

RELATÓRIO TÉCNICO

158150-205

Casa Militar do Gabinete do

Governador

Praia Grande

22 de outubro de 2019

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

CLIENTE

CASA MILITAR DO GABINETE DO GOVERNADOR

UNIDADE RESPONSÁVEL

CENTRO DE TECNOLOGIAS GEOAMBIENTAIS – CTGeo

Seção de Investigações, Riscos e Desastres Naturais – Sirden

RESUMO

O presente relatório apresenta os resultados do mapeamento de áreas de alto e muito alto risco a deslizamentos e inundações do Município de Praia Grande, Estado de São Paulo, em cumprimento ao contrato celebrado entre o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - 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 Praia Grande foram identificadas quatro áreas de risco, com um total 6 setores mapeados, sendo classificados da seguinte forma: um setor de Risco Alto (R3) e 3 Setores de Monitoramento (SM) para deslizamento e dois Setores de Monitoramento (SM) para inundações.

Palavras-chave:

Casa Militar, deslizamento, inundações, área de risco, mapeamento, Praia Grande.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO.....	1
3. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
4. MÉTODO E PROCEDIMENTOS	3
4.1. Movimentos de massa	4
4.1.1. Tipos de movimentos de massa	6
4.1.1.1 Rastejo	6
4.1.1.2 Deslizamentos.....	8
4.1.1.3 Quedas.....	12
4.1.1.4 Corridas de Massa	15
4.1.2. Condicionantes e Causas dos movimentos de massa	17
4.1.2.1 Condicionantes naturais dos movimentos de massa	17
4.1.2.2 Condicionantes antrópicos dos movimentos de massa	17
4.1.2.3 Mapeamento de áreas de risco relativas a movimentos de massa	18
4.1.2.3.1 Classificação de riscos nos setores mapeados relativos a movimentos de massa.....	21
4.1.2.3.2 Intervenções propostas para cada grau de risco relativo a movimentos de massa	24
4.1.2.3.3 Setores de monitoramento relativos a movimentos de massa	26
4.1.2.3.3.1 Setores de Monitoramento Ocupados relativos a movimentos de massa	27
4.1.2.3.3.2 Setores de Monitoramento Não Ocupados relativos a movimentos de massa	28
4.1.3. Inundações	29
4.2.1. Tipos de Inundação	31
4.2.1.1 Enchente ou Cheia	31
4.2.1.2 Inundação.....	32
4.2.1.3 Alagamento	34
4.2.1.4 Enxurrada.....	34
4.2.2. Condicionantes e Causas das Enchentes e Inundações	36
4.2.3. Mapeamento de áreas de risco relativas a inundações	37
4.2.3.1 Análise dos cenários de risco, probabilidades de ocorrência e tempo de recorrência relativos a inundações	39
4.2.3.2 Gravidade do processo sobre os elementos sob risco relativos a inundações	40
4.2.3.3 Definição de Níveis de Risco relativos a inundações	40
4.2.3.4 Setores de Monitoramento relativos a inundações	41
4.2.3.4.1 Setores de Monitoramento Ocupados relativos a inundações.....	41
4.2.3.4.2 Setores de Monitoramento Não Ocupados relativos a inundações.....	42
4.3. Tratamento dos Dados.....	43
4.4. Elaboração de Sugestões de Intervenções Estruturais	44

1. INTRODUÇÃO

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

Os trabalhos de campo foram executados pela equipe técnica do IPT nas áreas indicadas pela Prefeitura Municipal, juntamente com a equipe da Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil Defesa Civil de Praia Grande cujo coordenador é o Eng. Luciano Gomes Souza.

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. No entanto, algumas áreas classificadas como Setores de Monitoramento – SM também foram incluídas neste Relatório, com o intuito de complementação do cadastramento das áreas.

3. CONSIDERAÇÕES GERAIS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Mesmo reconhecendo-se as eventuais limitações, imprecisões e incertezas inerentes à análise qualitativa de riscos, os resultados dessa atividade podem ser decisivos para a eficácia de uma política de intervenções voltada à consolidação da ocupação. Para tanto, é imprescindível que se adotem métodos, critérios e procedimentos adequados, bem como que se elaborarem 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. MÉTODO E PROCEDIMENTOS

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 pela equipe do 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 Praia Grande 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) Levantamento dos materiais bibliográficos e técnicos referentes a trabalhos anteriores na região;
- b) 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;
- c) Registro em fichas de campo das características de cada setor mapeado e dos resultados das investigações;
- d) 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;
- e) 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);
- f) 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;
- g) Indicação da(s) alternativa(s) de intervenção adequada(s) para cada uma das áreas de risco mapeadas.

4.1. Movimentos de massa

O termo genérico movimentos de massa engloba uma variedade de tipos de movimentos de instabilização de massas 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.

Esses processos podem ser induzidos, ou seja, 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 encostas, estradas e outras obras. Por isso, a ocorrência desses movimentos de massa resulta da ocupação inadequada, sendo mais comum em zonas com ocupações precárias de baixa renda.

Os movimentos de massa têm possibilidade de previsão, ou seja, pode-se conhecer previamente onde e em que condições vão ocorrer, e qual será a sua magnitude, desde que se conheçam, em detalhe, o meio físico e antrópico, e os condicionantes do processo. Para cada tipo existem medidas não estruturais e estruturais (alternativas de intervenção) específicas.

Existem diversas classificações nacionais e internacionais relacionadas a movimentos de massa. 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, conforme apresentado no Quadro 1: Rastejos, Deslizamentos, Quedas e Corridas.

PROCESSOS	CARACTERÍSTICAS DO MOVIMENTO/MATERIAL/GEOMETRIA
RASTEJO (CREEP)	<ul style="list-style-type: none"> • Vários planos de deslocamento (internos) • Velocidades muito baixas a baixas (cm/ano) e decrescentes com a profundidade • Movimentos constantes, sazonais ou intermitentes • Solo, depósitos, rocha alterada/fraturada • Geometria indefinida
ESCORREGAMENTOS/ 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 • PLANARES / TRANSLACIONAIS: solos poucos espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza • CIRCULARES / ROTACIONAIS: solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas • EM CUNHA: solos e rochas com dois planos de fraqueza
QUEDAS (FALLS)	<ul style="list-style-type: none"> • Com ou 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. • DESPLACAMENTO • ROLAMENTO DE MATAÇÃO • TOMBAMENTO
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).

4.1.1. Tipos de movimentos de massa

A seguir são descritos os vários tipos de movimentos de massa.

4.1.1.1 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.

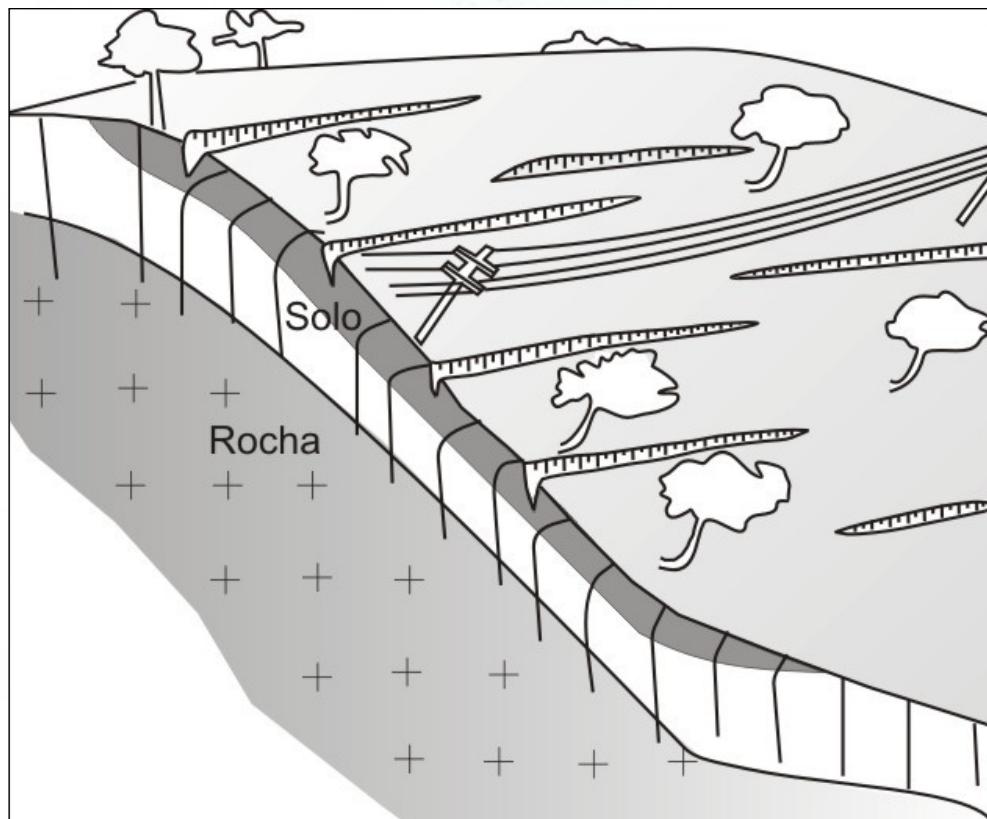


Figura 1 – Perfil esquemático do processo de rastejo (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2007).



Figura 2– Micro deslizamentos e “caminhos de vaca” indicando processos de rastejo. (Fonte: Sirden-CTGeo-IPT).

4.1.1.2 Deslizamentos

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.).

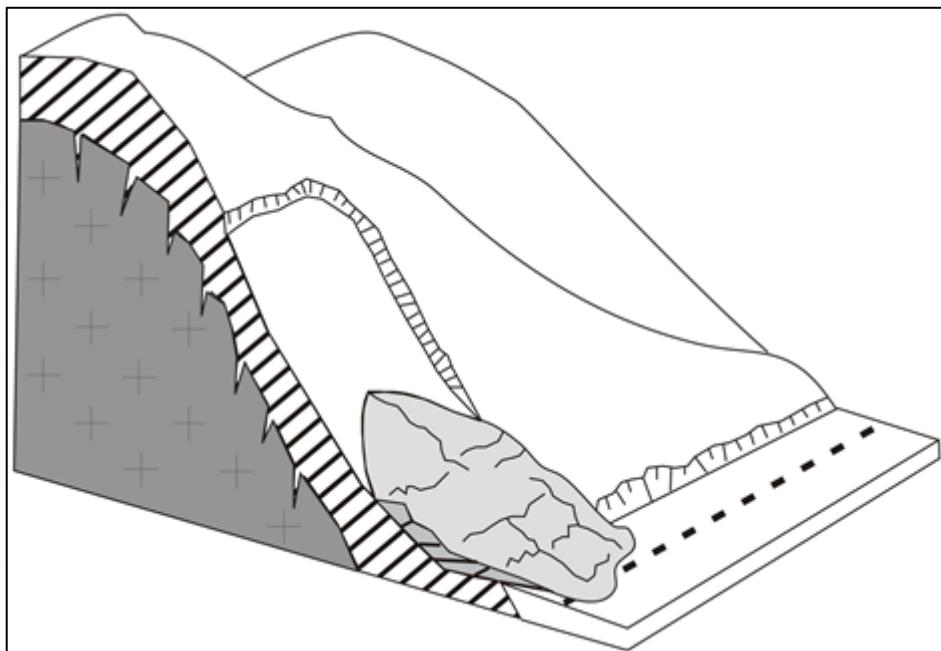


Figura 3 – Perfil esquemático de deslizamentos planares (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2007).

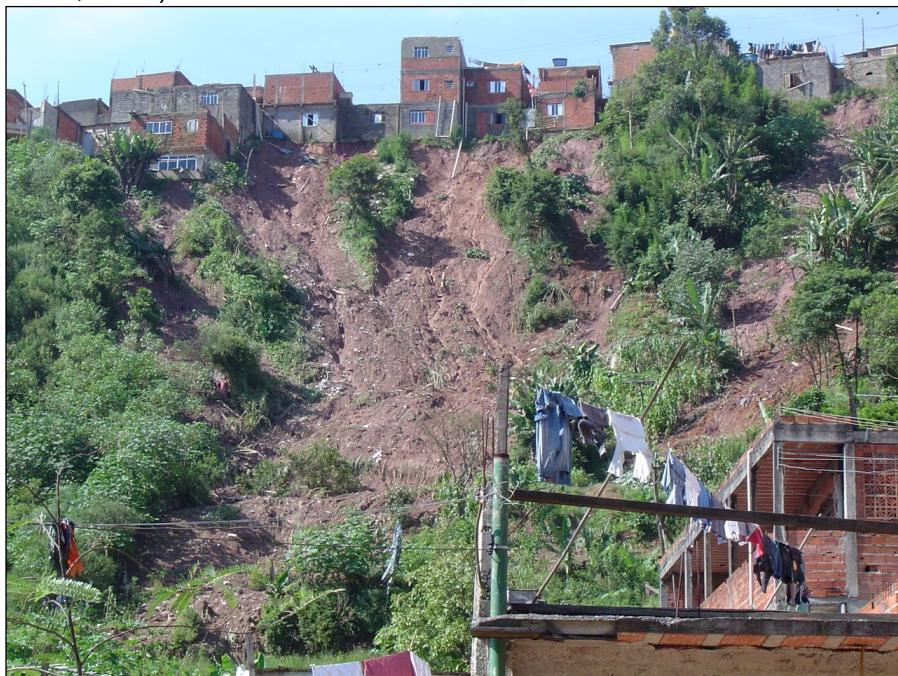


Figura 4 – Deslizamentos planares induzidos pela ocupação (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2007).

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.

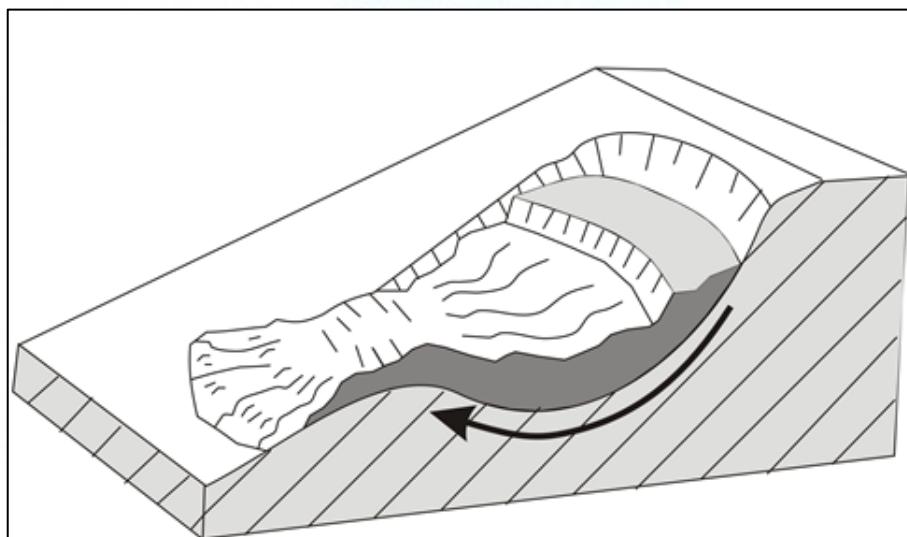


Figura 5 – Perfil esquemático do deslizamento circular ou rotacional (Min. das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2007).



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

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

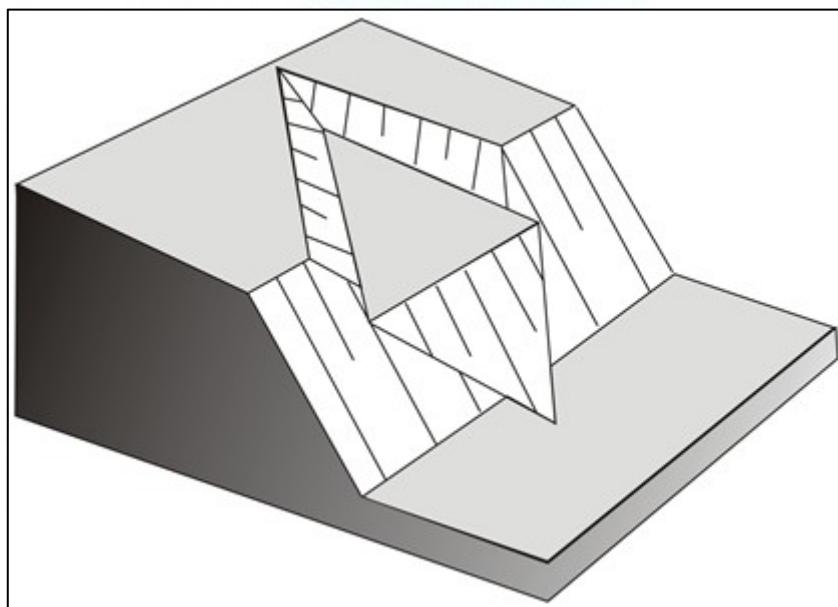


Figura 7 – Perfil esquemático de um deslizamento em cunha ou estruturado (Min. das Cidades, Inst. de Pesquisas Tecnológicas do Estado de SP, 2007).



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

4.1.1.3 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.

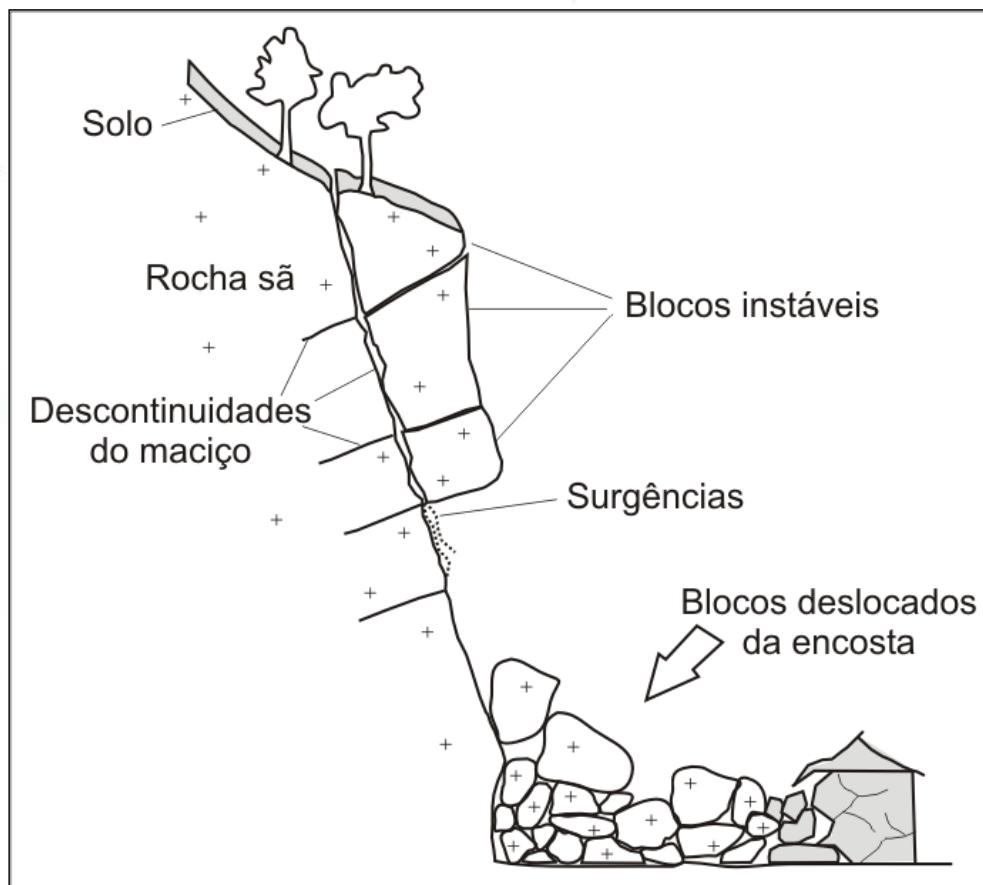


Figura 9 – Perfil esquemático do processo de queda de blocos (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2007).

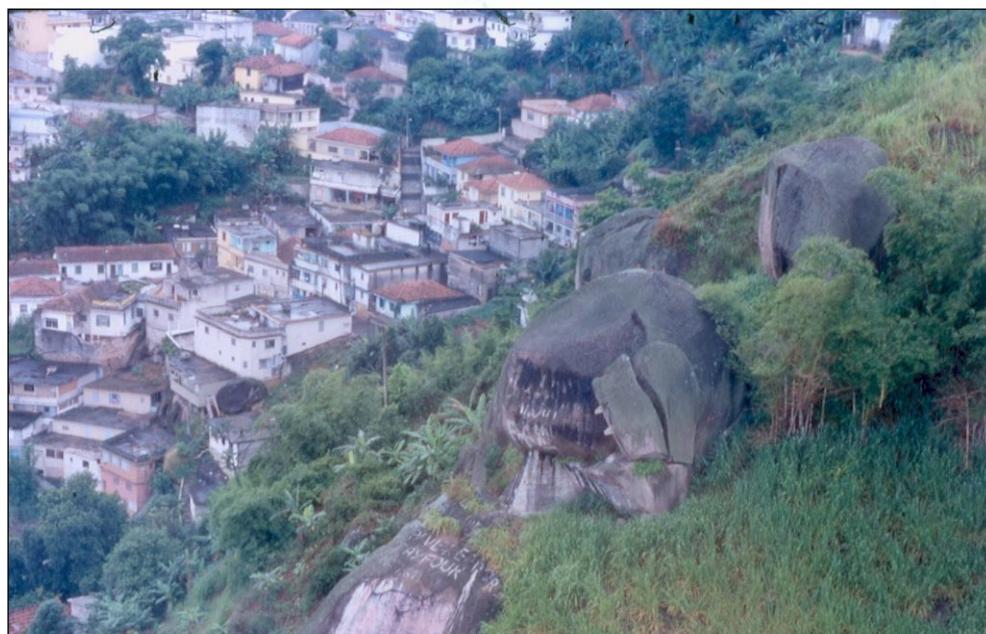


Figura 10 – Área de risco de processos de queda de blocos rochosos (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2007).

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, 2007).

O rolamento de blocos, ou rolamento de matações, é um processo comum em áreas de rochas graníticas, onde existe maior predisposição a originar matações 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 – Moradia atingida por bloco que rolou da encosta, no bairro Morro do Abrigo, São Sebastião (SP). (Fonte: Sirden-CTGeo-IPT)..

