à estabilidade Outros: _____	
Altura (m): _____	Inclinação (°): _____ Distância da moradia ao topo (m): _____ Distância da moradia à base (m): _____
<input type="checkbox"/> Matacões Obs: _____	
<input checked="" type="checkbox"/> Depósito localizado sobre: <input type="checkbox"/> Encosta natural <input checked="" type="checkbox"/> Talude de corte <input type="checkbox"/> Talude de aterro <input type="checkbox"/> Talude marginal	
Obs: _____	
Material presente: <input type="checkbox"/> aterro <input checked="" type="checkbox"/> lixo <input checked="" type="checkbox"/> entulho Obs: _____	
<input type="checkbox"/> Drenagens Naturais: <input type="checkbox"/> retificado <input type="checkbox"/> natural <input type="checkbox"/> retilíneo <input type="checkbox"/> meandrante <input type="checkbox"/> assoreado <input type="checkbox"/> lixo <input type="checkbox"/> entulho	
<input type="checkbox"/> Talude Marginal Altura (m): _____ Distância da moradia ao topo (m): _____ Obs: _____	
EVIDÊNCIAS DE MOVIMENTAÇÃO	
<input checked="" type="checkbox"/> trincas na moradia	<input type="checkbox"/> muros e paredes embarrigado <input checked="" type="checkbox"/> cicatrizes de escorregamento
<input checked="" type="checkbox"/> trincas no terreno	<input type="checkbox"/> árvores, postes, muros inclinados Data e dimensão: <u>2011</u>
<input checked="" type="checkbox"/> dregaus de abatimento	<input type="checkbox"/> solapamento de margem <input type="checkbox"/> fraturas no maciço rochoso
ÁGUA	
<input checked="" type="checkbox"/> concentração de água de chuva em superfície	<input type="checkbox"/> fossa
<input checked="" type="checkbox"/> lançamento de águas servidas em superfície	<input checked="" type="checkbox"/> surgência d'água Obs: <u>concentração nas vias de acesso</u>
<input checked="" type="checkbox"/> vazamento de tubulação	sistema de drenagem superficial: <input type="checkbox"/> inexistente <input checked="" type="checkbox"/> precário <input type="checkbox"/> satisfatório
VEGETAÇÃO NA ÁREA OU PROXIMIDADES	
<input type="checkbox"/> presença de árvores	<input checked="" type="checkbox"/> área desmatada
<input checked="" type="checkbox"/> vegetação rasteira	<input type="checkbox"/> área de cultivo: _____
PROCESSO DE INSTABILIZAÇÃO	
<input type="checkbox"/> escorregamento em encosta natural	<input checked="" type="checkbox"/> escorregamento em depósito encosta <input type="checkbox"/> queda de blocos <input type="checkbox"/> corrida
<input checked="" type="checkbox"/> escorregamento em talude de corte	<input type="checkbox"/> solapamento margem <input type="checkbox"/> rolamento de blocos <input type="checkbox"/> rastejo
<input type="checkbox"/> escorregamento em talude de aterro	<input type="checkbox"/> erosão <input type="checkbox"/> deslocamento
CONDIÇÃO DA ESTABILIDADE DOS BLOCOS E MACIÇO ROCHOSO	
<input type="checkbox"/> Condição favorável de estabilidade	<input type="checkbox"/> Condição desfavorável de estabilidade
GRAU DE RISCO	
<input type="checkbox"/> Risco 4 - Muito Alto	<input checked="" type="checkbox"/> Risco 3 - Alto <input type="checkbox"/> Risco 2 - Médio <input type="checkbox"/> Risco 1 - Baixo ou Sem Risco
Número de moradias na área: <u>14</u>	

FIGURA 2. Ficha de campo da Área COS-01.



FOTO 1. Vista de talude de aterro em setor de risco de deslizamento. Notar: padrão construtivo, proximidade da moradia em relação à crista do talude e tubulações de PVC expostas.



