

**Relatório Técnico
Nº 168 499-205
Casa Militar do Gabinete
do Governador
Itapeva
13 de dezembro de 2022**

Mapeamento de áreas de alto e muito alto risco de deslizamentos e inundações
do município de Itapeva, SP

CLIENTE

CASA MILITAR DO GABINETE DO GOVERNADOR

UNIDADE RESPONSÁVEL

Cidades, Infraestrutura e Meio Ambiente - CIMA
Seção de Investigações, Riscos e Gerenciamento Ambiental – SIRGA
Seção de Planejamento Territorial, Recursos Hídricos, Saneamento e
Florestas - SPRSF

RESUMO

O presente Relatório apresenta os resultados do mapeamento de áreas de risco de deslizamentos e inundações do município de Itapeva, estado de São Paulo, em cumprimento ao contrato celebrado entre o IPT e a Casa Militar do Gabinete do Governador do estado de São Paulo. O mapeamento utilizou metodologia simplificada a partir daquela desenvolvida pelo IPT para o antigo Ministério das Cidades e adotada em todo o país. No município de Itapeva foram identificadas 5 (cinco) áreas de risco para inundações e queda de blocos. Duas foram classificadas como de Risco Alto (R-3), sendo 01 (uma) de inundação e 01 (uma) para queda de blocos. E três áreas de risco foram classificadas como Setor de Monitoramento, sendo 01 (uma) para queda de blocos e 02 (duas) para inundação.

Palavras-chave: Casa Militar, inundação, queda de blocos, área de risco, mapeamento, Itapeva.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVO	1
3	CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
4	MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO	3
4.1	Movimentos de massa	5
4.1.1	Tipos de movimentos de massa	6
4.1.2	Quedas	7
4.1.3	Condicionantes e causas dos movimentos de massa	10
4.2	Inundação	11
4.2.1	Tipos de inundação	14
4.2.2	Condicionantes e Causas das Enchentes e Inundações	19
4.3	Método de mapeamento das áreas de risco	20
4.3.1	Método de mapeamento das áreas de risco relativas a deslizamento	20
4.3.2	Método de mapeamento das áreas de risco relativas a inundação	26
4.4	Setores de Monitoramento (SM)	30
4.4.1	Setores de Monitoramento Ocupados	31
4.4.2	Setores de Monitoramento Não Ocupados	32
4.5	Cartografia e apresentação dos mapeamentos	32
4.6	Elaboração de sugestões de intervenções estruturais e não estruturais	33
5	RESULTADOS DOS MAPEAMENTOS	34
5.1	Trabalhos anteriores realizados no município de Itapeva	34
5.2	Dados básicos do município	35
5.2.1	Contexto geológico	36
5.2.2	Contexto geomorfológico	40
5.2.3	Contexto pedológico	44
5.3	Áreas de risco mapeadas	47
5.3.1	Área IPV-01 (Centro – Mercado Municipal) – Inundação	49

5.3.2	Área IPV-02 (Parque Longa Vida) – Queda de blocos.....	52
5.3.3	Área IPV-03 (Bairro Vila Presépio) – Inundação	57
5.3.4	Área IPV-04 (Bairro Vila São Benedito) – Queda de blocos.....	61
5.3.5	Área IPV-05 (Bairro Vila Bom Jesus) – Inundação.....	65
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
7	EQUIPE TÉCNICA.....	70
	REFERÊNCIAS.....	72
	APENDICE 1 – Desenhos das áreas de risco mapeadas (5 págs.).....	73
	APENDICE 2 – Fichas das áreas de risco mapeadas e vistoriadas (20 págs.)	79

1 INTRODUÇÃO

O presente Relatório apresenta os resultados do mapeamento de áreas de risco de deslizamentos e inundações do município de Itapeva (SP) objeto do contrato celebrado entre a Casa Militar do Gabinete do Governador do estado de São Paulo e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, por meio da Seção de Investigações, Riscos e Gerenciamento Ambiental – SIRGA, da área de Cidades, Infraestrutura e Meio Ambiente – CIMA.

Os trabalhos foram executados por equipe técnica do IPT em conjunto com técnicos da Coordenadoria Municipal de Defesa Civil da Prefeitura Municipal de Itapeva.

2 OBJETIVO

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

3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

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

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

e) informações públicas e treinamento.

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

No que se refere aos riscos de natureza geológica-geotécnica e hidrológica, é imprescindível 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 presentes.

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.

Quanto às consequências, trata-se de avaliar a vulnerabilidade do meio construído, da população e dos ecossistemas aos efeitos dos processos adversos. Assim, as características da ocupação (seja ela urbana, rural, industrial), infraestrutura pública, condição social da população afetada e dos ecossistemas, devem ser

avaliados para garantir a quantificação dos danos e prejuízos causados pelo processo adverso. Além disso, deve-se avaliar o preparo da população moradora e dos órgãos competentes para reagir ao acidente e recuperar a condição anterior (resiliência).

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, feições e evidências de instabilidade e as características da ocupação.

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

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

4 MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO

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 Itapeva.

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.

Durante os trabalhos foi verificado que o município de Itapeva está sujeito a queda de blocos e inundação, motivo pelo qual o detalhamento dos processos vai se concentrar nesses processos e outros correlatos como os alagamentos.

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.

4.1.1 Tipos de movimentos de massa

Apresentam-se, no **Quadro 1**, os tipos de movimentos de massa / processos segundo a classificação baseada e modificada a partir de Augusto Filho (1992).

Quadro 1 - Tipos de escorregamento/processo.

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
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

Fonte: modificado de Augusto Filho (1992).

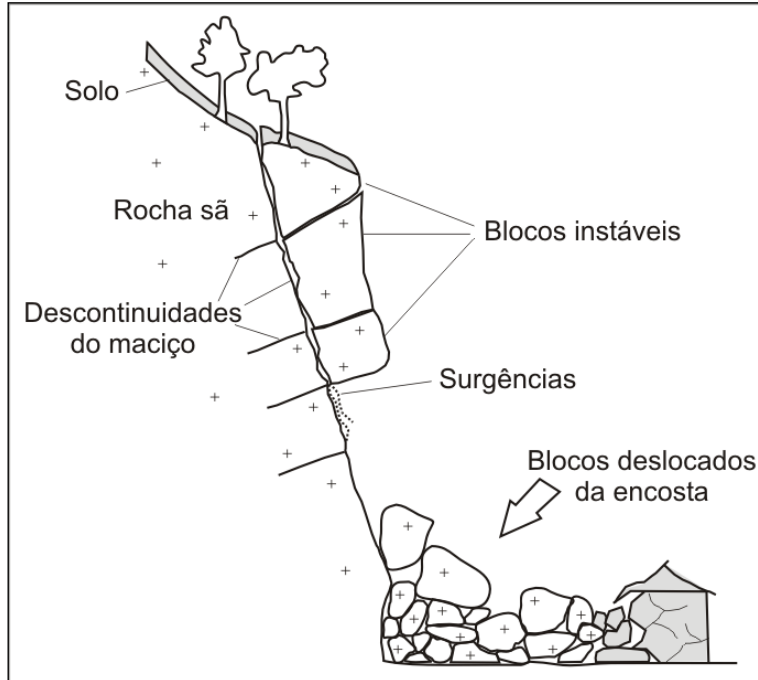
Existem diversas classificações nacionais e internacionais relacionadas a movimentos de massa. Aqui será adotada a classificação proposta por Augusto Filho (1992), apresentada no **Quadro 1**, onde os movimentos de massa relacionados a encostas são agrupados em quatro grandes classes de processos: Rastejos, Escorregamentos, Quedas e Corridas. Os trabalhos de campo executados nas áreas indicaram que o tipo de movimento de massa passível de ocorrência é quedas que será descrita em detalhes a seguir.

4.1.2 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 1 e 2**).

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 1 – Perfil esquemático do processo de queda de blocos



Fonte: Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (2007).

Figura 2 – Área de risco de processos de queda de blocos rochosos



Fonte: 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 3**). 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 3 – Situação de risco de tombamento de bloco rochoso.



Fonte: Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (2007)

O rolamento de blocos, ou rolamento de matacões, é um processo comum em áreas de rochas graníticas, onde existe maior predisposição a originar matacões de rocha sã, isolados e expostos em superfície (**Figura 4**). 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 4 – Moradia atingida por bloco rolado da encosta.



Fonte: CIMA/IPT

4.1.3 Condicionantes e causas dos movimentos de massa

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

4.1.3.1 Condicionantes naturais

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

Os agentes predisponentes são o conjunto das características intrínsecas do meio físico natural, podendo ser diferenciados em complexo geológico-geomorfológico (comportamento das rochas, perfil e espessura do solo em função da maior ou menor resistência da rocha ao intemperismo) e complexo hidrológico-climático (relacionado ao

intemperismo físico-químico e químico). A gravidade e a vegetação natural também podem estar inclusas nesta categoria.

Os agentes efetivos são elementos diretamente responsáveis pelo desencadeamento dos processos, 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.

4.1.3.2 Condicionantes antrópicos

A atuação humana (ação antrópica) sobre o meio físico pode induzir a deflagração de alguns processos, como os escorregamentos, que assim são chamados de escorregamentos induzidos. Comumente são causados pela execução de cortes (taludes de corte) e aterros (depósitos de encosta) inadequados, pela concentração de águas pluviais e servidas, pela retirada da vegetação, etc. Muitas vezes, estes escorregamentos induzidos mobilizam materiais produzidos pela própria ocupação, envolvendo massas de solo de dimensões variadas, lixo e entulho.

4.2 Inundação

O termo inundação 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 5**). 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 5 – 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 6**).

Figura 6 – 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 7**).

Figura 7 – Situação de risco associada a erosão e solapamento dos taludes marginais, com ocupação ribeirinha.



Fonte: 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 8**.

Figura 8 - Situação de enchente em um canal de drenagem.

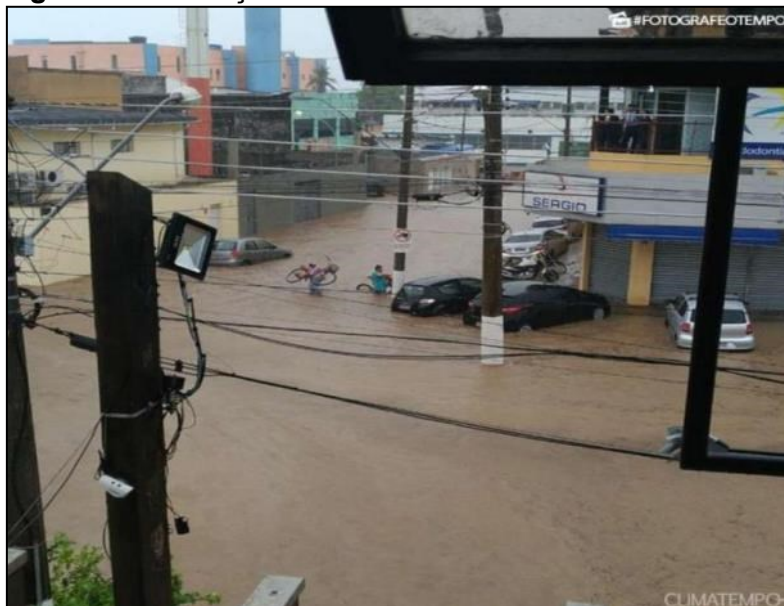


Fonte: Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT (2007).

4.2.1.2 Inundação

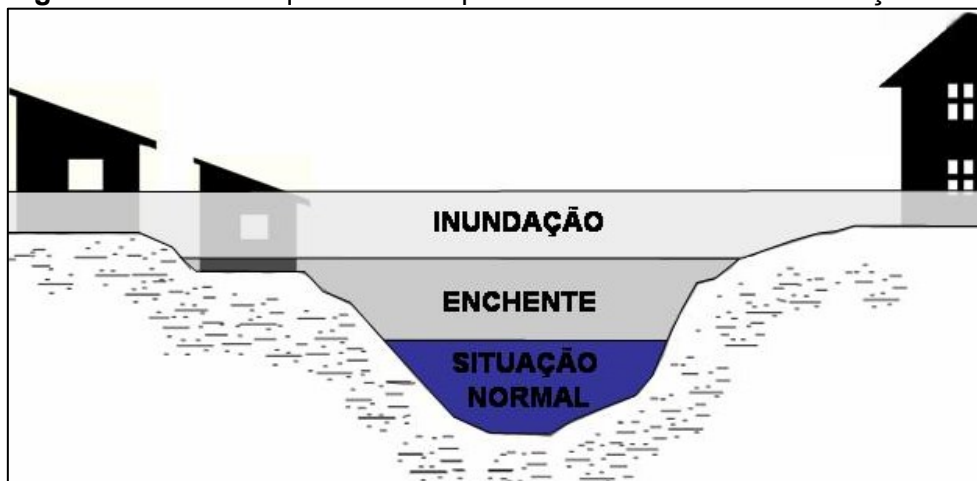
Por vezes, no período de enchente, as vazões atingem tal magnitude que podem superar a capacidade de descarga da calha do curso d'água e extravasar para áreas marginais habitualmente não ocupadas pelas águas. Este extravasamento das águas do canal de drenagem para as áreas marginais (planície de inundação, várzea ou leito maior do rio), quando a enchente atinge cota acima do nível máximo da calha principal do rio caracteriza uma inundação (**Figuras 9 e 10**).

Figura 9 - Inundação em área urbana.



Fonte Augusto Ayres/Climatempo.

