

# **PROGRAMA CIDADE LEGAL**

Projeto Urbanístico de Regularização de Interesse Social  
Lei Federal nº13.465/2017

## **ESTUDO DE RISCO GEOLÓGICO E DE INUNDAÇÃO PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAPEVA Núcleo Habitacional Vila São Benedito Itapeva – SP**

Concorrência nº 029/15  
Contrato nº 9.01.03.00/9.00.00.00/0160/17  
19/12/2023

# ESTUDO DE RISCO GEOLÓGICO E DE INUNDAÇÃO

Núcleo Habitacional Vila São Benedito  
Itapeva – SP

Concorrência nº 029/15  
Contrato nº 9.01.03.00/9.00.00.00/0160/17  
19/12/2023



---

RODRIGO CALABONI (Responsável Técnico)  
GEÓLOGO – CREA SP: 5071051770  
ART nº 28027230232006483

**Projeto Urbanístico de Regularização de Interesse Social**  
**Regularização Fundiária do Núcleo Habitacional Vila São Benedito**  
**Município de Itapeva – SP**  
**Estudo de Risco Geológico e de Inundação**

# Sumário

<b>I. INTRODUÇÃO</b>	<b>5</b>
<b>II. LOCALIZAÇÃO</b>	<b>5</b>
<b>III. OBJETIVOS</b>	<b>8</b>
<b>IV. METODOLOGIA</b>	<b>8</b>
a. Definições de processos de deslizamento	9
b. Definição sobre os processos de inundação	19
c. Critérios da análise de risco geológico	22
d. Sugestões de intervenções estruturais	28
e. Avaliação e tratamento dos dados	29
<b>V. RESULTADOS</b>	<b>30</b>
a. Caracterização do núcleo e contexto urbano	30
b. Identificação das áreas consideradas de risco de inundações e de movimentos de massa, tais como deslizamento, queda e rolamento de blocos, corrida de lama e outras definidas como de risco geotécnico	31
c. Métodos e procedimentos para mapeamento de áreas de risco geológico	39
<b>VI. SETORES DE RISCO DE INUNDAÇÃO</b>	<b>45</b>
a. Setor 01 - Risco Baixo	45
b. Setor 02 - Risco Médio	47
<b>VII. SETORES DE RISCO GEOLÓGICO</b>	<b>50</b>
a. Setor 02 - Risco Médio	50
b. Setor 03 - Risco Alto	52
<b>VIII. PROPOSIÇÕES</b>	<b>54</b>
a. Intervenções para a preservação e controle de riscos geológico e hidrológicos	54
b. Recomendações de intervenções estruturais relacionadas a riscos geológicos e hidrológicos	55
<b>EQUIPE TÉCNICA</b>	<b>57</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>58</b>

## **Núcleo Habitacional Vila São Benedito**

### **Estudo de Risco Geológico e de Inundação**

#### **I. INTRODUÇÃO**

Este estudo integra o projeto de regularização fundiária do parcelamento denominado Núcleo Habitacional Vila São Benedito, implantado em área urbana do município de Itapeva, distante cerca de 750 m do centro da cidade. O acesso ao núcleo se dá pela rua São Benedito, a partir da Av. dos Revolucionários de 32, coordenadas UTM E 717013.75; S 7346103.29.

Foram identificadas áreas com ocorrência periódica de inundações e enxurradas, além de áreas com ocupação em taludes íngremes no perímetro do parcelamento, sendo necessária a elaboração deste estudo para avaliação de risco geológico e de inundação (áreas sujeitas a escorregamentos de massa, solapamentos, inundação etc.), buscando identificar os problemas e propor medidas para eliminar ou mitigar os riscos, possibilitando a regularização do núcleo em questão.

Este relatório apresenta a síntese do mapeamento realizado para os riscos identificados, 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.

#### **II. LOCALIZAÇÃO**

O Núcleo Vila São Benedito localiza-se no município de Itapeva, no Estado de São Paulo. O levantamento se limitou ao perímetro do núcleo fornecido pela equipe da Prefeitura Municipal de Itapeva, a **Figura II.1** apresenta a inserção do núcleo em relação ao perímetro do município e a **Figura II.2** apresenta o perímetro da área de estudo.

O Núcleo Vila São Benedito trata-se de um parcelamento irregular de ocupação espontânea implantado a partir de 1970, com área total de 103.909,15 m<sup>2</sup> e cerca de 450 lotes. De acordo com informações levantadas junto ao Cartório de Registro de

Imóveis de Itapeva, não há título referente à área. O núcleo possui implantação adensada com lotes pequenos e regulares ao longo das ruas São Benedito e Santo Antônio de Cantigeró.

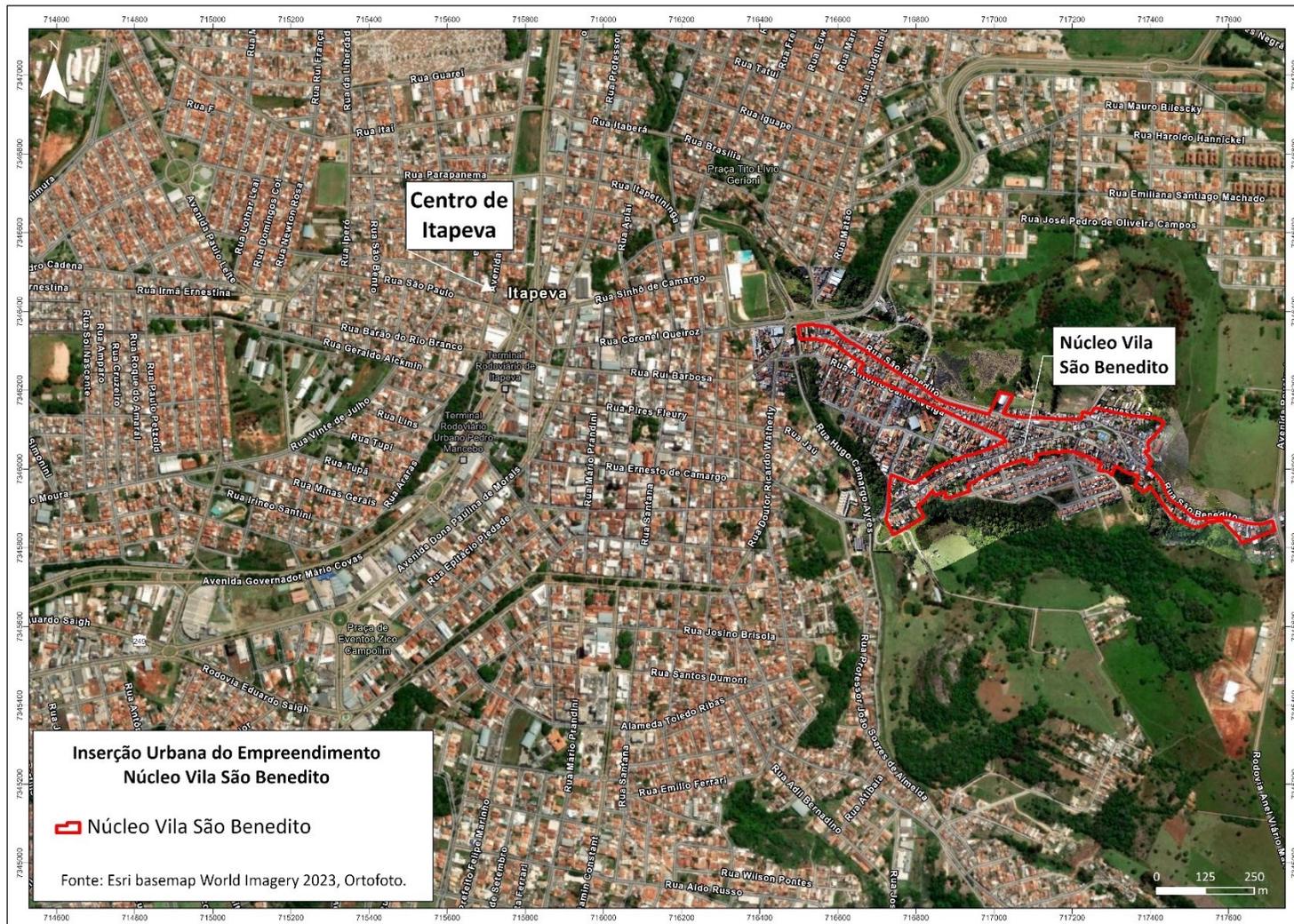


Figura II.1 – Inserção urbana do Núcleo Vila São Benedito no município de Itapeva.

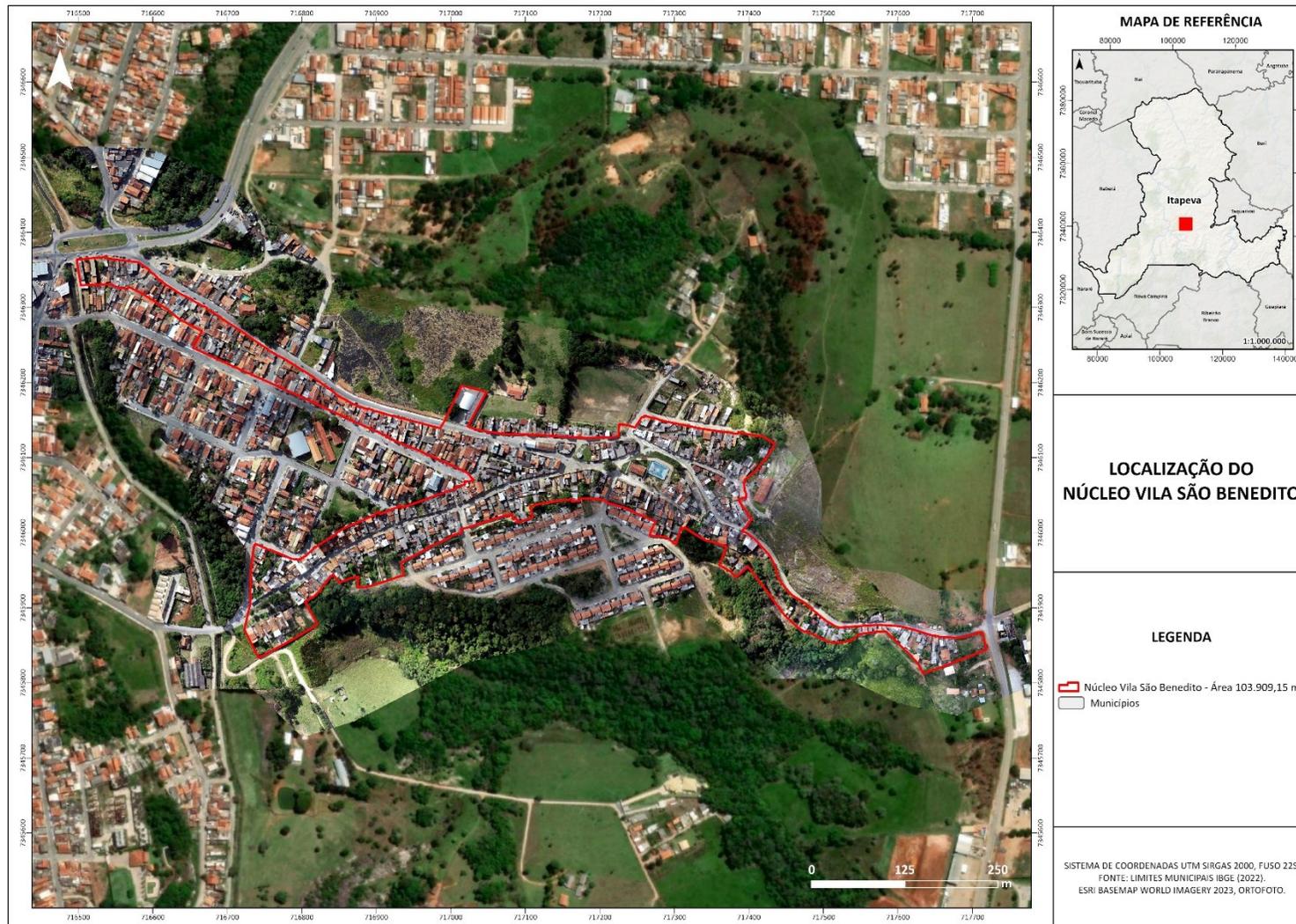


Figura II.2 – Localização do Núcleo Vila São Benedito (área total de 103.909,15 m<sup>2</sup>).