FOTO 2. Vista de talude de aterro e materiais lançados em superfície, principalmente entulhos. Notar dimensões e proximidade da moradia e lançamento de água em superfície (tubos de PVC expostos).



FOTO 3. Detalhe dos entulhos lançados em talude, mostrados na **FOTO 2**. Notar tubulações lançando água em superfície.



FOTO 4. Vista geral de talude e moradia. Notar sinais de movimentação do terreno (trincas na área cimentada).

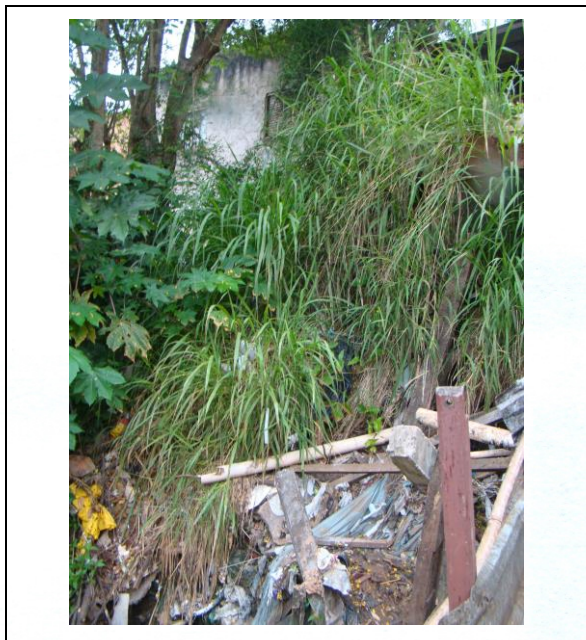


FOTO 5. Vista de talude de corte e aterro em setor de risco de deslizamento. Notar que o talude se encontra vegetado e há presença de entulhos sobre a superfície.

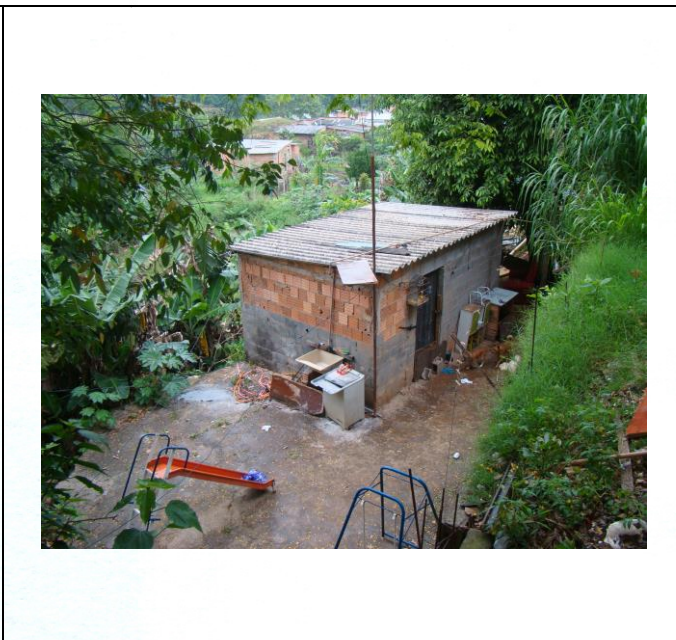


FOTO 6. Vista geral de moradia localizada próxima a talude de corte. A moradia foi construída em aterro lançado. Notar dimensões do talude e proximidade da moradia em relação à base do talude.



FOTO 7. Vista geral de talude de corte em encosta natural. Notar dimensões do talude de corte e espessura do solo residual.



FOTO 8. Vista geral de moradias que ocupam a base e o topo de talude de corte, após escavação da encosta natural. Notar dimensões e proximidade das moradias.

ÁREA COS-02

**Parque Ester – Ruas Bruna Monte Oliva e
Guilhermina Kowalesky**

Risco Alto (R3) – Inundação



FIGURA 3. Vista geral da área mapeada.