Figura 10 – Perfil esquemático do processo de enchente e inundação.



Fonte: Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT (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 11**).

Figura 11 – Situação de alagamento.



Fonte: CIMA/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 (**Figura 14**). 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 12 – Escoamento concentrado das águas pluviais, a enxurrada.



Fonte: Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT (2007).

Figura 13 – Danos causados por enxurrada.



Fonte: Leandro Saadi/G1.

Figura 14 – Outro exemplo dos danos causados por enxurrada.



Fonte: Leandro Saadi/G1.

4.2.2 Condicionantes e Causas das Enchentes e Inundações

Pelas definições conceituais apresentadas, a diferença entre enchente e inundação se resume ao confinamento, ou não, das águas de um curso d'água no seu canal de drenagem. Importante entender que esses processos hidrológicos são fenômenos dinâmicos 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 desses processos diretamente ligados 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 nessas áreas de risco 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 que envolvem esses processos, 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.

4.3 Método de mapeamento das áreas de risco

A metodologia para o mapeamento de áreas de risco a deslizamento e inundações está a seguir detalhada.

4.3.1 Método de mapeamento das áreas de risco relativas a deslizamento

Os aspectos tratados neste item podem ser encontrados no livro “Mapeamento de riscos em encostas e margem de rios” de autoria do Ministério das Cidades e do IPT em 2007 (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007). Este livro foi utilizado como base metodológica para os trabalhos de análise de riscos na área em estudo. Ressalta-se que a metodologia de mapeamento de riscos

naturais constante neste livro é adotada nacionalmente pelo Governo Federal.

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.* (2004a).

As fichas de campo apresentam, na forma de *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), geometria da encosta, tipos de materiais mobilizados (solo / rocha / lixo / detritos, etc.), tipologia de escorregamentos ocorrentes ou esperados, tipo de talude (natural ou corte e aterro), e condição de escoamento e infiltração de águas superficiais e servidas (**Quadro 1**). Estes parâmetros estão relacionados à análise da possibilidade de ocorrência de processos de movimentos de massa na área de estudo.

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. Assim, 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 2** 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.

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

FICHA DE CAMPO - MAPEAMENTO DE ÁREA DE RISCO DE ESCORREGAMENTO			
LOCALIZAÇÃO			
Município: _____	Área: _____	Nº do Setor: _____	
Nome da Área: _____	Coord E (m): _____	Coord N (m): _____	
Localização: _____	Data: _____		
Equipe: _____			
UNIDADE DE ANÁLISE			
<input type="checkbox"/> Encosta <input type="checkbox"/> Margem de Córrego			
CARACTERÍSTICAS DA ÁREA			
Tipos predominantes de construção: <input type="checkbox"/> alvenaria <input type="checkbox"/> madeira <input type="checkbox"/> misto Obs: _____			
Densidade de ocupação: <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4			
Condições das vias: <input type="checkbox"/> pavimentada <input type="checkbox"/> não pavimentada Obs: _____			
Inclinação média do setor (°): _____			
CONDICIONANTES			
<input type="checkbox"/> Encostas Naturais Obs: _____			
Altura (m): _____	Inclinação (°): _____	Distância da moradia ao topo (m): _____	Distância da moradia à base (m): _____
<input type="checkbox"/> Talude de Corte Obs: _____			
Altura (m): _____	Inclinação (°): _____	Distância da moradia ao topo (m): _____	Distância da moradia à base (m): _____
Material predominante: <input type="checkbox"/> solo residual <input type="checkbox"/> saprolito <input type="checkbox"/> rocha alterada <input type="checkbox"/> rocha sã			
<input type="checkbox"/> Estruturas desfavoráveis a estabilidade Obs: _____			
<input type="checkbox"/> Taludes de aterro Obs: _____			
Altura (m): _____	Inclinação (°): _____	Distância da moradia ao topo (m): _____	Distância da moradia à base (m): _____
<input type="checkbox"/> Maciço rochoso <input type="checkbox"/> Estruturas desfavoráveis à estabilidade Outros: _____			
Altura (m): _____	Inclinação (°): _____	Distância da moradia ao topo (m): _____	Distância da moradia à base (m): _____
<input type="checkbox"/> Matacões Obs: _____			
<input type="checkbox"/> Depósito localizado sobre: <input type="checkbox"/> Encosta natural <input type="checkbox"/> Talude de corte <input type="checkbox"/> Talude de aterro <input type="checkbox"/> Talude marginal			
Obs: _____			
Material presente: <input type="checkbox"/> aterro <input type="checkbox"/> lixo <input type="checkbox"/> entulho Obs: _____			
<input type="checkbox"/> Drenagens Naturais: <input type="checkbox"/> retificado <input type="checkbox"/> natural <input type="checkbox"/> retilíneo <input type="checkbox"/> meandrante <input type="checkbox"/> assoreado <input type="checkbox"/> lixo <input type="checkbox"/> entulho			
<input type="checkbox"/> Talude Marginal Altura (m): _____ Distância da moradia ao topo (m): _____ Obs: _____			
EVIDÊNCIAS DE MOVIMENTAÇÃO			
<input type="checkbox"/> trincas na moradia	<input type="checkbox"/> muros e paredes embarrigado	<input type="checkbox"/> cicatrizes de escorregamento	
<input type="checkbox"/> trincas no terreno	<input type="checkbox"/> árvores, postes, muros inclinados	Data e dimensão: _____	
<input type="checkbox"/> degraus de abatimento	<input type="checkbox"/> solapamento de margem	<input type="checkbox"/> fraturas no maciço rochoso	
ÁGUA			
<input type="checkbox"/> concentração de água de chuva em superfície	<input type="checkbox"/> fossa	Obs: _____	
<input type="checkbox"/> lançamento de águas servidas em superfície	<input type="checkbox"/> surgência d'água	sistema de drenagem superficial: <input type="checkbox"/> inexistente <input type="checkbox"/> precário <input type="checkbox"/> satisfatório	
<input type="checkbox"/> vazamento de tubulação			
VEGETAÇÃO NA ÁREA OU PROXIMIDADES			
<input type="checkbox"/> presença de árvores	<input type="checkbox"/> área desmatada		
<input type="checkbox"/> vegetação rasteira	<input type="checkbox"/> área de cultivo: _____		
PROCESSO DE INSTABILIZAÇÃO			
<input type="checkbox"/> escorregamento em encosta natural	<input type="checkbox"/> escorregamento em depósito encosta	<input type="checkbox"/> queda de blocos	<input type="checkbox"/> corrida
<input type="checkbox"/> escorregamento em talude de corte	<input type="checkbox"/> solapamento margem	<input type="checkbox"/> rolamento de blocos	<input type="checkbox"/> rastejo
<input type="checkbox"/> escorregamento em talude de aterro	<input type="checkbox"/> erosão	<input type="checkbox"/> deslocamento	
CONDIÇÃO DA ESTABILIDADE DOS BLOCOS E MACIÇO ROCHOSO			
<input type="checkbox"/> Condição favorável de estabilidade <input type="checkbox"/> Condição desfavorável de estabilidade			
GRAU DE RISCO			
<input type="checkbox"/> Risco 4 - Muito Alto <input type="checkbox"/> Risco 3 - Alto			
SETOR DE MONITORAMENTO (R1 e R2)			
<input type="checkbox"/> Setor Monitoramento Ocupado <input type="checkbox"/> Setor Monitoramento Não Ocupado			
Número de moradias na área: _____			

Quadro 1 - Principais dados levantados em campo para caracterizar os setores de risco.

CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL	
<ul style="list-style-type: none"> • 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
<ul style="list-style-type: none"> • Trincas na moradia • Trincas no terreno • Degraus de abatimento • Muros e paredes “embarrigados” • Árvores, postes e muros inclinados • Solapamento de margem • Cicatrizes de escorregamentos • Fraturas no maciço rochoso 	<ul style="list-style-type: none"> • Concentração de água de chuva em superfície • Lançamento de água servida em superfície • Vazamento de tubulação • Fossa • Surgências d’água • Sistema de drenagem superficial: inexistente/precário/satisfatório
VEGETAÇÃO NA ÁREA OU PROXIMIDADES	MARGENS DE CÓRREGO
<ul style="list-style-type: none"> • Presença de árvores • Vegetação rasteira (arbustos, capim, etc) • Área desmatada • Área de cultivo 	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de canal (retificado/natural), (retilíneo/meandrante), (assoreado/lixo/entulho) • Altura do talude marginal • Distância da moradia com relação ao topo do talude marginal

Quadro 2 - Critérios para caracterização da ocupação.

CATEGORIA / DENSIDADE DE OCUPAÇÃO	CARACTERÍSTICAS
(1) Área consolidada	Áreas densamente ocupadas, com infraestrutura básica.
(2) 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.
(3) Área parcelada	Áreas de expansão, periféricas e distantes de núcleo urbanizado. Baixa densidade de ocupação (até 30%). Desprovidas de infraestrutura básica
(4) Área mista	Nesses casos, caracterizar a área quanto à densidade de ocupação e quanto a implantação de infraestrutura básica

4.3.1.1 Classificação de risco nos setores mapeados

Os critérios de julgamento da probabilidade de ocorrência dos processos de instabilização relativos a deslizamentos, bem como os parâmetros analisados para o

desenvolvimento dos trabalhos, são apresentados no **Quadro 3**, a partir de Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT (2007). Esta classificação foi modificada pelo IPT com a inclusão de SM – Setor de Monitoramento, conforme explicação em Item a seguir (CORSI e MACEDO, 2022).

Este quadro mostra que os graus de risco são classificados em 4 níveis, sendo, Risco Baixo (R1), Risco Médio (R2) (ambos reunidos em SM – Setor de Monitoramento), Risco Alto (R3) e Risco Muito Alto (R4), os quais apresentam descrições que mencionam tanto a possibilidade ou potencialidade de desenvolvimento do processo de movimento de massa (especificamente, neste caso, os deslizamentos), como a vulnerabilidade do meio.

Quadro 3 - 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.

GRAU DE RISCO		DESCRIÇÃO
SM Setor Monitoramento	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.	

Fonte: modificado de Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT (2007).

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:

$$R \sim P \times C$$

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.

Para um melhor entendimento da relação entre os graus de risco, conforme o **Quadro** e a definição de risco mencionada acima apresenta-se, a título de exemplo, a análise do Grau de Risco Muito Alto. Segundo o **Quadro**, 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 – IPT, 2007)

Nesta definição os **condicionantes geológicos-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.

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 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 são advindas de problemas construtivos e não são consequências de deslizamento que podem estar afetando a construção.

4.3.2 Método de mapeamento das áreas de risco relativas a inundação

Para os mapeamentos em campo foi utilizada ficha de campo na forma de um check-list (**Figura 16**), com diversos condicionantes geológicos, geotécnicos e hidrológicos importantes para a caracterização dos processos de inundação: tipologia do canal, largura máxima, altura máxima da margem do canal, distância das moradias, assoreamento do canal, solapamentos de margem, intervenções, obstruções, dados históricos de evento de inundação (raio de alcance máximo, altura máxima de inundação, quantidade de chuva registrada).

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

A ficha contempla também espaço para descrição da área e matriz de definição de grau de risco, conforme **Quadro 4**.

Figura 16 – Check-list dos diversos condicionantes hidrológicos para a caracterização dos processos de inundação em áreas urbanas.

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: <input type="checkbox"/> Alvenaria <input type="checkbox"/> Madeira <input type="checkbox"/> Misto				
Densidade de ocupação: <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4				
Condição das vias: <input type="checkbox"/> pavimentada <input type="checkbox"/> não pavimentada Obs: _____				
Sistema de drenagem superficial: <input type="checkbox"/> Inexistente <input type="checkbox"/> Precário <input type="checkbox"/> Satisfatório				
Cobertura da área: <input type="checkbox"/> Impermeabilizada <input type="checkbox"/> Solo exposto <input type="checkbox"/> Vegetada				
<input type="checkbox"/> Presença de erosão nas proximidades				
Altura máxima do evento de inundação: _____m Fonte dos dados: _____				
Raio de alcance máximo do evento a partir do eixo do canal: _____m Fonte dos dados: _____				
Quantidade de chuva registrada na ocasião do evento: _____mm Fonte dos dados: _____				
CARACTERIZAÇÃO DA DRENAGEM				
Tipo de canal: <input type="checkbox"/> Retificado <input type="checkbox"/> Natural <input type="checkbox"/> Retilíneo <input type="checkbox"/> Meandrante <input type="checkbox"/> Assoreado <input type="checkbox"/> Lixo <input type="checkbox"/> Entulho				
Largura máxima do canal: _____m Altura máxima do canal: _____m Distância das moradias ao eixo do canal: _____m				
Presença de assoreamento: <input type="checkbox"/> Lixo <input type="checkbox"/> Entulho <input type="checkbox"/> Solo				
Cobertura do talude marginal: <input type="checkbox"/> Impermeabilizada <input type="checkbox"/> Solo exposto <input type="checkbox"/> Vegetada				
<input type="checkbox"/> Presença de solapamento de margem Obs: _____				
Presença de intervenções nas proximidades: <input type="checkbox"/> Dique <input type="checkbox"/> Barragem <input type="checkbox"/> Piscinão <input type="checkbox"/> Ponte <input type="checkbox"/> Canalização <input type="checkbox"/> Travessia				
Obs: _____				
<input type="checkbox"/> Presença de obstrução ou diminuição de vazão ao longo do canal				
Obs: _____				
DEFINIÇÃO DO GRAU DE RISCO				
Definição Grau de Risco - Descrição:				
GRAU DE RISCO				
Gravidade Probabilidade	Negligenciável	Médio	Alto	Desastre
Baixo	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Muito Alto
Médio	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Muito Alto
Alto	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Muito Alto
Muito Alto	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Muito Alto
SETOR DE MONITORAMENTO (R1 e R2)				
<input type="checkbox"/> Setor de Monitoramento Ocupado <input type="checkbox"/> Setor de Monitoramento Não Ocupado				
Número de moradias na área: _____				

4.3.2.1 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 é 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.**

4.3.2.2 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, que causam 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 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.