### III. OBJETIVOS

O objetivo deste relatório é apresentar os resultados obtidos com a avaliação do Núcleo em questão quanto à ocorrência de riscos geológicos e de inundação em seu perímetro. É uma avaliação feita conforme as diretrizes de Brasil (2007), em atendimento aos Artigos 35 e 39 da Lei Federal 13.465/17 no que se refere:

*“Art. 35. O projeto de regularização fundiária conterá, no mínimo: ...*

*VII - estudo técnico para situação de risco, quando for o caso;*

*...*

*Art. 39. Para que seja aprovada a Reurb de núcleos urbanos informais, ou de parcela deles, situados em áreas de riscos geotécnicos, de inundações ou de outros riscos especificados em lei, estudos técnicos deverão ser realizados, a fim de examinar a possibilidade de eliminação, de correção ou de administração de riscos na parcela por eles afetada.*

*§ 1º Na hipótese do caput deste artigo, é condição indispensável à aprovação da Reurb a implantação das medidas indicadas nos estudos técnicos realizados.”*

### IV. METODOLOGIA

As atividades desenvolvidas têm como base a metodologia desenvolvida pelo Ministério das Cidades e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) em 2007, que consiste na análise das situações potenciais de deslizamentos de vertentes, solapamento de margens de córregos e inundação, sendo adotados os seguintes procedimentos:

a) Identificação a partir de carta(s) geotécnica(s) existentes, fotos aéreas e mapa de declividade, dos setores de encosta, por sua configuração física, apresentam situações de risco potencial;

- b) Vistorias *in loco* para pré-delimitação dos setores de risco e identificação de condicionantes dos processos de instabilização, evidências de instabilidade, evidências de alcance do processo e indícios do desenvolvimento de processos destrutivos;
- c) Mapeamento e avaliação de áreas de risco de deslizamento, com registro em fichas de campo das características de cada setor mapeado e registro fotográfico de condicionantes e indicadores de instabilidade associados aos eventuais processos destrutivos existentes e atuantes;
- d) Identificação dos processos destrutivos atuantes em cada setor de risco potencial; e, delimitação do setor de risco compreendendo toda a área sob influência dos processos destrutivos identificados;
- e) Avaliação e definição do grau de risco de ocorrência de processo de instabilização (deslizamento de encostas, quedas de blocos e solapamento de margens de córregos), ou de inundação, para cada setor mapeado, segundo Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas (2007);
- f) Recomendações de indicação de alternativas de intervenções adequadas para cada setor, e indicação de intervenções estruturais para os setores mapeados como risco alto e muito alto.

A seguir são apresentados os conceitos utilizados para as tratativas do mapeamento das áreas de risco geológico do presente estudo.

#### **a. Definições de processos de deslizamento**

Conforme descreve Brasil (2007), o termo genérico deslizamentos ou escorregamentos engloba uma variedade de tipos de movimentos de massa de solos, rochas ou detritos, gerados pela ação da gravidade, em terrenos inclinados, tendo como fator deflagrador principal a infiltração de água, principalmente das chuvas.

Segundo Brasil (2007) os deslizamentos podem ser previstos, ou seja, pode-se conhecer previamente onde, em que condições vão ocorrer e qual será a sua magnitude, desde que se conheçam em detalhe os meios físico e antrópico e os condicionantes do processo.

Os condicionantes de processos de deslizamentos podem ser naturais ou antrópicos (induzidos).

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, presença de vegetação natural, ação de forças gravitacionais) e complexo hidrológico-climático (relacionado ao intemperismo físico-químico e químico). Por sua vez os agentes efetivos são elementos diretamente responsáveis pelo desencadeamento de deslizamentos, sendo estes diferenciados em preparatórios (pluviosidade, erosão pela água e vento, 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, 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.

Os condicionantes de deslizamentos induzidos, ou causados pela ação antrópica são aqueles cuja deflagração é causada pela execução de cortes e aterros inadequados, pela concentração de águas pluviais e servidas, pela retirada da vegetação etc. Brasil (2007) cita que muitas vezes, estes deslizamentos induzidos mobilizam materiais produzidos pela própria ocupação, envolvendo massas de solo de dimensões variadas, lixo e entulho. A seguir apresenta-se a definição de movimento de massa e suas tipologias.

### **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.

### **Tipos de movimentos de massa**

Existem diversas classificações nacionais e internacionais relacionadas a movimentos de massa. Aqui será adotada a classificação proposta por Augusto Filho (1992), onde os movimentos de massa relacionados a encostas são agrupados em quatro grandes classes de processos: Rastejos, Escorregamentos, Quedas e Corridas. A **Tabela IV.a.1** apresenta as características de cada processo de deslizamento.

**Tabela IV.a.1 - Classificação de movimentos de massa.**

Processos	Características do Movimento/ Material/Geometria
Rastejo	vários planos de deslocamento (internos)
	velocidades muito baixas a baixas (cm/ano) e decrescentes com a profundidade
	movimentos constantes, sazonais ou intermitentes
	solo, depósitos, rocha alterada/fraturada
	geometria indefinida
Escorregamentos	poucos planos de deslocamento (externos)
	velocidades médias (m/h) a altas (m/s)
	pequenos a grandes volumes de material
	geometria e materiais variáveis:
	Planares: solos poucos espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza
	Circulares: solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas
Em cunha: solos e rochas com dois planos de fraqueza	
Quedas	sem planos de deslocamento
	movimento tipo queda livre ou em plano inclinado
	velocidades muito altas (vários m/s)

Processos	Características do Movimento/ Material/Geometria
Rastejo	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
	material rochoso
	pequenos a médios volumes
	geometria variável: lascas, placas, blocos, etc.
	rolamento de matacão
	tombamento
Corridas	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: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007, apud (Augusto Filho, 1992).

### Rastejo

Os rastejos, segundo descreve Brasil (2007), são movimentos lentos, que envolvem grandes massas de materiais, cujo deslocamento resultante ao longo do tempo é mínimo (mm a cm/ano), ilustrado nas **Figuras IV.a.1 e IV.a.2**. Esse processo atua sobre os horizontes superficiais do solo, bem como, nos horizontes de transição solo/rocha e até mesmo em rocha, em profundidades maiores. Também é incluído neste grupo o rastejo em solos de alteração (originados no próprio local) ou em corpos de tálus (tipo de solo proveniente de outros locais, transportado para a situação atual por grandes movimentos gravitacionais de massa, apresentando uma disposição caótica de solos e blocos de rocha, geralmente, em condições de baixa declividade).



**Figura IV.a.1 – Modelo de rastejo de solo, com os elementos indicativos do processo. Fonte: Highland e Bobrowsky, 2008**



**Figura IV.a.2 - Rastejo induzido pela ocupação. Fonte: Arquivo Geonoma.**

Este processo não apresenta uma superfície de ruptura definida (plano de movimentação), e as evidências da ocorrência deste tipo de movimento são trincas observadas em toda a extensão do terreno natural, que evoluem vagarosamente, e árvores ou qualquer outro marco fixo, que apresentam inclinações variadas (BRASIL, 2007).

A principal causa antrópica é a execução de cortes em sua extremidade média inferior, o que interfere na sua precária instabilidade, conforme cita Brasil (2007).

### **Escorregamentos**

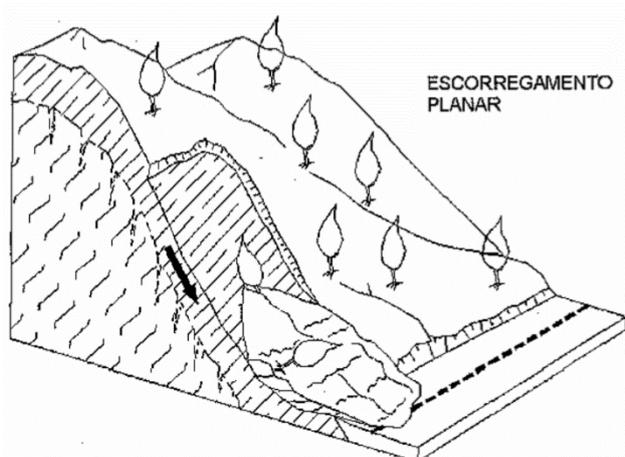
Os escorregamentos, segundo Brasil (2007), são processos marcantes na evolução das encostas, caracterizando-se por movimentos rápidos (m/h a m/s), com limites laterais e profundidade bem definidos (superfície de ruptura).

Os volumes instabilizados podem ser facilmente identificados, ou pelo menos inferidos. Podem envolver solo, saprólito, rocha e depósitos. São subdivididos em função do mecanismo de ruptura, geometria e material que mobilizam.

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

Existem vários tipos de escorregamentos: planares ou translacionais; circulares ou rotacionais; e em cunha. A geometria destes movimentos varia em função da existência ou não de estruturas ou planos de fraqueza nos materiais movimentados, que condicionam a formação das superfícies de ruptura (BRASIL, 2007).

Os escorregamentos planares ou translacionais em solo são processos muito frequentes na dinâmica das encostas serranas brasileiras, segundo cita Brasil (2007), ocorrendo predominantemente em solos pouco desenvolvidos das vertentes com altas declividades (**Figuras IV.a.3 e IV.a.4**). Sua geometria caracteriza-se por uma pequena espessura e forma retangular estreita (comprimentos bem superiores as larguras).



**Figura IV.a.3 – Perfil esquemático de escorregamentos planares.**



**Figura IV.a.4 - Escorregamentos planares induzidos pela ocupação.**

Este tipo de deslizamento também pode ocorrer associado a solos saprolíticos, saprólito e rocha, condicionados por um plano de fraqueza desfavorável à estabilidade, relacionado a estruturas geológicas diversas, como foliação, xistosidade, fraturas, falhas etc. (BRASIL, 2007).

Por sua vez os deslizamentos circulares ou rotacionais possuem superfícies de deslizamento curvas, sendo comum a ocorrência de uma série de rupturas combinadas e sucessivas, conforme ilustra a **Figura IV.a.5**. Estão associadas a aterros, pacotes de solo ou depósitos mais espessos, rochas sedimentares ou cristalinas intensamente fraturadas e possuem um raio de alcance relativamente menor que os deslizamentos translacionais, segundo descreve Brasil (2007).



**Figura IV.a.5 – Perfil esquemático do deslizamento circular ou rotacional. Fonte: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.**

Os deslizamentos em cunha, ilustrado na **Figura IV.a.6**, estão associados a saprólitos e maciços rochosos, onde a existência de dois planos de fraqueza desfavoráveis à estabilidade condicionam o deslocamento ao longo do eixo de intersecção destes planos. Estes processos são mais comuns em taludes de corte ou encostas que sofreram algum processo natural de desconfinamento, como erosão ou deslizamentos pretéritos (BRASIL, 2007).