FICHA DE CAMPO - MAPEAMENTO DE ÁREA DE RISCO DE DESLIZAMENTO

LOCALIZAÇÃO			
Município: <u>Cosmópolis</u>	Área: <u>COS-02</u>		
Nome da Área: <u>Bairro Laranjeiras</u>	Coord E (m): _____	Coord N (m): _____	
Localização: <u>Rua José Machado</u>	Data: <u>04/11/2013</u>		
Equipe: <u>Marcelo F. Grmani / José Cardoso / Reginaldo A. Risonho</u>			
UNIDADE DE ANÁLISE			
<input type="checkbox"/> Encosta	<input checked="" type="checkbox"/> Margem de Córrego		
CARACTERÍSTICAS DA ÁREA			
Tipos predominantes de construção: <input checked="" type="checkbox"/> alvenaria <input type="checkbox"/> madeira <input type="checkbox"/> misto Obs: _____			
Densidade de ocupação: <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4			
Condições das vias: <input checked="" type="checkbox"/> pavimentada <input type="checkbox"/> não pavimentada Obs: _____			
Inclinação média do setor (°): <u>25</u>			
CONDICIONANTES			
<input type="checkbox"/> Encostas Naturais Obs: _____			
Altura (m): _____	Inclinação (°): _____	Distância da moradia ao topo (m): _____	Distância da moradia à base (m): _____
<input type="checkbox"/> Talude de Corte Obs: _____			
Altura (m): _____	Inclinação (°): _____	Distância da moradia ao topo (m): _____	Distância da moradia à base (m): _____
Material predominante: <input type="checkbox"/> solo residual <input type="checkbox"/> saprolito <input type="checkbox"/> rocha alterada <input type="checkbox"/> rocha sã			
<input type="checkbox"/> Estruturas desfavoráveis a estabilidade Obs: _____			
<input checked="" type="checkbox"/> Taludes de aterro Obs: _____			
Altura (m): <u>2</u>	Inclinação (°): <u>20</u>	Distância da moradia ao topo (m): <u>0</u>	Distância da moradia à base (m): <u>0</u>
<input type="checkbox"/> Maciço rochoso <input type="checkbox"/> Estruturas desfavoráveis à estabilidade Outros: _____			
Altura (m): _____	Inclinação (°): _____	Distância da moradia ao topo (m): _____	Distância da moradia à base (m): _____
<input type="checkbox"/> Matacões Obs: _____			
<input type="checkbox"/> Depósito localizado sobre: <input type="checkbox"/> Encosta natural <input type="checkbox"/> Talude de corte <input type="checkbox"/> Talude de aterro <input type="checkbox"/> Talude marginal			
Obs: _____			
Material presente: <input checked="" type="checkbox"/> aterro <input checked="" type="checkbox"/> lixo <input checked="" type="checkbox"/> entulho Obs: _____			
<input type="checkbox"/> Drenagens Naturais: <input type="checkbox"/> retificado <input checked="" type="checkbox"/> natural <input checked="" type="checkbox"/> retilíneo <input type="checkbox"/> meandrante <input checked="" type="checkbox"/> assoreado <input checked="" type="checkbox"/> lixo <input checked="" type="checkbox"/> entulho			
<input checked="" type="checkbox"/> Talude Marginal Altura (m): <u>2</u> Distância da moradia ao topo (m): <u>0 - 3</u> Obs: <u>taludes em sedimentos argilosos</u>			
EVIDÊNCIAS DE MOVIMENTAÇÃO			
<input checked="" type="checkbox"/> trincas na moradia	<input type="checkbox"/> muros e paredes embarrigado	<input type="checkbox"/> cicatrizes de escorregamento	
<input checked="" type="checkbox"/> trincas no terreno	<input type="checkbox"/> árvores, postes, muros inclinados	Data e dimensão: _____	
<input type="checkbox"/> dregraus de abatimento	<input checked="" type="checkbox"/> solapamento de margem	<input type="checkbox"/> fraturas no maciço rochoso	
ÁGUA			
<input checked="" type="checkbox"/> concentração de água de chuva em superfície		<input type="checkbox"/> fossa	
<input checked="" type="checkbox"/> lançamento de águas servidas em superfície		<input type="checkbox"/> surgência d'água Obs: _____	
<input type="checkbox"/> vazamento de tubulação		sistema de drenagem superficial: <input checked="" type="checkbox"/> inexistente <input type="checkbox"/> precário <input type="checkbox"/> satisfatório	
VEGETAÇÃO NA ÁREA OU PROXIMIDADES			
<input checked="" type="checkbox"/> presença de árvores		<input type="checkbox"/> área desmatada	
<input checked="" type="checkbox"/> vegetação rasteira		<input type="checkbox"/> área de cultivo: _____	
PROCESSO DE INSTABILIZAÇÃO			
<input type="checkbox"/> escorregamento em encosta natural	<input type="checkbox"/> escorregamento em depósito encosta	<input type="checkbox"/> queda de blocos	<input type="checkbox"/> corrida
<input type="checkbox"/> escorregamento em talude de corte	<input checked="" type="checkbox"/> solapamento margem	<input type="checkbox"/> rolamento de blocos	<input checked="" type="checkbox"/> rastejo
<input type="checkbox"/> escorregamento em talude de aterro	<input type="checkbox"/> erosão	<input type="checkbox"/> deslocamento	
CONDIÇÃO DA ESTABILIDADE DOS BLOCOS E MACIÇO ROCHOSO			
<input type="checkbox"/> Condição favorável de estabilidade		<input type="checkbox"/> Condição desfavorável de estabilidade	
GRAU DE RISCO			
<input type="checkbox"/> Risco 4 - Muito Alto	<input type="checkbox"/> Risco 3 - Alto	<input checked="" type="checkbox"/> Risco 2 - Médio	<input type="checkbox"/> Risco 1 - Baixo ou Sem Risco
Número de moradias na área: <u>100 - 150</u>			