4.3.2.3 Definição de níveis de risco relativos a inundações

A definição de níveis de risco, considerando os dois critérios e parâmetros de análise de risco, pode ser desenvolvida considerando diferentes arranjos. São definidos nessa análise quatro níveis de risco: risco Muito Alto (R4), risco Alto (R3), risco Médio (R2) e risco Baixo (R1).

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** .

Quadro 4 - Matriz de risco segundo arranjo entre Probabilidade de ocorrência do processo e sua Gravidade.

		GRAVIDADE			
PROBABILIDADE	Negligenciável	Média	Alta	Desastre	
Baixa	Risco Baixo – R1	Risco Baixo – R1	Risco Médio – R2	Risco Muito Alto – R4	
Média	Risco Baixo – R1	Risco Médio – R2	Risco Alto – R3	Risco Muito Alto – R4	
Alta	Risco Baixo – R1	Risco Médio – R2	Risco Alto – R3	Risco Muito Alto – R4	
Muito Alta	Risco Baixo – R1	Risco Médio – R2	Risco Alto – R3	Risco Muito Alto – R4	

Fonte: Adaptado de Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT (2007)

4.4 Setores de Monitoramento (SM)

Os setores mapeados como sendo de graus de risco Baixo (R1) e Médio (R2) são aqueles que recebem indicações de medidas estruturais e não estruturais semelhantes, ou seja, trabalhos de limpeza e pequenas melhorias nos sistemas de drenagem das águas pluviais e servidas, o monitoramento de novas ocupações, treinamento e comunicação com moradores, 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 uma cidade mais sustentável.

4.4.1 Setores de Monitoramento Ocupados

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), encostas ou erosão. 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 antigo Ministério das Cidades, atualmente Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), 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 como 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 deslizamentos, inundação ou erosão, 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.

4.4.2 Setores de Monitoramento Não Ocupados

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 deslizamento, inundação ou erosão. 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 dos processos, ou seja, possuem alta ou muito alta suscetibilidade para os processos, mas ainda não estão ocupados.

4.5 Cartografia e apresentação dos mapeamentos

A identificação e a delimitação dos setores de risco, a partir dos trabalhos de campo, foram representadas cartograficamente nas imagens de satélite e tratadas em software de Sistema de Informações Geográficas - *ArcGis (ESRI)*. Nessa base, foram digitalizados os polígonos referentes às áreas e aos setores mapeados e suas respectivas classificações quanto ao grau de risco a partir de Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT (2007), com as modificações realizadas pelo IPT conforme Corsi e Macedo (2022).

Essa delimitação nas imagens assim como as fotos obtidas nos trabalhos de campo, 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, estão representados nas pranchas que constam no **Apêndice 1**.

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.

4.6 Elaboração de sugestões de intervenções estruturais e não estruturais

O objetivo dessa atividade compreendeu a sugestão das intervenções estruturais e não estruturais necessárias para as áreas de risco mapeadas.

As intervenções propostas contemplam basicamente as medidas mais simples e passíveis de ser indicadas a partir dos trabalhos de campo. Assim, essas intervenções podem incluir dentre outras:

- Limpeza de trechos do setor mapeado para retirada de materiais como lixo e entulhos;
- Limpeza de canais de drenagem, incluindo-se o desassoreamento;
- Proteção superficial para evitar infiltração de águas pluviais e servidas;
- Construção ou mesmo melhorias nos sistemas de drenagem das águas pluviais e servidas;
- Melhorias em acessos;
- Instalação de equipamentos de monitoramento como pluviômetros e régua de nível em canais;
- Monitoramento de novas ocupações por meio de fiscalização;

- Treinamento da equipe técnica da prefeitura e de moradores;
- Comunicação social junto aos moradores.

5 RESULTADOS DOS MAPEAMENTOS

A equipe do IPT realizou o trabalho contando com o apoio da Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil (Compdec), na figura do Sr. João Gonçalves de Oliveira Neto, Sr. Reinaldo Marques e da Sra. Rita de C. de L. M. G. Marques.

5.1 Trabalhos anteriores realizados no município de Itapeva

Em 2015, o IPT executou o mapeamento de áreas de alto e muito alto risco a deslizamentos e inundações do Município de Itapeva, Estado de São Paulo, em cumprimento ao contrato celebrado entre o IPT e a Casa Militar do Gabinete do Governador do Estado de São Paulo. O mapeamento utilizou metodologia simplificada a partir daquela desenvolvida pelo IPT para o Ministério das Cidades e adotada em todo o país. No Município de Itapeva, foram identificadas uma área de risco Muito Alto (R4) para solapamento de margem, uma área de risco Alto (R3) para queda de blocos, uma área de risco Alto (R3) para inundação, duas áreas de Risco Médio (R2) para queda de blocos e duas áreas de Risco Médio (R2) para inundação.

O **Quadro 5** apresenta as áreas de risco que foram mapeadas em 2015.

Quadro 5 - Lista de áreas de risco mapeadas no município de Itapeva.

ÁREA Nº	NOME DA ÁREA	PROCESSO	NÍVEL DE RISCO
IPV-01	Vila São Francisco, Rua 4, Córrego Lageadinho	Solapamento de margem	R4
IPV-02	Parque Longa Vida – Rua João Soares de Almeida	Queda de Blocos	R3
IPV-03	Córrego do Aranha, Bairro Vila Presépio, Cruzamento com a Rua Carvalho de Oliveira	Inundação	R3
IPV-04	Vila São Benedito – entre as ruas São Benedito e João Gonçalves	Queda de Blocos	R2
IPV-05	Vila São Benedito – Rua São Benedito	Queda de Blocos	R2
IPV-06	Córrego Aranha, Bairro Vila Bom Jesus, Rua Ribeirão Branco	Inundação	R2
IPV-07	Córrego Aranha, Bairro da Várzea, Rua Josino Brizola Santos	Inundação	R2

5.2 Dados básicos do município

O município de Itapeva situa-se na Mesorregião de Itapetininga, Microrregião de Itapeva, dista cerca de 199 km da capital, tendo como acessos, as Rodovias SP-249 Pedro Rodrigues Garcia e SP-258 Francisco Alves Negrão.

O município está inserido na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – Alto Paranapanema (UGRHI - 14).

Seus municípios limítrofes são: Itaí, Itararé, Itaberá, Apiaí, Nova Campina, Ribeirão Branco, Itapetininga, Taquarivaí, Buri, Paranapanema e Capão Bonito.

Compreende área de aproximadamente 1.826,258 km², com população estimada em 2021 de 95.241 habitantes (IBGE, 2022). O município encontra-se a cerca de 717 m de altitude e possui clima subtropical úmido.

A hidrografia do município é composta pelos rios: Apiaí-Guaçu, Taquari, Pirituba, Taquari-Mirim, Taquari-Guaçu e Apiaí-Mirin.

A análise do substrato geológico, uso e ocupação do solo e clima permite uma avaliação integrada dos principais processos do meio físico atuantes no município. A

caracterização do meio físico foi abordada segundo as considerações geológicas, geomorfológicas e pedológicas, que constam da literatura, descritas a seguir.

Os principais 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 pelo 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, 2018).

5.2.1 Contexto geológico

As rochas que ocorrem na área do município de Itapeva estão inseridas na Província Paraná - Bacia do Paraná, representada na área pelos Grupos Guatá, Itararé e Paraná; e Província Mantiqueira - Terreno Apiaí, representada na área pelas rochas do Complexo Apiaí-mirim, Grupo Itaiacoca, Granito Três Córregos e Magmatismo do Orógeno Paranapiacaba. Localmente ocorrem sedimentos quaternários aluvionares.

O Complexo Apiaí-mirim é representado pela unidade metassedimentar composta por gnaisse, mármore, quartzito, mica xisto, quartzo xisto, xisto gnassóide e rocha calcissilicática.

O Grupo Itaiacoca é representado pela Formação Abapã e pelas unidades terrígena e carbonática. A Formação Abapã é constituída por metarcóseo e metarenito feldspáticos, localmente metarenito, metapelito e metaconglomerado; ocorrem intercalados metatraquito, metabasalto, metadiabásio, metagabro, metadacito, metandesito e metapiroxenito, associados a clorita xisto, quartzo-tremolita xisto e quartzo-clorita xisto. A unidade terrígena é composta por metarcóseo, metarenito feldspático, metarenito e metapelito intercalados com filito, metadolomito, metamarga, metassiltito e metavulcânica. A unidade carbonática é composta por metadolomito e mármore intercalados a calcifilito e filito carbonático, clorita sericita filito, clorita talco filito e metadolerito.

O Magmatismo relacionado ao Orógeno Paranapiacaba é composto pelos granitos peralcalinos do tipo A: Santa Blandina, Capão Bonito, Campina do Veado e Rio Pirituba. No Terreno Apiaí ocorre também o Granito Três Córregos, caracterizado por granitóides foliados a ortognaisses calcialcalinos de alto K, do tipo I.

O Grupo Paraná está representado pela Formação Furnas, constituída por arcóseo grosso texturalmente imaturo, arenito conglomerático e conglomerado oligomítico, arenito de granulação fina interdigitado com argilito, siltito e folhelho, todos de origem fluvial a transicional com depósitos de deltas de rios entrelaçados e litorâneos.

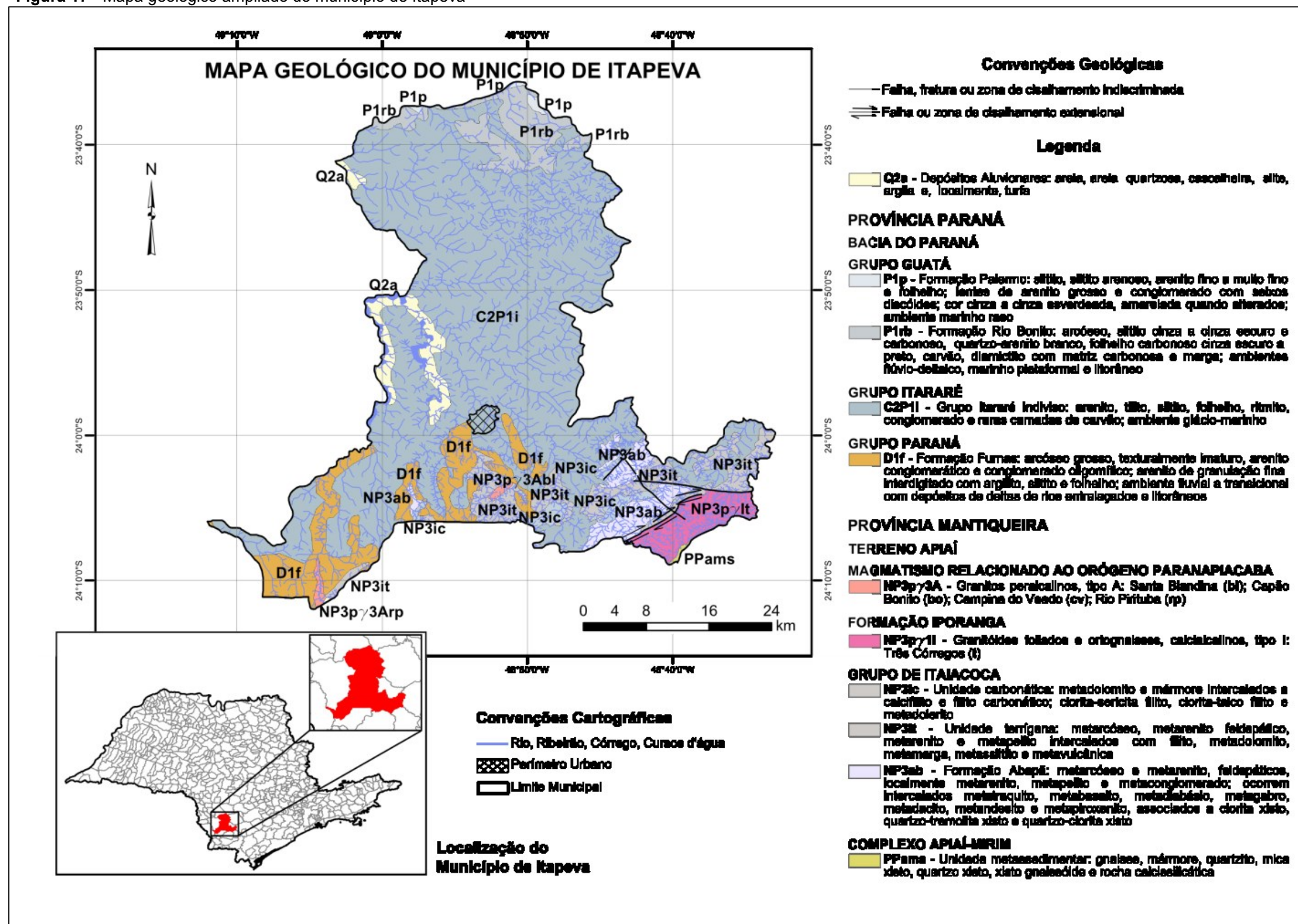
O Grupo Itararé ocupa a maior parte do município e é apresentado como Grupo Itararé Indiviso, que é composto predominantemente por arenitos de granulação heterogênea, imaturos, passando a arenitos feldspáticos e mesmo a arcósios, com espessuras delgadas a bancos maciços ou com estratificação plano-paralela à cruzada, de corrente aquosa. Também são característicos siltitos, lamitos, diamictitos e ritmitos, com cores amarelo, vermelho e cinza. Subordinadamente, associam-lhe delgadas camadas de carvão. Por suas características e associações litológicas indicam ser derivados a várias origens: fluviais, glacial, marinhos, lacustres, praianos, deltaicos, eólicos, etc. De acordo com Perrotta *et al.* (2006), o modelo de sedimentação refere-se ao ambiente glácio-marinho. Descrições minuciosas de suas litofácies podem ser verificadas em Saad (1977), Fúlfaro *et al.* (1980) e Arab *et al.* (2009).