4.1.1.4 Corridas de Massa

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

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

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

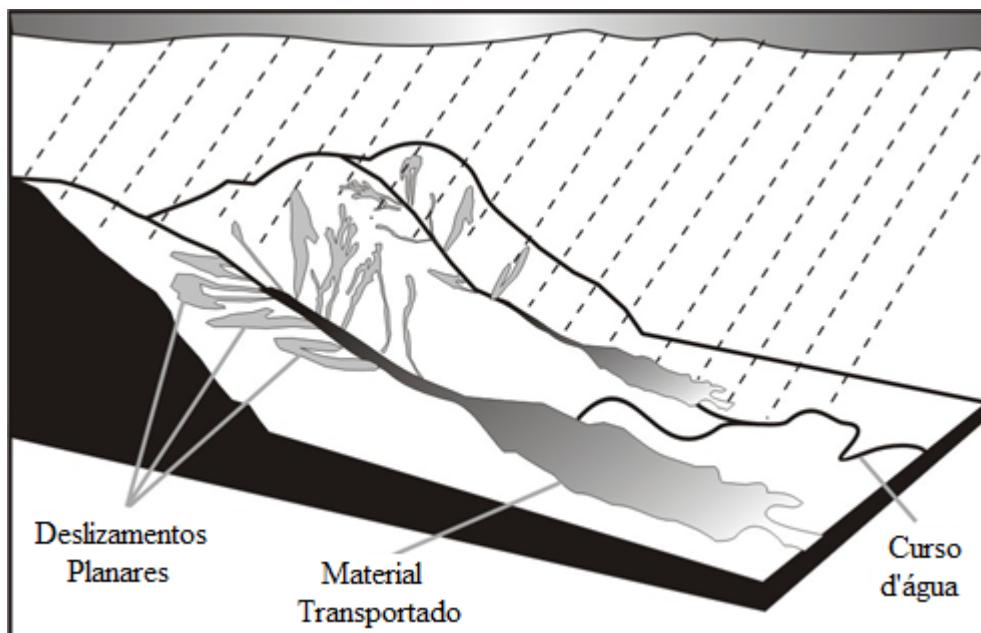


Figura 13 – Perfil esquemático de processos do tipo corrida (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2007).



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

4.1.2. Condicionantes e Causas dos movimentos de massa

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.

4.1.2.1 Condicionantes naturais dos movimentos de massa

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.

4.1.2.2 Condicionantes antrópicos dos movimentos de massa

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.

4.1.3. Mapeamento de áreas de risco relativas a movimentos de massa

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		Área: _____ Nº do Setor: _____
Município: _____	Nome da Área: _____	Coord E (m): _____ Coord N (m): _____
Localização: _____	Equipe: _____	Data: _____
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): _____
<input type="checkbox"/> 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: _____		
<input type="checkbox"/> 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"/> dregas 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		
<input 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 type="checkbox"/> inexistente <input type="checkbox"/> precário <input type="checkbox"/> satisfatório		
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"/> desplacamento		
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		
SETOR DE MONITORAMENTO (R1 e R2)		
<input type="checkbox"/> Setor Monitoramento Ocupado <input type="checkbox"/> Setor Monitoramento Não Ocupado		
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	Concentração de água de chuva em superfície
Trincas no terreno	Lançamento de água servida em superfície
Degrais de abatimento	Vazamento de tubulação
Muros e paredes "embarrigados"	Fossa
Árvores, postes e muros inclinados	Surgências d'água
Solapamento de margem	Sistema de drenagem superficial: inexistente/precário/satisfatório
Cicatrizes de deslizamentos	
Fraturas no maciço rochoso	
VEGETAÇÃO NA ÁREA OU PROXIMIDADES	MARGENS DE CÓRREGO
Presença de árvores	Tipo de canal (retificado/natural), (retilíneo/meandrante), (assoreado/lixo/entulho)
Vegetação rasteira (arbustos, capim, etc)	Altura do talude marginal
Área desmatada	Distância da moradia com relação ao topo do talude marginal
Área de cultivo	

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.

4.1.3.1 Classificação de riscos nos setores mapeados relativos a movimentos de massa

Os setores de risco foram delimitados em campo sobre as imagens de satélite obtidas do Google Earth e classificadas segundo os seus graus de risco.

As definições mais usuais da palavra Risco mencionam a relação, não obrigatoriamente de forma matemática, entre a possibilidade ou probabilidade de ocorrência de um processo, e os prejuízos ou danos daí advindos, causados aos elementos que estão sob a influência dos processos, o que normalmente se entende como a ocupação humana. Simplificadamente, o Risco pode ser definido como:

$$R = P \times C$$

Onde:

R = risco;

P = probabilidade ou possibilidade de ocorrência do processo; e

C = consequência (danos, prejuízos), também entendida como a vulnerabilidade dos elementos sob risco.

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**, a partir de Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas(2007). É importante salientar que este trabalho se concentrou no mapeamento de áreas de risco alto (R3) e muito alto (R4).

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

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

Este quadro mostra que os graus de risco são classificados em quatro níveis sendo Risco Baixo (R1), Risco Médio (R2), Risco Alto (R3) e Risco Muito Alto (R4), com a descrição que menciona tanto a possibilidade ou potencialidade de desenvolvimento do processo de movimento de massa (especificamente, neste caso, os deslizamentos), como a vulnerabilidade do meio antrópico quando menciona o nível de intervenção no setor e a ocorrência de eventos destrutivos.

Para um melhor entendimento da relação entre os graus de risco, conforme o **Quadro 4** e a definição de risco mencionada acima, apresenta-se, a título de exemplo, a análise do Grau de Risco Muito Alto. Segundo o **Quadro 4**, o Grau de Risco Muito Alto (R4) está descrito como:

*"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."* (Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2007)

Nesta definição, os **condicionantes geológico-geotécnicos** indicam a probabilidade ou possibilidade de ocorrência do processo. Já o **nível de intervenção** e a menção de **eventos destrutivos** causados remetem para as consequências do processo, que estão relacionadas à vulnerabilidade, retomando assim, a definição de risco mencionada.

A definição utiliza ainda, como referência para a classificação do grau de risco, as evidências de instabilidade que são os sinais que indicam que o movimento de massa apresenta desenvolvimento do processo. Estes sinais, como já mencionado anteriormente, são representados por fendas de tração na superfície dos terrenos, pelo aumento de fendas pré-existentes, 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. Em geral, a evolução da instabilização das encostas acaba por gerar estes sinais ou feições que permitem analisar a possibilidade de ruptura. No entanto, deve-se ter em mente que, em muitos casos, trincas e fissuras em paredes de moradias podem ser advindas de problemas construtivos e não são consequências de movimentos de massa que poderiam estar afetando a construção.

4.1.3.2 Intervenções propostas para cada grau de risco relativo a movimentos de massa

Como os graus de risco indicam a conjugação ou relação entre a possibilidade ou potencialidade de desenvolvimento do processo de movimento de massa, com a vulnerabilidade do meio antrópico (menionado no nível de intervenção no setor e a ocorrência de eventos destrutivos), para cada um dos setores mapeados com seus determinados graus de risco, deverão ser propostas intervenções estruturais e não estruturais condizentes com cada grau de risco mapeado.

Assim, para o Grau de Risco Baixo (R1), como 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, e não há indícios de desenvolvimento desses processos, essa condição se torna a menos crítica, já que não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período de 1 ano. A fixação do período de 1 ano se dá em função da passagem da estação chuvosa, onde ocorre a maior incidência de água sobre o setor, considerando-se que a água é o principal agente deflagrador dos processos. Em termos de intervenções estruturais, podem ser necessários apenas pequenos trabalhos de limpeza e algumas adequações em acessos, as quais não afetam a estabilidade dos taludes e tem caráter de urbanização. Como medidas não estruturais, além daquelas de caráter mais amplo envolvendo todas as áreas de risco, deve ser realizado o monitoramento do setor em termos de novas ocupações que podem afetar negativamente a estabilidade dos taludes, com a execução de cortes e aterros, por exemplo. Esse monitoramento deve ser realizado rotineiramente por meio da fiscalização da ocupação, e com maior frequência no período das chuvas.

Para o Grau de Risco Médio (R2), como 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, e pode-se observar a presença de algumas evidências de instabilidade de caráter incipiente, torna-se reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de 1 ano. Em termos de intervenções estruturais podem ser necessários pequenos trabalhos de

limpeza e algumas adequações em acessos, as quais não afetam a estabilidade dos taludes e tem caráter de urbanização. Para evitar o agravamento de situações de instabilidade de taludes, a drenagem das águas pluviais e servidas para fora do setor deve ser executada, caso seja necessária. Como medidas não estruturais, além daquelas de caráter mais amplo envolvendo todas as áreas de risco, deve ser realizado o monitoramento do setor em termos, principalmente, de novas ocupações que podem afetar negativamente a estabilidade dos taludes, com a execução de cortes e aterros, por exemplo. Esse monitoramento deve ser realizado rotineiramente por meio da fiscalização da ocupação, e com maior frequência no período das chuvas.

Para o Grau de Risco Alto (R3), como os condicionantes geológico-geotécnicos e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos, e observa-se a presença de significativas evidências de instabilidade, torna-se perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de 1 ano. Em termos de intervenções estruturais, para evitar o agravamento de situações de instabilidade de taludes, a drenagem das águas pluviais e servidas para fora do setor deve ser executada. Obras de contenção e de estabilização de taludes (como muros, retaludamentos, acertos de geometria, revegetação) podem ser necessárias. A indicação de remoção definitiva de residências não é uma medida que necessariamente deve ocorrer neste caso, já que as outras medidas estruturais devem diminuir os riscos presentes para níveis aceitáveis, como o caso de grau de risco médio (R2), ou mesmo baixo (R1). Como medidas não estruturais, além daquelas de caráter mais amplo envolvendo todas as áreas de risco, neste caso o monitoramento do setor deve ser realizado em termos principalmente de novas ocupações que podem afetar negativamente a estabilidade dos taludes, com a execução de cortes e aterros, por exemplo. Esse monitoramento deve ser realizado rotineiramente por meio da fiscalização da ocupação, e com maior frequência no período das chuvas.

Para o Grau de Risco Muito Alto (R4), como 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, e as evidências de instabilidade são expressivas e estão presentes em grande número e/ou magnitude, essa condição torna-se a mais crítica. Se mantidas as condições

existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de 1 ano. Em termos de intervenções estruturais, para evitar o agravamento de situações de instabilidade de taludes, a drenagem das águas pluviais e servidas para fora do setor deve ser executada. Obras de contenção e de estabilização de taludes (como muros, retaludamentos, acertos de geometria, revegetação) podem ser necessárias. A indicação de remoção definitiva de residências pode se aplicar nestes casos de condições mais críticas, para os quais outro tipo de intervenção pode não ser aconselhável, quando constatada a impossibilidade de monitorar a evolução do processo, dado seu elevado estágio de desenvolvimento e iminente ocorrência. No entanto, essa indicação deve sempre ser pautada pela análise da relação custo X benefício, na qual as questões sociais da comunidade devem estar incluídas e ser avaliadas com cuidado. Assim, a remoção de moradias é uma decisão que o gestor público deve tomar considerando os dados recebidos por parte da equipe técnica, a qual obrigatoriamente deve conter profissional devidamente habilitado para executar a mais completa avaliação da situação do ponto de vista técnico. No entanto, é importante salientar que a remoção definitiva de residências não é uma medida que necessariamente deve ocorrer neste caso, já que as outras medidas estruturais podem diminuir os riscos presentes para níveis aceitáveis, como o caso de grau de risco médio (R2) ou mesmo baixo (R1). Como medidas não estruturais, além daquelas de caráter mais amplo envolvendo todas as áreas de risco, neste caso o monitoramento do setor deve ser realizado em termos principalmente de novas ocupações que podem afetar negativamente a estabilidade dos taludes, com a execução de cortes e aterros, por exemplo. Esse monitoramento deve ser realizado rotineiramente por meio da fiscalização da ocupação, e com maior frequência no período das chuvas.

4.1.3.3 Setores de monitoramento relativos a movimentos de massa

Como especificado no item anterior, os setores mapeados como sendo de graus de risco Baixo (R1) e Médio (R2) recebem indicações de medidas estruturais e não estruturais semelhantes. Para facilitar o entendimento e uso dos mapeamentos, neste trabalho os setores assim classificados foram agrupados nos chamados Setores de Monitoramento (SM), estando ocupados ou não por moradias. Tal ação visa identificar a

necessidade de se trabalhar o planejamento da expansão urbana diante do contexto que afeta gravemente as cidades brasileiras, as quais vêm apresentando durante décadas formas indevidas de utilização dos espaços urbanos. É um meio de se trabalhar a ausência de processos de planejamento, visando atender a interesses coletivos de forma ampla, buscando conjuntamente a proteção ambiental e o direito do cidadão a uma cidade mais sustentável.

4.1.3.3.1 Setores de Monitoramento Ocupados relativos a movimentos de massa

Os setores indicados como Setores de Monitoramento Ocupados se referem a locais onde os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes e o nível de intervenção antrópica são de média a baixa potencialidade para o desenvolvimento de processos de instabilização, ou seja, risco Baixo (R1) e Médio (R2).

Nos setores ocupados não é esperada a presença de evidências de movimentação como trincas nas moradias ou nos terrenos, ou degraus de abatimento, visto que essas evidências indicam a movimentação do terreno, a qual se observa quando já existe a instalação de um processo de movimento. A inclinação de objetos na encosta pode ser observada, mas de forma sutil. Ressalta-se que é perfeitamente possível que tais evidências não sejam observadas, principalmente em setores com elevado grau de consolidação. Áreas muito consolidadas, seja de forma ordenada ou não, tendem a apresentar baixa potencialidade para o desenvolvimento de processos de instabilização, por não mais apresentarem trechos com solo exposto ou superfícies de encosta sem ocupação.

Adicionalmente, deve-se levar em conta o nível de intervenção da ocupação como, por exemplo, a qualidade da moradia (relativa à resistência da construção ao impacto da massa movimentada), distância da moradia à base ou ao topo do talude considerado (relativo a uma faixa de segurança entre a moradia e o talude). Em setores ocupados, se tais condições descritas forem mantidas, não se espera a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas.

Neste caso, pode ser necessária a implementação de medidas estruturais bastante simples, como já indicado. Entretanto, medidas não estruturais devem ser tomadas, visto que a ocupação antrópica é muito dinâmica, principalmente em assentamentos urbanos precários. Isso pode levar a alterações nas condições do setor, podendo vir a gerar

setores de risco alto (R3) ou até muito alto (R4). O procedimento padrão executado nestes casos é o monitoramento por meio de ações de defesa civil e de fiscalização do uso e ocupação do solo. Tal ação é corroborada pelo Ministério das Cidades, órgão criador do PMRR (Plano Municipal de Redução de Riscos), de tal forma que nos programas para implementação de medidas estruturais para redução dos riscos, apenas os setores mapeados com risco Alto (R3) e Muito Alto (R4) são contemplados.

Ressalta-se que obras relativas à urbanização da área não são aqui consideradas como medidas estruturais para solucionar processos de instabilização, podendo ser executadas a qualquer momento, em qualquer setor, visando a melhor qualidade de vida dos moradores e um melhor planejamento social e habitacional para o município.

4.1.3.3.2 Setores de Monitoramento Não Ocupados relativos a movimentos de massa

O crescimento e a expansão urbana podem trazer, em seu próprio processo constitutivo, perigos e riscos que se expressam pela falta de ajuste entre a necessidade por terreno para habitação, e a forma como estes terrenos são apropriados quando, devido à pressão socioeconômica, a própria população o faz sem os necessários cuidados técnicos e o devido acompanhamento do poder público.

Nestes casos, esta situação pode se agravar quando o local objeto da ocupação apresenta características naturais que o predispõe à ocorrência de processos de instabilização. Quando essa apropriação se dá sem seguir os parâmetros urbanísticos, ambientais e técnicos adequados, pode gerar diversas situações indesejadas, dentre elas, as áreas de risco.

Por este motivo, os Setores de Monitoramento também podem incluir áreas ainda não ocupadas, que se encontram nos limiares de setores mapeados com risco Alto (R3) e Muito Alto (R4), e que apresentam características geológico-geotécnicas predisponentes para o desenvolvimento de processos de instabilização, ou seja, possuem alta ou muito alta suscetibilidade para processos de movimentos de massa, mas ainda não estão ocupados.

4.2. Inundações

O termo inundações abrange várias tipologias de processos hidrometeorológicos que fazem parte da dinâmica natural. Podem ser 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/ou intervenções urbanas produzidas pelo Homem, tais 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.

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 16**). 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 16 – Planície de inundação (Fonte: Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2007).

Erosão Marginal

Remoção e transporte de solo dos taludes marginais dos rios provocados pela ação erosiva das águas no canal de drenagem (**Figura 17**).



Figura 17 – Taludes marginais sujeitos a erosão (Fonte: Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 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 18**).



Figura 18 – 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, 2007).

4.2.1. Tipos de Inundação

Como já mencionado, o termo inundação abrange vários tipos de processos quais sejam: Enchentes ou Cheias, inundação (propriamente dita), alagamento e enxurrada.

4.2.1.1 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 19**.



Figura 19 – Situação de enchente em um canal de drenagem (Fonte: Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2007).

4.1.1.2 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 (**Figuras 20 e 21**).

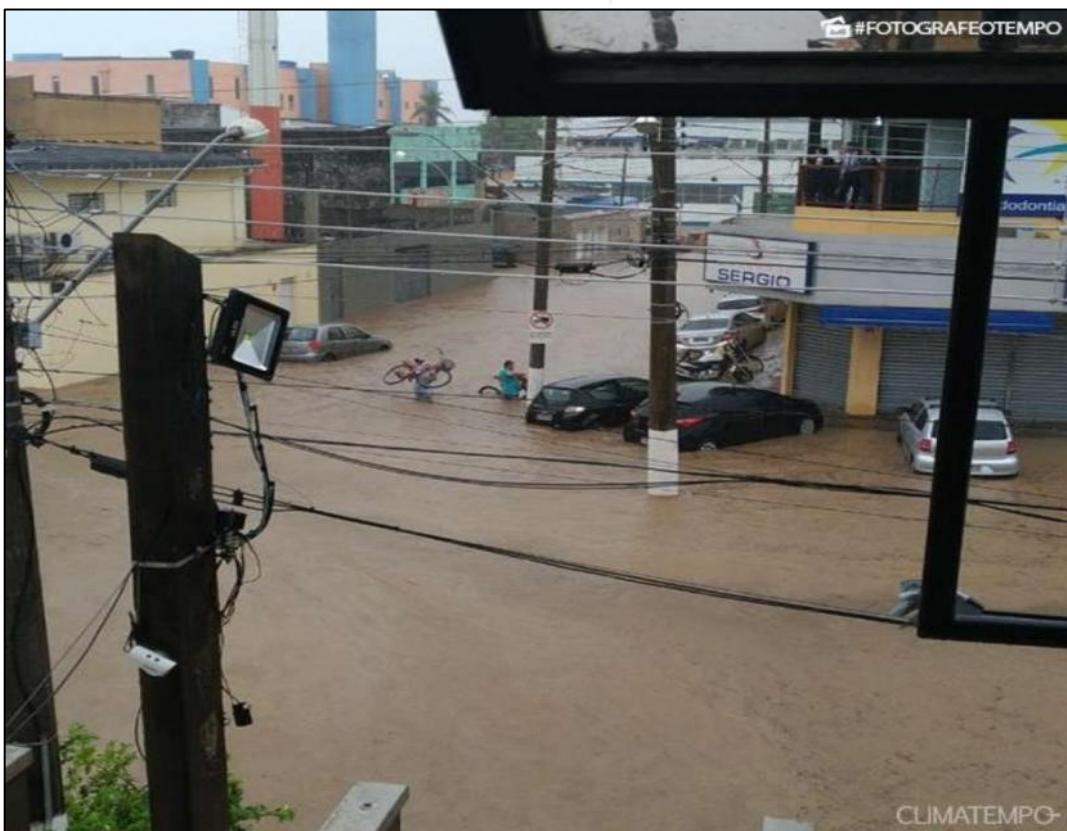


Figura 20 – Inundação em São Sebastião, SP, em 14/02/2018. (foto de Augusto Ayres/Climatempo).

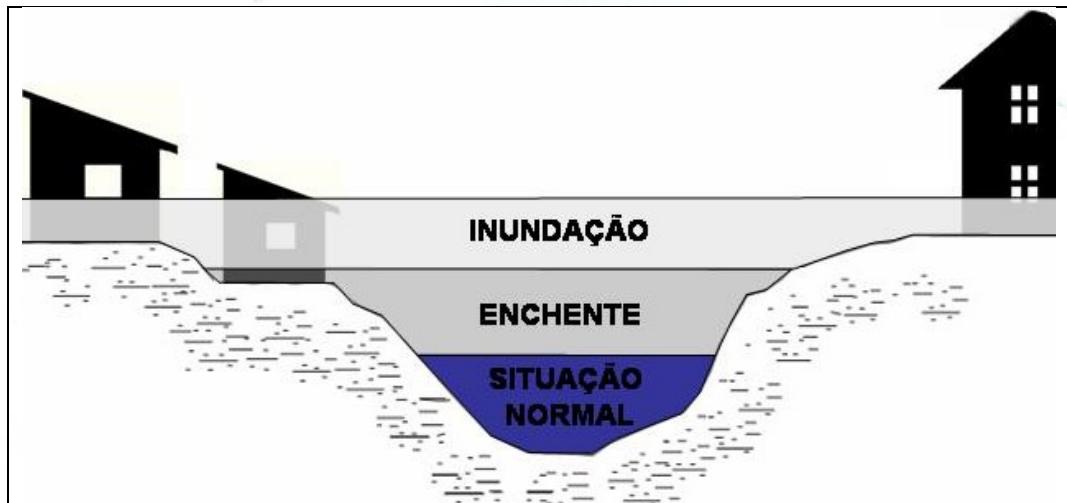


Figura 21 – Perfil esquemático do processo de enchente e inundação (Fonte: Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2007).

4.2.1.3 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 22**).



Figura 22 – Situação de alagamento (Fonte: Sirden-CTGeo – IPT).

4.2.1.4 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 (**Figuras 23 a 25**). 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 23 – Escoamento concentrado das águas pluviais, a enxurrada. (Fonte: Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2007).



Figura 24 – Vista de danos causados por enxurrada, em Boiçucanga, São Sebastião, SP, em 24/02/2013 (foto de Leandro Saadi/G1).



Figura 25 – Outro exemplo dos danos causados por enxurrada, em 24/02/2013, em Boiçucanga, São Sebastião, SP (foto de Leandro Saadi/G1).

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 de áreas de risco relativas a inundações

Para os mapeamentos em campo foi utilizada ficha de campo na forma de um *check-list* (**Figura 26**), com diversos condicionantes geológicos, geotécnicos e hidrológicos importantes para a caracterização dos processos de inundaçāo: 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 inundaçāo (raio de alcance máximo, altura máxima de inundaçāo, 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**.