FIGURA 4. Ficha de campo da Área COS-02.



FOTO 09. Vista geral de moradias sujeitas a processos de inundação e solapamento de margem de córrego. Segundo moradores, as inundações são lentas e graduais. Nesse trecho, a água atinge cerca de 2,5 m de altura.



FOTO 10. Vista de talude marginal e córrego de pequenas dimensões, área sujeita a processos de inundação e solapamento de margem. O trecho em destaque já apresenta sinais de erosão marginal.



FOTO 11. Vista geral do fundo de moradias localizadas muito próximas a córrego de pequenas dimensões. Notar padrão construtivo e proximidade das moradias em relação ao topo do talude marginal.



FOTO 12. Vista geral de moradia localizada em área sujeita a inundação. Notar padrão construtivo e proximidade das moradias em relação ao topo do talude.



FOTO 13. Vista geral de renque de moradias sujeitas a processos de inundação e solapamento de margem. Segundo moradores, as inundações são lentas e graduais. Nesse trecho, a água atinge cerca de 2,5 m de altura.



FOTO 14. Vista geral de área sujeita a processos de inundação.



FOTO 15. Vista geral de pequeno córrego que provoca inundações e erosões marginais ao longo do seu curso.



FOTO 16. Vista geral de renque de moradias localizadas em área sujeita a inundações. Notar padrão construtivo das moradias, dimensões dos taludes marginais e proximidade das moradias em relação ao córrego.



FOTO 17. Vista geral de moradias sujeitas a processos de inundação e solapamento de margem. Segundo moradores, as inundações são lentas e graduais. Nesse trecho, a água atinge cerca de 2,0 m de altura.



FOTO 18. Vista geral de moradias sujeitas a processos de inundação. Notar padrão construtivo e ausência de infraestrutura.



FOTO 19. Vista geral de pequeno córrego, denominado Córrego do Barreiro Amarelo. Notar dimensões dos taludes marginais e presença de lixo e entulho nesse trecho.



FOTO 20. Vista geral de córrego e sistemas de controle das águas de superfície. Notar que os processos erosivos afetam calçamento e boca de lobo.