**Figura IV.a.6 – Perfil esquemático de um deslizamento em cunha ou estruturado. Fonte: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.**

Os deslizamentos induzidos, ou causados pela ação antrópica, são aqueles cuja deflagração é causada pela execução de cortes e aterros inadequados, pela concentração de águas pluviais e servidas, pela retirada da vegetação, etc. Conforme cita Brasil (2007), muitas vezes, estes deslizamentos induzidos mobilizam materiais

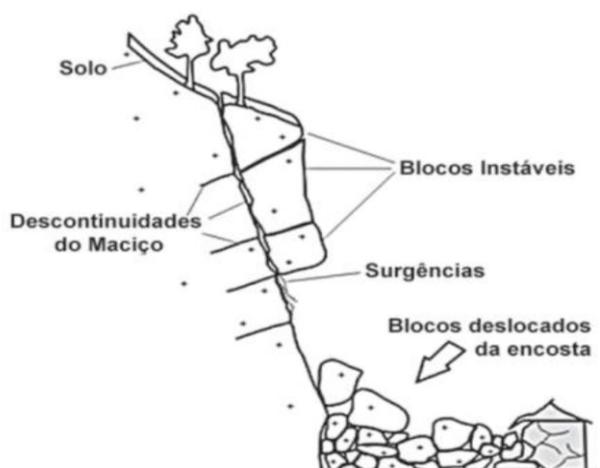
produzidos pela própria ocupação, envolvendo massas de solo de dimensões variadas, lixo e entulho.

Brasil (2007) destaca que em geral, a evolução da instabilização das encostas acaba por gerar feições que permitem analisar a possibilidade de ruptura. As principais feições de instabilidade, que indicam a iminência de deslizamentos, são representadas por fendas de tração na superfície dos terrenos ou pelo aumento de fendas preexistentes, devido ao embarrigamento de estruturas de contenção, pela inclinação de estruturas rígidas, como postes, árvores, etc., pelo surgimento de degraus de abatimento e trincas no terreno e nas moradias.

### Quedas

Os movimentos do tipo queda são extremamente rápidos (da ordem de m/s) e envolvem blocos e/ou lascas de rocha em movimento de queda livre, instabilizando um volume de rocha relativamente pequeno (BRASIL, 2007).

A ocorrência deste processo, conforme descreve Brasil (2007), está condicionado 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, por meio da dilatação e contração da rocha. As causas básicas deste processo são a presença de descontinuidades no maciço rochoso, que propiciam isolamento de blocos unitários de rocha; a subpressão por meio do acúmulo de água, descontinuidades ou penetração de raízes, conforme ilustrado na **Figura IV.a.7**.

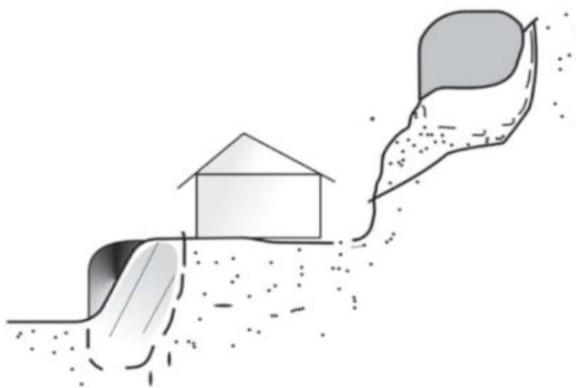


**Figura IV.a.7 – Perfil esquemático do processo de queda de blocos. Fonte: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.**

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

O tombamento, segundo descreve Brasil (2007), acontece em encostas/taludes íngremes de rocha, com descontinuidades (fraturas, diáclases) verticais. 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, propiciando o tombamento das paredes do talude.

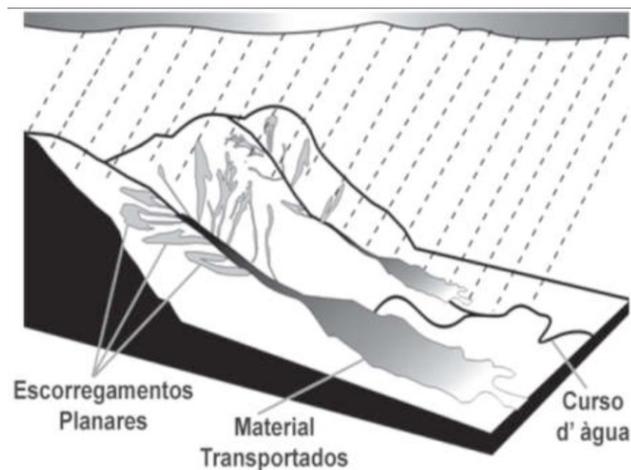
O rolamento de blocos, ou rolamento de matacões, conforme é ilustrado na **Figura IV.a.8**, é um processo comum em áreas de rochas graníticas, onde existe maior predisposição à origem de matacões de rocha são, isolados e expostos em superfície. Estes ocorrem naturalmente quando processos erosivos removem 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 (BRASIL, 2007).



**Figura IV.a.8 – Perfil esquemático de rolamento de bloco rochoso. Fonte: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.**

### **Corridas de massa**

As corridas de massa, segundo descreve Brasil (2007), são movimentos gravitacionais de massa complexos, ligados a eventos pluviométricos excepcionais. Ocorrem a partir de deslizamentos nas encostas e mobilizam grandes volumes de material, sendo o seu escoamento ao longo de um ou mais canais de drenagem, tendo comportamento líquido viscoso e alto poder de transporte, conforme ilustrado na **Figura IV.a.9**.



**Figura IV.a.9 – Acidente associado ao processo do tipo corrida. Fonte: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.**

Brasil (2007) destaca que estes fenômenos são mais raros que os deslizamentos, porém podem provocar consequências de magnitudes superiores, devido ao seu grande poder destrutivo e extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas.

As corridas de massa abrangem uma gama variada de denominações na literatura nacional e internacional (corrida de lama, *mud flow*, corrida de detritos, corrida de blocos, *debris flow* etc.), principalmente em função de suas velocidades e das características dos materiais que mobilizam (BRASIL, 2007).

### **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 sua ocorrência.

### **Condicionantes naturais dos movimentos de massa**

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

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

Os agentes efetivos são elementos diretamente responsáveis pelo desencadeamento 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.

### **Condicionantes antrópicos dos movimentos de massa**

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.

#### **b. Definição sobre os processos de inundação**

##### **Conceitos**

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

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

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

### **Enchente ou Cheia**

As águas de chuva, ao alcançar um curso d'água, causam o aumento da 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.

### **Inundações**

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. A **Figura IV.b.1** ilustra os processos de enchentes e inundações.



**Figura IV.b.1 – Perfil esquemático do processo de enchente e inundação. Fonte: Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007.**

## **Vazão**

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

## **Planície de Inundação**

Define-se como planície de inundação as áreas relativamente planas e baixas que de tempos em tempos recebem os excessos de água que extravasam do seu canal de drenagem. O canal de drenagem que confina um curso d'água é denominado de leito menor e a planície de inundação representa o leito maior do rio. O termo várzea também é utilizado para identificar a planície de inundação de um canal natural de drenagem.

## **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.

## **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. 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.

## **Erosão Marginal**

Remoção e transporte de solo dos taludes marginais dos rios provocados pela ação erosiva das águas no canal de drenagem.

## **Solapamento**

Ruptura de taludes marginais do rio por erosão e ação instabilizadora das águas durante, ou logo após processos de enchentes e inundações.

Brasil (2007) destaca que, pelas definições conceituais apresentadas, a diferença entre enchente e inundação resume-se ao confinamento ou não das águas de um curso d'água no seu canal de drenagem; e ressalta ainda que é importante entender que o processo hidrológico de enchente ou inundação é um fenômeno dinâmico e que ao longo de um curso d'água podem ocorrer trechos com cenários de enchentes e trechos

com cenários de inundação, com características dinâmicas específicas de energia cinética, volumes de água e impacto destrutivo que podem ou não causar efeitos adversos às ocupações humanas presentes nas áreas de domínio dos processos hidrológicos.

Nas cidades, a questão da drenagem urbana envolve, além dos processos hidrológicos naturais de enchentes e inundações, processos de alagamentos e enxurradas, decorrentes de deficiências no sistema de drenagem urbana (BRASIL, 2007). Em muitas cidades, o descompasso entre o crescimento urbano e a drenagem urbana tem originado graves problemas de alagamentos e enxurradas (BRASIL, 2007).

Os trabalhos em áreas de risco de enchentes e inundações, conforme preconiza Brasil (2007), 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 (BRASIL, 2007).

Além dos condicionantes naturais, Brasil (2007) destaca que as diversas intervenções antrópicas realizadas no meio físico têm sido determinantes na ocorrência de acidentes de enchentes e inundações, principalmente nas áreas urbanas. Nas cidades brasileiras a expansão urbana se dá com um conjunto de ações que modificam as condições originais do ciclo hidrológico de uma dada região: o desmatamento, a exposição dos terrenos à erosão e consequente assoreamento dos cursos d'água, a impermeabilização dos terrenos, os diversos tipos de intervenção estrutural nos cursos d'água e, principalmente, no tocante à questão de risco, a ocupação desordenada dos seus terrenos marginais.

### c. Critérios da análise de risco geológico

As análises de campo apresentam a relação dos diversos condicionantes geológicos e geotécnicos importantes para a caracterização dos processos de instabilização de encostas em áreas urbanas, como a tipologia (natural ou corte e aterro), a presença de drenagem e talude marginal e geometria da encosta, os tipos de materiais mobilizados

(solo / rocha / lixo / detritos, etc.), a tipologia de deslizamentos ocorrentes ou esperados, indícios de instabilidades no terreno (sinais de movimentação), o tipo de talude (natural ou corte e aterro), a presença de vegetação e/ou áreas de cultivo (especial bananeiras) e, a condição de escoamento e infiltração de águas superficiais, servidas e esgotos.

Também são considerados aspectos específicos como o padrão construtivo das edificações (madeira, alvenaria, misto), a densidade de ocupação (densamente ocupada, em processo de ocupação, em expansão periférica sem infraestrutura, baixa densidade ocupacional), a posição das ocupações em relação ao raio de alcance dos processos ocorrentes ou esperados e aspectos gerais sobre infraestrutura urbana implantada, como: condições das vias de circulação da área (pavimentada, terra, escadarias), sistemas de drenagem e esgoto, dentre outras melhorias urbanas.

Com estas informações, os processos predominantes são identificados e os setores de risco delimitados sobre a imagem de satélite do Núcleo, fornecida pela Prefeitura. A classificação segundo os graus de risco utiliza as seguintes classes: risco baixo (R1), risco médio (R2), risco alto (R3) e risco muito alto (R4), definidos por Brasil (2007). A **Tabela IV.c.1** apresenta os graus de risco e a relação dos critérios de julgamento da probabilidade de ocorrência dos processos de instabilização e do tipo deslizamentos em encostas ocupadas, conforme define Brasil (2007).

**Tabela IV.c.1 – 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.**

Graus de Risco	Critérios Básicos e Descrição
<b>R1 Baixo</b>	Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno etc.) e o nível de intervenção no setor são de baixa potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos 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.
<b>R2 Médio</b>	Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno etc.) e o nível de intervenção no setor são de média potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Observa-se a presença de alguma(s) evidência(s) de instabilidade (encostas e margens de drenagens), porém incipiente(s). Mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante

Graus de Risco	Critérios Básicos e Descrição
	episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de 1 ano.
<b>R3 Alto</b>	Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno etc.) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Observa-se a presença de significativa(s) evidência(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes etc.). Mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de 1 ano.
<b>R4 Muito Alto</b>	Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno etc.) e o nível de intervenção no setor são de muito alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. As evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de escorregamento, feições erosivas, proximidade da moradia em relação à margem de córregos, etc.) são expressivas e estão presentes em grande número 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: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.