FICHA DE CAMPO - MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO
LOCALIZAÇÃO

Município: _____ Área: _____
 Nome da área: _____ Coord E (m): _____ Coord N (m): _____
 Localização: _____ Data: _____
 Equipe: _____

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

Tipo predominante de construção: Alvenaria Madeira Misto

Densidade de ocupação: 1 2 3 4

Condição das vias: pavimentada não pavimentada Obs: _____

Sistema de drenagem superficial: Inexistente Precário Satisfatório

Cobertura da área: Impermeabilizada Solo exposto Vegetada

Presença de erosão nas proximidades

Altura máxima do evento de inundaçāo: _____ m Fónte dos dados: _____

Raio de alcance máximo do evento a partir do eixo do canal: _____ m Fónte dos dados: _____

Quantidade de chuva registrada na ocasião do evento: _____ mm Fónte dos dados: _____

CARACTERIZAÇÃO DA DRENAGEM

Tipo de canal: Retificado Natural Retilíneo Meandrante Assoreado Lixo Entulho

Largura máxima do canal: _____ m Altura máxima do canal: _____ m Distância das moradias ao eixo do canal: _____ m

Presença de assoreamento: Lixo Entulho Solo

Cobertura do talude marginal: Impermeabilizada Solo exposto Vegetada

Presença de solapamento de margem Obs: _____

Presença de intervenções nas proximidades: Dique Barragem Piscinão Ponte Canalização Travessia

Obs: _____

Presença de obstrução ou diminuição de vazão ao longo do canal

Obs: _____

DEFINIÇÃO DO GRAU DE RISCO

Definição Grau de Risco - Descrição:

--	--	--	--	--

GRAU DE RISCO

Gravidade \ Probabilidade	Negligenciável	Médio	Alto	Desastre
Baixo	<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

SETOR DE MONITORAMENTO (R1 e R2)

Setor de Monitoramento Ocupado

Setor de Monitoramento Não Ocupado

Número de moradias na área: _____

Figura 26 – Check-list dos diversos condicionantes hidrológicos para a caracterização dos processos de inundaçāo em áreas urbanas.

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

4.2.3.1 Análise dos cenários de risco, probabilidades de ocorrência e tempo de recorrência relativos a inundações

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.

4.2.3.2 Gravidade do processo sobre os elementos sob risco relativos a inundações

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.

4.2.3.3 Definição de Níveis de Risco relativos a inundações

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.

4.2.3.4 Setores de Monitoramento relativos a inundações

Como especificado no item anterior, os setores mapeados como sendo de graus de risco Baixo (R1) e Médio (R2) são aqueles em que a gravidade do processo sobre os elementos sob risco variam de negligenciável até alta, e com probabilidades de ocorrência do processo variando de baixa até muito alta. Isso significa que recebem indicações de medidas estruturais e não estruturais semelhantes, ou seja, trabalhos de limpeza de sistemas de drenagem, pequenas melhorias nesses sistemas de drenagem das águas pluviais e servidas, e o monitoramento de novas ocupações, dentre outras. Para facilitar o entendimento e uso dos mapeamentos, neste trabalho os setores assim classificados foram agrupados nos chamados Setores de Monitoramento (SM), estando ocupados ou não por moradias. Tal ação visa trabalhar o planejamento da expansão urbana diante do contexto que afeta gravemente as cidades brasileiras, as quais vêm apresentando durante décadas formas indevidas de utilização dos espaços urbanos. É um meio de se trabalhar a ausência de processos de planejamento, visando atender a interesses coletivos de forma ampla, buscando conjuntamente a proteção ambiental e o direito do cidadão a sua cidade mais sustentável.

4.2.3.4.1 Setores de Monitoramento Ocupados relativos a inundações

Os setores indicados como Setores de Monitoramento Ocupados se referem a locais onde existem moradias sujeitas aos processos em graus de risco variando de médio a baixo.

Adicionalmente, deve-se levar em conta o nível de intervenção da ocupação como, por exemplo, a qualidade da moradia, a distância da moradia à margem dos corpos d'água (relativo a uma faixa de segurança entre a moradia e a margem). Em setores ocupados, se tais condições descritas forem mantidas, não se espera a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas.

Neste caso, pode ser necessária a implementação de medidas estruturais bastante simples como já indicado. Entretanto, medidas não estruturais devem ser tomadas, visto que a ocupação antrópica é muito dinâmica, principalmente em assentamentos urbanos precários. Isso pode levar a alterações nas condições do setor, podendo vir a gerar setores de risco alto ou até muito alto. O procedimento padrão executado nestes casos é o monitoramento, por meio de ações de defesa civil e de fiscalização do uso e ocupação do solo. Tal ação é corroborada pelo Ministério das Cidades, órgão criador do PMRR (Plano Municipal de Redução de Riscos), de tal forma que nos programas para implementação de medidas estruturais para redução dos riscos, apenas os setores mapeados com risco Alto (R3) e Muito Alto (R4) são contemplados.

Ressalta-se que obras relativas à urbanização da área não são aqui consideradas como medidas estruturais para solucionar processos de inundação, podendo ser executadas a qualquer momento, em qualquer setor, visando a melhor qualidade de vida dos moradores e um melhor planejamento social e habitacional para o município.

4.2.3.4.2 Setores de Monitoramento Não Ocupados relativos a inundações

O crescimento e a expansão urbana podem trazer em seu próprio processo constitutivo perigos e riscos que se expressam pela falta de ajuste entre a necessidade por terreno para habitação, e a forma como estes terrenos são apropriados quando, devido à pressão socioeconômica, a própria população o faz sem os necessários cuidados técnicos e o devido acompanhamento do poder público.

Nestes casos, esta situação pode se agravar quando o local objeto da ocupação apresenta características naturais que o predispõe à ocorrência de processos de inundação. Quando essa apropriação se dá sem seguir os parâmetros urbanísticos, ambientais e técnicos adequados, pode gerar diversas situações indesejadas, dentre elas, as áreas de risco.

Por este motivo, os Setores de Monitoramento também podem incluir áreas ainda não ocupadas, que se encontram nos limiares de setores mapeados com risco Alto (R3) e Muito Alto (R4), e que apresentam características predisponentes para o desenvolvimento de processos de inundação, ou seja, possuem alta ou muito alta suscetibilidade para os processos, mas ainda não estão ocupados.

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 aéreas. Nessa base, foram digitalizados os polígonos referentes às áreas mapeadas e suas respectivas classificações quanto ao grau de risco (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 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 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	<p>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.</p> <p>Correspondem a serviços manuais e/ou utilizando maquinário de pequeno porte.</p>
OBRAS DE DRENAGEM SUPERFICIAL, PROTEÇÃO VEGETAL (GRAMÍNEAS) E DESMONTE DE BLOCOS E MATACÕES	<p>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 matacões. Predomínio de serviços manuais e/ou com maquinário de pequeno porte.</p>
OBRAS DE DRENAGEM DE SUBSUPERFÍCIE	<p>Execução de sistema de drenagem de subsuperfície (trincheiras drenantes, DHP, poços de rebaixamento, etc). Correspondem a serviços parcial ou totalmente mecanizados.</p>
ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO LOCALIZADAS OU LINEARES	<p>Implantação de estruturas de contenção localizadas, como chumbadores, tirantes, microestacas e muros de contenção passivos de pequeno porte ($h_{max}=5\text{ m}$ e $l_{max}=10\text{ m}$). Obras de contenção e proteção de margens de canais (gabiões, muros de concreto, etc). Correspondem a serviços parcial ou totalmente mecanizados.</p>
OBRAS DE TERRAPLENAGEM DE MÉDIO A GRANDE PORTES	<p>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.</p>
ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO DE MÉDIO A GRANDE PORTES	<p>Implantação de estruturas de contenção de médio a grande porte ($h>5\text{m}$ e $l>10\text{m}$), envolvendo obras de contenção passivas e ativas (muros de gravidade, cortinas, etc). Poderão envolver serviços complementares de terraplenagem. Predomínio de serviços mecanizados.</p>

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 Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil da Praia Grande, representada pelo coordenador Eng. Luciano Gomes Souza.

5.1. Trabalhos anteriores realizados no Município de Praia Grande

Alguns trabalhos realizados no município de Praia Grande, relacionados às áreas de risco de deslizamento e inundações, são apresentados a seguir.

5.1.1. Parecer Técnico IPT nº 20.450-301, de 23/04/2012

Este trabalho foi executado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, para o Ministério Público do Estado de São Paulo, Promotoria de Justiça de Praia Grande.

Neste Parecer consta a verificação da existência ou não de risco geológico, associado a deslizamentos de terra e queda de blocos de rocha no imóvel ocupado pelo Palácio das Artes, localizado na Avenida Costa e Silva, 1600, Parque Xixová.

Dado que esse mapeamento é detalhado, optou-se por utilizá-lo no presente trabalho como uma referência para a análise da mesma área do Parque Xixová.

5.1.2. Áreas de risco, Serviço Geológico do Brasil – Município de Praia Grande, 2014

Em maio de 2014, o Serviço Geológico do Brasil – CPRM, publicou o relatório “Ação Emergencial para Delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Enchentes, Inundações e Movimentos de Massa – Praia Grande – São Paulo”. Neste relatório foi apresentado o mapeamento de quatro áreas sendo uma de movimentos de massa em geral, uma de deslizamentos e duas de inundações. Por se tratar de mapeamento detalhado relativamente recente, optou-se por utilizá-lo como uma referência para o preparo da listagem de áreas a serem mapeadas.

5.2. Dados básicos do município de Praia Grande

O município de Praia Grande situa-se na região geográfica imediata de Santos, e na região geográfica intermediária de São Paulo. O município encontra-se a 3 m de

altitude, possui clima subtropical úmido (Cfa), e dista cerca de 72 km da capital. O principal acesso rodoviário ao município é a Rodovia SP-055, Padre Manoel da Nóbrega.

Seus municípios limítrofes são Mongaguá e São Vicente. Existem ainda limites marítimos com os municípios de Santos e Guarujá. Compreende área de 147,07 km², com população de 262.051 habitantes, atingindo uma densidade demográfica de 1.781,87 hab/km², conforme censo IBGE 2010. O município está inserido na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Baixada Santista (UGRHI-7).

A caracterização física do município, apresentada a seguir, foi abordada segundo as características geológicas, geomorfológicas e pedológicas. Os dados geológicos foram obtidos do Mapa Geológico do Estado de São Paulo, publicado por Perrota *et al.* (2006), escala 1:750.000, e os dados geomorfológicos do Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, publicado por IPT (1981), escala 1:1.000.000. A caracterização pedológica referenciou-se no mapa pedológico do Estado de São Paulo, escala 1:250.000, elaborado por Rossi (2017), com base no novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999).

5.2.1. Contexto Geológico do Município de Praia Grande

As rochas do município de Praia Grande são representadas pelas rochas cristalinas da Província Mantiqueira, através do Complexo Costeiro e do Granito Pai Matias, e por rochas sedimentares, através das coberturas detriticas e depósitos litorâneos indiferenciados, além das rochas da Formação Cananéia.

O Complexo Costeiro é representado pela unidade de gnaisses bandados (NPccgb), de idade neoproterozóica, com rochas gnáissico-migmatíticas de composição monzogranítica e textura gnáissica caracterizada por bandas irregulares félscicas, quartzo-feldspáticas, intercaladas com bandas máficas. Compreende sua mineralogia quartzo, microclínio, oligoclásio, hornblenda e biotita. Apresentam estruturas e relações texturais complexas, sugerindo a coexistência de magmas distintos, um granítico e um básico, que podem ter se cristalizado concomitantemente, permitindo a formação de rochas híbridas, que foram intensamente deformadas, gerando gnaisses bandados. Ocorrem enclaves máficos com formas ovaladas, arredondadas ou mesmo sigmoidais.

O Granito Pai Matias, de idade neoproterozóica, peraluminoso e de tipo S (Eay4Spm), tem sua gênese no magmatismo relacionado ao orógeno Araçuaí – Rio Doce. É descrito como biotita-muscovita granito (localmente granodiorito) leucocrático, cinza claro, levemente foliado, de granulação fina a média e localmente grossa. Ocorre também fácies porfirítica foliada com matriz inequigranular média e megacristais idiomórficos ou ovalados de feldspato orientados, que predominam na borda da fácies equigranular.

As coberturas detriticas indiferenciadas (Qdi), de idade quaternária, constituem-se de areias finas a grossas, localmente siltico-argilosas e mais raramente conglomeráticas, intimamente relacionadas a superfícies de aplainamento, formando terraços argilo-arenosos com cascalhos dispersos e níveis de material transportado e ferruginoso. Estes níveis são constituídos por uma matriz rica em óxido e hidróxido de ferro, sem, no entanto, mostrar perfis lateríticos maturos ou imaturos, tratando-se de material alóctone.

Os depósitos litorâneos indiferenciados (Qli), de idade quaternária, são constituídos por depósitos arenosos de cordões regressivos, sedimentos argilo-arenosos de origem flúvio-lagunar, aos quais podem estar associados sambaquis, e sedimentos de mangues, em margens de lagunas e no curso inferior de rios.

A Formação Cananéia (Q1cn), de idade quaternária, tem sua porção basal representada por sedimentos arenosos finos, com níveis de minerais pesados e intercalações argilosas com estratificações onduladas e cruzadas de baixo ângulo, intensa bioturbação e estruturas de sobrecarga. Sua deposição estaria associada a um ambiente transicional, correspondente à face praial superior. No topo ocorrem sedimentos arenosos finos, com estratificações plano-paralelas e níveis de gretas de contração. Estes sedimentos estariam relacionados a uma deposição marinha em ambiente de antepraia.

A **Figura 27** apresenta a distribuição das unidades litoestratigráficas no município, de acordo com Perrota *et al.* (2006).

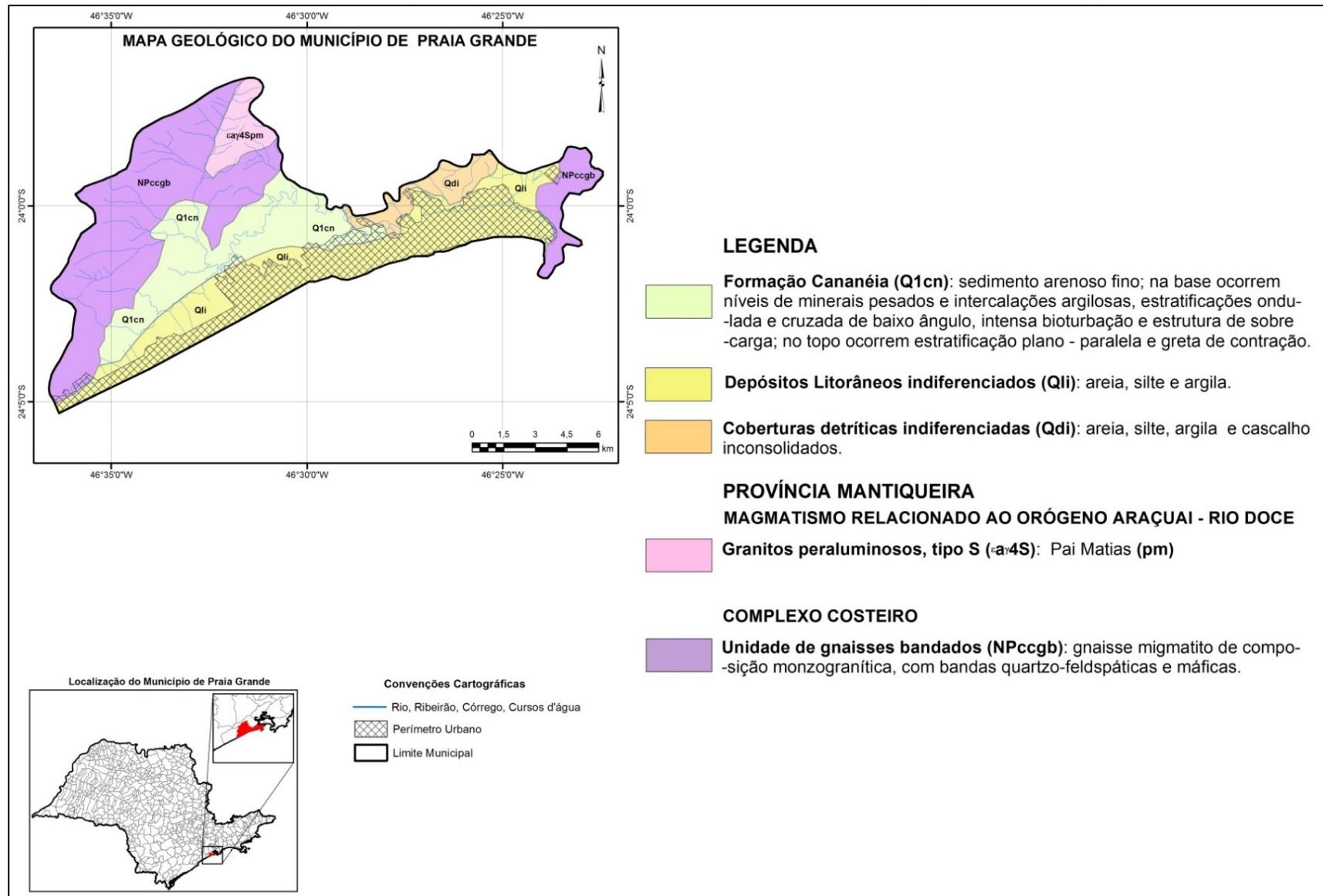


Figura 27 – Mapa geológico ampliado do município de Praia Grande. Fonte: Mapa Geológico do Estado de São Paulo (Perrota et al., 2006).

5.2.2. Contexto Geomorfológico do Município de Praia Grande

De acordo com IPT (1981), o município está localizado na divisão geomorfológica da Província Costeira, representada pela zona da Escarpa/Serra do Mar e Morros Litorâneos, e pela zona das Baixadas Litorâneas.

É realizada também uma caracterização do terreno em relação às formas de relevo. No município são encontrados Relevos de Degradação em Planaltos Dissecados, representados por Morros e Montanhas, e Relevos de Agradação Litorâneos, representados por Planícies Costeiras e Mangues. Abaixo são descritas as unidades geomorfológicas que ocorrem no município, de acordo com IPT (1981). A **Figura 28** apresenta a representação cartográfica dessas principais formas de relevo.

No Relevo de Morros, onde predominam declividades médias a altas - acima de 15% - e amplitudes locais de 100 a 300 m, tem-se a presença de mar de morros e de morros com serras restritas. Os mares e morros são caracterizados por topos arredondados, vertentes com perfis convexos a retilíneos. Drenagem de alta densidade, padrão dendrítico a retangular, vales abertos a fechados, planícies aluvionares interiores desenvolvidas. Constitui geralmente um conjunto de formas em “meia laranja”. Já os morros com serras restritas são morros de topos arredondados, vertentes com perfis retilíneos, por vezes abruptas, presença de serras restritas. Drenagem de alta densidade, padrão dendrítico a pinulado, vales fechados, planícies aluvionares interiores restritas.

O Relevo Montanhoso, onde predominam declividades médias a altas - acima de 15% - e amplitudes locais acima de 300 m, é caracterizado por serras alongadas com topos angulosos, vertentes ravinadas com perfis retilíneos, por vezes abruptas. Drenagem de alta densidade, padrão paralelo pinulado, vales fechados.

As Planícies Costeiras são caracterizadas por terrenos baixos e mais ou menos planos, próximos ao nível do mar, com baixa densidade de drenagem, padrão meandrante, localmente anastomosado. Como formas subordinadas ocorrem cordões (praias, dunas, etc).

Os Mangues são descritos como terrenos baixos, quase horizontais, ao nível de oscilação das marés, caracterizados por sedimentos do tipo vasa (lama) e vegetação típica. Drenagem com padrão difuso.

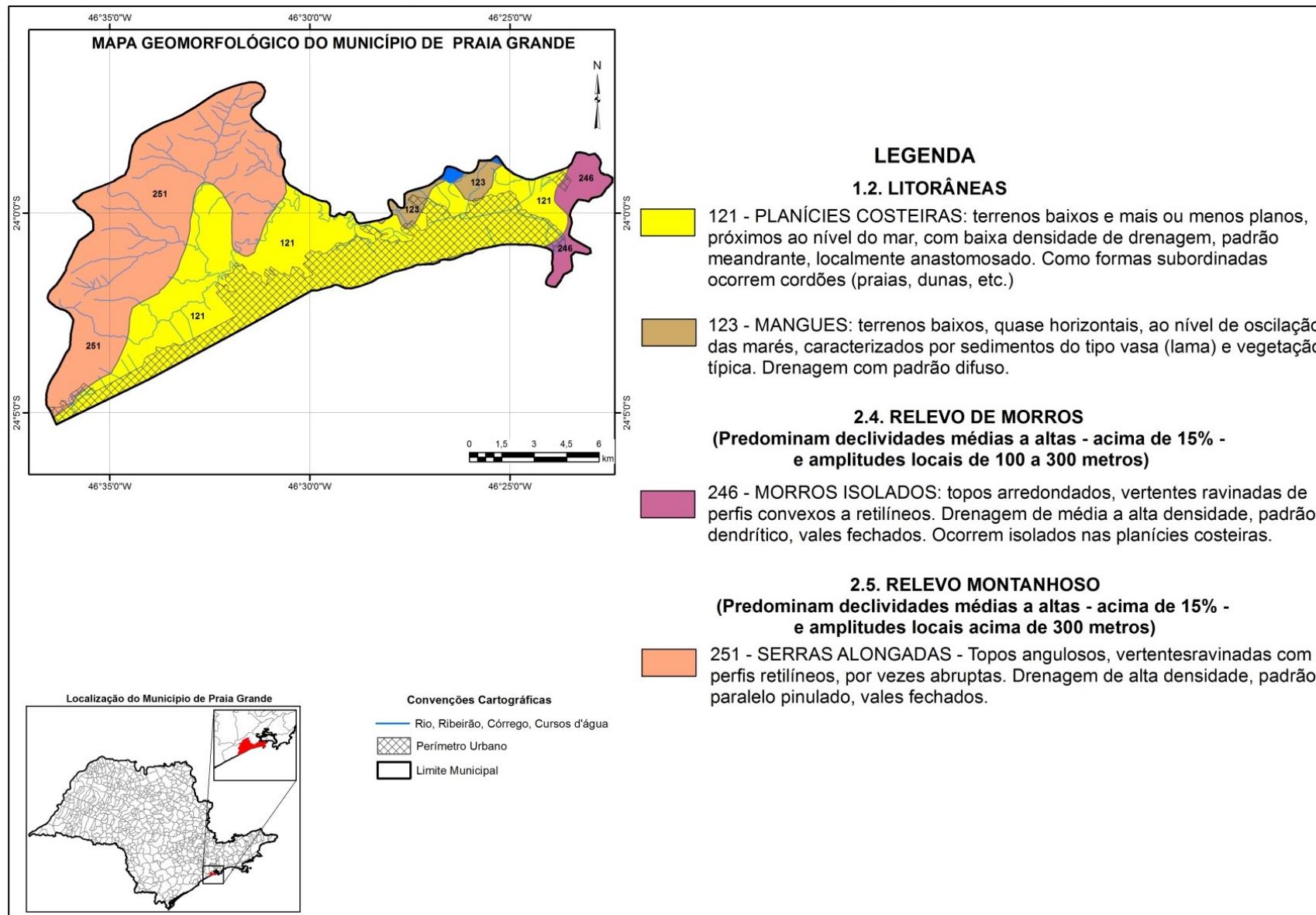


Figura 28 – Mapa geomorfológico ampliado do município de Praia Grande. Fonte: Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981).