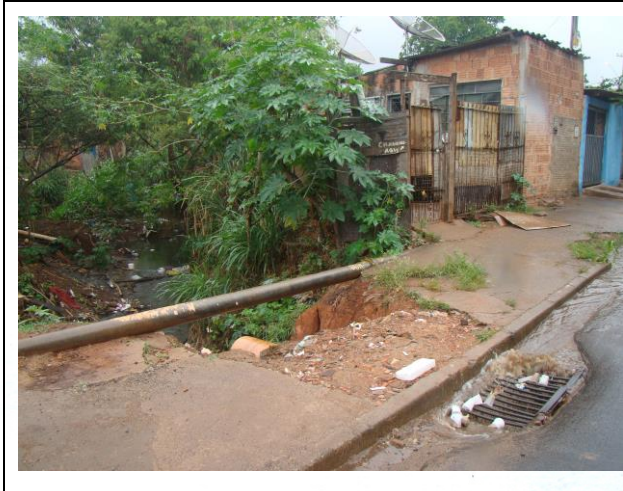


FOTO 21. Vista geral de rua sujeita a processos de inundação e córrego do Barreiro Amarelo.



FOTO 22. Vista geral de trecho onde há lançamento de lixo e entulho no qual há processo erosivo em evolução.



FOTO 23. Vista de sistema de condução e escoamento de água localizado a jusante, cerca de 20 m do ponto mostrado na FOTO 21.



FOTO 24. Vista geral dos sistemas de condução e escoamento de água e contenção de taludes laterais (gabião).



FOTO 25. Vista geral de rua sujeita a processos de inundação. Segundo moradores, as inundações são lentas e graduais. Nesse trecho, a água atinge cerca de 1,0 m de altura.



FOTO 26. Vista geral de rua sujeita a processos de inundação.



FOTO 27. Vista geral de lago formado pelo barramento do córrego do Barreiro Amarelo. Notar dimensões do lago e dos taludes marginais.



FOTO 28. Vista geral de sistema de controle das águas de superfície afetado por processos erosivos. Essas tubulações localizam-se a jusante do talude do lago mostrado na **FOTO 27**.



FOTO 29. Vista geral de rua sujeita a processos de inundação. Segundo moradores as inundações são lentas e graduais. Nesse trecho, a água atinge cerca de 1,0 m de altura.



FOTO 30. Vista geral de vertedouro do lago mostrado na **FOTO 27**.



FOTO 31. Vista geral de arruamento, a jusante do lago, o qual apresenta sinais de movimentação do terreno (notar pavimento ondulado em direção à crista de talude de aterro).



FOTO 32. Vista geral de arruamento, a jusante do lago, o qual apresenta sinais de movimentação do terreno (notar pavimento ondulado em direção à crista de talude de aterro).

ÁREA COS-03

Bairro Laranjeiras – Rua José Machado

Risco Médio (R2) – Deslizamento



FIGURA 5. Vista geral da área mapeada.