Em relação aos parâmetros e critérios de análise e classificação de riscos de enchentes e inundações para ocupações urbanas, destaca-se a necessidade de analisar os cenários de risco e o potencial destrutivo dos processos hidrológicos, a vulnerabilidade da ocupação e a distância da ocupação do eixo da drenagem, conforme cita Brasil (2007).

Cada um dos processos hidrológicos presentes deve ser utilizado como critério, uma vez que suas diferenças de magnitude, energia, raio de alcance lateral, e extensão apresentam diferentes capacidades destrutivas e potenciais de danos socioeconômicos.

Segundo Brasil (2007), o primeiro critério de análise refere-se à identificação do cenário hidrológico presente em cada área a ser investigada, ou seja, as tipologias de processos hidrológicos referentes aos respectivos cenários de risco. Sendo classificadas da seguinte forma:

- **C1 - Processo hidrológico 1:** enchente e inundação lenta de planícies fluviais;

- **C2 - Processo hidrológico 2:** enchente e inundação com alta energia cinética;
- **C3 - Processo hidrológico 3:** enchente e inundação com alta energia de escoamento e capacidade de transporte de material sólido.

O segundo critério, refere-se à vulnerabilidade da ocupação urbana presente em cada área de risco. A avaliação da vulnerabilidade compreende a análise do padrão construtivo considerando basicamente duas tipologias construtivas:

- **V1 - alta vulnerabilidade de acidentes:** baixo padrão construtivo onde predominam moradias construídas com madeira, madeirite e restos de material com baixa capacidade de resistir ao impacto de processos hidrológicos;
- **V2 - baixa vulnerabilidade de acidentes:** médio a bom padrão construtivo onde predominam moradias construídas em alvenaria com boa capacidade de resistir ao impacto de processos hidrológicos.

O terceiro critério avalia a distância das moradias ao eixo da drenagem, sem deixar de considerar o tipo de processo ocorrente na área e o raio de alcance desse processo. Cabe destacar que neste critério está incluída a frequência de ocorrência, ou seja, fenômenos com maior raio de alcance estão associados a eventos de maior magnitude e de menor frequência em termos estatísticos, tendo as chuvas como agente deflagrador do processo. Sendo classificadas da seguinte forma:

- **P1 - alta periculosidade:** alta possibilidade de impacto direto considerando o raio de alcance do processo;
- **P2 - baixa periculosidade:** baixa possibilidade de impacto direto considerando o raio de alcance do processo.

Brasil (2007) cita que a definição de níveis relativos de risco a inundação, considerando os três critérios e parâmetros de análise de risco, pode ser desenvolvida considerando diferentes arranjos entre eles, criando duas matrizes de análise.

A primeira matriz define o grau de risco preliminar segundo arranjo entre cenários hidrológicos e vulnerabilidade das habitações, conforme apresentado na **Tabela IV.c.2**. Já a segunda matriz define a grau de risco final segundo arranjo considerando os cenários hidrológicos, vulnerabilidade das habitações e periculosidade do processo segundo a distância das moradias ao eixo da drenagem, apresentado na **Tabela IV.c.3**.

**Tabela. IV.c.2 – Grau de risco preliminar segundo arranjo entre cenários hidrológicos e vulnerabilidade das habitações.**

	C1	C2	C3
V1	M	A	MA
V2	B	M	A

Legenda: (B) Baixo, (M) médio e (A) alto. Fonte: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.

**Tabela. IV.c.3 – Grau de risco final segundo arranjo considerando os cenários hidrológicos, vulnerabilidade das habitações e periculosidade do processo segundo a distância das moradias ao eixo da drenagem.**

	P1	P2
C1xV1	M	B
C1xV2	B	B
C2xV1	A	M
C2xV2	M	B
C3xV1	MA	A
C3xV2	A	M

Fonte: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.

No resultado dos arranjos possui quatro níveis de risco: RISCO MUITO ALTO (MA), RISCO ALTO (A), RISCO MÉDIO (M) E RISCO BAIXO (B).

O cenário de risco muito alto (MA) – Risco R4 é caracterizado pelo seguinte contexto:

- Enchentes e inundações com alta energia cinética, alta capacidade de transporte de material sólido e elevado poder destrutivo (C3) atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P1).

O cenário de risco alto (A) – Risco R3 pode ser caracterizado pelos seguintes contextos:

- Enchentes e inundações com alta energia cinética, alta capacidade de transporte de material sólido e elevado poder destrutivo (C3) atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1), situadas em área com baixa possibilidade de impacto direto do processo (P2);

- Enchentes e inundações com alta energia cinética, alta capacidade de transporte de material sólido e elevado poder destrutivo (C3) atingindo moradias de bom padrão construtivo (V2), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P1);
- Enchentes e inundações com alta energia cinética e alto poder destrutivo (C2) atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P1).

O cenário de risco médio (M) – Risco R2 pode ser caracterizado pelos seguintes contextos:

- Enchentes e inundações com alta energia cinética, alta capacidade de transporte de material sólido e elevado poder destrutivo (C3) atingindo moradias de bom padrão construtivo (V2), situadas em área com baixa possibilidade de impacto direto do processo (P2);
- Enchentes e inundações com alta energia cinética e alto poder destrutivo (C2) atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P1);
- Enchentes e inundações com alta energia cinética e alto poder destrutivo (C2) atingindo moradias de bom padrão construtivo (V2), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P1);
- Enchentes e inundações com baixa energia cinética e baixo poder destrutivo (C1) atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P1).

O cenário de risco baixo – Risco R1 pode ser caracterizado pelos seguintes contextos:

- Enchentes e inundações com baixa energia cinética e baixo poder destrutivo (C1) atingindo moradias de bom padrão construtivo (V2), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P1);
- Enchentes e inundações com baixa energia cinética e baixo poder destrutivo (C1) atingindo moradias de bom padrão construtivo (V2), situadas em área com baixa possibilidade de impacto direto do processo (P2);
- Enchentes e inundações com baixa energia cinética e baixo poder destrutivo (C1) atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1), situadas em área com baixa possibilidade de impacto direto do processo (P2);
- Enchentes e inundações com alta energia cinética e alto poder destrutivo (C2) atingindo moradias de bom padrão construtivo (V2), situadas em área com baixa possibilidade de impacto direto do processo (P2).

Com base nos níveis de risco obtidos através do arranjo dos critérios adotados foram realizados os levantamentos de campo para análise mais detalhada dos processos hidrológicos ocorrentes, da vulnerabilidade das moradias e da periculosidade da área ocupada, para a elaboração final da setorização de risco de enchentes e inundações.

#### d. Sugestões de intervenções estruturais

As intervenções propostas para os diferentes tipos de ocorrências de riscos geológicos e de inundação são apresentadas na **Tabela IV.d.1**, segundo Brasil (2007). Esta é voltada para a redução de riscos associados a deslizamentos em encostas ocupadas e a solapamentos de margens de córregos, sistematiza as recomendações quanto à caracterização dos diferentes tipos de intervenção propostas, visando à padronização das terminologias adotadas.

**Tabela IV.d.1 – Tipologia de intervenções voltadas à redução de riscos associados a deslizamentos em encostas ocupadas e a solapamentos de margens de córregos.**

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

TIPO DE INTERVENÇÃO	DESCRIÇÃO
OBRAS DE TERRAPLENAGEM DE MÉDIO A GRANDE PORTES	Execução de serviços de terraplenagem. Execução combinada de obras de drenagem superficial e proteção vegetal (obras complementares aos serviços de terraplenagem). Obras de desvio e canalização de córregos. Predomínio de serviços mecanizados.
ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO DE MÉDIO A GRANDE PORTES	Implantação de estruturas de contenção de médio a grande porte (h>5m e l>10m), envolvendo obras de contenção passivas e ativas (muros de gravidade, cortinas etc.). Poderão envolver serviços complementares de terraplenagem. Predomínio de serviços mecanizados.
REMOÇÃO DE MORADIAS	As remoções poderão ser definitivas ou não (para implantação de uma obra, por exemplo). Priorizar eventuais realocações dentro da própria área ocupada, em local seguro.

Fonte: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.

#### e. Avaliação e tratamento dos dados

Inicialmente é realizado reconhecimento geral da área por imagem satélite e mapa topográfico de detalhe (base oficial do Instituto Geográfico e Cartográfico-IGC, na escala 1:10.000, editado em 2000), seguido de vistoria *in loco* nas vias, lotes e edificações para o mapeamento da área. A vistoria técnica se deu no dia 17 de novembro de 2023 e, a partir de dados sobre o perímetro da área, foram feitos registros fotográficos dos aspectos observados, com a tomada de coordenadas UTM, *datum* SIRGAS 2000 Fuso 23K, a visada das fotos e descrição detalhada destes.

Assim, a análise foi realizada por meio de observação direta, anotando-se de forma detalhada todos os aspectos pertinentes às condições físico-ambientais, de infraestrutura e de inserção urbana, geológica e ambiental do parcelamento. Como complementação dos dados, foram feitas entrevistas com técnicos da prefeitura, levantamento de dados secundários, bases cartográficas e da legislação pertinente.

Após a etapa de campo, foram mapeadas as áreas referentes aos setores de classificação quanto ao grau de risco, conforme a metodologia descrita de Brasil (2007).

## v. RESULTADOS

### a. Caracterização do núcleo e contexto urbano

O município de Itapeva apresenta população de 89.728 pessoas de acordo com o último censo (2022), a densidade demográfica é de 49,13 habitantes por km<sup>2</sup>, área territorial de 1.826,258 km<sup>2</sup>. Pertence à microrregião de Itapeva, mesorregião Itapetininga e região intermediária de Sorocaba (IBGE Cidades, 2022).

O parcelamento é uma área localizada no perímetro urbano da cidade de Itapeva – SP, a cerca de 750 m do centro na zona urbana do município. O acesso ao núcleo se dá pela rua São Benedito, a partir da Av. dos Revolucionários de 32. A ocupação da área é caracterizada por lotes pequenos adensados, com moradias de alvenaria térreas e assobradadas, de padrão construtivo entre médio e baixo.

O núcleo possui infraestrutura com redes de abastecimento de água, esgotamento sanitário, energia elétrica, iluminação pública, sistema viário pavimentado em partes com asfalto e partes com bloquete. No entanto, o sistema de drenagem do núcleo é precário. O principal curso d'água do entorno é o córrego do Aranha, que percorre o núcleo em suas extremidades oeste (**Fotos V.a.1 e V.a.2**).