O Grupo Guatá está representado no município pela Formação Palermo, constituída por siltito, siltito arenoso, arenito fino a muito fino e folhelho, lentes de arenito grosso e conglomerado com seixos discoides, apresentando coloração cinza a cinza esverdeada e amareladas quando alterados, de origem marinha rasa; e pela Formação Rio Bonito, constituída por arcóseo, siltito cinza a cinza escuro e carbonoso, quartzarenito branco, folhelho carbonoso cinza escuro a preto, carvão, diamictito com matriz carbonosa e marga, originários de ambiente flúvio-deltaico, marinho plataformal e litorâneo.

Os sedimentos quaternários correspondem aos depósitos aluvionares representados por areia, areia quartzosa, cascalheira, silte, argila e, localmente, turfa.

A **Figura 17** apresenta a distribuição das unidades litoestratigráficas no município, de acordo com Perrotta *et al.* (2006).

Figura 17 - Mapa geológico ampliado do município de Itapeva



Fonte: Mapa Geológico do Estado de São Paulo (Perrotta *et al.*, 2006).

5.2.2 Contexto geomorfológico

De acordo com IPT (1981), a área do município encontra-se nas regiões geomorfológicas do Planalto Atlântico (Zona do Planalto de Guapiara) e da Depressão Periférica (Zona do Paranapanema), que é caracterizada por topografia colinosa, embutida entre cuevas e elevações cristalinas do acidentado Planalto Atlântico. Corresponde à faixa de ocorrência das sequências sedimentares infrabasálticas paleozoicas e mesozoicas do Estado de São Paulo, incluindo ainda áreas descontínuas de corpos intrusivos, sob a forma de diques e sills de diabásio, pequenas porções de área com rochas pré-cambrianas são ainda incorporadas a esta província.

No município são encontrados Relevos de Agradação; Relevos de Degradação em Planaltos Dissecados, representados por Relevo Colinoso, Relevo de Morros com Encostas Suavizadas, Relevo de Morrotes e Relevo de Morros; e Relevos de Transição, representados por Encostas não Escarpadas e Relevo de Escarpas (**Figura 18**). Abaixo são descritas as unidades geomorfológicas que ocorrem no município, de acordo com IPT (1981).

No Relevo de Agradação Continental predominam Planícies Aluviais (**111**), onde ocorrem terrenos baixos e mais ou menos planos, junto às margens dos rios, sujeitos periodicamente a inundações.

No Relevo Colinoso predominam baixas declividades, de até 15 %, amplitudes locais inferiores a 100 m, ocorrem Colinas Médias (**213**), constituídas por interflúvios com áreas de 1 a 4 km², com topos aplainados, vertentes com perfis convexos a retilíneos, drenagem de média a baixa densidade, padrão sub-retangular, vales abertos a fechados, planícies aluviais interiores restritas, com presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes; Colinas Amplas (**212**), compostas por interflúvios com áreas superiores a 4 km², com topos extensos e aplainados, vertentes com perfis retilíneos a convexos, drenagem de baixa densidade, padrão subdendrítico, vales abertos, planícies aluviais interiores restritas, com presença eventual de lagoas perenes ou

intermitentes; e Colinas Pequenas Isoladas (**215**) em que predominam superfícies extensas e onduladas onde se destacam colinas baixas de 20 a 40 metros de amplitude local com vertentes suaves de perfis retilíneos, com rede de drenagem de baixa densidade, de padrão dendrítico e com vales abertos.

No Relevo de Morros com Encostas Suavizadas predominam baixas declividades (de até 15%) e amplitudes locais de 100 a 300 m. É composto por Morros Alongados (**222**) que constituem interflúvios alongados com área superior a 10 km², topos arredondados, vertentes com perfis retilíneos a convexos, drenagem de baixa a média densidade, em padrão paralelo e vales fechados.

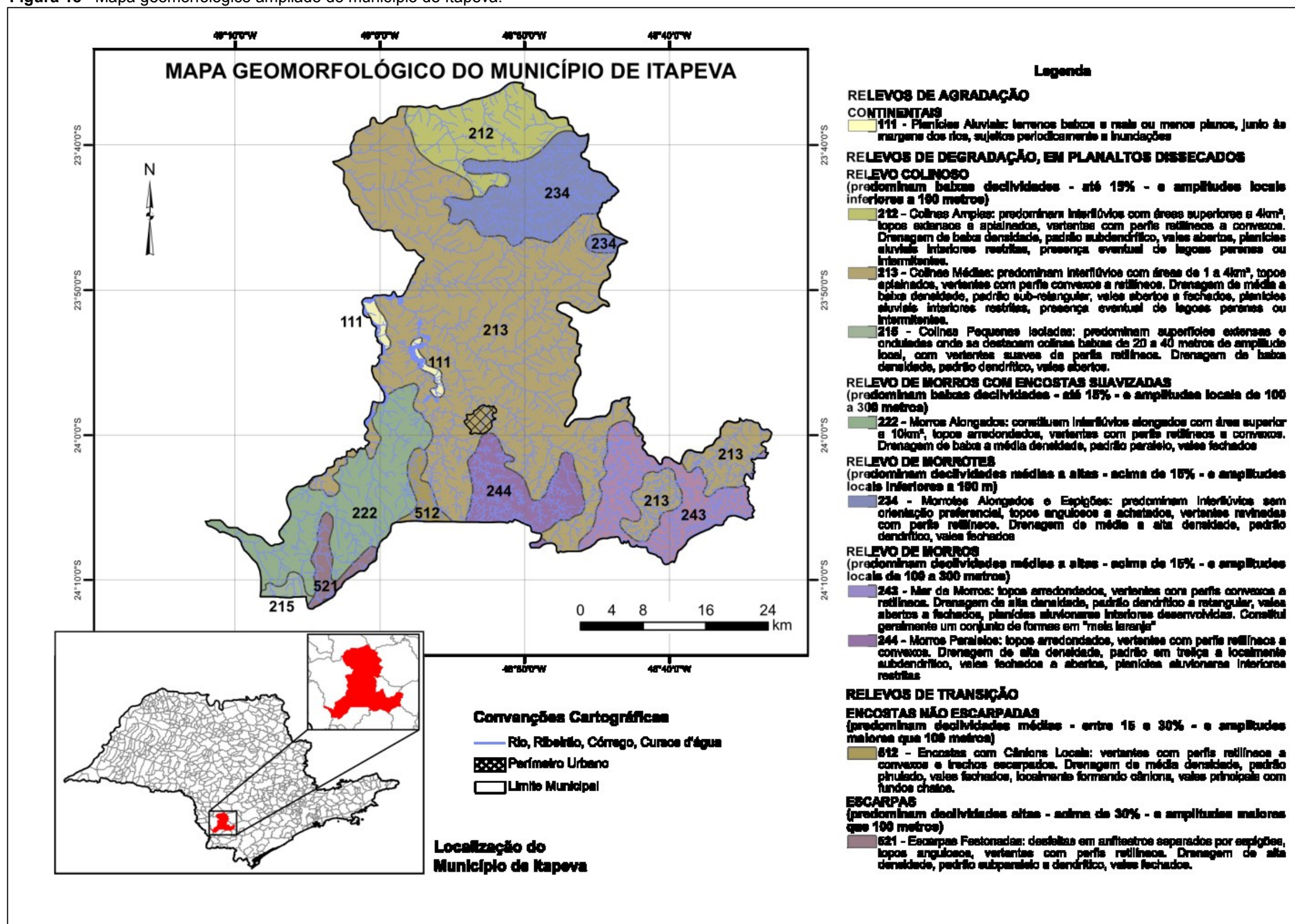
No Relevo de Morrotes predominam declividades médias a altas, acima de 15%, e amplitudes locais inferiores a 100 m, ocorrem Morrotes Alongados e Espigões (**234**), constituídos por interflúvios sem orientação preferencial, topos angulosos a achatados, vertentes ravinadas com perfis retilíneos, drenagem de média a alta densidade, com padrão dendrítico e vales fechados.

No Relevo de Morros predominam declividades médias a altas (acima de 15%) e amplitudes locais de 100 a 300 m. É composto por Mar de Morros (**243**), que apresentam topos arredondados, vertentes com perfis convexos a retilíneos. A rede de drenagem é de alta densidade, padrão dendrítico a retangular, com vales abertos a fechados e planícies aluvionares interiores desenvolvidas. Constitui geralmente um conjunto de formas em “meia laranja”; e Morros Paralelos (**244**), que apresentam topos arredondados e vertentes com perfis retilíneos a convexos. A rede de drenagem é de alta densidade, padrão treliça a localmente subdendrítico, com vales fechados a abertos e planícies aluvionares interiores restritas.

No Relevo de Encostas não Escarpadas predominam médias declividades, entre 15 e 30% e amplitudes maiores que 100 m. Ocorrem Encostas com Cânions Locais (**512**), com vertentes de perfis retilíneos a convexos e trechos escarpados. A rede de drenagem é de média densidade, padrão pinulado e vales fechados, localmente formando cânions com vales principais de fundos chatos.

No Relevo de Escarpas predominam altas declividades, acima de 30%, e amplitudes maiores que 100 m. Ocorrem Escarpas Festonadas (**521**) desfeitas em anfiteatros separados por espigões, topos angulosos e vertentes com perfis retilíneos. A rede de drenagem é de alta densidade, com padrão subparalelo a dendrítico e com vales fechados.

Figura 18– Mapa geomorfológico ampliado do município de Itapeva.



Fonte: Mapa Geomorfológico do estado de São Paulo (IPT, 1981).

5.2.3 Contexto pedológico

No que se refere aos tipos de solos que ocorrem no município, segundo Oliveira *et al.* (1999), predominam Argissolos Vermelho-Amarelos, Cambissolos Háplicos, Gleissolos Háplicos, Latossolos Vermelhos, Latossolos Vermelho-Amarelos e Neossolos Litólicos.

Os Argissolos Vermelho-Amarelos são representados pelas associações **PVA-35**, constituída por Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos abruptos ou não com horizonte A moderado e textura arenosa/média, arenosa/argilosa ou média em relevo ondulado e forte ondulado; **PVA-39**, constituída por Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos + CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos. Ambos com horizonte A proeminente e textura média de relevo suave ondulado e ondulado; **PVA-47**, constituída por Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos abruptos com horizonte A moderado e proeminente de textura média/argilosa com cascalhos + CAMBISSOLOS HÁPLICOS Distróficos e Eutróficos de horizonte A moderado, com textura argilosa com cascalhos e média em relevo forte ondulado e ondulado; e **PVA-54**, constituída por Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos com textura arenosa/média em relevo forte ondulado e ondulado + LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos de textura média em relevo ondulado e suave ondulado, ambos com horizonte A moderado.

Os Cambissolos Háplicos são representados pelas associações **CX-9**, constituída por Cambissolos Háplicos Tb distróficos + LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos, ambos de horizonte A moderado com textura argilosa em relevo forte ondulado; e **CX-29**, constituída por associação complexa de CAMBISSOLOS HÁPLICOS Ta eutróficos de textura argilosa e horizonte A moderado + CHERNOSSOLOS ARGILÚVICOS Órticos de textura argilosa + NEOSSOLOS LITÓLICOS eutróficos Ta de horizonte A moderado com textura média, todos na fase rochosa em relevo montanhoso ou escarpado.

O Gleissolo Háptico é representado pela associação **GX-2**, constituída por Gleissolos HÁPLICOS e MELÂNICOS ambos distróficos Tb de textura argilosa em relevo de várzea.