FICHA DE CAMPO - MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO

LOCALIZAÇÃO				
Município: <u>Cosmópolis</u>		Área: <u>COS-03</u>		
Nome da área: <u>Parque Ester</u>		Coord E (m): <u>27521</u>	Coord N (m): <u>749610</u>	
Localização: <u>Rua Bruna M. Oliveira / Rua Guilhermina Kowalesky</u>			Data: <u>04/11/2013</u>	
Equipe: <u>Marcelo F. Grmani / José Cardoso</u>				
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA				
Tipo predominante de construção: <input checked="" type="checkbox"/> Alvenaria <input checked="" type="checkbox"/> Madeira <input type="checkbox"/> Misto				
Densidade de ocupação: <input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4				
Condição das vias: <input checked="" type="checkbox"/> pavimentada <input checked="" type="checkbox"/> não pavimentada Obs: _____				
Sistema de drenagem superficial: <input checked="" type="checkbox"/> Inexistente <input checked="" type="checkbox"/> Precário <input type="checkbox"/> Satisfatório				
Cobertura da área: <input type="checkbox"/> Impermeabilizada <input checked="" type="checkbox"/> Solo exposto <input type="checkbox"/> Vegetada				
<input type="checkbox"/> Presença de erosão nas proximidades				
Altura máxima do evento de inundação: <u>2,5</u> m Fonte dos dados: <u>COMDEC</u>				
Raio de alcance máximo do evento a partir do eixo do canal: <u>50</u> m Fonte dos dados: <u>COMDEC</u>				
Quantidade de chuva registrada na ocasião do evento: <u><1h</u> mm Fonte dos dados: _____				
CARACTERIZAÇÃO DA DRENAGEM				
Tipo de canal: <input type="checkbox"/> Retificado <input checked="" type="checkbox"/> Natural <input checked="" type="checkbox"/> Retilíneo <input type="checkbox"/> Meandrante <input checked="" type="checkbox"/> Assoreado <input checked="" type="checkbox"/> Lixo <input checked="" type="checkbox"/> Entulho				
Largura máxima do canal: <u>3</u> m Altura máxima do canal: <u>2-3</u> m Distância das moradias ao eixo do canal: <u>0-2</u> m				
Presença de assoreamento: <input checked="" type="checkbox"/> Lixo <input checked="" type="checkbox"/> Entulho <input checked="" type="checkbox"/> Solo				
Cobertura do talude marginal: <input type="checkbox"/> Impermeabilizada <input checked="" type="checkbox"/> Solo exposto <input checked="" type="checkbox"/> Vegetada				
<input checked="" type="checkbox"/> Presença de solapamento de margem Obs: <u>muito pontos</u>				
Presença de intervenções nas proximidades: <input type="checkbox"/> Dique <input checked="" type="checkbox"/> Barragem <input type="checkbox"/> Piscinão <input type="checkbox"/> Ponte <input type="checkbox"/> Canalização <input type="checkbox"/> Travessia				
Obs: <u>talude de jusante da baragem com problemas (erosão e trincas)</u>				
<input checked="" type="checkbox"/> Presença de obstrução ou diminuição de vazão ao longo do canal				
Obs: <u>lixo normalmente bloqueia passagem da água</u>				
DESCRIÇÃO DA ÁREA				
<ul style="list-style-type: none"> - Córrego do Barreiro amarelo - Barragem a montante - Muito lixo encaixado - Taludes baixos - Moradias de madeira 				
DEFINIÇÃO DO GRAU DE RISCO				
Gravidade Probabilidade	Negligenciável	Médio	Alto	Desastre
Baixo	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Muito Alto
Médio	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Médio	<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Muito Alto
Alto	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Muito Alto
Muito Alto	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Muito Alto
Número de moradias na área: <u>40 (15 casas com maior risco)</u>				

FIGURA 6. Ficha de campo da Área COS-03.



FOTO 33. Vista de trecho no qual há moradias construídas próximas a talude marginal. Notar dimensões da drenagens e dos taludes laterais.



FOTO 34. Vista de moradia localizada próxima á drenagem. Nesse local, já ocorreram pequenas movimentações do terreno em função do córrego.



FOTO 35. Vista geral de talude marginal, caracterizado por sua composição argilosa.



FOTO 36. Vista geral de moradias localizadas na proximidade da drenagem.



FOTO 37. Aspecto geral de moradias localizadas na proximidade de pequeno córrego.



FOTO 38. Detalhe dos taludes marginais e do padrão construtivo das moradias.



FOTO 39. Esse trecho encontra-se na margem direita da drenagem.



FOTO 40. Vista geral de moradias localizadas na margem direita de pequeno córrego. Em função da presença da drenagem e da proximidade, a área deve se monitorada visando antecipar novas ocorrências.



FOTO 41. Vista geral, de jusante para montante, de conjunto habitacional sendo construído na proximidade da área avaliada. Notar solo exposto e extensão da área.



FOTO 42. Vista geral do conjunto habitacional sendo construído próximo à área avaliada. Notar solo exposto. A área deverá ser monitorada em função da concentração de água que provavelmente ocorrerá em função da impermeabilização dos terrenos e dos novos lançamentos.