5.2.3. Contexto Pedológico do Município de Praia Grande

No que se refere aos tipos de solos que ocorrem no município, segundo Rossi (2017), predominam Cambissolos Háplicos, Espodossolos e Gleissolos Sálicos, Gleissolos Háplicos, Neossolos Litólicos e Organossolos Tiomórfico compõe as associações pedológicas descritas a seguir.

Os Cambissolos Háplicos são representados por cinco associações: associação de Cambissolo Háplico Tb Distrófico A moderado ou proeminente, textura indiscriminada, bem a imperfeitamente drenado + Neossolo Flúvico e Gleissolo Háplico/Melânico, indiscriminados, todos fase relevo suave ondulado (CX7); associação de Cambissolo Háplico Tb A moderado ou proeminente + Latossolo Amarelo/Vermelho-Amarelo típico ou cambissólico A moderado, ambos Distrônicos, textura média ou argilosa, fase relevo forte ondulado (CX16); associação de Cambissolo Háplico Tb Eutrófico, A moderado textura argilosa + Latossolo Amarelo Distrófico típico, pouco profundo, A moderado ou proeminente, textura média e argilosa, ambos fase relevo forte ondulado (CX19); associação de Cambissolo Háplico típico, textura argilosa e média, A moderado e proeminente + Argissolo Amarelo/Vermelho-Amarelo textura média/argilosa e argilosa, não rochoso e rochoso, ambos Distrônicos, fase relevo forte ondulado (CX20); associação de Cambissolo Háplico textura argilosa ou média + Neossolo Litólico textura média, substrato granitoides, ambos Tb Distrófico A moderado, fase rochoso e não rochoso, relevo forte ondulado e montanhoso (CX21).

Os Espodossolos são representados pelo Espodossolo Humilúvico/Ferri-Humilúvico Hidromórfico ou não hidromórfico distrófico, fase relevo plano e suave ondulado (EK).

Os Gleissolos Sálicos são presentes pela associação de Gleissolo Sálico ou Tiomórfico + Neossolo Quartzarênico Hidromórfico sálico, fase relevo plano (GZ).

Os Gleissolos Háplicos são representados de duas maneiras: complexo Indiscriminado de Gleissolo Háplico ou Melânico com ou sem ocorrência de Organossolo, fase relevo plano (GX2); e grupamento indiscriminado de Gleissolo Háplico ou Melânico e Cambissolo Háplico Tb Distrófico A moderado ou proeminente, textura indiscriminada, bem a imperfeitamente drenado, todos fase relevo plano (GX4).

Os Neossolos Litólicos estão presentes como: associação de Neossolo Litólico Distrófico típico textura média ou argilosa, com ou sem cascalho, fase substrato granítóides, relevo montanhoso e escarpado + Afloramento Rochoso (RL23); e associação de Neossolo Litólico Distrófico A moderado, textura média ou argilosa, substrato granítóides + Cambissolo Háplico Distrófico A moderado textura média ou argilosa, ambos fase relevo forte ondulado (RL26).

Os Organossolos Tiomórfico são representados de duas maneiras: Organossolo Tiomórfico ou Háplico, fase relevo plano (OJ1); e associação complexa de Organossolo Tiomórfico + Gleissolo Melânico/Háplico indiscriminado, todos fase relevo plano (OJ2).

Por fim, os Gleissolos Sálicos, que são representados por uma associação de Organossolo Háplico + Gleissolo Háplico ou Melânico indiscriminados, ambos fase relevo plano (OX3).

A **Figura 29** apresenta a distribuição das associações pedológicas presentes no município, de acordo com Rossi (2017).

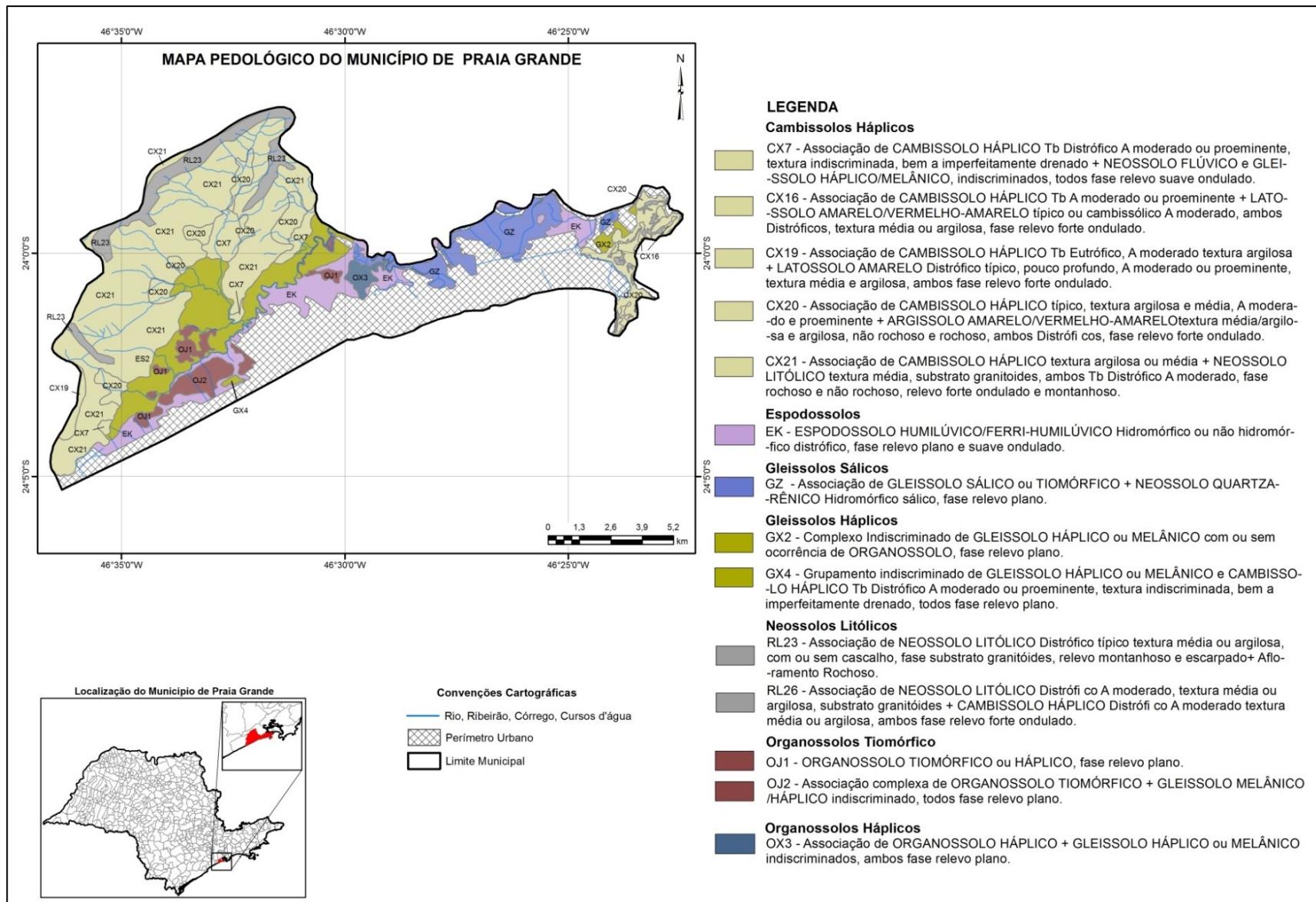


Figura 29 – Mapa pedológico ampliado do município de Praia Grande. Fonte: Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (Rossi, 2017).

5.3. Áreas de Risco Mapeadas

No Município de Praia Grande foram identificadas quatro áreas de risco, com um total de 6 setores mapeados, sendo classificados da seguinte forma: um setor de Risco Alto (R-3) e 3 Setores de Monitoramento (SM) para deslizamento e dois Setores de Monitoramento (SM) para inundação. O **Quadro 7** apresenta as áreas de risco mapeadas, bem como a nomenclatura utilizada neste relatório, e pela Prefeitura do Município de Praia Grande, para sua respectiva identificação.

NOME DA ÁREA	Nº ÁREA	Nº DO SETOR	PROCESSO	NÍVEL DE RISCO
Morro do Xixová – Av. Presidente Costa e Silva / Av. Ecológica	PGR - 01	PGR-01-01	Deslizamento	SM – Setor de Monitoramento
		PGR-01-02	Rolamento/desplacamento / deslizamento	SM – Setor de Monitoramento
		PGR-01-03	Rolamento/desplacamento/deslizamento	R3 – Risco Alto
Vila Sônia, Antártica, Caieiras, Quietude - R. João Roberto Corrêa/Rua Armando Fajardo/ Rua 12	PGR - 02	PGR-02-01	Inundação	SM – Setor de Monitoramento
Ribeirópolis e Samambaia - R. Frei Ricardo do Pilar / Rua Afonso D. Taunay / Av. das Castanheiras / Av. Luis Amaro Costa	PGR - 03	PGR-03-01	Inundação	SM – Setor de Monitoramento
Jardim Alice II – R. João Antônio da Silva/R. Lino Félix	PGR - 04	PGR-04-01	Deslizamento	SM – Setor de Monitoramento

Quadro 7 - Lista de áreas de risco mapeadas no município de Praia Grande.

O **Apêndice 1** contém os desenhos com o resumo dos resultados das áreas mapeadas. No **Apêndice 2** são apresentadas as fichas das áreas mapeadas.

5.3.1. Área PGR-01 (Morro do Xixová – Rua Yolanda T. Giuffrida / Av. Presidente Costa e Silva) - Deslizamento / Rolamento e Desplacamento de Blocos- (SM – Setor de Monitoramento e Setor R3 – Risco Alto)

A área PGR-01 foi subdividida em três setores sendo: Setor PGR-01-01 (SM-Setor de Monitoramento); Setor PGR-01-02 (SM-Setor de Monitoramento) e Setor PGR-01-03 (R-3 – Risco Alto). A seguir a descrição de cada setor.

5.3.1.1 Setor PGR-01-01 (Morro do Xixová – Rua Yolanda T. Giuffrida / Av. Presidente Costa e Silva) – Deslizamento - (SM-Setor de Monitoramento)

Descrição do Setor

A área **PGR-01** comprehende o setor de risco de deslizamento **PGR-01-01** situado em área urbana, onde as moradias estão localizadas na base do Morro do Xixová, na Rua Yolanda T. Giuffrida. O setor apresenta densidade ocupacional média e é composto por moradias de alvenaria de médio a bom padrão construtivo, com infraestrutura pública (luz, água e esgoto). As vias são pavimentadas e o sistema de drenagem é satisfatório.

As moradias estão localizadas na base da encosta natural, o qual possui altura maior que 20 m e uma inclinação variando 25° a 40°. Algumas moradias possuem um talude de corte situado atrás das casas, o qual possui altura variando de 1 a 3 m, inclinação de 70° a 90° e distância variando de 0 a 2 m. O perfil de solo encontrado apresenta um saprolito na base e um solo residual mais próximo ao topo do talude. O risco é aumentado nesta área devido à presença de árvores de grande porte ao longo de toda a encosta e depósitos de solo (tálu) localizados na base da encosta natural.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Espera-se para o setor **PGR-01-01** a ocorrência de processos de deslizamento. Neste caso, em função da probabilidade e gravidade dos processos esperados, o grau de risco do setor **PGR-01-01** foi definido como **SM – Setor de Monitoramento**.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) implantação de dispositivos de drenagem no talude e na encosta natural, principalmente canaletas no

topo e drenos, para condução das águas pluviais, evitando-se, assim, a infiltração de água; b) monitoramento periódico do local; c) fiscalização de uso e ocupação do solo com o objetivo de controlar novas construções e intervenções sem o devido cuidado técnico; d) realizar ações de comunicação e instrução com os moradores em como proceder nos casos de chuvas críticas.

5.3.1.2. Setor PGR-01-02 (Morro do Xixová – Av. Presidente Costa e Silva) – Deslizamento/Rolamento e Desplacamento de Blocos de Rocha- (SM-Setor de Monitoramento)

Descrição do Setor

A área **PGR-01** compreende o setor de risco **PGR-01-02** de deslizamento/rolamento e/ou desplacamento de blocos de rocha situado em área urbana. Na base do Morro do Xixová está situado o Palácio das Artes, na Av. Presidente Costa e Silva. O setor possui boa infraestrutura pública (luz, água e esgoto) e a via é pavimentada e o sistema de drenagem no local é precário.

A encosta natural possui um altura maior que 20 m e uma inclinação média de 40°. O maciço rochoso possui uma altura de cerca de 15 m e inclinação subvertical. O histórico de processos no setor mostra que é uma região com rolamentos/desplacamentos de blocos de rochas, já tendo sido executadas contenções no local.

Na Av. Presidente Costa e Silva, Parque Estadual Xixová, há histórico de rolamento / desplacamento de blocos de rochas. No local foram identificados diversos blocos métricos, alguns com estruturas de contenção e outros não. Depósitos de tálus também foram identificados na base da encosta. Com isso um muro de contenção e um sistema de drenagem superficial na base da encosta foram construídos abrangendo parte dos fundos do Palácio das Artes. O muro de contenção com contrafortes ao longo da sua extensão não se estende por toda a base da encosta, fato esse observado no Parecer Técnico N° 20.450-301 elaborado pelo IPT em 2012, conforme aponta o Croqui esquemático do local. Em relação à vistoria realizada em 2012, observou-se o alteamento atual do muro de contenção para barramento dos blocos de rocha.

A respeito do sistema de drenagem superficial, este é composto por canaletas e escadas d'água. Contudo não há condução apropriada das águas pluviais na base da encosta, fato esse que origina o empoçamento da água atrás do muro de contenção,

que por sua vez, não possui drenos adequados para a saída dessa água acumulada. Além disso, há necessidade de limpeza periódica do sistema de drenagem superficial.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Diante das condições encontradas durante a realização da visita de campo. espera-se para o setor de risco **PGR-01-02** a ocorrência de novos processos de rolamentos/desplacamentos/deslizamento. Neste caso, em função da probabilidade e gravidade dos processos esperados, o grau de risco do setor **PGR-01-02** foi definido como **SM – Setor de Monitoramento**.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) implantação de dispositivos de drenagem que conduzam adequadamente as águas pluviais a fim de evitar o empoçamento atrás do muro de contenção; b) monitoramento periódico do local; c) fiscalização de uso e ocupação do solo com o objetivo de controlar novas construções e intervenções sem o devido cuidado técnico; d) realizar ações de comunicação e instrução aos trabalhadores do local em como proceder nos casos de chuvas críticas.

5.3.1.2 Setor PGR-01-03 (Morro do Xixová – Av. Presidente Costa e Silva) – Deslizamento/Rolamento e Desplacamento de Blocos de Rocha - (R3 – Risco Alto)

Descrição do Setor

A área **PGR-01** compreende o setor de risco **PGR-01-03** de deslizamento e rolamento/desplacamento de blocos de rocha situado em área urbana. Na base do Morro do Xixová está situado o Palácio das Artes, na Av. Presidente Costa e Silva. O setor possui boa infraestrutura pública (luz, água e esgoto) e a via é pavimentada e o sistema de drenagem no local é precário.

A encosta natural possui uma altura maior que 20 m e uma inclinação média de 40°. O maciço rochoso possui uma altura de cerca de 15 m e inclinação subvertical. O histórico

de processos no setor mostra que é uma região com rolamentos/desplacamentos de blocos de rochas, já tendo sido executadas contenções no local.

Em 2012, o Parecer Técnico N° 20.450-301 elaborado pelo IPT apontava para adequações das intervenções executadas, como: alteamento do muro de contenção, a fim de servir como barreira para contenção de blocos, colocação de telas metálicas para contenção de blocos de rochosas, adequações/ampliações e limpeza periódica do sistema de drenagem superficial, além do monitoramento quanto a indicação de instabilidades no local. No local foram identificados diversos blocos métricos, alguns com contenção e outros não. Depósitos de tálus também foram identificados na base da encosta.

Durante a vistoria da equipe do IPT, para realização do presente trabalho, foram identificados pequenos desplacamentos de blocos e a não execução das recomendações do Parecer Técnico supracitado, no que tange à colocação de telas metálicas e ampliação/adequações do sistema de drenagem e sua limpeza periódica.

Na vistoria realizada em 2012, o local se encontrava com vegetação rasteira na sua base, e na atual vistoria encontrava-se com depósito de solo, blocos de rocha e árvores de médio porte na base da encosta natural, o que indica que entre 2012 e a data da atual vistoria ocorreram movimentos de solo e rocha no local.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Diante das condições encontradas durante a realização da visita de campo, espera-se para o setor de risco **PGR-01-03** a ocorrência de novos processos de rolamentos/desplacamentos. Neste caso, em função da probabilidade e gravidade dos processos esperados, o grau de risco do setor **PGR-01-03** foi definido como **R3 – Risco Alto**.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) implantação de telas metálicas ou outra estrutura de contenção para a estabilização dos blocos de rochas; (b) limpeza do sistema de drenagem; (c)monitoramento da encosta, a fim de identificar processos de instabilidade no local; e (c) orientação aos trabalhadores do local sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva.

5.3.2. Área PGR-02 (Vila Sônia - R. João Roberto Corrêa / Antártica – Rua 12 / Caieiras / Quietude - Rua Armando Fajardo) – Inundação - (SM-Setor de Monitoramento)

Descrição da Área

A área **PGR-02** comprehende o setor de risco **PGR-02-01** localizado nos bairros Vila Sônia, Caieras, Antártica e Quietude nas imediações das ruas João Roberto Corrêa, Rua 12 e Rua Armando Fajardo. As moradias são de baixo a médio padrão construtivo variando de alvenaria até barracos de madeira. O setor não possui boa infraestrutura pública (luz, água e esgoto) em toda a sua extensão e nem todas as vias são pavimentadas. O sistema de drenagem no local é inexistente ou precário.

As moradias localizam-se na várzea do Rio Branco e Rio Negro e quando há chuvas fortes e prolongadas combinadas com eventos de maré cheia, há o extravasamento das águas. Segundo relatos da Compdec, as águas não chegam a invadir as moradias, limitando-se ao viário. A lâmina d'água nesses bairros varia de 0,3 a 0,6 m de altura.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Espera-se para a área **PGR-02** a ocorrência de novos processos de inundação. Neste caso, em função da probabilidade e gravidade dos processos esperados, o grau de risco da área **PGR-02-01** foi definido como **SM – Setor de Monitoramento**.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) instalação de sistemas de alertas de forma a prever processos de inundações; (b) nos casos de áreas ainda desocupadas, fiscalizar no sentido de impedir novas ocupações em áreas sujeitas a inundações; e (c) orientar a população em como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuvas.

5.3.3. Área PGR-03 (Ribeirópolis - R. Frei Ricardo do Pilar / Rua Afonso D. Taunay / Samambaia - Av. das Castanheiras / Samambaia - Av. Luis Amaro Costa) – Inundação - (SM-Setor de Monitoramento)

Descrição da Área

A área **PGR-03** comprehende o setor de risco **PGR-03-01** localizado nos bairros Ribeirópolis e Samambaia nas imediações das ruas Frei do Pilar, Rua Afonso D. Taunay, Av. das Castanheiras e Av. Luis Amaro Costa. As moradias são de alvenaria de médio a alto padrão construtivo. O setor possui boa infraestrutura pública (luz, água e esgoto) e as vias são pavimentadas. O sistema de drenagem no setor varia de precário a satisfatório.

As moradias localizam-se próximas ao Rio Branco e quando há chuvas fortes e prolongadas combinadas com eventos de maré cheia, há o extravasamento das águas. Segundo relatos da Compdec, no bairro Ribeirópolis as águas não chegam a invadir as moradias, limitando-se ao viário. A lâmina d'água nesse bairro varia de 0,3 a 0,5 m de altura. Já no Samamabaia, Av. Luis Amaro Costa, a Prefeitura está executando obras para melhoria da drenagem na área. As moradias próximas ao canal existente na avenida são alteadas e altura máxima da lâmina d'água na área é de 0,5 m. Na Av. das Castanheiras, o bairro é constituído de moradias de boa qualidade e as águas só atingem o viário.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Espera-se para o setor **PGR-03-01** a ocorrência de novos processos de inundação. Neste caso, em função da probabilidade e gravidade dos processos esperados, o grau de risco do setor **PGR-03-01** foi definido como **SM – Setor de Monitoramento**.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) instalação de sistemas de alertas de forma a prever processos de inundações; (b) nos casos de áreas ainda desocupadas, fiscalizar no sentido de impedir novas ocupações em áreas sujeitas a inundações; e (c) orientar a população em como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuvas.

5.3.4. Área PGR-04 (Jardim Alice II – R. João Antônio da Silva/R. Lino Félix) – Deslizamento - (SM-Setor de Monitoramento)

Descrição do setor

A área **PGR-04** compreende o setor de risco **PGR-04-01** localizado nas ruas João Antônio da Silva e Rua Lino Félix, no Bairro Jardim Alice II, situado em área urbana. As moradias são de madeira e de alvenaria variando de baixo a médio padrão construtivo e estão localizadas na base da encosta. Parte do setor não possui boa infraestrutura como iluminação pública, água e esgoto. O sistema de drenagem é inexistente.

Trata-se de um setor onde as moradias estão localizadas em encosta natural com altura maior que 20 m e inclinação média de 25°. Algumas moradias possuem taludes de corte nos fundos com altura variando de 1 a 3 m e inclinação subvertical variando de 70° a 90°. O perfil de solo no talude corte varia de solo residual a saprolito. As moradias de madeira estão localizadas sobre depósitos de tálus existente no local. Foram identificados blocos de rocha métricos no setor e bananeiras no topo do talude de corte.

Algumas famílias no setor foram cadastradas pela Secretaria da Habitação para recebimento de novos moradias.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Espera-se para o setor **PGR-04-01** a ocorrência de novos processos de deslizamento. Neste caso, o grau de risco do setor **PGR-04-01**, em função da probabilidade e gravidade, foi definido como **SM – Setor de Monitoramento**.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) implantação de dispositivos de drenagem no talude e na encosta natural, principalmente canaletas no topo e drenos, para condução das águas pluviais, evitando-se, assim, a infiltração de água, principalmente, na região do tálus; b) monitoramento periódico do local; c) fiscalização de uso e ocupação do solo com o objetivo de controlar novas construções e intervenções sem o devido cuidado técnico; d) realizar ações de comunicação e instrução com os moradores em como proceder nos casos de chuvas críticas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este relatório apresenta o resultado dos trabalhos referentes ao mapeamento de áreas de risco a deslizamentos e inundações do município de Praia Grande, assim como indicação de concepção de intervenções para as áreas mais críticas. No Município de Praia Grande foram identificadas quatro áreas de risco, com um total de 6 setores mapeados, sendo classificados da seguinte forma: um setor de Risco Alto (R3) e 3 Setores de Monitoramento (SM) para deslizamento e dois Setores de Monitoramento (SM) para inundações.