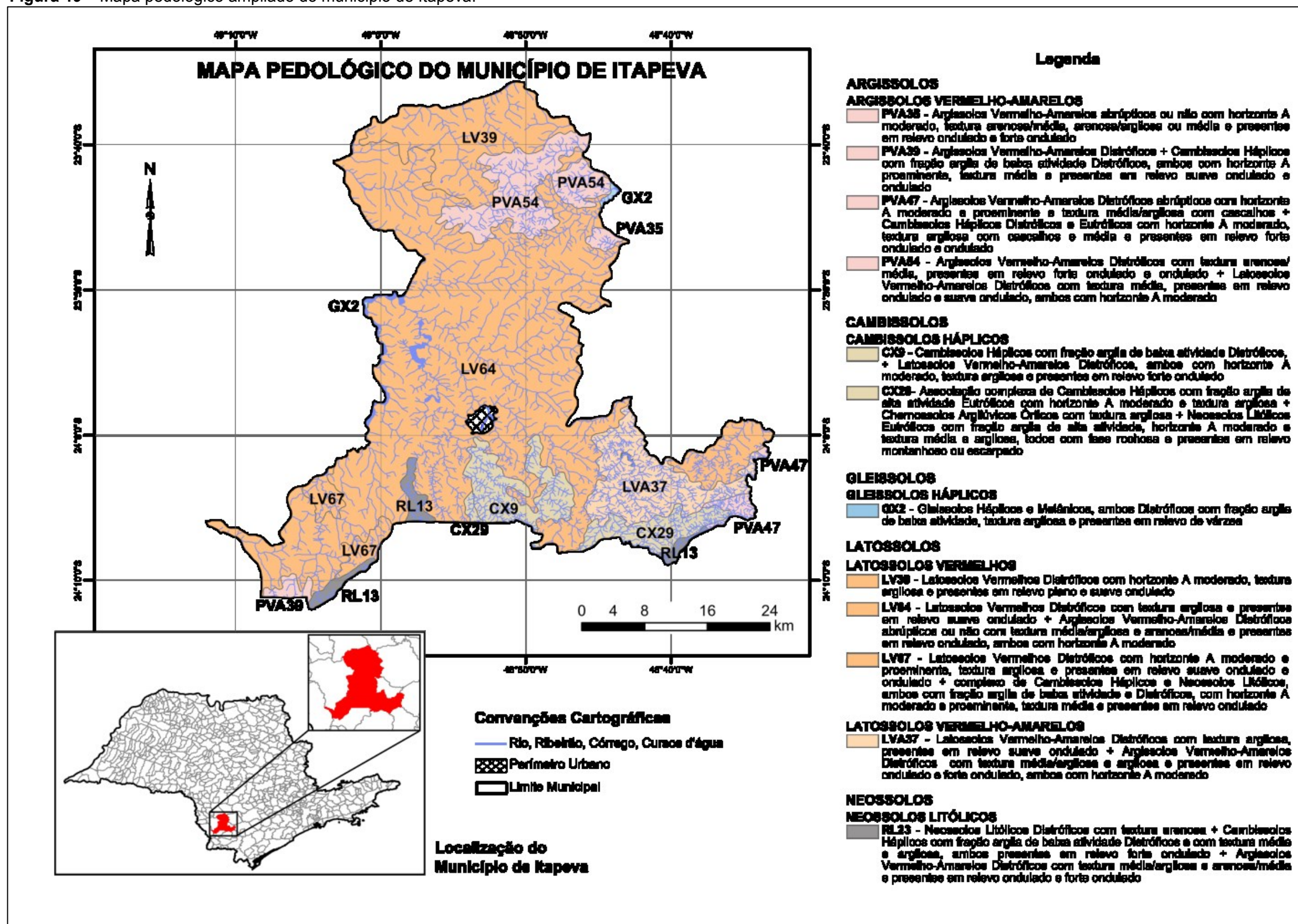
Os Latossolos Vermelhos são representados pelas associações **LV-39**, composta por Latossolos Vermelhos Distróficos de horizonte A moderado com textura argilosa em relevo plano e suave ondulado; **LV-64**, constituída por Latossolos Vermelhos Distróficos de textura argilosa em relevo suave ondulado + ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos abrupáticos ou não de textura média/argilosa e arenosa/média em relevo ondulado, ambos com horizonte A moderado; e **LV-67**, constituída por Latossolos Vermelhos Distróficos de horizonte A moderado e proeminente de textura argilosa em relevo suave ondulado e ondulado + complexo de CAMBISSOLOS HÁPLICOS e NEOSSOLOS LITÓLICOS ambos Tb distróficos de horizonte A moderado e proeminente de textura média em relevo ondulado.

O Latossolo Vermelho-Amarelo é representado pela associação **LVA-37**, constituída por Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos de textura argilosa em relevo ondulado + ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos de textura média/argilosa e argilosa em relevo ondulado e forte ondulado, ambos com horizonte A moderado.

O Neossolo Litólico é representado pela associação **RL-23**, constituída por Neossolos Litólicos Eutróficos distróficos de horizonte A moderado e chernozêmico e distróficos de horizonte A moderado, todos com textura média + grupamento indiscriminado de ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS arênicos com horizonte A moderado, de textura arenosa/média pouco profundos, todos com relevo ondulado.

A **Figura 19** apresenta a distribuição das associações pedológicas presentes no município, de acordo com Oliveira *et al.* (1999).

Figura 19 – Mapa pedológico ampliado do município de Itapeva.



Fonte: Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (Oliveira *et al.* 1999).

5.3 Áreas de risco mapeadas

No Município de Itapeva foram identificadas 5 (cinco) áreas de risco afetadas por processos de quedas de blocos e inundação. O **Quadro 6** apresenta os setores de risco mapeados, bem como a nomenclatura utilizada neste relatório para sua respectiva identificação.

Quadro 6 - Lista de áreas de risco mapeadas no município de Itapeva.

ÁREA Nº	SETOR Nº	NOME DA ÁREA	PROCESSO	NÍVEL DE RISCO
IPV-01	IPV-01-01	Centro	Inundação	Alto (R3)
IPV-02	IPV-02-01	Parque Longa Vida	Queda de Blocos	Alto (R3)
IPV-03	IPV-03-01	Bairro Vila Presépio	Inundação	Setor de monitoramento (SM)
IPV-04	IPV-04-01	Vila São Benedito	Queda de Blocos	Setor de monitoramento (SM)
IPV-05	IPV-05-01	Bairro Vila Bom Jesus,	Inundação	Setor de monitoramento (SM)

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

Cabe destacar que três áreas mapeadas em 2015 tiveram as moradias demolidas ou embargadas e os moradores foram realocados para novas moradias, sendo elas a IPV-01 (**Figura 20**), a IPV-05 (**Figura 21**) e a IPV-07 (**Figura 22**).

Figura 20 – Antiga área IPV-01. Moradias foram removidas para realização de Avenida.



Fonte: CIMA/IPT

Figura 21 – Antiga área IPV-05, as moradias foram retiradas.



Fonte: CIMA/IPT

Figura 22 – Vista parcial da antiga área IPV-07. Notar que as moradias foram removidas.

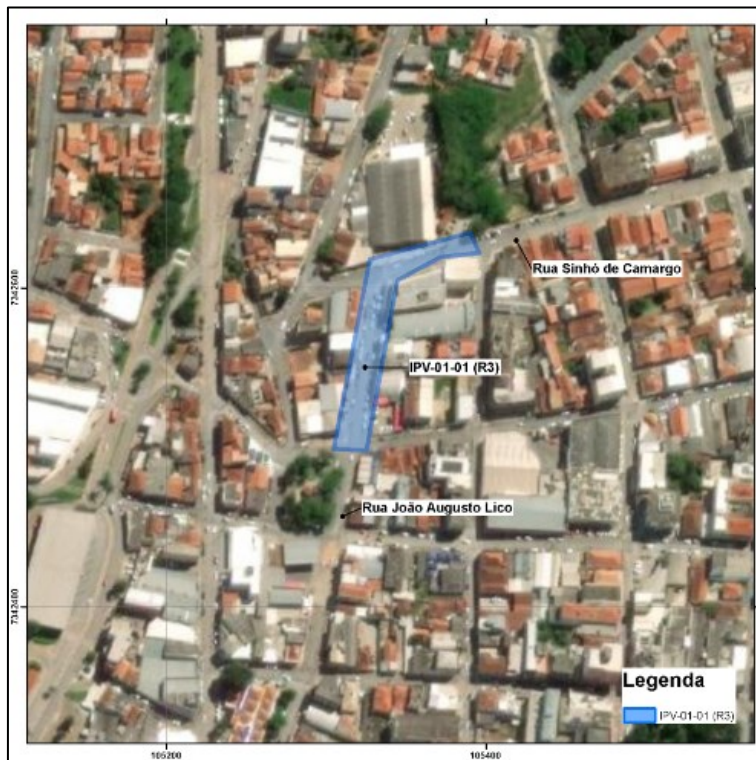


Fonte: CIMA/IPT

5.3.1 Área IPV-01 (Centro – Mercado Municipal) – Inundação

A área IPV-01 corresponde a área localizada na Rua Sinhó de Camargo com a Rua João Augusto Lico, próximo ao córrego Lageadinho. Foi mapeado um setor (IPV-01-01) classificado como de Risco Alto (R-3). A área e o setor mapeados estão indicados na **Figura 23**.

Figura 23 – Localização do setor IPV-01-01 pertencente à área IPV-01.



5.3.1.1 Setor IPV-01-01 – Inundação (R3 – Risco Alto)

- **Descrição do Setor**

O setor de risco IPV-01-01 compreende trecho entre as ruas Sinhó de Camargo e João Augusto Lico, abrangendo uma porção na área central da cidade. As vias de acesso são pavimentadas, e as construções são destinadas ao comércio, como exemplo o Mercado Municipal (**Figuras 24 e 25**).

Figura 24 – Vista parcial do setor. Notar a via pavimentada.



Fonte: CIMA/IPT

Figura 25 – Vista do Mercado Municipal. Notar as bocas de lobo.



Fonte: CIMA/IPT

O córrego Lageadinho segue até o Mercado Municipal tamponado, possui largura inferior a 5m. O último evento de inundação ocorreu em 13/11/2022 e atingiu uma altura máxima de 1 m de acordo com a COMPDEC. Nesse ponto concentra-se a água pluvial da microbacia, pois se trata de uma porção mais baixa no contexto de entorno.

- **Descrição do Processo Observado e/ou Potencial**

Espera-se para o setor **IPV-01-01** a ocorrência de inundações com gravidade alta e probabilidade de ocorrência também alta. Neste caso, o setor foi definido como de Risco Alto – R-3.

- **Sugestão de Intervenções**

Sugerem-se as seguintes ações de caráter geral para redução dos riscos: (a) instalação de réguas de nível de água; (b) orientação de moradores sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva; (c) limpeza do canal e (d) melhoria do sistema de drenagem superficial.

5.3.2 Área IPV-02 (Parque Longa Vida) – Queda de blocos

A área IPV-02 compreende um trecho localizado no bairro Parque Longo Vida, na Rua João Soares de Almeida. Foi mapeado um setor (IPV-02-01) classificado como de Risco Alto (R-3). A área e o setor mapeados estão indicados na **Figura 26**.

Figura 26 – Localização do setor IPV-02-01 pertencente à área IPV-02.



5.3.2.1 IPV-02-01 – Queda de blocos (R3 – Risco Alto)

- **Descrição do Setor**

O setor IPV-02 apresenta densidade ocupacional média a alta é composto por moradias de alvenaria, de médio a alto padrão construtivo. Há infraestrutura pública (pavimentação, água e esgoto), com vias pavimentadas por bloquete e sistema de drenagem precário (**Figuras 27**).

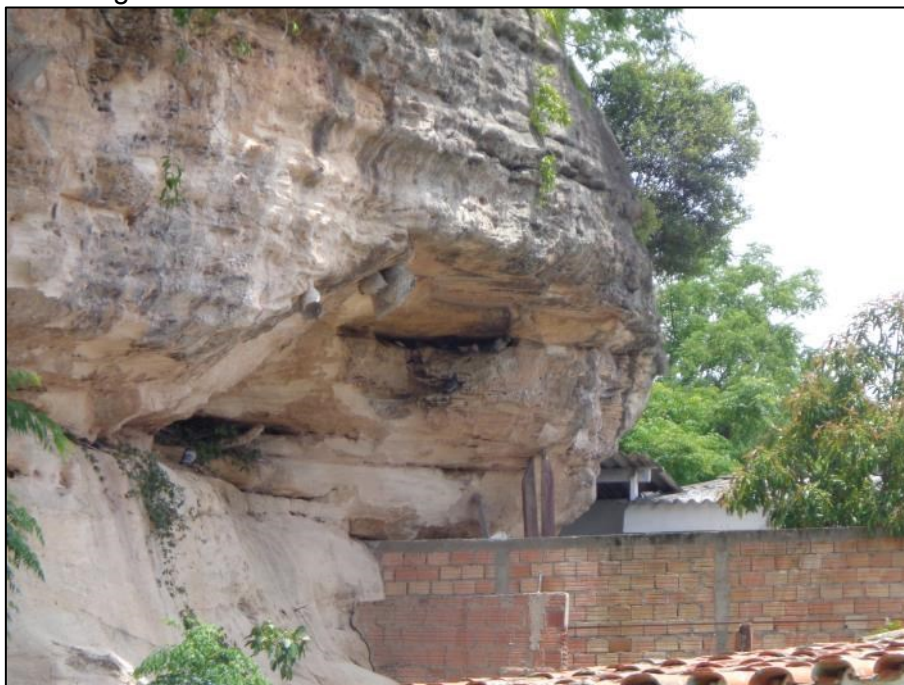
Figura 27 – Vista parcial do setor. Notar a via em bloquete e o paredão rochoso.



Fonte: CIMA/IPT

O bairro é composto por moradias construídas no topo e na base de um maciço rochoso arenítico. O maciço se apresenta como talude verticalizado, com 10 m de altura, com fraturas plano-paralelas ao acamamento, cavidades e até pequenas cavernas e overhang (**Figura 28**). Na base do maciço rochoso, em trecho plano na Rua João Soares de Almeida, encontram-se as moradia. Há presença de água de chuva em superfície e, segundo moradores, há uma nascente no topo do talude. Há muitas árvores no topo do talude, com raízes aparentes, que podem auxiliar a entrada de água no maciço, acelerando o processo de fraturamento da rocha. As moradias desta rua estão situadas a uma distância de 0 a 5 m da base do talude (**Figura 29**), suscetíveis às quedas de blocos de rocha e das árvores em períodos de chuvas intensas, quando aumenta a probabilidade de ocorrência das quedas.