FOTO 43. Vista da drenagem em trecho mais a jusante do setor avaliado.



FOTO 44. Vista geral do renque de moradias localizadas próximas à drenagem (lado direito da imagem).



FOTO 45. Aspecto de obra para controle das águas de superfície. Esse ponto deverá ser monitorado em função do novo loteamento a montante e em função da manutenção do entorno da área.



FOTO 46. Vista geral de moradias localizadas próximas à pequena drenagem. Os taludes, nesse trecho, apresentam menores dimensões.



FOTO 47. Vista geral de moradias localizadas próximas à pequena drenagem. Os taludes, nesse trecho, apresentam menores dimensões.



FOTO 48. Equipe que executou os trabalhos de campo no município de Cosmópolis, acompanhada do Sr. Reginaldo Andre Risonho (representante da Defesa Civil de Cosmópolis).

ÁREA COS-04

Cidade Alta – Rua Walter Dester

Risco Médio (R2) – Inundação



FIGURA 6. Vista geral da área mapeada.

FICHA DE CAMPO - MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO

LOCALIZAÇÃO				
Município: <u>Cosmópolis</u>		Área: <u>COS-04</u>		
Nome da área: <u>Cidade Alta</u>		Coord E (m): <u>27432</u>	Coord N (m): <u>749276</u>	
Localização: <u>Walter Dester</u>		Data: <u>04/11/2013</u>		
Equipe: <u>Marcelo F. Grmani / José Cardoso / Reginaldo A. Risonho</u>				
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA				
Tipo predominante de construção: <input checked="" type="checkbox"/> Alvenaria <input type="checkbox"/> Madeira <input type="checkbox"/> Misto				
Densidade de ocupação: <input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4				
Condição das vias: <input checked="" type="checkbox"/> pavimentada <input type="checkbox"/> não pavimentada Obs: _____				
Sistema de drenagem superficial: <input type="checkbox"/> Inexistente <input type="checkbox"/> Precário <input checked="" type="checkbox"/> Satisfatório				
Cobertura da área: <input checked="" type="checkbox"/> Impermeabilizada <input checked="" type="checkbox"/> Solo exposto <input checked="" type="checkbox"/> Vegetada				
<input checked="" type="checkbox"/> Presença de erosão nas proximidades				
Altura máxima do evento de inundação: <u>3-4</u> m Fonte dos dados: <u>COMDEC</u>				
Raio de alcance máximo do evento a partir do eixo do canal: <u>70</u> m Fonte dos dados: <u>COMDEC</u>				
Quantidade de chuva registrada na ocasião do evento: _____ mm Fonte dos dados: <u>chuvas na cabeceira</u>				
CARACTERIZAÇÃO DA DRENAGEM				
Tipo de canal: <input type="checkbox"/> Retificado <input checked="" type="checkbox"/> Natural <input type="checkbox"/> Retilíneo <input type="checkbox"/> Meandrante <input checked="" type="checkbox"/> Assoreado <input type="checkbox"/> Lixo <input checked="" type="checkbox"/> Entulho				
Largura máxima do canal: <u>3</u> m Altura máxima do canal: <u>2,5</u> m Distância das moradias ao eixo do canal: <u>2-5</u> m				
Presença de assoreamento: <input type="checkbox"/> Lixo <input checked="" type="checkbox"/> Entulho <input checked="" type="checkbox"/> Solo				
Cobertura do talude marginal: <input type="checkbox"/> Impermeabilizada <input checked="" type="checkbox"/> Solo exposto <input checked="" type="checkbox"/> Vegetada				
<input checked="" type="checkbox"/> Presença de solapamento de margem Obs: <u>localizados</u>				
Presença de intervenções nas proximidades: <input type="checkbox"/> Dique <input checked="" type="checkbox"/> Barragem <input type="checkbox"/> Piscinão <input type="checkbox"/> Ponte <input type="checkbox"/> Canalização <input type="checkbox"/> Travessia				
Obs: <u>barragem do tratamento de esgoto no afluente do Três Barras</u>				
<input type="checkbox"/> Presença de obstrução ou diminuição de vazão ao longo do canal				
Obs: <u>aterros das novas moradias</u>				
DESCRIÇÃO DA ÁREA				
<ul style="list-style-type: none"> - Ribeirão Três Barras ("Baguazinho") - Afluente do Jaguai: a combinação da cheia do Jaguai provoca "barramento" do fluxo - Inundações rápidas - Prejuízos materiais - Novas moradias 				
DEFINIÇÃO DO GRAU DE RISCO				
Gravidade Probabilidade	Negligenciável	Médio	Alto	Desastre
Baixo	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Muito Alto
Médio	<input type="checkbox"/> Baixo	<input checked="" type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Muito Alto
Alto	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Muito Alto
Muito Alto	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Muito Alto
Número de moradias na área: <u>300</u>				