As áreas de inundações localizam-se, principalmente, próximas ao Rio Branco e ao Rio Negro e seus afluentes, onde se situam vários bairros, podendo afetar uma grande quantidade de edificações e vias.

As áreas de deslizamento estão relacionadas a ocupação em trecho de encosta natural e taludes de cortes feitos, em sua maioria, pelos moradores. No Palácio das Artes existem setores onde podem ocorrer, além de deslizamentos, rolamentos e deslocamentos de blocos. Embora tenham sido realizadas algumas obras, essas necessitam de manutenção e algumas adequações quanto à drenagem superficial. Além disso, as obras não abrangem toda a extensão da edificação, sendo o trecho sem obras classificado como R3- Risco Alto.

Recomenda-se que o município desenvolva soluções de monitoramento nas áreas ocupadas e mecanismos para controle daquelas ainda não ocupadas, que apresentam potencial para impacto tanto de deslizamentos como das águas.

Ressalta-se que as sugestões de intervenção propostas neste estudo são, e devem ser tratadas, como concepções indicativas para cada situação ou caso, com base em observações expeditas. Projetos específicos deverão ser elaborados com base em estudos e investigações aprofundadas.

Sugere-se que o município desenvolva ferramentas para orientação da população sujeita ao impacto dos diferentes fenômenos, principalmente nos pontos onde a chegada do socorro pode ser prejudicada pela distância ou pela interdição de vias.

Os aspectos discutidos, assim como as sugestões de intervenção propostas para minimização dos riscos identificados neste relatório técnico têm um caráter preliminar, compatível com a qualidade e quantidade de dados passíveis de levantamento em uma vistoria expedita. Esse caráter reforça a necessidade da manutenção de 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 da população no município de Praia Grande.

São Paulo, 22 de outubro de 2019.

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

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

Geól. Mestre Fabrício Araujo Mirandola
Chefe da Seção
CREASP Nº 5062055808 – RE 08658

Geól. Mestre Marcelo Fischer Gramani
Gerente do Projeto
CREASP Nº 50608011434 – RE 8474

CENTRO DE TECNOLOGIAS
GEOAMBIENTAIS

Bióloga Dra. Cláudia Echevenguá Teixeira
Diretora do Centro
CRBio Nº 009240-0 – RE Nº 08577

7. EQUIPE TÉCNICA

CENTRO DE TECNOLOGIAS GEOAMBIENTAIS – CTGeo

Seção de Investigações, Riscos e Desastres Naturais – Sirden

Gerente do Projeto: Marcelo Fischer Gramani – Mestre, Geólogo

Eduardo Soares de Macedo – Doutor, Geólogo

Marcela Penha Pereira Guimarães – Mestre, Engenheira Civil

Airton Marambaia Santa – Técnico em Geologia

Luis Celso Coutinho da Silva – Técnico em Geologia

Lucas Henrique Sandre – Estagiário, Geologia

Apoio

Maria Castro da Silva – Secretária

8. BIBLIOGRAFIA

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

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Consulta à homepage oficial**. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: outubro/2019.

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

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

MINISTÉRIO DAS CIDADES, INSTITUTO DE PESQUISAS 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.

PERROTTA, M.M.; SALVADOR, E.D.; LOPES, R.C.; D'AGOSTINO, L.Z.; PERUFFO, N.; GOMES, S.D.; SACHS, L.L.B.; MEIRA, V.T.; LACERDA FILHO, J.V. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo, escala 1:750.000**. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, CPRM, São Paulo, 2006.

ROSSI, M. 2017. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado**. São Paulo: Instituto Florestal, 2017. V.1. 118p.

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

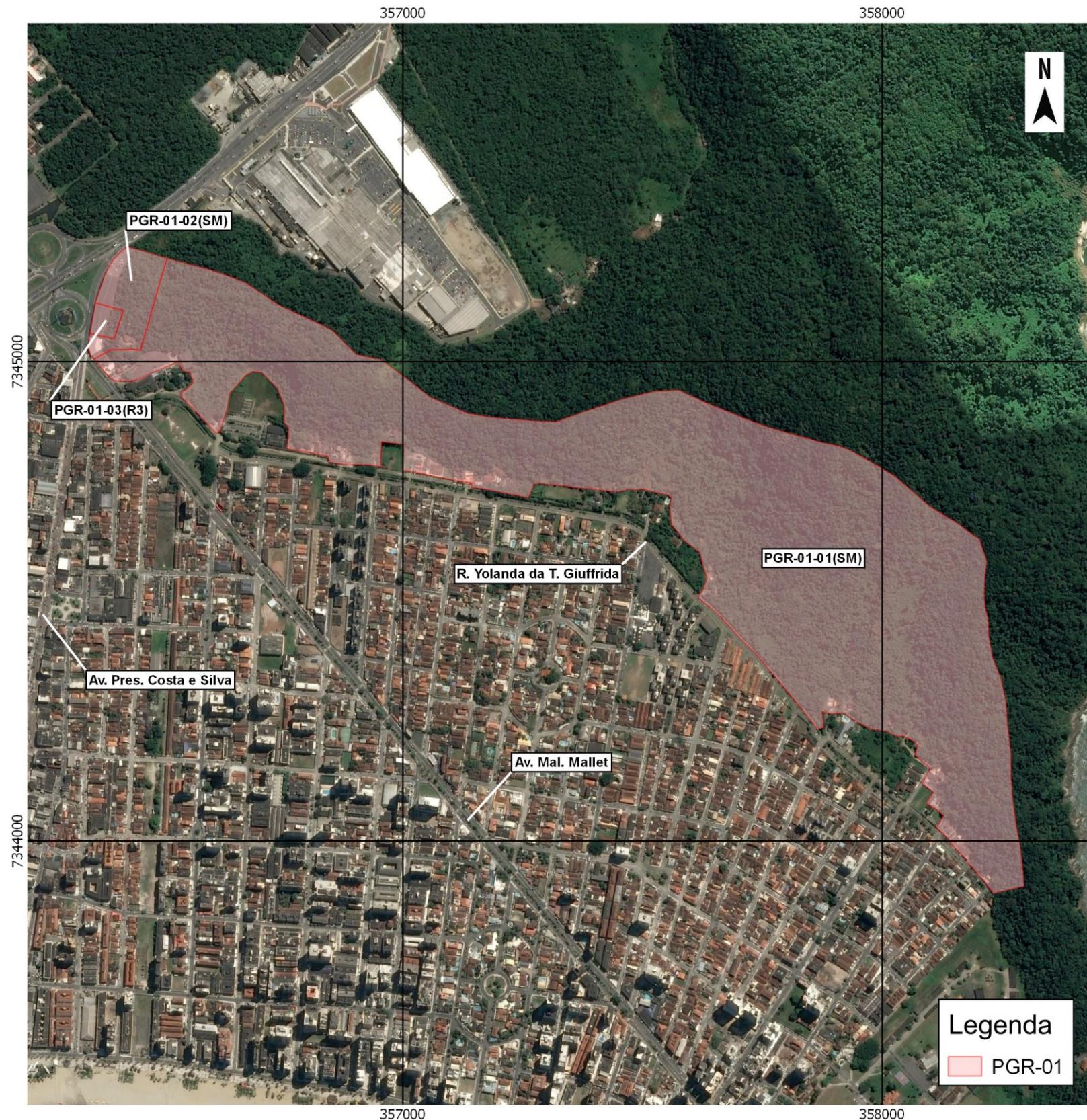
MAPEAMENTO DE ÁREAS DE ALTO E MUITO ALTO RISCO A DESLIZAMENTOS E INUNDAÇÕES

DESLIZAMENTO

Município: Praia Grande

Nome da área: Morro do Xixová – Av. Presidente Costa e Silva / R. Yolanda da T. Giuffrida (PGR-01)

Grau de Risco Predominante: Setor de Monitoramento (SM)



Vista do talude de corte situado atrás da moradia, na Rua Yolanda T. Giuffrida.



Vista de outra moradia situada na base da encosta natural, com um talude de corte nos fundos.



Moradia situada na base da encosta natural sobre depósito de tálus.



Outra moradia situada sobre depósito de tálus, na base da encosta natural. Notar a presença de blocos no local.

Descrição da Área

A área PGR-01 comprehende o setor de risco de deslizamento PGR-01-01 situado em área urbana, onde as moradias estão localizadas na base do Morro do Xixová, na Rua Yolanda T. Giuffrida. O setor apresenta densidade ocupacional média e é composto por moradias de alvenaria de médio a bom padrão construtivo, com infraestrutura pública (luz, água e esgoto). As vias são pavimentadas e o sistema de drenagem é satisfatório. As moradias estão localizadas na base da encosta natural, o qual possui altura maior que 20 m e uma inclinação variando 25° a 40°. Algumas moradias possuem um talude de corte situado atrás das casas, o qual possui altura variando de 1 a 3 m, inclinação de 70° a 90° e distância variando de 0 a 2 m. O perfil de solo encontrado apresenta um saprolito na base e um solo residual mais próximo ao topo do talude. O risco é aumentado nesta área devido à presença de árvores de grande porte ao longo de toda a encosta e depósitos de solo (tálus) localizados na base da encosta natural.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Espera-se para o setor PGR-01-01 a ocorrência de processos de deslizamento. Neste caso, em função da probabilidade e gravidade dos processos esperados, o grau de risco do setor PGR-01-01 foi definido como SM – Setor de Monitoramento.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) implantação de dispositivos de drenagem no talude e na encosta natural, principalmente canaletas no topo e drenos, para condução das águas pluviais, evitando-se, assim, a infiltração de água; b) monitoramento periódico do local; c) fiscalização de uso e ocupação do solo com o objetivo de controlar novas construções e intervenções sem o devido cuidado técnico; d) realizar ações de comunicação e instrução com os moradores em como proceder nos casos de chuvas críticas.

Número aproximado de moradias: 60

Número aproximado de moradores: 240

ipt INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS	CTGeo - Sirden	Governo do Estado de São Paulo Coordenadoria Estadual de Defesa Civil Casa Militar - Gabinete do Governador
Escala: 1:10000		Município de Praia Grande
Data: Outubro/2019		Morro do Xixová – Av. Pres. Costa e Silva / R. Yolanda da T. Giuffrida (Setor PGR-01-01)
RT: 158150-205		Deslizamento (SM - Setor de Monitoramento)
		Desenho N°: 01

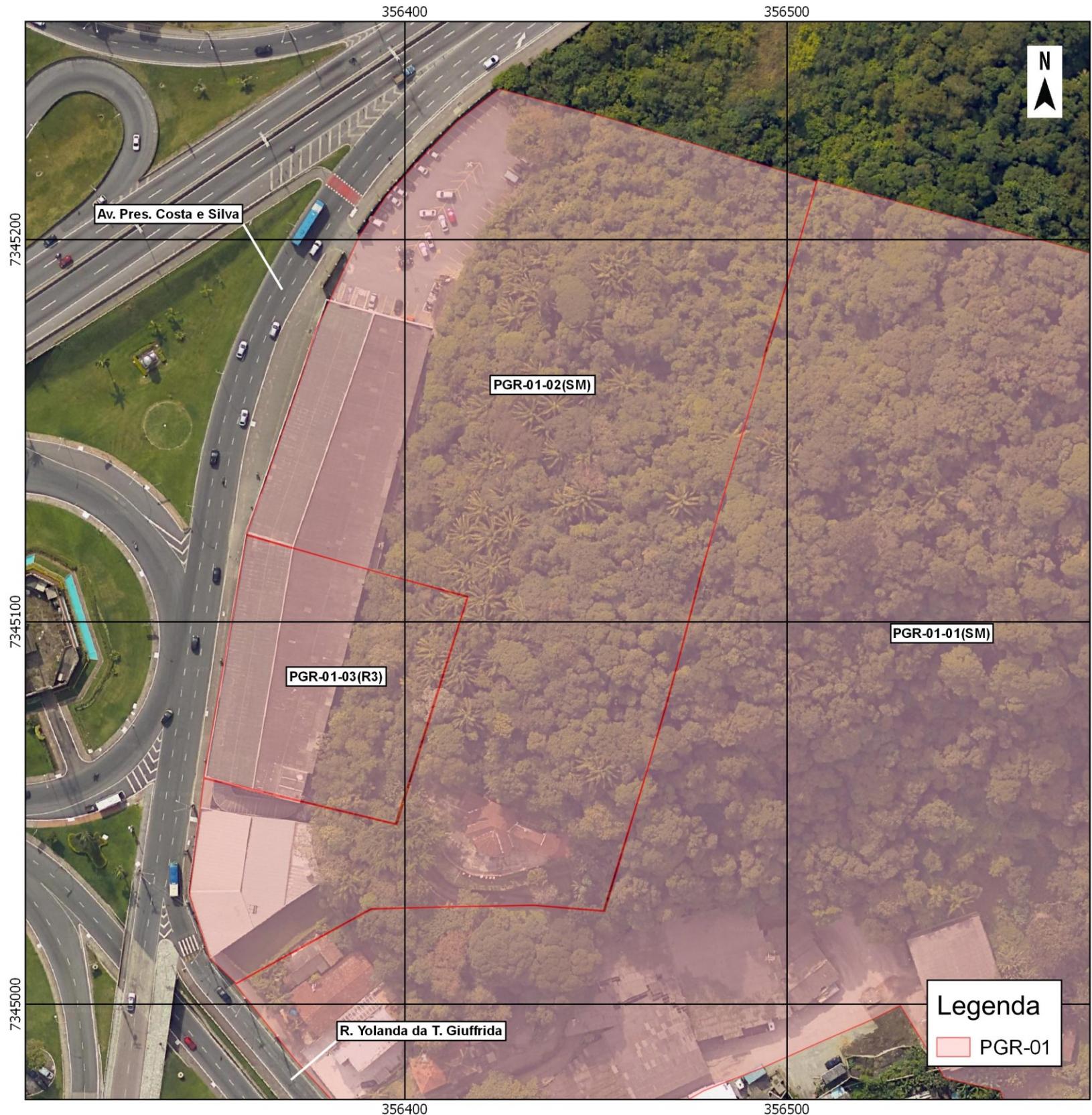
MAPEAMENTO DE ÁREAS DE ALTO E MUITO ALTO RISCO A DESLIZAMENTOS E INUNDAÇÕES

DESLIZAMENTO

Município: Praia Grande

Nome da área: Morro do Xixová – Av. Presidente Costa e Silva / R. Yolanda da T. Giuffrida (PGR-01)

Grau de Risco Predominante: Setor de Monitoramento (SM)



Vista geral da estrutura de contenção feita nos fundos do Palácio das Artes. Visita realizada em 11/09/19.



Canaleta de drenagem em 2019. Notar a presença menos intensa de folhas e galhos.



Vista da escada d'água desaguando atrás da estrutura de contenção. Notar a inexistência de condução apropriada na destinação das águas provindas da encosta.



Detalhe do furo existente para a saída d'água atrás do muro. Notar como a água se acumula atrás do muro.

Descrição da Área

A área PGR-01 compreende o setor de risco PGR-01-02 de deslizamento/rolamento e/ou deslocamento de blocos de rocha situado em área urbana. Na base do Morro do Xixová está situado o Palácio das Artes, na Av. Presidente Costa e Silva. O setor possui boa infraestrutura pública (luz, água e esgoto) e a via é pavimentada e o sistema de drenagem no local é precário. A encosta natural possui um altura maior que 20 m e uma inclinação média de 40°. O maciço rochoso possui uma altura de cerca de 15 m e inclinação subvertical. O histórico de processos no setor mostra que é uma região com rolamentos/deslocamentos de blocos de rochas, já tendo sido executadas contenções no local. Na Av. Presidente Costa e Silva, Parque Estadual Xixová, há histórico de rolamento / deslocamento de blocos de rochas. No local foram identificados diversos blocos métricos, alguns com estruturas de contenção e outros não. Depósitos de tâlus também foram identificados na base da encosta. Com isso um muro de contenção e um sistema de drenagem superficial na base da encosta foram construídos abrangendo parte dos fundos do Palácio das Artes. O muro de contenção com contrafortes ao longo da sua extensão não se estende por toda a base da encosta, fato esse observado no Parecer Técnico N° 20.450-301 elaborado pelo IPT em 2012, conforme aponta o Croqui esquemático do local. Em relação à vistoria realizada em 2012, observou-se o alteamento atual do muro de contenção para barramento dos blocos de rocha. A respeito do sistema de drenagem superficial, este é composto por canaletas e escadas d'água. Contudo não há condução apropriada das águas pluviais na base da encosta, fato esse que origina o empoeamento da água atrás do muro de contenção, que por sua vez, não possui drenos adequados para a saída dessa água acumulada. Além disso, há necessidade de limpeza periódica do sistema de drenagem superficial.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Diante das condições encontradas durante a realização da visita de campo, espera-se para o setor de risco PGR-01-02 a ocorrência de novos processos de rolamentos/deslocamentos/deslizamento. Neste caso, em função da probabilidade e gravidade dos processos esperados, o grau de risco do setor PGR-01-02 foi definido como SM – Setor de Monitoramento.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) implantação de dispositivos de drenagem que conduzam adequadamente as águas pluviais a fim de evitar o empoeamento atrás do muro de contenção; b) monitoramento periódico do local; c) fiscalização de uso e ocupação do solo com o objetivo de controlar novas construções e intervenções sem o devido cuidado técnico; d) realizar ações de comunicação e instrução aos trabalhadores do local em como proceder nos casos de chuvas críticas.

Número aproximado de moradias: 01 moradia e 02 edificações
Número aproximado de moradores: 04 moradores mais transeuntes

ipt Instituto de Pesquisas Tecnológicas	CTGeo - Sirden	Brasão do Estado de São Paulo Coordenadoria Estadual de Defesa Civil Casa Militar - Gabinete do Governador
Escala: 1:1250	Município de Praia Grande	
Data: Outubro/2019	Morro do Xixová – Av. Pres. Costa e Silva / R. Yolanda da T. Giuffrida (Setor PGR-01-02)	
RT: 158150-205	Deslizamento (SM - Setor de Monitoramento)	
		Desenho N°: 02

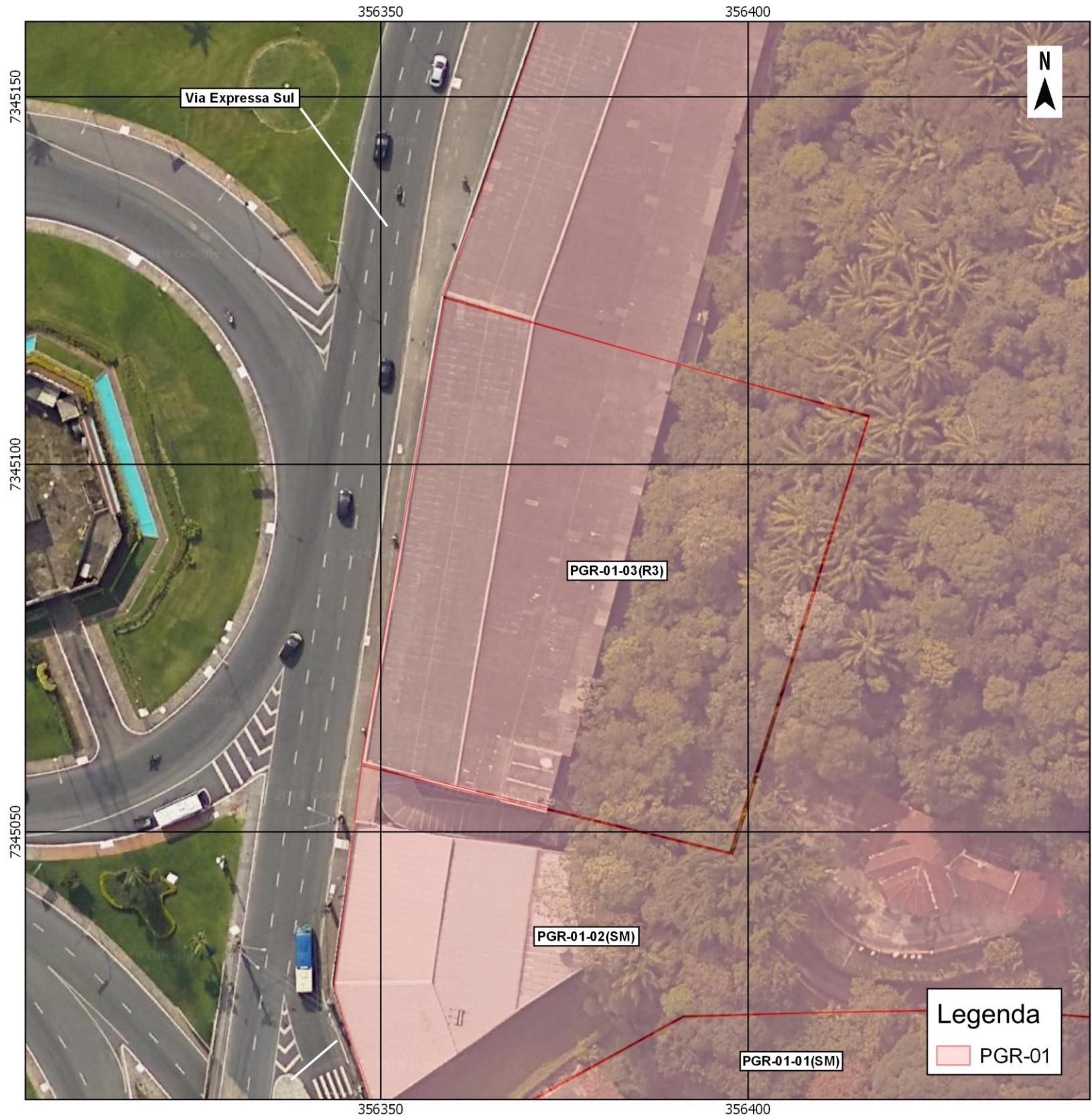
MAPEAMENTO DE ÁREAS DE ALTO E MUITO ALTO RISCO A DESLIZAMENTOS E INUNDAÇÕES

DESLIZAMENTO

Município: Praia Grande

Nome da área: Morro do Xixová – Av. Presidente Costa e Silva / R. Yolanda da T. Giuffrida (PGR-01)

Grau de Risco Predominante: Risco Alto (R3)



Vista da encosta atrás do Palácio das Artes, onde não há estrutura de contenção.



Detalhe da proximidade da encosta com o Palácio das Artes. Notar a existência de uma janela bem próxima à encosta. Em caso de queda de blocos, essa seria facilmente atingida.



Detalhe de um grande bloco existente próximo a edificação.



Deslocamento recente de pequenos blocos atrás da edificação.