Figura 28 – Maciço rochoso com fraturamentos, cavernas e overhang. Notar a distância da moradia.



Fonte: CIMA/IPT

Figura 29 – Notar a distância da moradia ao talude e o padrão construtivo.



Fonte: CIMA/IPT

Em outro ocorreu queda de blocos e árvores que não atingiu moradias (**Figura 30**).

Figura 30 – Material depositada de evento de queda que ocorreu em 13/10/2022.



Fonte: CIMA/IPT

- **Descrição do Processo Observado e/ou Potencial**

Espera-se para o setor **IPV-02-01** a ocorrência de queda de blocos. Neste caso, em função da média probabilidade e alta gravidade, o setor foi definido como R3 – Risco Alto.

- **Sugestão de Intervenções**

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) estudo geológico-geotécnico de detalhe para localização de blocos de rocha individualizados e que podem sofrer quedas; (b) estudo geológico-geotécnico de detalhe para o dimensionamento de obras de estabilidade de maciços rochosos; e (c) orientação aos moradores sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva e no aviso à Compdec da

ocorrência de novas trincas e fraturas no maciço, ou mesmo a queda de blocos.

5.3.3 Área IPV-03 (Bairro Vila Presépio) – Inundação

A área **IPV-03** compreende uma porção localizada no Bairro Vila Presépio, no córrego Aranha. Foi mapeado um setor (IPV-03-01) classificado como Setor de monitoramento (SM). A área e o setor mapeados estão indicados na **Figura 31**.

Figura 31 – Localização do setor IPV-03-01 pertencente à área IPV-03.



5.3.3.1 Setor IPV-03-01 – Inundação (SM – Setor de monitoramento)

- **Descrição do Setor**

O bairro apresenta densidade ocupacional média a alta, composto por moradias de alvenaria, de médio padrão construtivo (**Figura 32**). Foram retiradas 5 (cinco) moradias no trecho mais crítico (**Figura 33**).

Figura 32 – Vista parcial do setor. Notar o padrão construtivo das moradias.



Fonte: CIMA/IPT

Figura 33 – Vista parcial do setor. A seta azul indica as moradias desocupadas.



Fonte: CIMA/IPT

No setor, o córrego Aranha foi retificado, com largura máxima de 6 m e altura máxima de 6 m e está pouco assoreado por solo, lixo e entulho (**Figura 34**). A base dos taludes marginais do córrego está impermeabilizada, enquanto o restante é recoberto por vegetação de gramíneas. As moradias distam 7 a 30 m do eixo do canal.

Figura 34 – Vista do córrego Aranha. Notar as margens vegetadas e o talude marginal concretado



Fonte: CIMA/IPT

O sub-dimensionamento do tubo de concreto na parte canalizada do córrego, sob a Rua Carvalho de Oliveira, quando de chuvas moderadas na região, é responsável pela elevação do nível d'água do córrego, provocando refluxo das águas e atingindo as moradias. Foram observados também travessias por tubulação de esgoto e lançamento de esgoto (**Figura 35**).

Figura 35 – Ponto de travessia de tubulação de esgoto e de lançamento de esgoto no córrego.



Fonte: CIMA/IPT

Segundo a COMDEC, o nível d'água do córrego eleva-se rapidamente, atingindo altura máxima de inundação de 5 m, alcançando a primeira linha de casas na margem direita do córrego.

O córrego Aranha foi desassoreado em 2022 na porção do setor e a montante do mesmo.

- **Descrição do Processo Observado e/ou Potencial**

Espera-se para o setor **IPV-03-01** a ocorrência de inundações com gravidade média e probabilidade de ocorrência alta. Neste caso, o setor foi definido como Setor de monitoramento (SM).

- **Sugestão de Intervenções**

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) estudo hidráulico-hidrológico para melhorar o dimensionamento da travessia da Rua Carvalho de

Oliveira; (b) estudo geológico-geotécnico de detalhe para dimensionamento de obras para controle da inundação; (c) desassoreamento, caso seja indicado pelos estudos efetuados; e (d) orientação técnica aos moradores sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva.

5.3.4 Área IPV-04 (Bairro Vila São Benedito) – Queda de blocos

A área **IPV-04** compreende uma porção localizada no Bairro Vila São Benedito. Foi mapeado um setor (IPV-04-01) classificado como Setor de monitoramento (SM). A área e o setor mapeados estão indicados na **Figura 36**.

Figura 36 – Localização do setor IPV-04-01 pertencente à área IPV-04.



5.3.4.1 Setor IPV-04-01 – Queda de blocos (SM – Setor de monitoramento)

- **Descrição do Setor**

O bairro apresenta densidade ocupacional média e é composto por moradias de

alvenaria, de médio padrão construtivo. Há infraestrutura pública (pavimentação, água e esgoto), com vias pavimentadas por bloquete e sistema de drenagem precário (**Figura 37**).

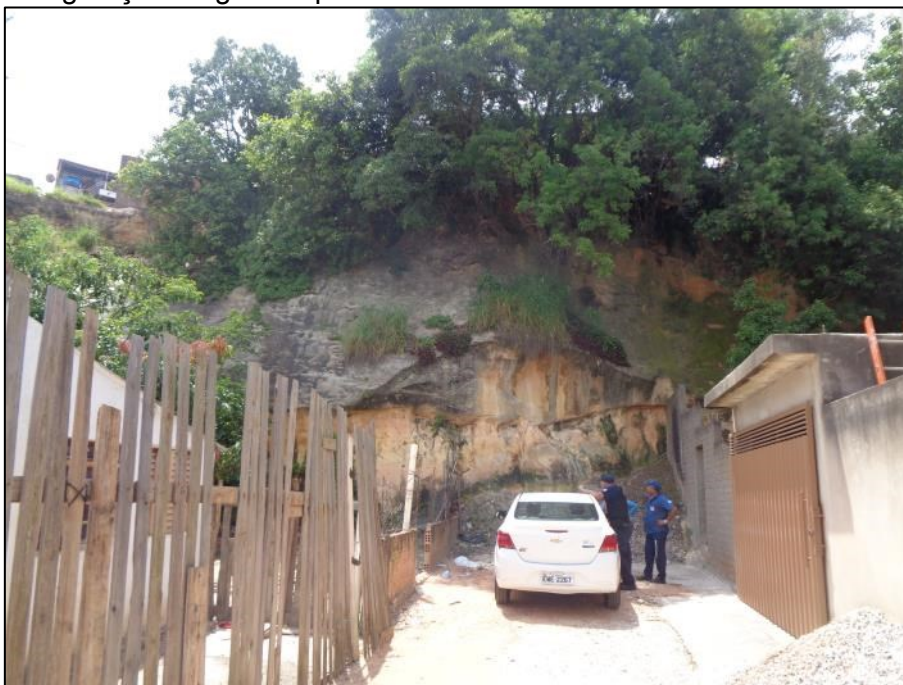
Figura 37 – Vista parcial da área. Notar a via pavimentada com bloquete.



Fonte: CIMA/IPT

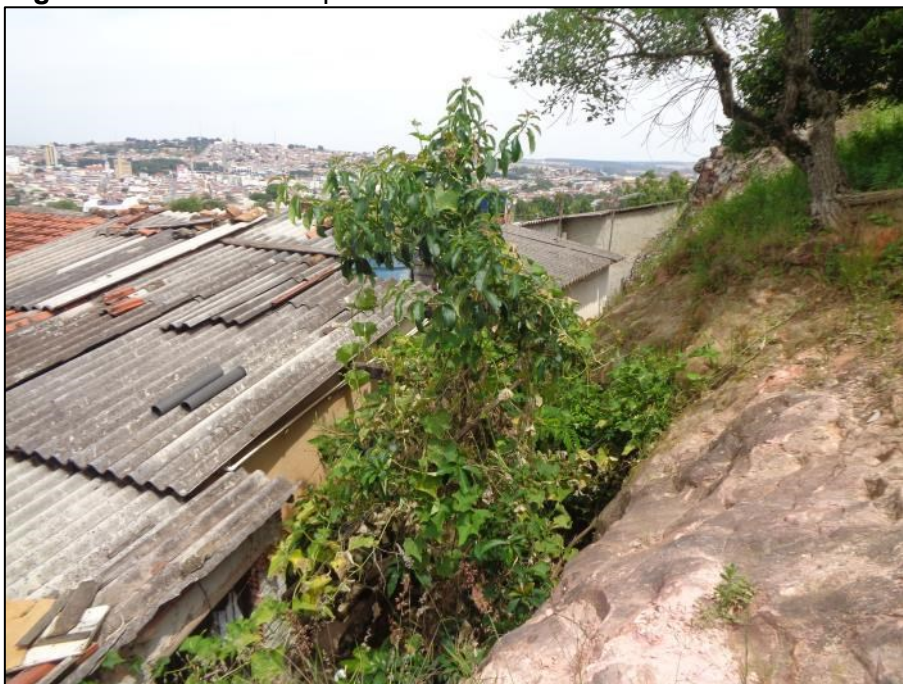
As moradias foram construídas na base e no topo de talude rochoso, intercaladas por porções argilosas. A inclinação média do setor corresponde a 45° e a encosta apresenta inclinação média de 60° , em que na porção rochosa, se apresenta como talude inclinado, variando de 5 a 10 m de altura, com algumas fraturas e gramíneas e árvores (**Figura 38**). As moradias estão situadas a uma distância de 0,5 a 5 m da base do talude, suscetíveis ao fluxo d'água superficial e quedas de blocos (**Figura 39**). Há presença de água de chuva em superfície e lançamento de águas servidas em superfície.

Figura 38 – Vista parcial da área. Notar a altura do maciço rochoso e a vegetação de grande porte..



Fonte: CIMA/IPT

Figura 39 – Observar a proximidade das moradias ao talude.



Fonte: CIMA/IPT

Segundo a COMDEC, em chuvas intensas, as águas advindas do topo do morro concentram-se em um fluxo superficial que atinge os fundos das moradias e a laje de uma delas (**Figura 40**). Em março de 2015, o fluxo de água superficial derrubou o muro de uma das casas. Além disso, existe a possibilidade da formação de blocos rochosos que podem se desprender do maciço e atingir os fundos das moradias.

Figura 40 – Moradia afetada por fluxo de água superficial (Seta Azul).



Fonte: CIMA/IPT

- **Descrição do Processo Observado e/ou Potencial**

Espera-se para o setor **IPV-04-01** a ocorrência de queda de blocos. Neste caso, o grau de risco, em função da moderada probabilidade e da média gravidade, foi definido como **Setor de monitoramento (SM)**.

- **Sugestão de Intervenções**

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) monitoramento do talude rochoso, observando o aparecimento de fraturas e a percolação de água neste; (b) dimensionamento hidráulico de dispositivos de drenagem, como canaletas e escadas

hidráulicas; e (c) orientação aos moradores sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva.

5.3.5 . Área IPV-05 (Bairro Vila Bom Jesus) – Inundação

A área **IPV-05** compreende trecho ao longo do Córrego Aranha, no bairro Vila Bom Jesus. Foi mapeado um setor (IPV-05-01) classificado como Setor de monitoramento (SM). A área e o setor mapeados estão indicados na **Figura 41**.

Figura 41 – Localização do setor IPV-05-01 pertencente à área IPV-05.



5.3.5.1 Setor IPV-05-01 – Inundação (SM – Setor de monitoramento)

- **Descrição do Setor**

O bairro apresenta densidade ocupacional média a alta, sendo composto por moradias de alvenaria, de médio padrão construtivo (**Figura 42**). Há infraestrutura pública (pavimentação, água e esgoto), com vias pavimentadas por bloquete e sistema

de drenagem inexistente.

Figura 42 – Vista parcial do setor. Notar o padrão construtivo da moradia.



Fonte: CIMA/IPT

No setor, o córrego Aranha apresenta canal natural, meandrante, com largura máxima de 6 m e altura máxima de 2 m. Esse encontra-se assoreado por solo, vegetação, lixo e entulho (**Figura 43**). As margens do córrego apresentam vegetação arbustiva, rasteira e com algumas árvores. As moradias distam 0,5 a 5 m do eixo do canal (**Figura 44**). Nas travessias sobre o córrego observou o acúmulo de material nas aduelas (**Figura 45**).

Figura 43 – Observar o assoreamento no córrego Aranha e a placa de área sujeita a alagamento.



Fonte: CIMA/IPT

Figura 44 – Moradias construídas no topo do talude marginal.



Fonte: CIMA/IPT

Figura 45 – Acumulo de lixo e galhos de árvores entre as aduelas.



Fonte: CIMA/IPT

Trata-se de inundação na margem esquerda do córrego Aranha, no último quarteirão da Rua Ribeirão Branco até a Rua Professor João Santana, a jusante do córrego, onde os fundos e os quintais das casas são atingidas.

Segundo a COMDEC, o nível d'água do córrego se eleva rapidamente, atingindo altura máxima de 4,5 m, alcançando a primeira linha de casas na margem esquerda do córrego. Nesta área ocorrem solapamentos na margem esquerda que afetam a fundação das casas.