**Foto V.a.1 – Vista geral do núcleo com via asfaltada e casas simples de alvenaria.**

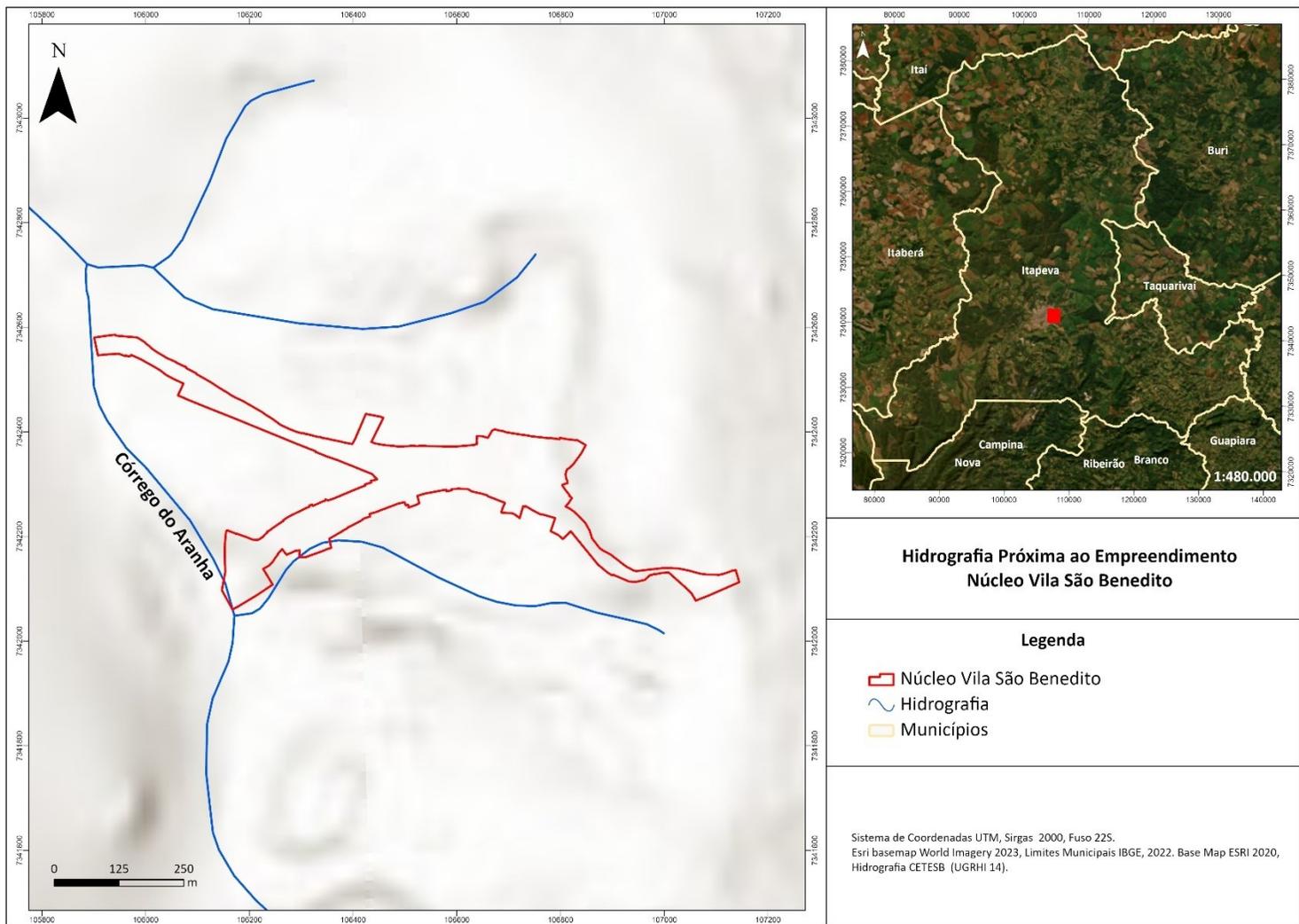


**Foto V.a.2 – Córrego do Aranha em trecho adjacente ao Núcleo Vila São Benedito.**



As porções topograficamente mais baixa do núcleo estão próximas do córrego do Aranha e de um de seus afluentes. O córrego do Aranha neste trecho está retificado e canalizado e seu afluente apresenta margem com solo exposto e parcialmente coberto por gramíneas. Ambos os cursos d'água apresentam acúmulo de entulho e sinais de assoreamento.

De acordo com a defesa civil, estas áreas mais baixas e próximas ao córrego sofrem inundações em períodos de chuvas intensas. A **Figura V.b.2** apresenta o contexto geral da hidrografia do entorno do Núcleo, e a **Figura V.b.3** apresenta em detalhe os cursos d'água adjacentes.



**Figura V.b.2 – Mapa Hidrográfico do entorno. Elaboração própria.**

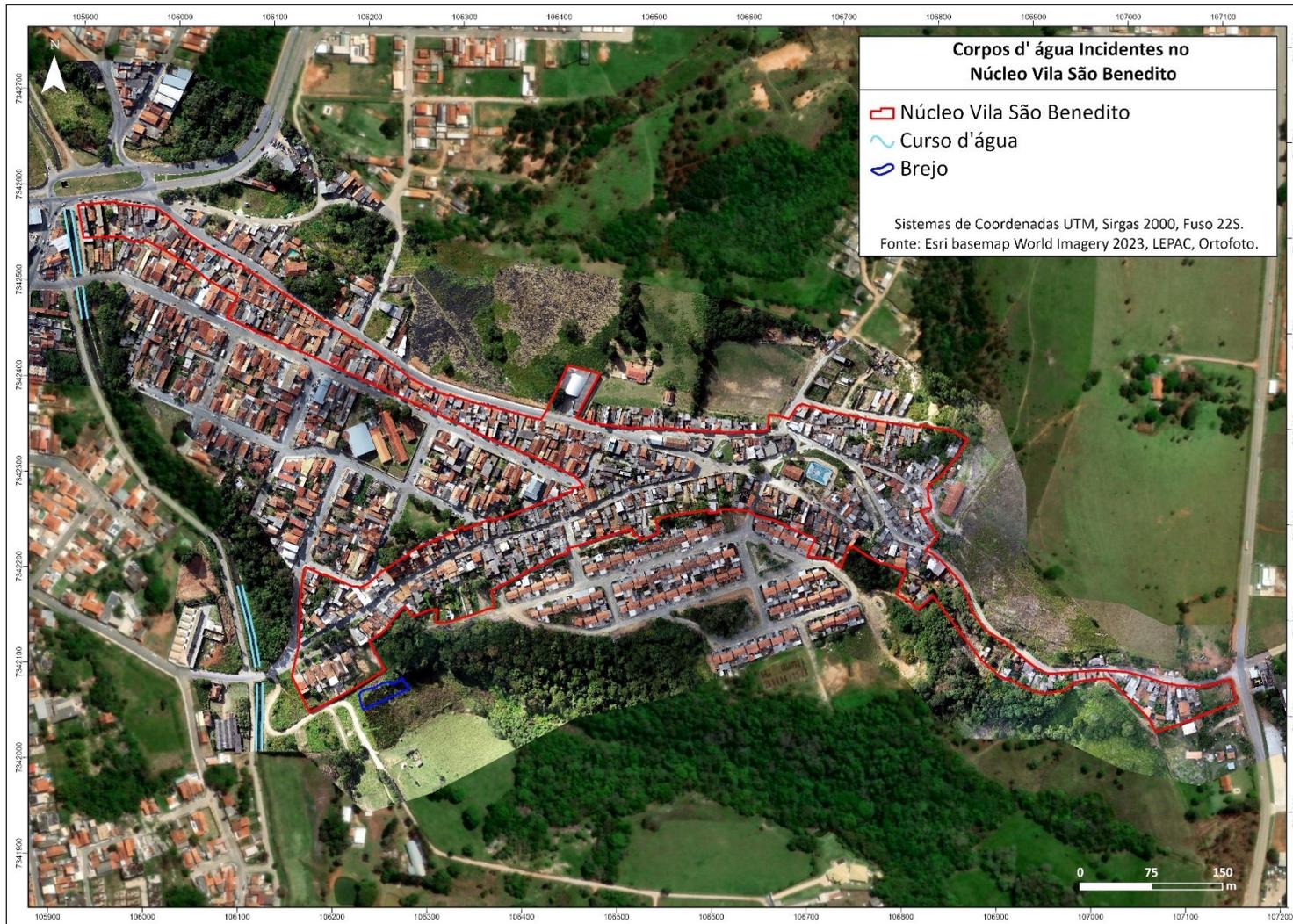
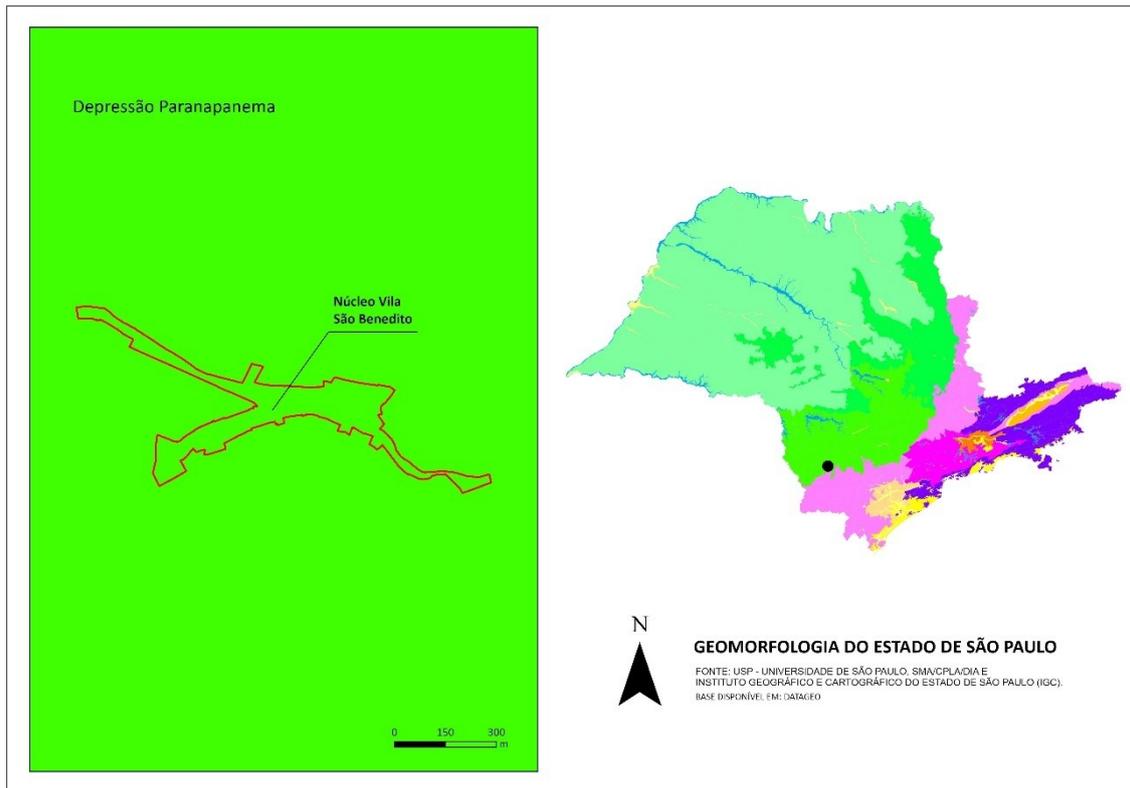


Figura V.b.3 – Corpos d' água incidentes no núcleo. Elaboração própria.