Descrição da Área

A área PGR-01 compreende o setor de risco PGR-01-03 de deslizamento e rolamento/deslocamento de blocos de rocha situado em área urbana. Na base do Morro do Xixová está situado o Palácio das Artes, na Av. Presidente Costa e Silva. O setor possui boa infraestrutura pública (luz, água e esgoto) e a via é pavimentada e o sistema de drenagem no local é precário. A encosta natural possui um altura maior que 20 m e uma inclinação média de 40°. O maciço rochoso possui uma altura de cerca de 15 m e inclinação subvertical. O histórico de processos no setor mostra que é uma região com rolamentos/deslocamentos de blocos de rochas, já tendo sido executadas contenções no local. Em 2012, o Parecer Técnico N° 20.450-301 elaborado pelo IPT apontava para adequações das intervenções executadas, como: alteamento do muro de contenção, a fim de servir como barreira para contenção de blocos, colocação de telas metálicas para contenção de blocos de rochosas, adequações/ampliações e limpeza periódica do sistema de drenagem superficial, além do monitoramento quanto a indicação de instabilidades no local. No local foram identificados diversos blocos métricos, alguns com contenção e outros não. Depósitos de tálus também foram identificados na base da encosta. Durante a vistoria da equipe do IPT, para realização do presente trabalho, foram identificados pequenos deslocamentos de blocos e a não execução das recomendações do Parecer Técnico supracitado, no que tange à colocação de telas metálicas e ampliação/adequações do sistema de drenagem e sua limpeza periódica. Na vistoria realizada em 2012, o local se encontrava com vegetação rasteira na sua base, e na atual vistoria encontrava-se com depósito de solo, blocos de rocha e árvores de médio porte na base da encosta natural, o que indica que entre 2012 e a data da atual vistoria ocorreram movimentos de solo e rocha no local.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Diante das condições encontradas durante a realização da visita de campo, espera-se para o setor de risco PGR-01-03 a ocorrência de novos processos de rolamentos/deslocamentos. Neste caso, em função da probabilidade e gravidade dos processos esperados, o grau de risco do setor PGR-01-03 foi definido como R3 – Risco Alto.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) implantação de telas metálicas ou outra estrutura de contenção para a estabilização dos blocos de rochas; (b) limpeza do sistema de drenagem; (c) monitoramento da encosta, a fim de identificar processos de instabilidade no local; e (c) orientação aos trabalhadores do local sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva.

Número aproximado de moradias: 01 edificação

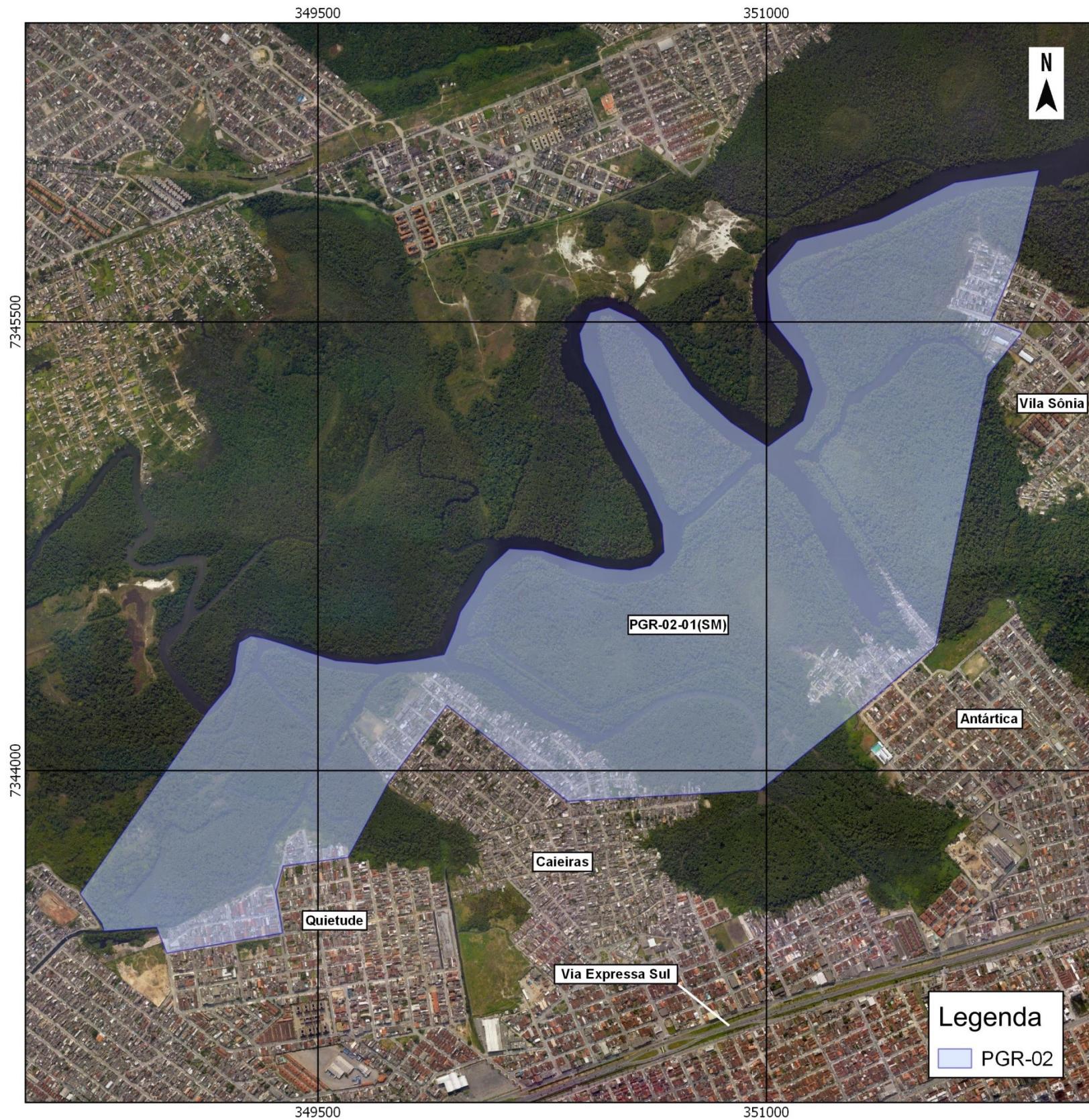
Número aproximado de moradores: transeuntes

ipt INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS	CTGeo - Sirden	Governo do Estado de São Paulo Coordenadoria Estadual de Defesa Civil Casa Militar - Gabinete do Governador
Escala: 1:650		Município de Praia Grande Morro do Xixová – Av. Pres. Costa e Silva / R. Yolanda da T. Giuffrida (Setor PGR-01-03) Deslizamento (R3 - Risco Alto)
Data: Outubro/2019		RT: 158150-205
		Desenho N°: 03

MAPEAMENTO DE ÁREAS DE ALTO E MUITO ALTO RISCO A DESLIZAMENTOS E INUNDAÇÕES

INUNDAÇÃO

Município: Praia Grande
Nome da área: Vila Sônia - R. João Roberto Corrêa / Antártica – Rua 12 / Caeiras / Quietude - Rua Armando Fajardo (PGR-02)
Grau de Risco Predominante: Setor de Monitoramento (SM)



Vista da marca d'água na parede da moradia na Vila Sônia.



Vista geral da rua João Roberto Corrêa. Água atinge as moradias localizadas próximas ao poste.



Vista das moradias situadas no bairro Antártica.



Vista das moradias no bairro Quietude. Notar o baixo padrão construtivo das moradias.

Descrição da Área

A área PGR-02 compreende o setor de risco PGR-02-01 localizado nos bairros Vila Sônia, Caeiras, Antártica e Quietude nas imediações das ruas João Roberto Corrêa, Rua 12 e Rua Armando Fajardo. As moradias são de baixo a médio padrão construtivo variando de alvenaria até barracos de madeira. O setor não possui boa infraestrutura pública (luz, água e esgoto) em toda a sua extensão e nem todas as vias são pavimentadas. O sistema de drenagem no local é inexistente ou precário. As moradias localizam-se na várzea do Rio Branco e Rio Negro e quando há chuvas fortes e prolongadas combinadas com eventos de maré cheia, há o extravasamento das águas. Segundo relatos da Compdec, as águas não chegam a invadir as moradias, limitando-se ao viário. A lâmina d'água nesses bairros varia de 0,3 a 0,6 m de altura.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Espera-se para a área PGR-02 a ocorrência de novos processos de inundação. Neste caso, em função da probabilidade e gravidade dos processos esperados, o grau de risco da área PGR-02-01 foi definido como SM – Setor de Monitoramento.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) instalação de sistemas de alertas de forma a prever processos de inundações; (b) nos casos de áreas ainda desocupadas, fiscalizar no sentido de impedir novas ocupações em áreas sujeitas a inundações; e (c) orientar a população em como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuvas.

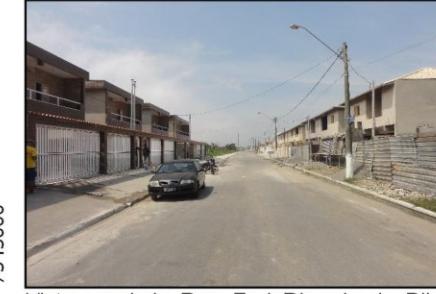
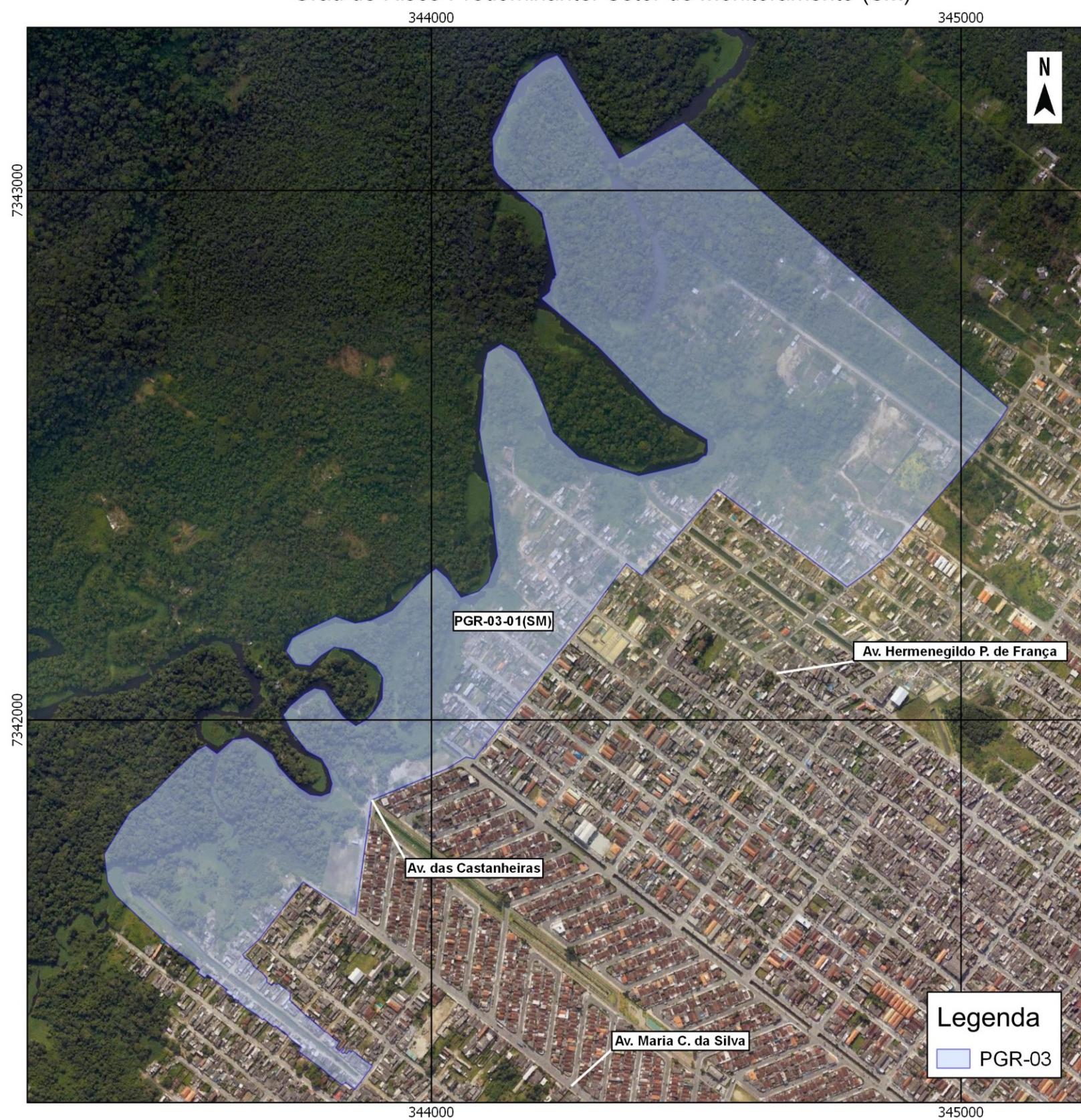
Número aproximado de moradias: mais de 500

Número aproximado de moradores: mais de 2000

ipt	CTGeo - Sirden	Governo do Estado de São Paulo Coordenadoria Estadual de Defesa Civil Casa Militar - Gabinete do Governador
Escala: 1:16000	Município de Praia Grande	
Data: Outubro/2019	Vila Sônia - R. João Roberto Corrêa / Antártica – Rua 12/Caeiras/ Quietude - Rua Armando Fajardo (Setor PGR-02-01)	Inundação (SM - Setor de Monitoramento)
RT: 158150-205		Desenho N°: 04

MAPEAMENTO DE ÁREAS DE ALTO E MUITO ALTO RISCO A DESLIZAMENTOS E INUNDAÇÕES

INUNDAÇÃO



Vista geral da Rua Frei Ricardo do Pilar, em Ribeirópolis.



Vista da Av. das Castanheiras, em Samambaia. Inundação atinge apenas o viário.



Detalhe do alteamento das moradias devido às frequentes inundações no local.



Canal existente na Av. Luis Amaro Costa, o qual deságua no Rio Branco. Quando há chuvas intensas e prolongadas, as águas do canal extravasam e invadem as moradias mais próximas.

Descrição da Área

A área PGR-03 compreende o setor de risco PGR-03-01 localizado nos bairros Ribeirópolis e Samambaia nas imediações das ruas Frei do Pilar, Rua Afonso D. Taunay, Av. das Castanheiras e Av. Luis Amaro Costa. As moradias são de alvenaria de médio a alto padrão construtivo. O setor possui boa infraestrutura pública (luz, água e esgoto) e as vias são pavimentadas. O sistema de drenagem no setor varia de precário a satisfatório. As moradias localizam-se próximas ao Rio Branco e quando há chuvas fortes e prolongadas combinadas com eventos de maré cheia, há o extravasamento das águas. Segundo relatos da Comdec, no bairro Ribeirópolis as águas não chegam a invadir as moradias, limitando-se ao viário. A lâmina d'água nesse bairro varia de 0,3 a 0,5 m de altura. Já no Samambaia, Av. Luis Amaro Costa, a Prefeitura está executando obras para melhoria da drenagem na área. As moradias próximas ao canal existente na avenida são alteadas e altura máxima da lâmina d'água na área é de 0,5 m. Na Av. das Castanheiras, o bairro é constituído de moradias de boa qualidade e as águas só atingem o viário.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Espera-se para o setor PGR-03-01 a ocorrência de novos processos de inundação. Neste caso, em função da probabilidade e gravidade dos processos esperados, o grau de risco do setor PGR-03-01 foi definido como SM – Setor de Monitoramento.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) instalação de sistemas de alertas de forma a prever processos de inundações; (b) nos casos de áreas ainda desocupadas, fiscalizar no sentido de impedir novas ocupações em áreas sujeitas a inundações; e (c) orientar a população em como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuvas.

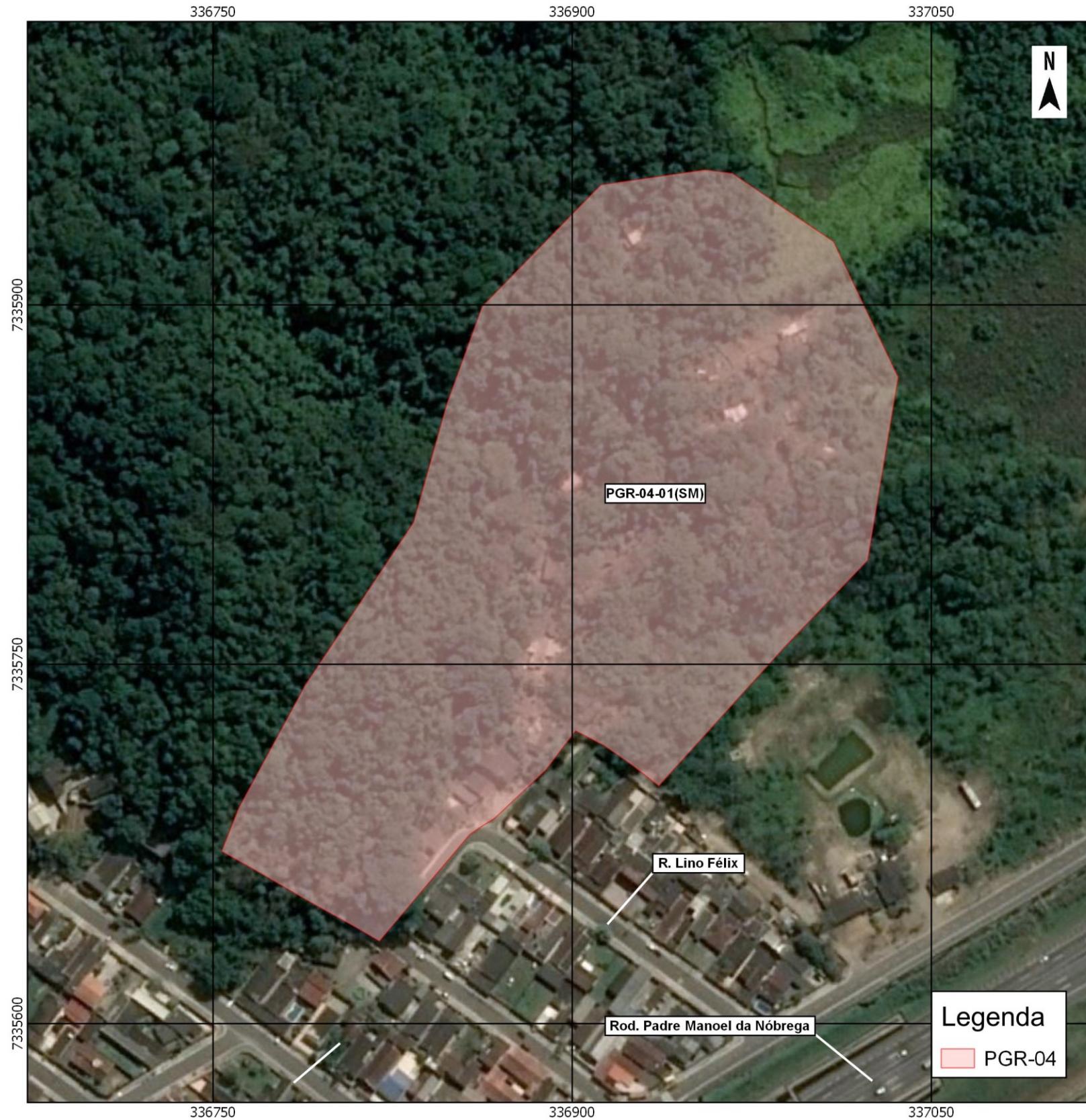
Número aproximado de moradias: mais de 250

Número aproximado de moradores: mais de 1000

ipt Instituto de Pesquisas Tecnológicas	CTGeo - Sirden	Governo do Estado de São Paulo Coordenadoria Estadual de Defesa Civil Casa Militar - Gabinete do Governador
Escala: 1:9000	Município de Praia Grande Ribeirópolis - R. Frei Ricardo do Pilar / R. Afonso D. Taunay / Samambaia - Av. das Castanheiras / Samambaia - Av. Luis Amaro Costa (Setor PGR-03-01) Inundação (SM - Setor de Monitoramento)	
Data: Outubro/2019		
RT: 158150-205	Desenho N°: 05	

MAPEAMENTO DE ÁREAS DE ALTO E MUITO ALTO RISCO A DESLIZAMENTOS E INUNDAÇÕES

DESLIZAMENTO



Descrição da Área
A área PGR-04 compreende o setor de risco PGR-04-01 localizado nas ruas João Antônio da Silva e Rua Lino Félix, no Bairro Jardim Alice II, situado em área urbana. As moradias são de madeira e de alvenaria variando de baixo a médio padrão construtivo e estão localizadas na base da encosta. Parte do setor não possui boa infraestrutura como iluminação pública, água e esgoto. O sistema de drenagem é inexistente. Trata-se de um setor onde as moradias estão localizadas em encosta natural com altura maior que 20 m e inclinação média de 25°. Algumas moradias possuem taludes de corte nos fundos com altura variando de 1 a 3 m e inclinação subvertical variando de 70° a 90°. O perfil de solo no talude corte varia de solo residual a saprolito. As moradias de madeira estão localizadas sobre depósitos de tálus existente no local. Foram identificados blocos de rocha métricos no setor e bananeiras no topo do talude de corte. Algumas famílias no setor foram cadastradas pela Secretaria da Habitação para recebimento de novos moradias.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial
Espera-se para o setor PGR-04-01 a ocorrência de novos processos de deslizamento. Neste caso, o grau de risco do setor PGR-04-01, em função da probabilidade e gravidade, foi definido como SM – Setor de Monitoramento.

Sugestão de Intervenções
Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) implantação de dispositivos de drenagem no talude e na encosta natural, principalmente canaletas no topo e drenos, para condução das águas pluviais, evitando-se, assim, a infiltração de água, principalmente, na região do tálus; b) monitoramento periódico do local; c) fiscalização de uso e ocupação do solo com o objetivo de controlar novas construções e intervenções sem o devido cuidado técnico; d) realizar ações de comunicação e instrução com os moradores em como proceder nos casos de chuvas críticas.