- **Descrição do Processo Observado e/ou Potencial**

Espera-se para o setor **IPV-05-01** a ocorrência de inundação. Neste caso, o grau de risco, em função da alta probabilidade e da média gravidade, foi definido como **Setor de monitoramento (SM)**.

- **Sugestão de Intervenções**

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) monitoramento das cheias; (b) desassoreamento do córrego Aranha; (c) estudo geológico-geotécnico de detalhe para dimensionamento de obras para controle da erosão e solapamentos de margens; (d) orientação aos moradores sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva; e (e) segundo o Código Florestal, tal área encontra-se em Área de Proteção Permanente (APP), não sendo permitida a sua ocupação. Caso tal ocupação seja aprovada pela Prefeitura Municipal, recomenda-se que as novas moradias sejam adaptadas ao processo de inundação recorrente no local, com moradias alteadas por aterros e/ou pilotis.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este Relatório apresenta os trabalhos referentes ao mapeamento de áreas de risco de inundações do município de Itapeva, assim como as sugestões de intervenções para essas áreas. Os pontos mapeados no município de Itapeva correspondem às ocupações localizadas em áreas de ocupação próximas às margens de cursos d'água e talude rochoso.

O setor mapeado como alto risco para inundação situa-se próximo ao córrego Lageadinho, ao lado do Mercado Municipal. Cabe destacar que esse setor localiza-se na porção mais baixa recebendo as águas pluviais do seu entorno e o sistema de drenagem superficial não comporta esse volume de água.

Os riscos para deslizamentos estão associados à queda de blocos, sobre moradias construídas na base de maciços rochosos areníticos. Estes apresentam-se inclinados a subverticais, fraturados e com cavidades desfavoráveis à estabilidade do talude. Recomenda-se um estudo geológico-geotécnico de detalhe para dimensionamento de obras de estabilidade de maciços rochosos.

O córrego Aranha é o principal curso d'água do município de Itapeva, cortando a área central e urbana. As ocupações, localizadas próximas ao córrego, estão sujeitas

ao impacto de suas águas que, em períodos de chuvas intensas em sua bacia hidrográfica e de chuvas generalizadas na região, extravasam o canal e inundam as áreas identificadas. Nesse sentido, recomenda-se que o município desenvolva soluções de monitoramento das áreas atingidas e mecanismos para controle daquelas ainda não ocupadas e/ou que apresentam potencial para impacto das águas. Ressalta-se que o município não possui pluviômetro automático para o monitoramento das chuvas. Recomenda-se, ainda, verificar a necessidade e/ou possibilidade de aplicação de medidas hidráulicas estruturais e medidas de retenção de águas pluviais por infiltração ou reservação. Recomenda-se que o município desenvolva ferramentas para orientação da população sujeita ao impacto dos diferentes fenômenos, principalmente nos pontos onde a chegada do socorro pode ser prejudicada pela distância ou pela interdição de vias.

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

Todas as alternativas técnicas apresentadas e discutidas no âmbito deste Relatório visam, de uma forma ou de outra, garantir a segurança das pessoas que moram no município de Itapeva.

7 EQUIPE TÉCNICA

CIDADES, INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE – CIMA

Seção de Investigações, Riscos e Gerenciamento Ambiental - Sirga

Coordenador: Marcelo Fischer Gramani – Mestre, Geólogo

Alessandra Cristina Corsi – Doutora, Geóloga

Eduardo Soares de Macedo – Doutor, Geólogo

**Seção de Planejamento Territorial, Recursos Hídricos, Saneamento e Florestas -
SPRSF**

Priscila Taminato Hirata – Mestre, Geóloga

Apoio Administrativo

Leila Evangelista Silva – Técnica Administrativa

Luzia Matico Nagase – Secretária Administrativa

Susi Ferreira – Supervisora Administrativa

São Paulo, 13 de dezembro de 2022

CIDADES, INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE
Seção de Investigações, Riscos e
Gerenciamento Ambiental

Assinado digitalmente

Oceanógrafa, Ma. Larissa Felicidade Werkhauser Demarco
Gerente Técnica
RE Nº 9135

CIDADES, INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE

Assinado digitalmente

Engª Ma. Sofia Julia Alves Macedo Campos
Diretora Técnica em exercício
CREA SP 05060946440 – RE 8450



Documento assinado digitalmente.
Sua validade legal e autenticidade são vinculadas às
assinaturas digitais do(s) responsável(is) técnico(s) e à
assinatura digital certificada do Instituto de Pesquisas
Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CORSI, A. C.; MACEDO, E. S. . Mapeamentos de riscos para regulamentação fundiária. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 17, 2022, Belo Horizonte. Anais [...]. São Paulo: ABGE, 2022. p. 1-9.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos / Humberto Gonçalves dos Santos [et al.]. – 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2018.

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.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLOGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT) **Mapeamento de áreas de alto e muito alto risco a deslizamentos e inundações do município de Itapeva, SP.** São Paulo, 2015.

MINISTÉRIO DAS CIDADES, INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLOGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **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, 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.

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

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM **Setorização de risco alto e muito alto do município de Sumaré.** 2014.

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

APENDICE 1

DESENHOS DAS ÁREAS DE RISCO MAPEADAS











APENDICE 2

FICHAS DAS ÁREAS DE RISCO MAPEADAS E VISTORIADAS

ÁREA IPV-01

Setor IPV-01-01

Centro – Mercado Municipal

R-3 – Risco Alto - Inundação

Figura 1 – Vista geral da área e do setor mapeado IPV-01-01 - área IPV-01.

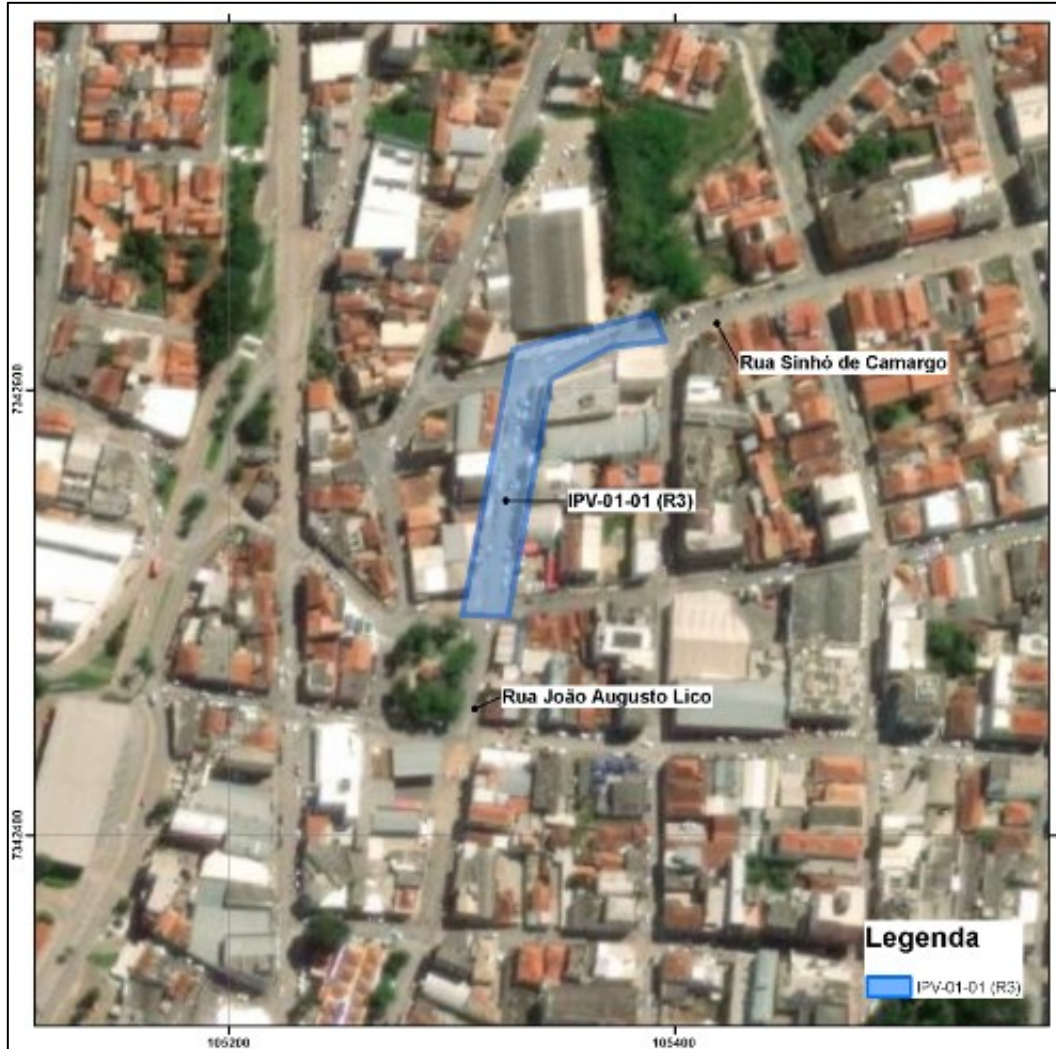


Figura 2 – Ficha de campo do setor mapeado IPV-01-01 - área IPV-01.

FICHA DE CAMPO - MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO

LOCALIZAÇÃO
 Município: Itapeva Área: IPV-01 Nº Setor: IPV-01-01
 Nome da área: Centro - Mercado Municipal Coord E (m): 715934 Coord N (m): 7346418
 Localização: Rua Sinhó de Camargo; Rua João Augusto Lico Data: 21/11/2022
 Equipe: Alessandra Corsi, Eduardo S. de Macedo (IPT); João G. de Oliveira Neto, Reinaldo Marques; Rita Marques (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 inundação: 1 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:
 De acordo com a informação as inundações são recorrentes nessa área. O último evento ocorreu em 13 de novembro de 2022. Atinge comércios.

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 checked="" 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: Comércios



Foto 1 – Vista parcial do setor. Notar a via pavimentada.



Foto 2 – Vista parcial do setor. A seta azul indica o ponto onde o córrego Lageadinho passa a céu aberto..



Foto 3 – Vista parcial do setor (Rua João Augusto Lico).



Foto 4 – Notar o sistema de drenagem superficial ao lado do Mercado Municipal.

ÁREA IPV-02
Setor IPV-02-01
Parque Longa Vida
R-3 – Risco Alto – Queda de blocos

Figura 3 – Vista geral da área e do setor mapeado IPV-02-01 - área IPV-02.



Figura 4 – Ficha de campo do setor mapeado IPV-02-01 - área IPV-02.

FICHA DE CAMPO - MAPEAMENTO DE ÁREA DE RISCO DE ESCORREGAMENTO			
LOCALIZAÇÃO			
Município: Itapeva	Área: IPV-02	Nº do Setor: IPV-02-01	
Nome da Área: Parque Longa Vida	Coord E (m): 716649	Coord N (m): 7345486	
Localização: Rua João Soares de Almeida			Data: 21/11/2022
Equipe: Alessandra Corsi, Eduardo S. de Macedo (IPT); João G. de Oliveira Neto, Reinaldo Marques, Rita Marques (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 type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4			
Condições das vias: <input checked="" type="checkbox"/> pavimentada <input type="checkbox"/> não pavimentada Obs: _____			
Inclinação média do setor (*): 90			
CONDICIONANTES			
<input type="checkbox"/> Encostas Naturais Obs: _____			
Altura (m): _____ Inclinação (*): _____ Distância da moradia ao topo (m): _____ Distância da moradia à base (m): _____			
<input type="checkbox"/> Talude de Corte Obs: _____			
Altura (m): _____ Inclinação (*): _____ Distância da moradia ao topo (m): _____ Distância da moradia à base (m): _____			
Material predominante: <input type="checkbox"/> solo residual <input type="checkbox"/> saprolito <input type="checkbox"/> rocha alterada <input type="checkbox"/> rocha sã			
<input type="checkbox"/> Estruturas desfavoráveis a estabilidade Obs: _____			
<input type="checkbox"/> Taludes de aterro Obs: _____			
Altura (m): _____ Inclinação (*): _____ Distância da moradia ao topo (m): _____ Distância da moradia à base (m): _____			
<input checked="" type="checkbox"/> Maciço rochoso <input checked="" type="checkbox"/> Estruturas desfavoráveis a estabilidade Outros: Cavidades, Overhang, cavernas, fraturas			
Altura (m): 10 Inclinação (*): 90 Distância da moradia ao topo (m): _____ Distância da moradia à base (m): 0 - 5			
<input type="checkbox"/> Matacões Obs: _____			
<input type="checkbox"/> Depósito localizado sobre: <input type="checkbox"/> Encosta natural <input type="checkbox"/> Talude de corte <input type="checkbox"/> Talude de aterro <input type="checkbox"/> Talude marginal			
Obs: _____			
Material presente: <input type="checkbox"/> aterro <input type="checkbox"/> lixo <input type="checkbox"/> entulho Obs: _____			
<input type="checkbox"/> Drenagens Naturais: <input type="checkbox"/> retificado <input type="checkbox"/> natural <input type="checkbox"/> retilíneo <input type="checkbox"/> meandrante <input type="checkbox"/> assoreado <input type="checkbox"/> lixo <input type="checkbox"/> entulho			
<input type="checkbox"/> Talude Marginal Altura (m): _____ Distância da moradia ao topo (m): _____ Obs: _____			
EVIDÊNCIAS DE MOVIMENTAÇÃO			
<input type="checkbox"/> trincas na moradia <input type="checkbox"/> muros e paredes embarrigado <input checked="" type="checkbox"/> cicatrizes de escorregamento			
<input type="checkbox"/> trincas no terreno <input type="checkbox"/> árvores, postes, muros inclinados Data e dimensão: 13/10/2022			
<input type="checkbox"/> dregraus de abatimento <input type="checkbox"/> solapamento de margem <input type="checkbox"/> fraturas no maciço rochoso			
ÁGUA			
<input checked="" type="checkbox"/> concentração de água de chuva em superfície <input type="checkbox"/> fossa			
<input type="checkbox"/> lançamento de águas servidas em superfície <input checked="" type="checkbox"/> surgência d'água Obs: mina d'água			
<input type="checkbox"/> vazamento de tubulação sistema de drenagem superficial: <input checked="" type="checkbox"/> inexistente <input type="checkbox"/> precário <input type="checkbox"/> satisfatório			
VEGETAÇÃO NA ÁREA OU PROXIMIDADES			
<input checked="" type="checkbox"/> presença de árvores <input type="checkbox"/> área desmatada			
<input checked="" type="checkbox"/> vegetação rasteira <input type="checkbox"/> área de cultivo: _____			
PROCESSO DE INSTABILIZAÇÃO			
<input type="checkbox"/> escorregamento em encosta natural <input type="checkbox"/> escorregamento em depósito encosta <input checked="" type="checkbox"/> queda de blocos <input type="checkbox"/> corrida			
<input type="checkbox"/> escorregamento em talude de corte <input type="checkbox"/> solapamento margem <input type="checkbox"/> rolamento de blocos <input type="checkbox"/> rastejo			
<input type="checkbox"/> escorregamento em talude de aterro <input type="checkbox"/> erosão <input type="checkbox"/> deslocamento			
CONDIÇÃO DA ESTABILIDADE DOS BLOCOS E MACIÇO ROCHOSO			
<input type="checkbox"/> Condição favorável de estabilidade <input 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: 6			



Foto 5 – Vista do setor. Notar o talude rochoso vegetado.