## Geomorfologia, geologia e pedologia

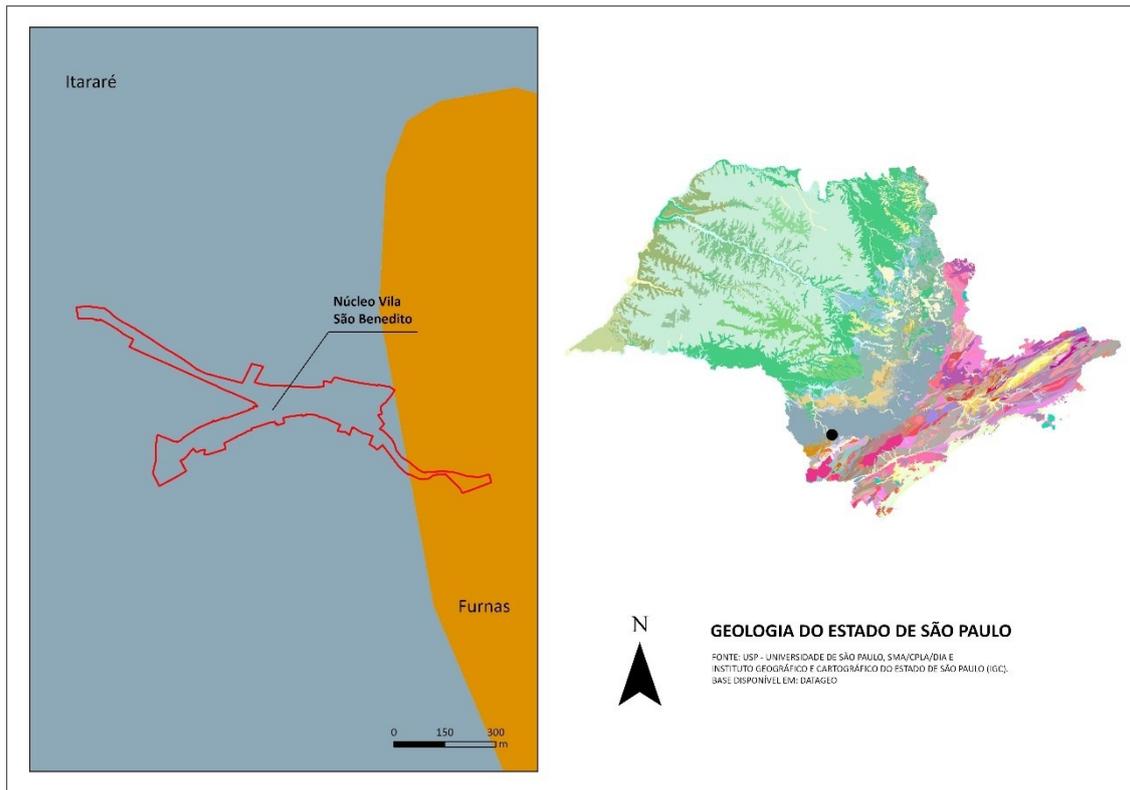
Em relação aos aspectos geomorfológicos, a área está inserida na unidade geomorfológica denominada Depressão Paranapanema, segundo o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (**Figura V.b.6**). Esta depressão é caracterizada por um baixo topográfico colinoso entre cuevas e elevações cristalinas do Planalto Atlântico, mais acidentado.



**Figura V.b.6 – Mapa geomorfológico da região onde está inserido o núcleo Vila São Benedito. Fonte: base de dados DataGeo, elaboração própria.**

Especificamente na área do núcleo Vila São Benedito, o relevo é relativamente acidentado, apresentando maciços de rocha aflorante e taludes que superam os 45° de inclinação. O núcleo tem topografia crescente de oeste para leste, ficando gradualmente mais acidentado neste sentido.

A litologia predominante são os sedimentos areníticos do Grupo Itararé indiviso, próximo ao limite leste do núcleo, o Grupo Itararé faz contato com a Formação Furnas (**Figura V.b.7**).

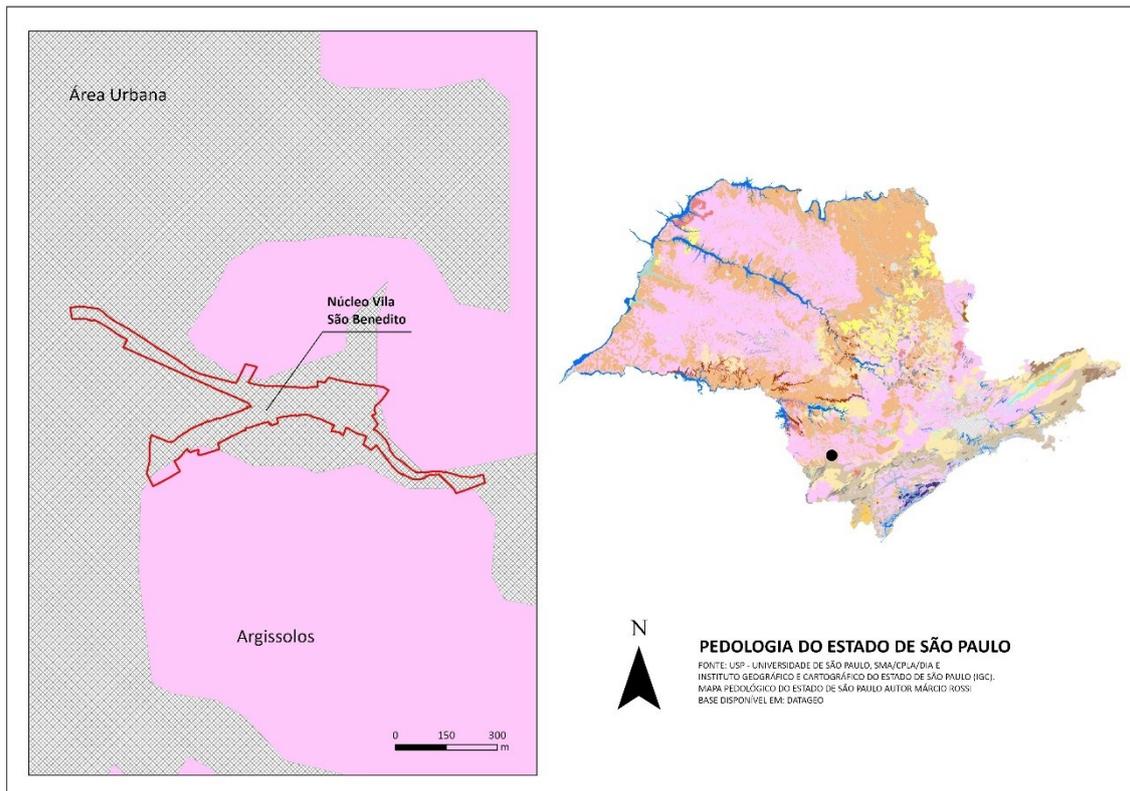


**Figura V.b.7 – Mapa da geologia da região onde está inserido o núcleo Vila São Benedito. Fonte: base de dados DataGeo, elaboração própria.**

O Grupo Itararé compreende arenitos, folhelhos, diamictitos e ritmitos, interpretados como de ambiente de deposição transicional entre lagunar e fluvial, em contexto glacial, de idade Fanerozóica. Não foram verificados afloramentos de rochas na área de estudo, a cobertura do terreno apresenta solo arenoso residual, indicando protólito arenítico.

A Formação Furnas é 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.

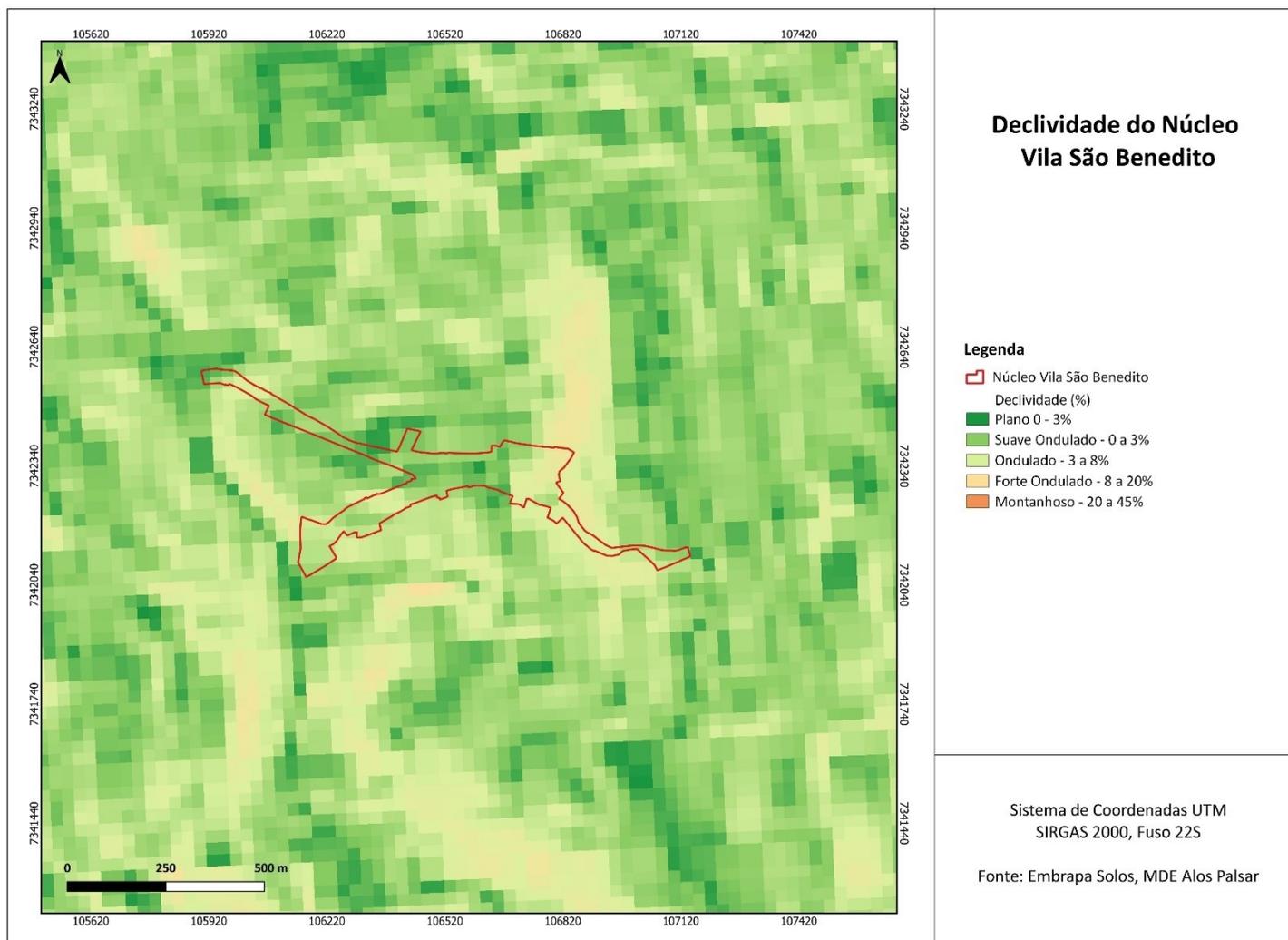
O Mapa Pedológico do Estado de São Paulo indica que o Núcleo Vila São Benedito se encontra predominantemente em área mapeada como Área Urbana, o entorno imediato do núcleo apresenta Argissolos (**Figura V.b.8**).



**Figura V.b.8 – Mapa pedológico da região onde está inserido o núcleo Vila São Benedito.**  
**Fonte: base de dados DataGeo, elaboração própria.**

A **Figura V.b.9** apresenta o mapa de declividade elaborado para o Núcleo, pode-se verificar que o núcleo tende a apresentar declividades médias tendendo a forte ondulado em suas porções mais altas do relevo, na extremidade leste do perímetro.

Em relatório técnico elaborado pelo IPT em 2022, disponibilizado pela equipe da prefeitura de Itapeva, foi identificada uma situação de risco, sinalizada para monitoramento neste trecho mais acidentado.



**Figura V.b.9 – Mapa de declividade do perímetro do Núcleo Vila São Benedito, elaboração própria.**

### c. Métodos e procedimentos para mapeamento de áreas de risco geológico

#### **Mapeamento de áreas de risco geológico**

A metodologia para o mapeamento de áreas de risco em encostas de áreas urbanas, quanto a escorregamentos e inundações, é descrita pelo Ministério das Cidades/IPT (2007) e se baseia na realização e avaliação de investigações geológico-geotécnicas de superfície com vistas à identificação dos condicionantes dos processos de instabilização, sendo os dados obtidos sistematizados de forma a permitir a caracterização dos graus de risco nas encostas.