Número aproximado de moradias: 15

Número aproximado de moradores: 60

ipt Instituto de Pesquisas Tecnológicas	CTGeo - Sirden	Governo do Estado de São Paulo Coordenadoria Estadual de Defesa Civil Casa Militar - Gabinete do Governador
Escala: 1:2000	Município de Praia Grande	Jardim Alice II – R. João Antônio da Silva/R. Lino Félix
Data: Outubro/2019	(Setor PGR-04-01)	Deslizamento (SM - Setor de Monitoramento)
RT: 158150-205		Desenho N°: 06

APÊNDICE 2

FICHAS DAS ÁREAS DE RISCO MAPEADAS

ÁREA PGR-01

Morro do Xixová

Setor PGR-01-01

Morro do Xixová - Rua Yolanda T. Giuffrida / Av. Presidente Costa e Silva

Setor de Monitoramento (SM) – Deslizamento

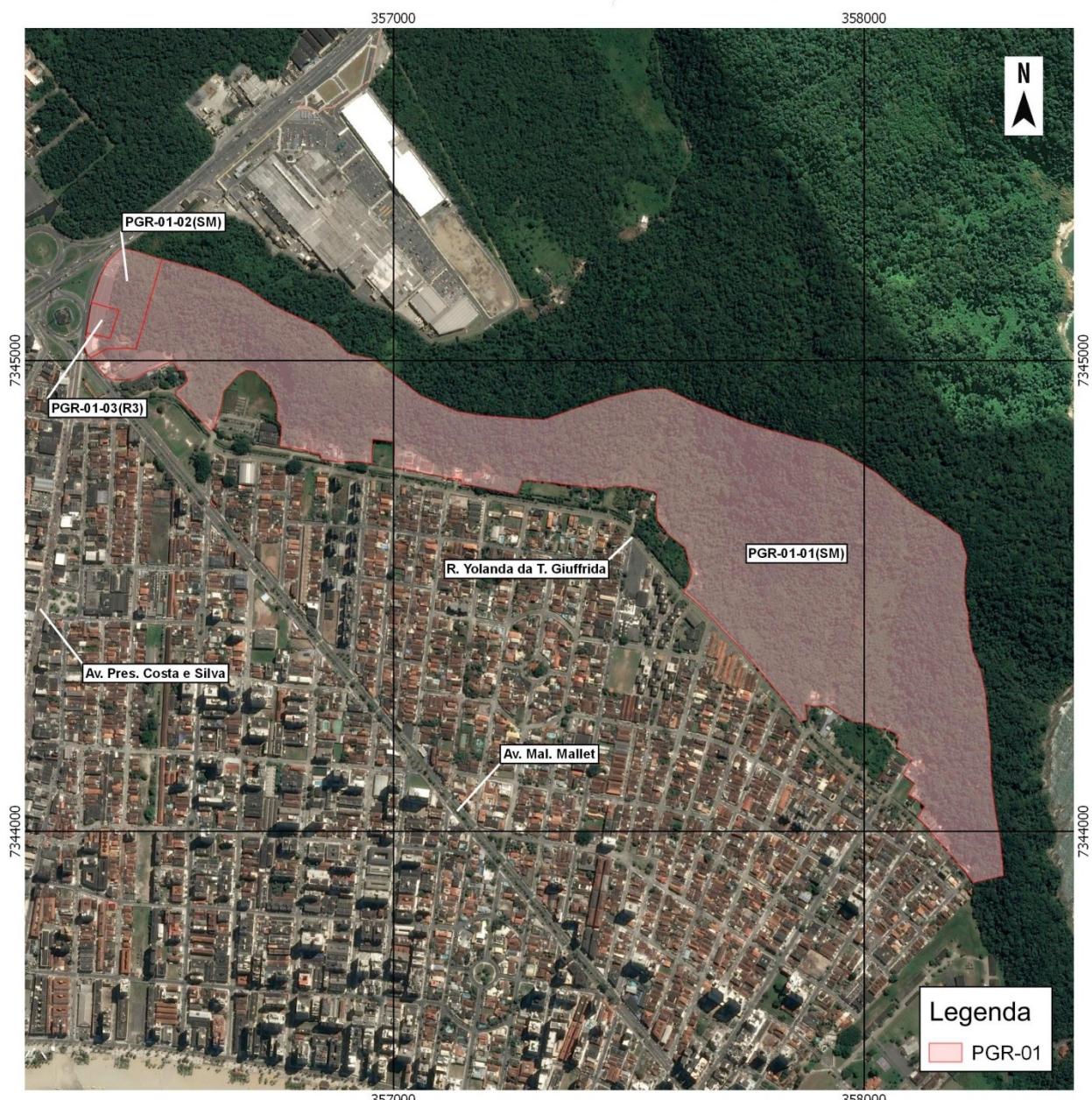


Figura 1 – Vista geral da área mapeada PGR-01 e Setor PGR-01-01. Fonte: QGIS, Google Earth Pro, Maxar Technologies, 2019.

FICHA DE CAMPO - MAPEAMENTO DE ÁREA DE RISCO DE ESCORREGAMENTO

LOCALIZAÇÃO		Área: <u>PGR-01</u> Nº do Setor: <u>PGR-01-01</u>
Município: <u>Praia Grande</u>	Nome da Área: <u>Morro do Xixová</u>	Coord E (m): <u>358190</u> Coord N (m): <u>7343970</u>
Localização: <u>Rua Yolanda da Trentine Guifrida</u>		Data: <u>11/09/2019</u>
Equipe: <u>Eduardo Macedo, Lucas Sandre e Marcela Guimarães (IPT) / Edno Silva, Luciano Souza e Rui Bizarro (COMPDEC)</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: _____		
Densidade de ocupação: <input checked="" 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>30</u>		
CONDICIONANTES		
<input checked="" type="checkbox"/> Encostas Naturais Obs: Moradias sobre depósito		
Altura (m): <u>>20</u>	Inclinação (°): <u>25-30</u>	Distância da moradia ao topo (m): <u>-</u> Distância da moradia à base (m): <u>0</u>
<input checked="" type="checkbox"/> Talude de Corte Obs: _____		
Altura (m): <u>1-3</u>	Inclinação (°): <u>70-90</u>	Distância da moradia ao topo (m): <u>--</u> Distância da moradia à base (m): <u>0-2</u>
Material predominante: <input checked="" type="checkbox"/> solo residual <input type="checkbox"/> saprolito <input type="checkbox"/> rocha alterada <input type="checkbox"/> rocha sá		
<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 checked="" type="checkbox"/> Matacões Obs: _____		
<input checked="" type="checkbox"/> Depósito localizado sobre: <input checked="" type="checkbox"/> Encosta natural <input type="checkbox"/> Talude de corte <input type="checkbox"/> Talude de aterro <input type="checkbox"/> Talude marginal		
Obs: <u>Tálu</u>		
Material presente: <input checked="" 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	
<input 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 type="checkbox"/> inexistente <input type="checkbox"/> precário <input checked="" 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 checked="" type="checkbox"/> escorregamento em encosta natural	<input type="checkbox"/> escorregamento em depósito encosta	<input type="checkbox"/> queda de blocos
<input checked="" type="checkbox"/> escorregamento em talude de corte	<input type="checkbox"/> solapamento margem	<input type="checkbox"/> rolamento de blocos
<input type="checkbox"/> escorregamento em talude de aterro	<input type="checkbox"/> erosão	<input type="checkbox"/> desplacamento
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	
SETOR DE MONITORAMENTO (R1 e R2)		
<input checked="" type="checkbox"/> Setor Monitoramento Ocupado <input checked="" type="checkbox"/> Setor Monitoramento Não Ocupado		
Número de moradias na área: <u>60</u>		

Figura 2 – Ficha de campo da Área PGR-01, Setor PGR-01-01.



Foto 1 - Vista do talude de corte situado atrás da moradia, na Rua Yolanda T. Giuffrida.



Foto 2 - Vista de outra moradia situada na base da encosta natural, com um talude de corte nos fundos.



Foto 3 – Moradia situada na base da encosta natural sobre depósito de solo (tálus).



Foto 4 – Outra moradia situada sobre depósito de solo e rocha (tálus), na base da encosta natural. Notar a presença de blocos no local..

ÁREA PGR-01

Morro do Xixová

Setor PGR-01-02

Morro do Xixová - Av. Presidente Costa e Silva Nossa

Setor de Monitoramento (SM) – Deslizamento

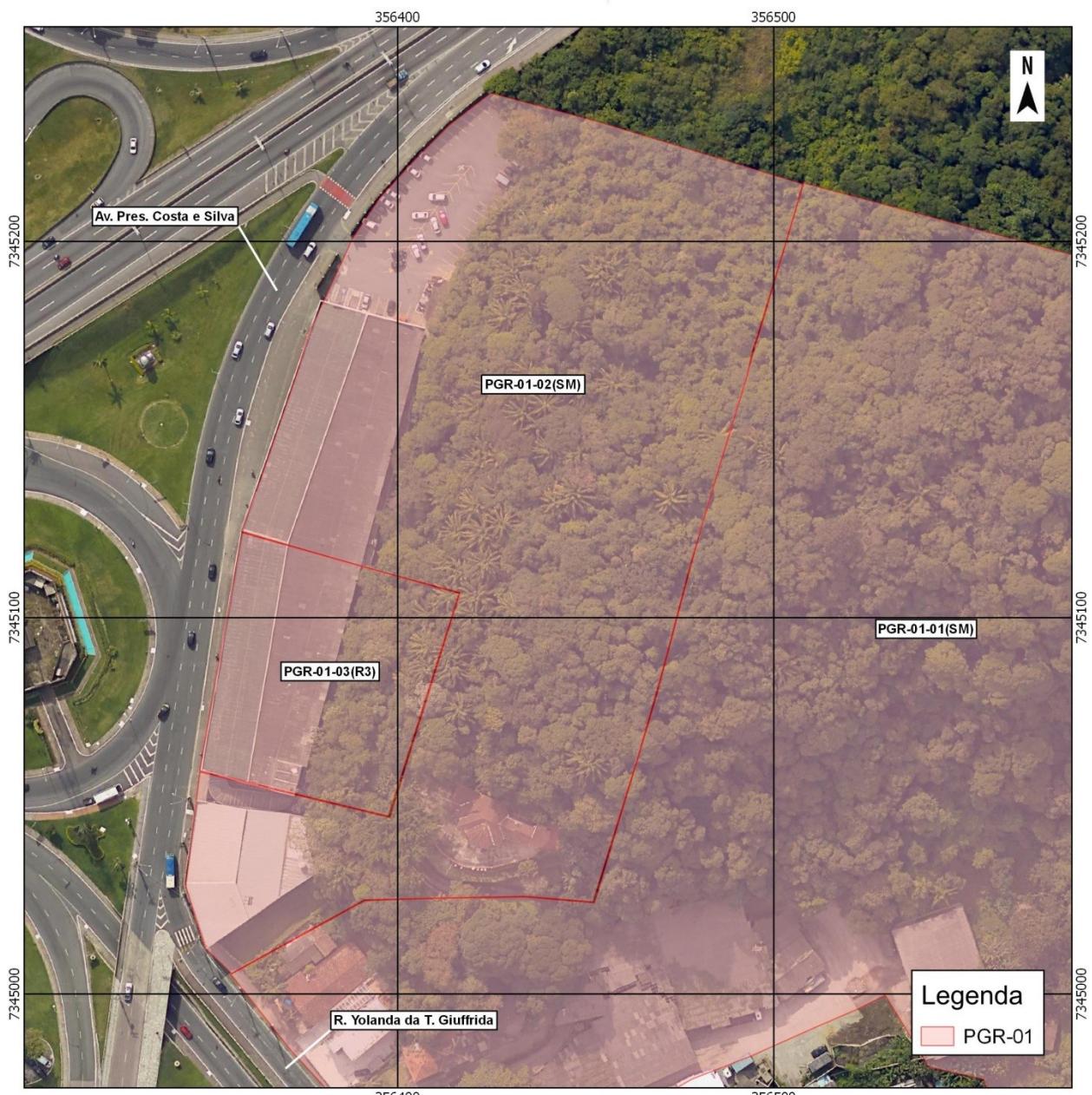


Figura 3 – Vista geral da área mapeada PGR-01 e Setor PGR-01-02. Fonte: QGIS, Google Earth Pro, Maxar Technologies, 2019.

FICHA DE CAMPO - MAPEAMENTO DE ÁREA DE RISCO DE ESCORREGAMENTO

LOCALIZAÇÃO		Área: <u>PGR-01</u>	Nº do Setor: <u>PGR-01-02</u>
Município: <u>Praia Grande</u>		Coord E (m): <u>356428</u>	Coord N (m): <u>7345084</u>
Nome da Área: <u>Morro do Xixová</u>		Data: <u>11/09/2019</u>	
Localização: <u>Av. Presidente Costa e Silva</u>			
Equipe: <u>Eduardo Macedo, Lucas Sandre e Marcela Guimarães (IPT) / Edno Silva, Luciano Souza e Rui Bizarro (COMPDEC)</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: _____			
Densidade de ocupação: <input checked="" 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>30</u>			
CONDICIONANTES			
<input checked="" type="checkbox"/> Encostas Naturais Obs: _____			
Altura (m): <u>>20</u> Inclinação (°): <u>30</u> Distância da moradia ao topo (m): <u>-</u> Distância da moradia à base (m): <u>0</u>			
<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 checked="" type="checkbox"/> Maciço rochoso <input checked="" type="checkbox"/> Estruturas desfavoráveis à estabilidade Outros: _____			
Altura (m): <u>15</u> Inclinação (°): <u>80</u> Distância da moradia ao topo (m): <u>--</u> Distância da moradia à base (m): <u>0-1</u>			
<input checked="" type="checkbox"/> Matacões Obs: <u>Presença de blocos métricos</u>			
<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"/> trincas no terreno		<input type="checkbox"/> árvores, postes, muros inclinados	
<input type="checkbox"/> dregraus de abatimento		<input type="checkbox"/> solapamento de margem	
		<input type="checkbox"/> cicatrizes de escorregamento	
		Data e dimensão: _____	
		<input type="checkbox"/> fraturas no maciço rochoso	
ÁGUA			
<input checked="" type="checkbox"/> concentração de água de chuva em superfície		<input type="checkbox"/> fossa	
<input 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 type="checkbox"/> inexistente <input type="checkbox"/> precário <input checked="" 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 checked="" type="checkbox"/> escorregamento em encosta natural		<input type="checkbox"/> escorregamento em depósito encosta	
<input type="checkbox"/> escorregamento em talude de corte		<input type="checkbox"/> solapamento margem	
<input type="checkbox"/> escorregamento em talude de aterro		<input type="checkbox"/> erosão	
		<input type="checkbox"/> queda de blocos	
		<input checked="" type="checkbox"/> rolamento de blocos	
		<input checked="" type="checkbox"/> desplacamento	
corrida			
rastejo			
CONDIÇÃO DA ESTABILIDADE DOS BLOCOS E MACIÇO ROCHOSO			
<input type="checkbox"/> Condição favorável de estabilidade		<input checked="" type="checkbox"/> Condição desfavorável de estabilidade	
GRAU DE RISCO			
<input type="checkbox"/> Risco 4 - Muito Alto		<input type="checkbox"/> Risco 3 - Alto	
SETOR DE MONITORAMENTO (R1 e R2)			
<input checked="" type="checkbox"/> Setor Monitoramento Ocupado <input checked="" type="checkbox"/> Setor Monitoramento Não Ocupado			
Número de moradias na área: <u>1 moradia e 2 edificações</u>			

Figura 4 – Ficha de campo da Área PGR-01, Setor PGR-01-02.



Foto 5 - Vista geral da estrutura de contenção construída nos fundos do Palácio das Artes. Visita realizada em 11/09/19.

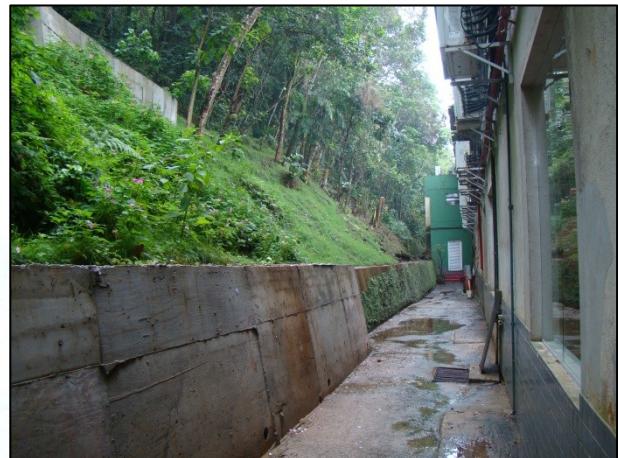


Foto 6 - Vista da área antes da estrutura de contenção. Foto tirada em 2012. (Fonte: Arquivo IPT)



Foto 7 – Vista da estrutura de contenção. Notar os contrafortes e drenagem superficial desaguando atrás da estrutura.



Foto 8 - Vista antes da realização da estrutura de contenção. Foto tirada em 2012. (Fonte: Arquivo IPT)

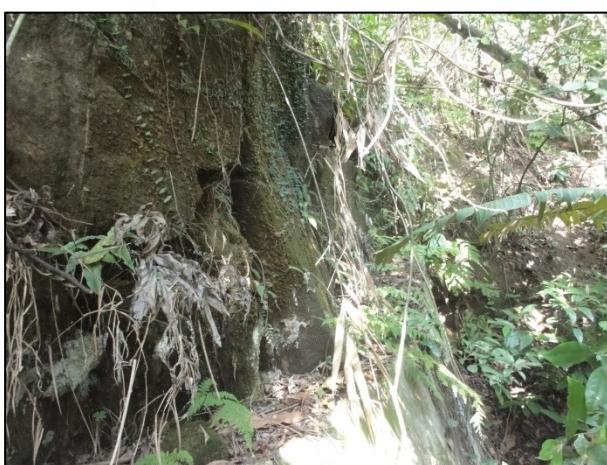


Foto 9 – Contenção realizada na base do bloco de rocha localizado na encosta, a montante da estrutura de contenção.



Foto 10 - Vista do bloco rochoso antes da contenção na base. Foto tirada em 2012 (Fonte: Arquivo IPT).



Foto 11 – Canaleta de drenagem em 2012.
Notar a presença de folhas e galhos,
indicativo de falta de limpeza.



Foto 12 – Canaleta de drenagem em 2019.
Notar a menor presença de folhas e galhos.



Foto 13 – Vista da escada d'água
desaguando atrás da estrutura de contenção.
Notar a ausência de condução apropriada na
destinação das águas provindas da encosta.



Foto 14 – Detalhe do furo existente para a
saída d'águaatrás do muro. Notar o acúmulo
de águaatrás do muro.

ÁREA PGR-01

Morro do Xixová

Setor PGR-01-03

Morro do Xixová - Av. Presidente Costa e Silva Nossa

Risco Alto (R3) – Deslizamento/Rolamento e Desplacamento de Blocos de
Rocha



Figura 5 – Vista geral da área mapeada PGR-01 e Setor PGR-01-03. Fonte: QGIS, Google Earth Pro, Maxar Technologies, 2019.

FICHA DE CAMPO - MAPEAMENTO DE ÁREA DE RISCO DE ESCORREGAMENTO

LOCALIZAÇÃO		Área: PGR-01 Nº do Setor: PGR-01-03
Município: Praia Grande		Coord E (m): 356404 Coord N (m): 7345147
Nome da Área: Morro do Xixová		Data: 11/09/2019
Localização: Av. Presidente Costa e Silva - Palácio das Artes		
Equipe: Eduardo Macedo, Lucas Sandre e Marcela Guimarães (IPT) / Edno Silva, Luciano Souza e Rui Bizarro (COMPDEC)		
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:		
Densidade de ocupação: <input checked="" 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 (°): 40		
CONDICIONANTES		
<input checked="" type="checkbox"/> Encostas Naturais Obs:		
Altura (m): >20 Inclinação (°): 30 Distância da moradia ao topo (m): -- Distância da moradia à base (m): 0		
<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 checked="" type="checkbox"/> Maciço rochoso <input checked="" type="checkbox"/> Estruturas desfavoráveis à estabilidade Outros:		
Altura (m): 15 Inclinação (°): 80 Distância da moradia ao topo (m): -- Distância da moradia à base (m): 1-2		
<input checked="" type="checkbox"/> Matacões Obs: Presença de blocos métricos no setor		
<input checked="" type="checkbox"/> Depósito localizado sobre: <input checked="" type="checkbox"/> Encosta natural <input type="checkbox"/> Talude de corte <input type="checkbox"/> Talude de aterro <input type="checkbox"/> Talude marginal		
Obs: Tálus		
Material presente: <input checked="" 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"/> trincas no terreno <input type="checkbox"/> dregraus de abatimento		<input type="checkbox"/> muros e paredes embarrigado <input type="checkbox"/> árvores, postes, muros inclinados <input type="checkbox"/> solapamento de margem
		<input checked="" type="checkbox"/> cicatrizes de escorregamento Data e dimensão: <input type="checkbox"/> fraturas no maciço rochoso
ÁGUA		
<input checked="" type="checkbox"/> concentração de água de chuva em superfície <input type="checkbox"/> lançamento de águas servidas em superfície <input type="checkbox"/> vazamento de tubulação		<input type="checkbox"/> fossa <input type="checkbox"/> surgência d'água Obs: sistema de drenagem superficial: <input type="checkbox"/> inexistente <input type="checkbox"/> precário <input checked="" type="checkbox"/> satisfatório
VEGETAÇÃO NA ÁREA OU PROXIMIDADES		
<input checked="" type="checkbox"/> presença de árvores <input checked="" type="checkbox"/> vegetação rasteira		<input type="checkbox"/> área desmatada <input type="checkbox"/> área de cultivo:
PROCESSO DE INSTABILIZAÇÃO		
<input checked="" type="checkbox"/> escorregamento em encosta natural <input type="checkbox"/> escorregamento em talude de corte <input type="checkbox"/> escorregamento em talude de aterro		<input type="checkbox"/> escorregamento em depósito encosta <input type="checkbox"/> solapamento margem <input type="checkbox"/> erosão
		<input checked="" type="checkbox"/> queda de blocos <input checked="" type="checkbox"/> rolamento de blocos <input checked="" type="checkbox"/> desplacamento
corrida <input type="checkbox"/> rastejo		
CONDição DA ESTABILIDADE DOS BLOCOS E MACIÇO ROCHOSO		
<input type="checkbox"/> Condição favorável de estabilidade		<input checked="" type="checkbox"/> Condição desfavorável de estabilidade
GRAU DE RISCO		
<input type="checkbox"/> Risco 4 - Muito Alto		<input checked="" type="checkbox"/> Risco 3 - Alto
SETOR DE MONITORAMENTO (R1 e R2)		
<input type="checkbox"/> Setor Monitoramento Ocupado		<input type="checkbox"/> Setor Monitoramento Não Ocupado
Número de moradias na área: 1		

Figura 6 – Ficha de campo da Área PGR-01, Setor PGR-01-03.



Foto 15 – Vista da encosta nos fundos do Palácio das Artes. Notar a falta de estrutura de contenção nessa área.

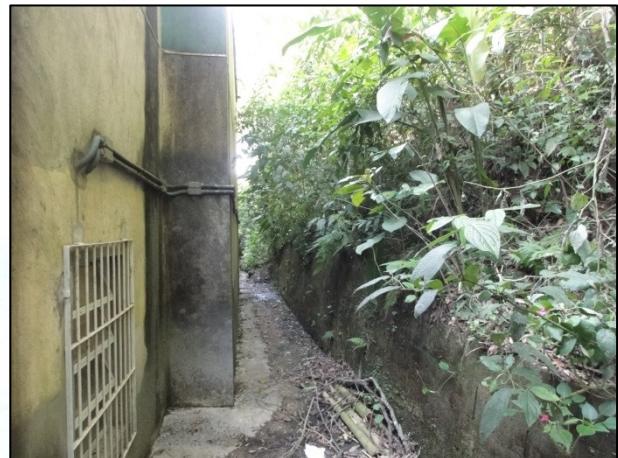


Foto 16 – Detalhe da proximidade da encosta com a edificação. Notar a existência de uma janela bem próxima à encosta, que em caso de queda de blocos seria facilmente atingida.