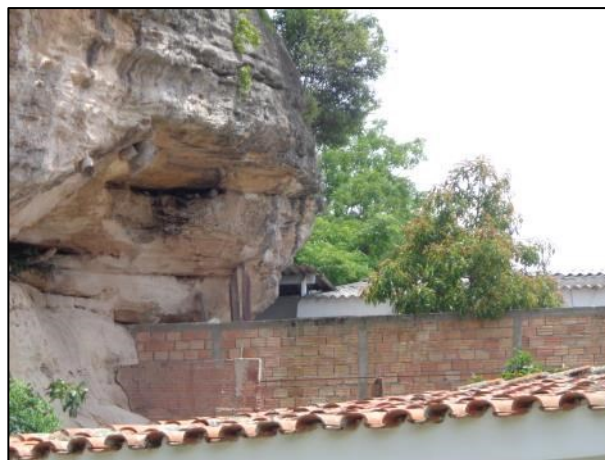


Foto 6 – Notar a distância da moradia ao talude rochoso.



Foto 7 – Observar as fraturas no maço rochoso (Seta azul)..



Foto 8 – Detalhe do material depositado n base do talude rochoso, composto por arvores e blocos de rocha.

ÁREA IPV-03
Setor IPV-03-01
Bairro Vila Pressépio
SM – Setor de monitoramento – Inundação

Figura 5 – Vista geral da área e do setor mapeado IPV-03-01 - área IPV-03.



Figura 6 – Ficha de campo do setor mapeado IPV-03-01 - área IPV-03.

FICHA DE CAMPO - MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO

LOCALIZAÇÃO
Município: Itapeva Área: IPV-03 Nº Setor: IPV-03-01
Nome da área: Bairro Vila Pressépio Coord E (m): 716256 Coord N (m): 7346643
Localização: Rua Major Eurico Monteiro; Rua Coronel Queiroz Data: _____
Equipe: Alessandra Corsi, Eduardo S. de Macedo (IPT); João G. de Oliveira Neto, Reinaldo Marques; Rita Marques (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 inundação: 1 m Fonte dos dados: _____
Raio de alcance máximo do evento a partir do eixo do canal: _____ m Fonte dos dados: _____
Quantidade de chuva registrada na ocasião do evento: _____ mm Fonte dos dados: _____

CARACTERIZAÇÃO DA DRENAGEM
Tipo de canal: Retificado Natural | Retilíneo Meandrante | Assoreado Lixo Entulho
Largura máxima do canal: 2 - 4 m Altura máxima do canal: 4 - 6 m Distância das moradias ao eixo do canal: 7 - 3 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:
corrêgo do Aranha.
O corrêgo foi dessassoreado em 2022. Foram retiradas 4 moradias.
Interferência por travessias e pontes ao longo do córrego.

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: 30



Foto 9 – Vista parcial do setor. Notar as moradias próximas ao córrego.



Foto 10 – Vista de moradia afetada pelo extravasamento do córrego Aranha.



Foto 11 – Vista do córrego Aranha, com assoreamento recoberto por vegetação.



Foto 12 – Detalhe das interferências presentes no curso d'água, tubulação de esgoto que retém material.

ÁREA IPV-04

Setor IPV-04-01

Bairro Vila São Benedito

SM – Setor de monitoramento – Queda de blocos

Figura 7 – Vista geral da área e do setor mapeado IPV-04-01 - área IPV-04.



Figura 8 – Ficha de campo do setor mapeado IPV-04-01 - área IPV-04.

FICHA DE CAMPO - MAPEAMENTO DE ÁREA DE RISCO DE ESCORREGAMENTO			
LOCALIZAÇÃO			
Município: Itapeva	Área: IPV-03	Nº do Setor: IPV-03-01	
Nome da Área: Bairro Vila São Benedito	Coord E (m): 717405	Coord N (m): 7346028	
Localização: Rua João gonçalves, Rua São Benedito			Data: 21/11/2022
Equipe: Alessandra Corsi, Eduardo S. de Macedo (IPT); João G. de Oliveira Neto, Reinaldo Marques, Rita Marques (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 (°): 45			
CONDICIONANTES			
<input type="checkbox"/> Encostas Naturais Obs: _____			
Altura (m): _____ Inclinação (°): _____ Distância da moradia ao topo (m): _____ Distância da moradia à base (m): _____			
<input type="checkbox"/> Talude de Corte Obs: _____			
Altura (m): _____ Inclinação (°): _____ Distância da moradia ao topo (m): _____ Distância da moradia à base (m): _____			
Material predominante: <input type="checkbox"/> solo residual <input type="checkbox"/> saprolito <input type="checkbox"/> rocha alterada <input type="checkbox"/> rocha sã			
<input type="checkbox"/> Estruturas desfavoráveis a estabilidade Obs: _____			
<input type="checkbox"/> Taludes de aterro Obs: _____			
Altura (m): _____ Inclinação (°): _____ Distância da moradia ao topo (m): _____ Distância da moradia à base (m): _____			
<input checked="" type="checkbox"/> Maciço rochoso <input checked="" type="checkbox"/> Estruturas desfavoráveis à estabilidade Outros: _____			
Altura (m): 1 - 10 Inclinação (°): 90 Distância da moradia ao topo (m): 5 Distância da moradia à base (m): 1 - 10			
<input type="checkbox"/> Matacões Obs: _____			
<input type="checkbox"/> Depósito localizado sobre: <input type="checkbox"/> Encosta natural <input type="checkbox"/> Talude de corte <input type="checkbox"/> Talude de aterro <input type="checkbox"/> Talude marginal			
Obs: _____			
Material presente: <input type="checkbox"/> aterro <input type="checkbox"/> lixo <input type="checkbox"/> entulho Obs: _____			
<input type="checkbox"/> Drenagens Naturais: <input type="checkbox"/> retificado <input type="checkbox"/> natural <input type="checkbox"/> retilíneo <input type="checkbox"/> meandrante <input type="checkbox"/> assoreado <input type="checkbox"/> lixo <input type="checkbox"/> entulho			
<input type="checkbox"/> Talude Marginal Altura (m): _____ Distância da moradia ao topo (m): _____ Obs: _____			
EVIDÊNCIAS DE MOVIMENTAÇÃO			
<input type="checkbox"/> trincas na moradia		<input type="checkbox"/> muros e paredes embarrigado	
<input type="checkbox"/> trincas no terreno		<input type="checkbox"/> árvores, postes, muros inclinados	
<input type="checkbox"/> degraus 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 checked="" type="checkbox"/> lançamento de águas servidas em superfície		<input type="checkbox"/> surgência d'água Obs: _____	
<input type="checkbox"/> vazamento de tubulação		sistema de drenagem superficial: <input checked="" type="checkbox"/> inexistente <input type="checkbox"/> precário <input type="checkbox"/> satisfatório	
VEGETAÇÃO NA ÁREA OU PROXIMIDADES			
<input checked="" type="checkbox"/> presença de árvores		<input type="checkbox"/> área desmatada	
<input 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"/> escorregamento em talude de corte		<input checked="" type="checkbox"/> queda de blocos <input type="checkbox"/> corrida	
<input type="checkbox"/> escorregamento em talude de aterro		<input type="checkbox"/> solapamento margem <input type="checkbox"/> rolamento de blocos <input type="checkbox"/> rastejo	
		<input type="checkbox"/> erosão <input type="checkbox"/> deslocamento	
CONDIÇÃO DA ESTABILIDADE DOS BLOCOS E MACIÇO ROCHOSO			
<input type="checkbox"/> Condição favorável de estabilidade		<input type="checkbox"/> Condição desfavorável de estabilidade	
GRAU DE RISCO			
<input type="checkbox"/> Risco 4 - Muito Alto		<input type="checkbox"/> Risco 3 - Alto	
SETOR DE MONITORAMENTO (R1 e R2)			
<input checked="" type="checkbox"/> Setor Monitoramento Ocupado		<input type="checkbox"/> Setor Monitoramento Não Ocupado	
Número de moradias na área: 25			



Foto 13 – Vista parcial do setor. Notar o padrão construtivo das moradias.



Foto 14 – Observar a proximidade da moradia com a base do talude rochoso.

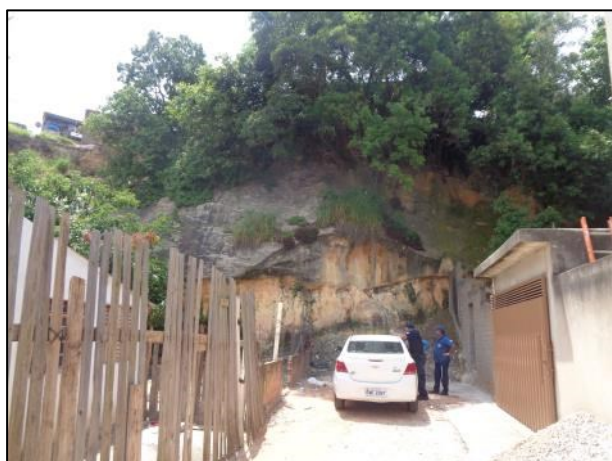


Foto 15 – Vista parcial do talude rochoso. Notar as moradias no topo e na base do mesmo.



Foto 16 – Detalhe do talude rochoso. Observar as fraturas e as árvores de médio porte com as raízes expostas.

ÁREA IPV-05
Setor IPV-05-01
Bairro Vila Bom Jesus
SM – Setor de monitoramento – Inundação

Figura 9 – Vista geral da área e do setor mapeado IPV-05-01 - área IPV-05.



Figura 10 – Ficha de campo do setor mapeado IPV-05-01 - área IPV-05.

FICHA DE CAMPO - MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO

LOCALIZAÇÃO
Município: Itapeva Área: IPV-05 Nº Setor: IPV-05-01
Nome da área: Bairro Vila Bom Jesus Coord E (m): 716098 Coord N (m): 7347009
Localização: Rua Ribeirão Branco; Rua Ribeira; Rua Iporanga; Rua Prof. João Santana Data: 21/11/2022
Equipe: Alessandra Corsi, Eduardo S. de Macedo (IPT); João G. de Oliveira Neto, Reinaldo Marques; Rita Marques (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 inundação: 1 m Fonte dos dados: _____
Raio de alcance máximo do evento a partir do eixo do canal: _____ m Fonte dos dados: _____
Quantidade de chuva registrada na ocasião do evento: _____ mm Fonte dos dados: _____

CARACTERIZAÇÃO DA DRENAGEM
Tipo de canal: Retificado Natural | Retilíneo Meandrante | Assoreado Lixo Entulho
Largura máxima do canal: 6 m Altura máxima do canal: 3 m Distância das moradias ao eixo do canal: 0,5 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:
A Prefeitura tem projeto para regularização fundiária na área onde serão retiradas 42 moradias.

GRAU DE RISCO

Gravidade \ Probabilidade	Negligenciável	Médio	Alto	Desastre
Baixo	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Muito Alto
Médio	<input type="checkbox"/> Baixo	<input checked="" type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Muito Alto
Alto	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Muito Alto
Muito Alto	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Muito Alto

SETOR DE MONITORAMENTO (R1 e R2)
 Setor de Monitoramento Ocupado Setor de Monitoramento Não Ocupado

Número de moradias na área: 25



Foto 17 – Vista parcial do setor.



Foto 18 – Vista do curso d'água com assoreamento e margens vegetadas. Notar a proximidade das moradias ao córrego.



Foto 19 – Depósito de lixo e entulho no talude marginal do córrego Aranha.



Foto 20 – Porção final do setor onde moradias foram demolidas e os moradores realocados.