Os condicionantes geológico-geotécnicos considerados compreendem a tipologia do terreno (natural ou corte e aterro), a geometria da encosta, os tipos de materiais mobilizados (solo / rocha / lixo / detritos etc.), a tipologia de escorregamentos instalados ou potenciais, o tipo de talude (natural ou corte e aterro) e as condições de escoamento e infiltração de águas superficiais e servidas. Outros fatores também contribuem para a instalação de processos de escorregamentos, como o padrão das habitações e sua posição relativa em relação aos processos, e o estágio da ocupação da encosta quanto ao tipo e condições das vias, sistemas de drenagem e esgoto, pontes e outras melhorias urbanas.

A visita técnica realizada no Núcleo Vila São Benedito confirmou o contexto abordado no item anterior, a área apresenta relevo progressivamente mais acidentado seguindo para suas porções mais altas, em direção à sua extremidade leste. As maiores declividades destes trechos e a disposição de lotes em certas áreas implicam em riscos de desmoronamento e quedas de blocos.

Além das questões geológicas ligadas à declividade nestas áreas, a presença de áreas com solo impermeabilizado com sistema de drenagem precário gera caminhos de fluxo de água que propiciam enxurradas concentradas diretamente para estruturas de algumas residências.

Durante a visita técnica, foram verificadas ocorrências de estruturas de concreto danificadas pelas enxurradas, além de áreas com solo. Foi informado pela Defesa Civil que algumas casas foram danificadas e desocupadas devido a danos causados por enxurradas aos muros e paredes.

Quanto aos riscos de inundações, os condicionantes a serem considerados são aqueles que podem interferir diretamente sobre a estabilidade das margens do curso d'água.

Compreendem a largura e declividade do curso-d'água; geometria das margens (altura, simetria, inclinação dos taludes); constituição do canal (rocha, solo residual, aterro, etc.); falta ou existência de revestimentos e proteção superficial (concreto, vegetação, etc.); vazão e velocidade da água; assoreamentos; existência de muros e contenções, e presença de obstáculos (travessias inadequadas, depósitos de entulho, detritos, etc.) que reduzam a seção hidráulica do canal e/ou direcionam o fluxo da água para uma das margens. Outros fatores também contribuem para a instalação de solapamentos, como o desemboque de afluentes, a realização de escavações e aterros para a construção de habitações precárias, e lançamentos de água e esgotos.

Depósitos de entulho e de detritos podem concentrar o fluxo da água em uma das margens, aumentando seu poder erosivo e promovendo solapamentos. Seções hidráulicas inadequadas de galerias e travessias, ou sua obstrução parcial por detritos ou elementos estruturais, e a eventual obstrução do canal pelo desabamento de uma moradia ou o rompimento de um muro, criam remansos durante as inundações, agravando os alagamentos a montante.

Considerando-se essas intercorrências, a dinâmica dos processos que interagem durante um episódio de cheia se torna errática. Por exemplo, em trechos onde uma inundação atinge, no máximo, 30 cm, o nível da água pode ultrapassar um metro rapidamente, ou vice-versa. Além do risco para as moradias, com o rápido alagamento de ruas próximas pode não haver tempo suficiente para a evasão dos veículos, que também são atingidos pela cheia.

Dada essa dinâmica, todo o canal de um córrego sujeito a inundações pode ser entendido como de alto risco, independentemente do cenário de chuva e ocupação das margens que esteja sendo avaliado, pois esse cenário pode se agravar em um episódio de cheia que ultrapasse sua capacidade de vazão.

Considerando o contexto de topografia colinosa, os riscos ligados à inundação, pelo transbordo de cursos d'água, são restritos às porções mais baixas do terreno, nas extremidades oeste do perímetro do núcleo.

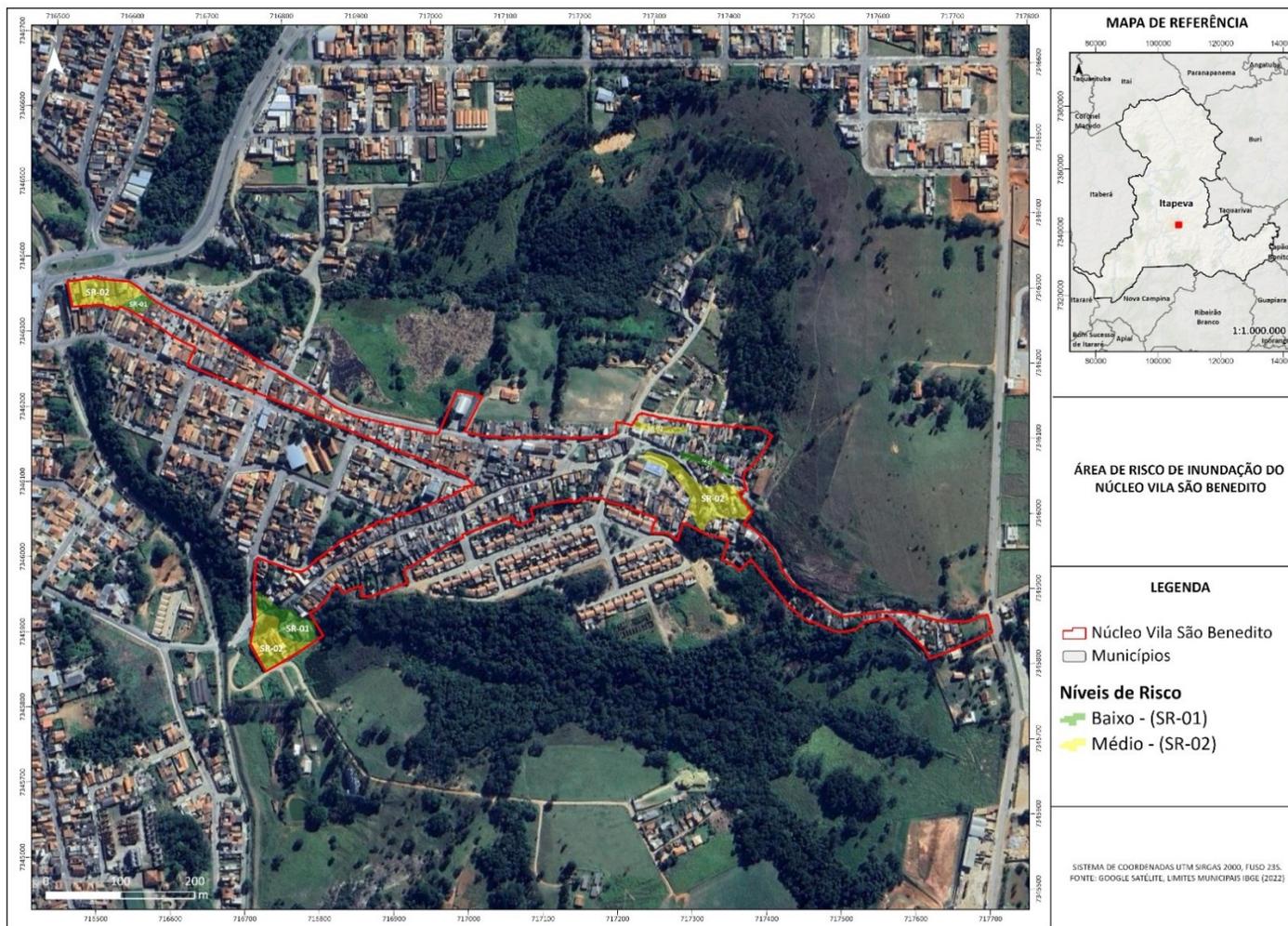
Para a elaboração do mapa de risco de inundações, foram consideradas informações sobre as áreas já atingidas por inundações próximas às margens do córrego do Aranha, de acordo com informações disponibilizadas pela Defesa Civil.

As áreas de ocorrências de inundação próximas ao córrego e as áreas de ocorrência de enxurrada pelo fluxo concentrado de águas pluviais foram avaliadas e mapeadas

utilizando os pontos visitados em campo e levantamento topográfico disponibilizado para o estudo.

Vale ressaltar que caso não sejam efetuados os devidos estudos e melhorias estruturais, visando a segurança dos munícipes do Núcleo Vila São Benedito, é possível que a condição de precariedade possa se agravar. Caso as áreas suscetíveis ao solapamento de margens citadas venham a ser futuramente ocupadas, haverá risco de movimentos de massa e solapamento de residências, além dos riscos de inundação já avaliados neste estudo.

Abaixo pode-se observar as áreas com baixo e médio risco de inundação e enxurradas e as áreas com médio e alto risco geológico. As figuras apresentam o contexto geral dos setores no perímetro e, em seguida, mapas ampliados para melhor visualização de cada setor de risco. A **Tabela V.c.1** apresenta resumidamente as recomendações levantadas para cada setor de risco.



**Figura V.c.1 – Áreas de risco de inundação e enurradas no núcleo Vila São Benedito, setores SR-01 (baixo risco) e SR-02 (médio risco).  
Elaboração própria.**

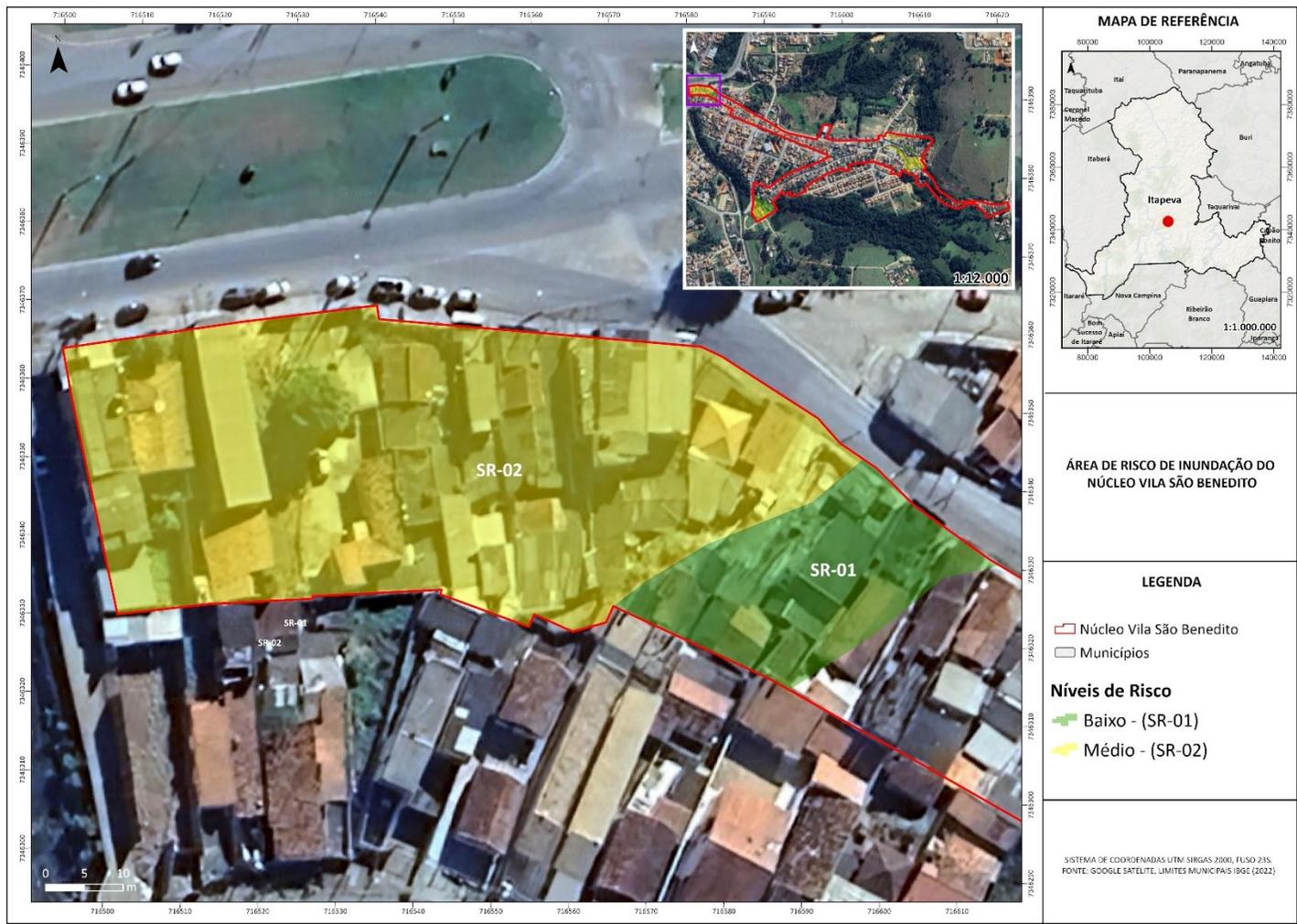


Figura V.c.2 – Áreas de risco de inundação onde a rua São Benedito se inicia na Av. dos Revolucionários de 32, setores SR-01 (baixo risco) e SR-02 (médio risco). Elaboração própria.