Foto 17 – Detalhe de um grande bloco existente próximo à edificação (seta vermelha). Indicativo de queda de blocos no local.



Foto 18 – Desplacamento recente de pequenos blocos atrás da edificação.

ÁREA PGR-02

Setor PGR-02-01

Vila Sônia - R. João Roberto Corrêa / Antártica – Rua 12 / Caieiras /
Quietude - Rua Armando Fajardo

Setor de Monitoramento (SM) – Inundação

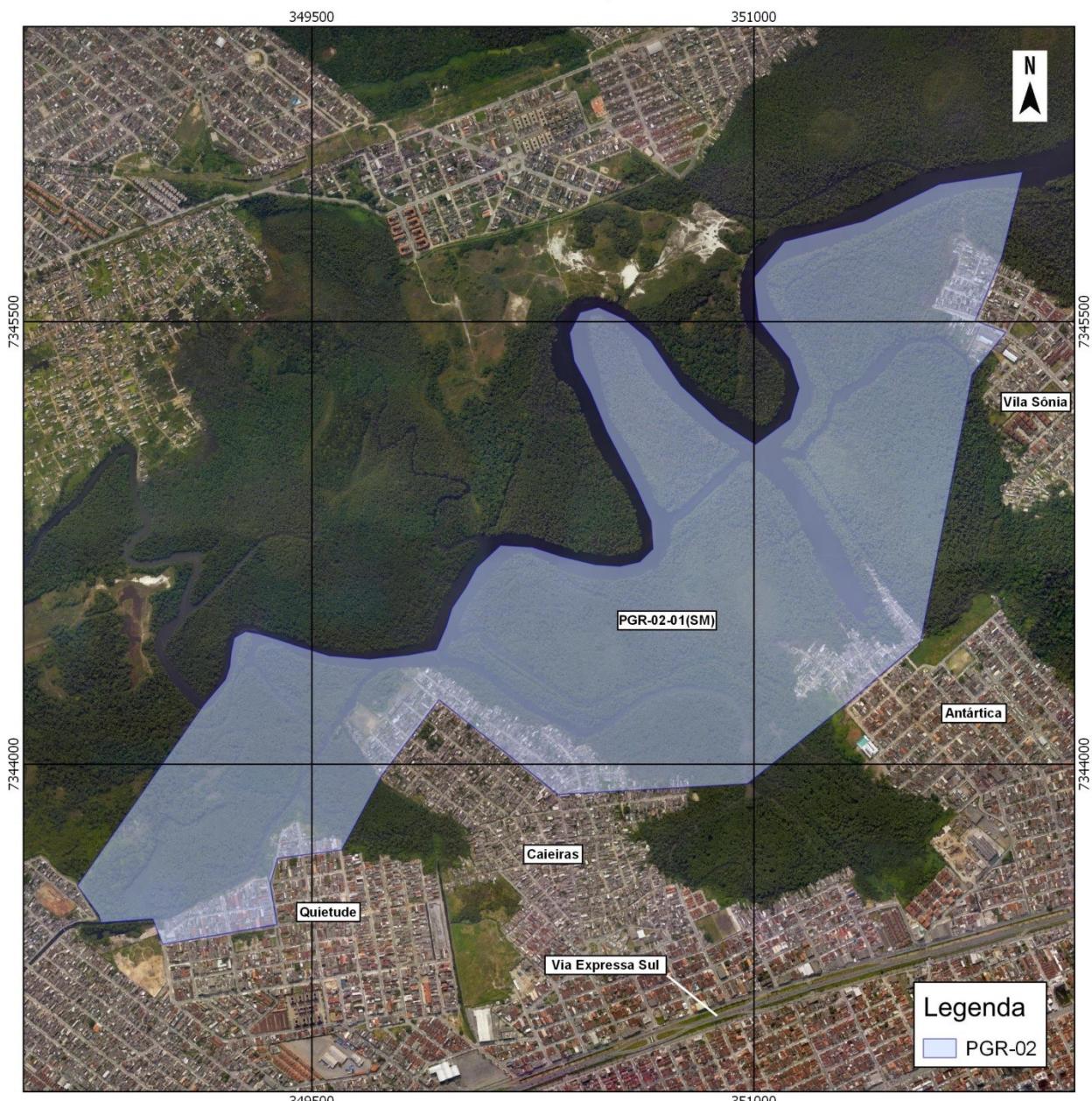


Figura 7 – Vista geral da área mapeada PGR-02 e Setor PGR-02-01. Fonte: QGIS, Google Earth Pro, Maxar Technologies, 2019.

FICHA DE CAMPO - MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO

LOCALIZAÇÃO

Município: Praia Grande Área: PGR-02-01
 Nome da área: Vila Sônia/Antártica/Caieiras/Quietude Coord E (m): 351069 Coord N (m): 7343376
 Localização: R. João Roberto Corrêa/R. 12/Rua Armando Fajardo Data: 12/09/2019
 Equipe: Eduardo Macedo, Lucas Sandre e Marcela Guimarães (IPT) / Edno Silva, Luciano Souza e Rui Bizarro (COMPDEC)

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

Tipo predominante de construção: Alvenaria Madeira Misto

Densidade de ocupação: 1 2 3 4

Condição das vias: pavimentada não pavimentada Obs:

Sistema de drenagem superficial: Inexistente Precário Satisfatório

Cobertura da área: Impermeabilizada Solo exposto Vegetada

Presença de erosão nas proximidades

Altura máxima do evento de inundaçao: 0,6 m Fonte dos dados: COMPDEC

Raio de alcance máximo do evento a partir do eixo do canal: - m Fonte dos dados: -

Quantidade de chuva registrada na ocasião do evento: - mm Fonte dos dados: -

CARACTERIZAÇÃO DA DRENAGEM

Tipo de canal: Retificado Natural | Retilíneo Meandrante | Assoreado Lixo Entulho

Largura máxima do canal: - m Altura máxima do canal: - m Distância das moradias ao eixo do canal: 50-1 m

Presença de assoreamento: Lixo Entulho Solo

Cobertura do talude marginal: Impermeabilizada Solo exposto Vegetada

Presença de solapamento de margem Obs:

Presença de intervenções nas proximidades: Dique Barragem Piscinão Ponte Canalização Travessia

Obs:

Presença de obstrução ou diminuição de vazão ao longo do canal

Obs:

DEFINIÇÃO DO GRAU DE RISCO

Definição Grau de Risco - Descrição:

No bairro Vila Sônia a inundaçao do Rio Negro chega até 0,6 m de altura de lâmina d'água, atingindo as três primeiras fileiras de casas. Isso ocorre quando há uma combinação de maré alta somada às chuvas intensas e prolongadas. Um dos locais onde a inundaçao ocorre é atrás da escola e no CDHU.

No bairro Antártica existe um braço do Rio Branco. Área com baixo padrão construtivo onde é baixa a ocorrência de inundações com lâmina d'água de aproximadamente 0,3 m.

No bairro Quietude, existe inundaçao de baixa frequênciageralmente quando a maré está alta, abrangendo as três primeiras fileiras de casa, com uma lâmina d'água de 0,1 a 0,2m.

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 checked="" 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

SETOR DE MONITORAMENTO (R1 e R2)

Setor de Monitoramento Ocupado

Setor de Monitoramento Não Ocupado

Número de moradias na área: +500

Figura 8 – Ficha de campo da Área PGR-02, Setor PGR-02-01.



Foto 21 – Vista da marca d'água na parede da moradia na Vila Sônia (linha tracejada).



Foto 22 – Vista geral da rua João Roberto Corrêa. Água atinge as moradias localizadas próximas ao poste (seta vermelha).



Foto 23 – Vista das moradias situadas no bairro Antártica.



Foto 24 – Vista das moradias no bairro Quietude. Notar o baixo padrão construtivo das moradias.

ÁREA PGR-03

Setor PGR-03-01

Ribeirópolis - R. Frei Ricardo do Pilar / Rua Afonso D. Taunay / Jd.
Samambaia - Av. das Castanheiras / Av. Luis Amaro Costa

Setor de Monitoramento (SM) – Inundação

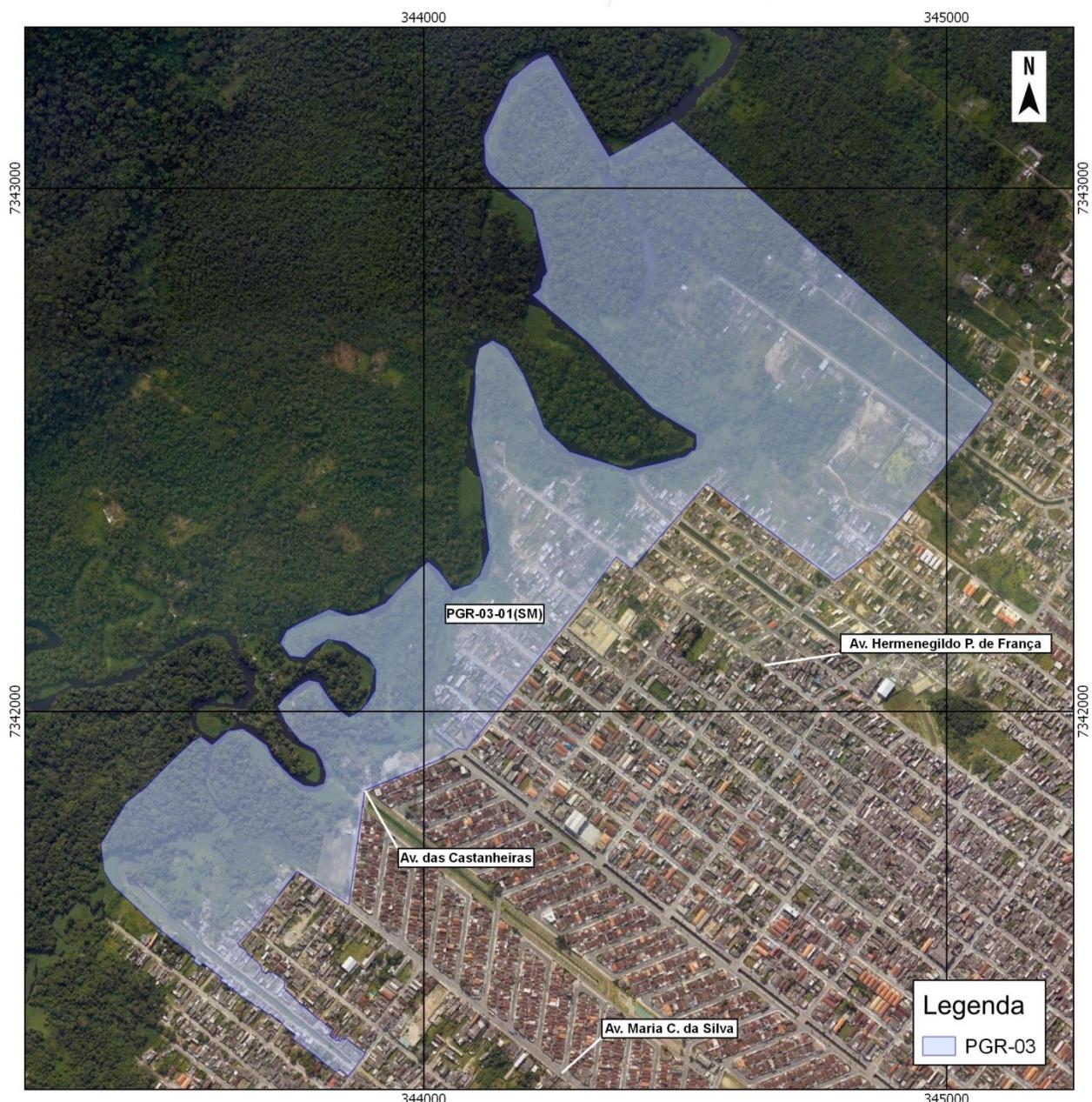


FIGURA 9 – Vista geral da área mapeada PGR-03 e Setor PGR-03-01. Fonte: QGIS, Google Earth Pro, Maxar Technologies, 2019.

FICHA DE CAMPO - MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO

LOCALIZAÇÃO

Município: Praia Grande Área: PGR-03-01
Nome da área: Ribeirópolis/Samambaia Coord E (m): 344434 Coord N (m): 7341840
Localização: R. Frei Ricardo do Pilar/Rua Afonso D. Taunay/Av. das Castanheiras/Av. Luis A. Costa Data: 12/09/2019
Equipe: Eduardo Macedo, Lucas Sandre e Marcela Guimarães (IPT) / Edno Silva, Luciano Souza e Rui Bizarro (COMPDEC)

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

Tipo predominante de construção: Alvenaria Madeira Misto

Densidade de ocupação: 1 2 3 4

Condição das vias: pavimentada não pavimentada Obs:

Sistema de drenagem superficial: Inexistente Precário Satisfatório

Cobertura da área: Impermeabilizada Solo exposto Vegetada

Presença de erosão nas proximidades

Altura máxima do evento de inundaçao: 0,5 m Fonte dos dados: COMPDEC

Raio de alcance máximo do evento a partir do eixo do canal: - m Fonte dos dados: -

Quantidade de chuva registrada na ocasião do evento: - mm Fonte dos dados: -

CARACTERIZAÇÃO DA DRENAGEM

Tipo de canal: Retificado Natural | Retilíneo Meandrante | Assoreado Lixo Entulho

Largura máxima do canal: - m Altura máxima do canal: - m Distância das moradias ao eixo do canal: - m

Presença de assoreamento: Lixo Entulho Solo

Cobertura do talude marginal: Impermeabilizada Solo exposto Vegetada

Presença de solapamento de margem Obs:

Presença de intervenções nas proximidades: Dique Barragem Piscinão Ponte Canalização Travessia

Obs:

Presença de obstrução ou diminuição de vazão ao longo do canal

Obs:

DEFINIÇÃO DO GRAU DE RISCO

Definição Grau de Risco - Descrição:

No bairro Ribeirópolis está o Rio Branco onde ocorrem inundações anuais sempre que há fortes chuvas combinadas com maré alta. Essa inundaçao atinge até o quarto poste da rua (próximo à esquina), com lâmina d'água com altura de 0,5 m. No bairro estão construindo novas moradias.

No bairro Samambaia (Av. das Castanheiras) os córregos são retificados e as inundações são pequenas com a lâmina d'água baixa.

No bairro Samambaia (Av. Luis Amaro Costa) há a presença de um canal retificado e retilíneo, que desemboca no Rio Branco. A lâmina d'água chega a 0,5 m.

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 checked="" 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

SETOR DE MONITORAMENTO (R1 e R2)

Setor de Monitoramento Ocupado

Setor de Monitoramento Não Ocupado

Número de moradias na área: +250

Figura 10 – Ficha de campo da Área PGR-03, Setor PGR-03-01.



Foto 25 - Vista geral da rua Frei Ricardo do Pilar, em Ribeirópolis.



Foto 26 - No final da rua Frei Ricardo Pilar existem moradias de madeira, que inundam quanto há chuvas fortes e intensas combinadas com maré alta.



Foto 27 – Vista da Av. das Castanheiras, em Samambaia. Inundação atinge apenas o viário.



Foto 28 - Detalhe da proximidade do afluente do Rio Branco com a Av. das Castanheiras.



Foto 29 – Canal existente na Av. Luis Amaro Costa, o qual desagua no Rio Branco. Quando há chuvas intensas e prolongadas, as águas do canal extravasam e invadem as moradias mais próximas.



Foto 30 - Detalhe do alteamento das moradias (seta vermelha) devido às frequentes inundações no local.



Foto 31 – Placa indicativa de obras no canal da Av. Luis Amaro Costa. Espera-se que após a finalização das obras não ocorram inundações frequentes no local.



Foto 32 – Foto da equipe de campo do IPT juntamente com a equipe da Compdec de Praia Grande.

ÁREA PGR-04

Setor PGR-04-01

Jardim Alice II – R. João Antônio da Silva/R. Lino Félix

Setor de Monitoramento (SM) – Deslizamento

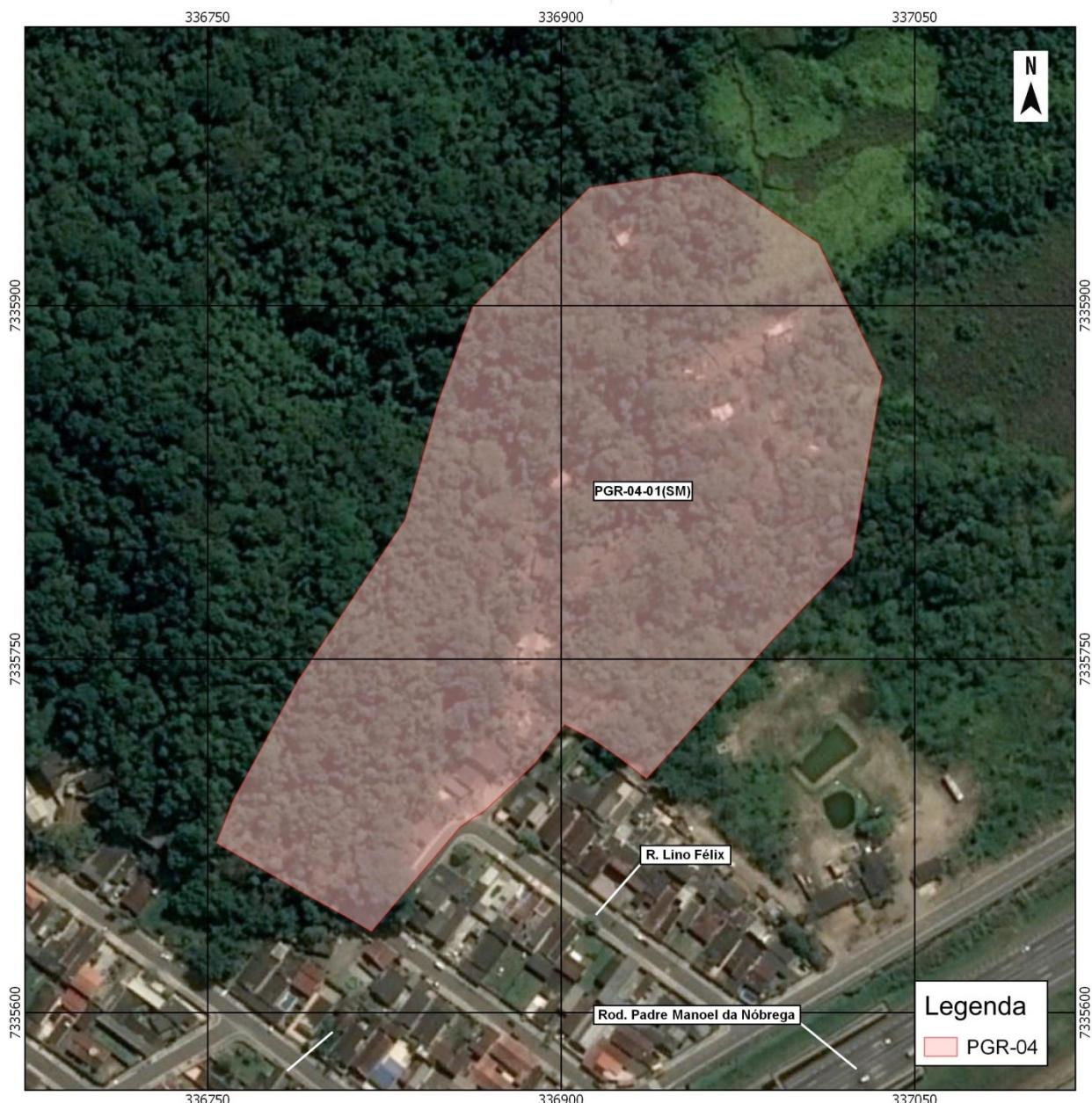


Figura 11 – Vista geral da área mapeada PGR-04 e Setor PGR-04-01. Fonte: QGIS, Bing Image, CNES, Microsoft Corporation, 2019.

FICHA DE CAMPO - MAPEAMENTO DE ÁREA DE RISCO DE ESCORREGAMENTO

LOCALIZAÇÃO		
Município: Praia Grande	Área: PGR-04 Nº do Setor: PGR-04-01	
Nome da Área: Jardim Alice II	Coord E (m): 336857 Coord N (m): 7335683	
Localização: R. Lino Félix / R. João Antônio da Silva	Data: 11/09/2019	
Equipe: Eduardo Macedo, Lucas Sandre e Marcela Guimarães (IPT) / Edno Silva, Luciano Souza e Rui Bizarro (COMPDEC)		
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 checked="" type="checkbox"/> madeira <input type="checkbox"/> misto Obs:		
Densidade de ocupação: <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4		
Condições das vias: <input type="checkbox"/> pavimentada <input checked="" type="checkbox"/> não pavimentada Obs:		
Inclinação média do setor (°): 25		
CONDICIONANTES		
<input checked="" type="checkbox"/> Encostas Naturais Obs:		
Altura (m): >20	Inclinação (°): 25 Distância da moradia ao topo (m): - Distância da moradia à base (m): 0	
<input checked="" type="checkbox"/> Talude de Corte Obs:		
Altura (m): 1-3	Inclinação (°): 70-80 Distância da moradia ao topo (m): - Distância da moradia à base (m): 0-1	
Material predominante: <input checked="" type="checkbox"/> solo residual <input checked="" 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 checked="" type="checkbox"/> Matacões Obs: Dimensões métricas		
<input checked="" type="checkbox"/> Depósito localizado sobre: <input checked="" type="checkbox"/> Encosta natural <input type="checkbox"/> Talude de corte <input type="checkbox"/> Talude de aterro <input type="checkbox"/> Talude marginal		
Obs: Moradias sobre depósito		
Material presente: <input checked="" type="checkbox"/> aterro <input type="checkbox"/> lixo <input type="checkbox"/> entulho Obs:		
<input checked="" type="checkbox"/> Drenagens Naturais: <input type="checkbox"/> retificado <input checked="" type="checkbox"/> natural <input type="checkbox"/> retilíneo <input checked="" 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	
<input 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 type="checkbox"/> vegetação rasteira	<input type="checkbox"/> área de cultivo:	
PROCESSO DE INSTABILIZAÇÃO		
<input checked="" 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"/> desplacamento
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	
SETOR DE MONITORAMENTO (R1 e R2)		
<input checked="" type="checkbox"/> Setor Monitoramento Ocupado	<input checked="" type="checkbox"/> Setor Monitoramento Não Ocupado	
Número de moradias na área:	15	

Figura 12 – Ficha de campo da Área PGR-04, Setor PGR-04-01.



Foto 33 - Vista geral das moradias no setor.



Foto 34 - Moradia marcada pela Secretaria da Habitação para remoção..



Foto 35 - Vista geral das moradias localizadas sobre depósito de solo (talus).



Foto 36 - Outra vista das moradias situadas sobre depósito de solo (talus). Notar a presença de moradias de madeira no local.

APÊNDICE 2

ARQUIVO DIGITAL