FIGURA 7. Ficha de campo da Área COS-04.



FOTO 49. Vista geral do trecho do ribeirão Três Barras ("Baguazinho"), afluente do rio Jaguari.



FOTO 50. Vista geral da planície fluvial do ribeirão Três Barras. Notar que nesse trecho ele é meandrante e possui taludes marginais de pequenas dimensões.



FOTO 51. Vista geral de área sujeita a processos de inundação. Notar proximidade de moradias e dimensões do canal.



FOTO 52. Vista geral de área sujeita a inundações. Notar moradias concentradas na margem direita do ribeirão.



FOTO 53. Vista de trecho que é afetado pela elevação das águas do ribeirão. Notar densidade das ocupações, ausência de infraestrutura e padrão construtivo.

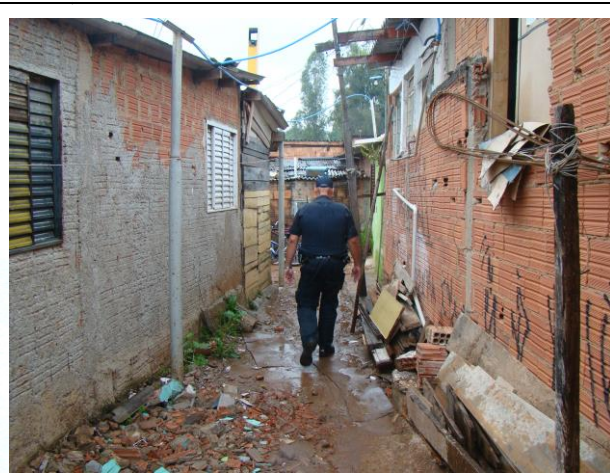


FOTO 54. Vista de trecho que é afetado pela elevação das águas do ribeirão. Notar densidade das ocupações, ausência de infraestrutura e padrão construtivo.



FOTO 55. Vista geral de área sujeita a processos de inundação do rio Cachoeira. Ressalta-se que há obra sendo executada, a jusante desse trecho, para melhorar o escoamento das águas.



FOTO 56. Vista geral de área sujeita a inundações. Notar planície de inundação na margem esquerda do ribeirão.



FOTO 57. Moradia localizada muito próxima da margem do ribeirão. Em destaque, pequena horta, suspensa, evidenciando altura que as águas atingem nesse trecho.



FOTO 58. Vista geral da planície fluvial. Notar que os taludes marginais apresentam pequenas dimensões.



FOTO 59. Vista geral de área sujeita a processos de inundação. Notar planície de inundação ao fundo.



FOTO 60. Vista geral de área sujeita a inundações.



FOTO 61. Vista geral de moradias localizadas muito próximas das margens do ribeirão.



FOTO 62. Detalhe das dimensões do ribeirão. Nesse trecho, as moradias estão localizadas na margem direita.



FOTO 63. Vista geral de área sujeita a processos de inundação. Notar densidade de ocupação.



FOTO 20. Vista geral de área sujeita a inundações do ribeirão Três Barras (“Baguazinho”).

APÊNDICE 3
ARQUIVO DIGITAL