Figura V.c.3 – Áreas de risco de inundação no limite sudoeste do núcleo, em trechos das ruas Santo Antônio de Categero e Ítalo Turiani. Setores SR-01 (baixo risco) e SR-02 (médio risco). Elaboração própria.



Figura V.c.1 – Áreas de risco de enchurradas em trechos com ruas mais inclinadas no núcleo, propensas a gerar fluxos concentrados de água pluvial. Setores SR-01 (baixo risco) e SR-02 (médio risco). Elaboração própria.

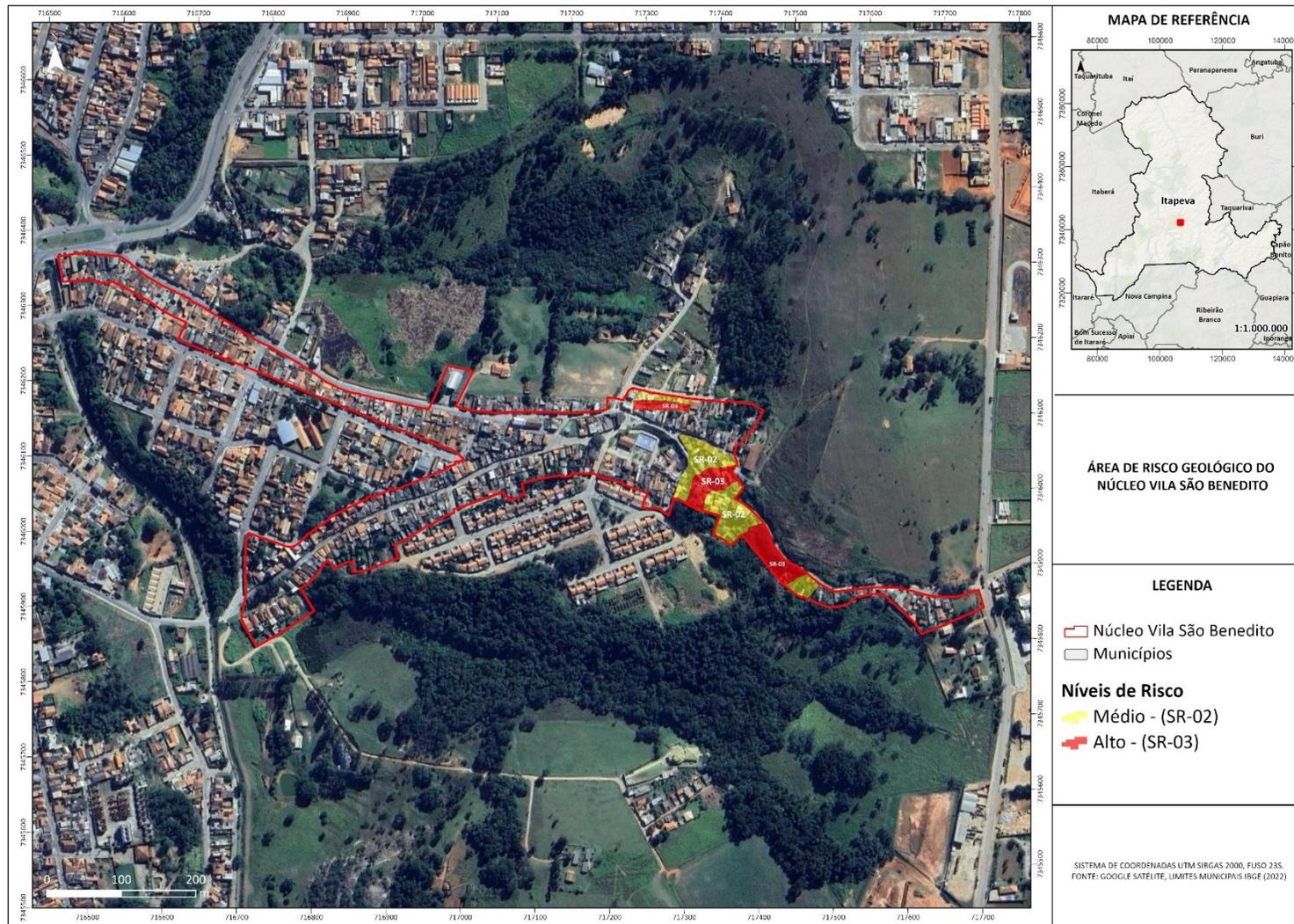


Figura V.c.2 – Áreas de risco geológico no núcleo Vila São Benedito, setores SR-02 (médio risco) e SR-03 (alto risco). Elaboração própria.

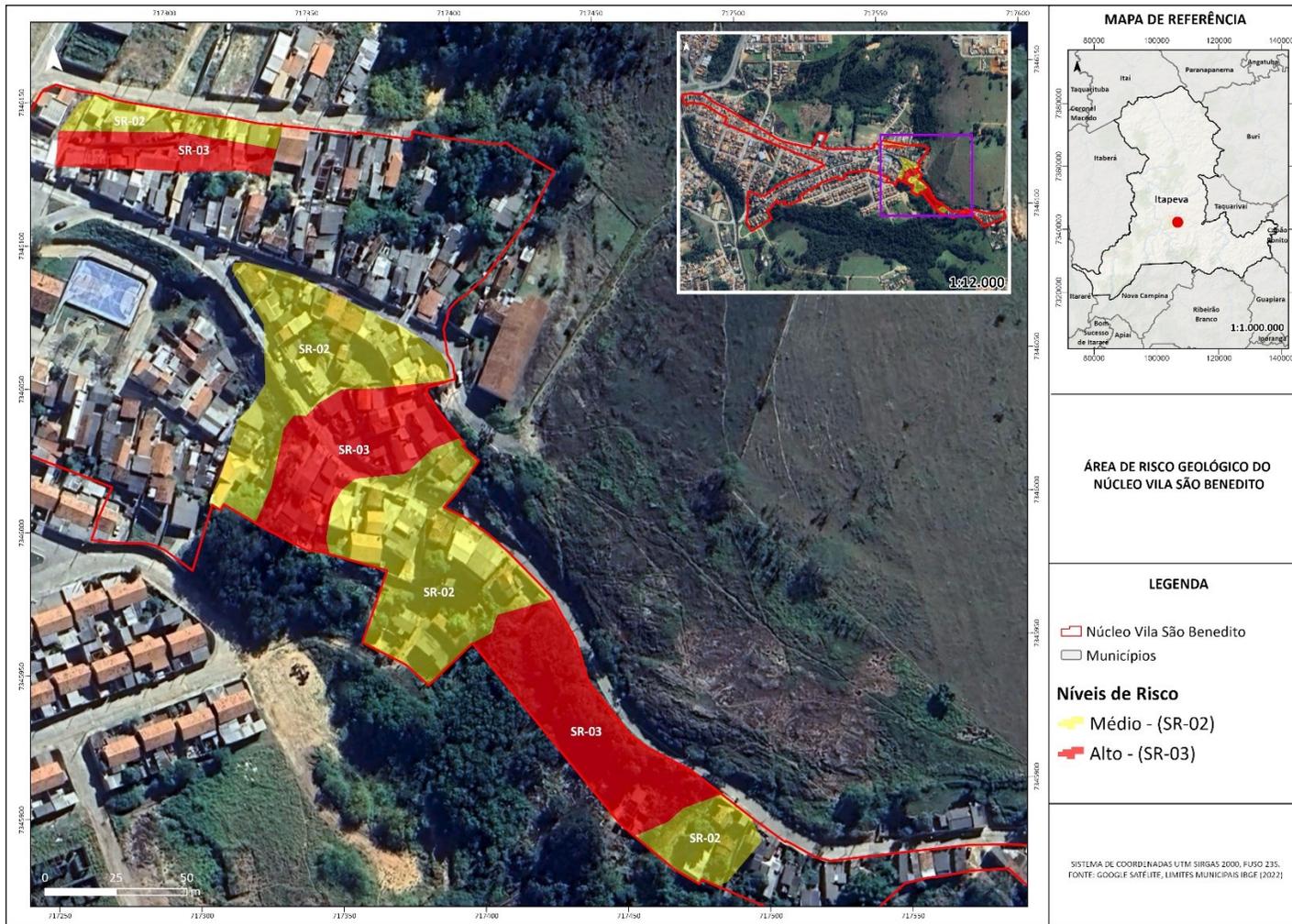


Figura V.c.2 – Detalhe das áreas de risco geológico no núcleo Vila São Benedito, setores SR-02 (médio risco) e SR-03 (alto risco). Elaboração própria.

**Tabela V.c.1: Setores de risco e alternativas de intervenção no Núcleo Vila São Benedito.**

Setor nº	Grau de probabilidade	Alternativa de intervenção
01	Baixo - R1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implantação de sistema de drenagem superficial (águas pluviais, servidas e/ou esgoto);</li> <li>- Implantação da galeria de águas pluviais;</li> <li>- Serviços de limpeza de lixo e entulho nas vias.</li> </ul>
02	Médio - R2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implantação de sistema de drenagem superficial, tanto nas áreas de risco de inundação e enxurrada, quanto nas vias adjacentes às áreas com risco de deslizamento e processos erosivos (águas pluviais, servidas e/ou esgoto);</li> <li>- Implantação de galeria de águas pluviais;</li> <li>- Monitoramento dos níveis d'água no córrego do Aranha;</li> <li>- Serviços de limpeza de lixo e entulho nas vias do entorno do córrego, bem como nos taludes apresentando médio risco de deslizamento.</li> </ul>
03	Alto – R3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Serviços de limpeza de lixo e entulho sobre talude marginal e encostas;</li> <li>- Implantação de sistema de drenagem superficial (canaletas, caixas de transição, escadas d'água, etc.);</li> <li>- Limpeza e desassoreamento dos cursos d'água;</li> <li>- Monitorar a situação das encostas, taludes de corte e ampliação das edificações existentes;</li> <li>- Monitorar o avanço dos indícios de danos nas estruturas já verificados no setor, como a evolução do ângulo de inclinação de estruturas e ocorrência de trincas e seu crescimento ao longo do tempo nas estruturas;</li> <li>- Avaliação estrutural de edificações e realocação dos moradores quando verificados indícios de fragilidade nas estruturas;</li> <li>- Estruturas de contenção localizadas de pequeno a médio porte (extensão aproximada 30 m) sobre talude marginal e encostas.</li> <li>- Implantação de proteção superficial vegetal (gramíneas) em talude marginal.</li> </ul>

Cabe destacar que as tipologias das obras indicadas e sua distribuição em cada setor devem obrigatoriamente ser validados em estudo de projeto básico ou executivo específico, sendo que as alternativas indicadas para o contexto avaliado no presente mapeamento são baseadas em informações de uso e ocupação do solo atuais (área urbanizada, infraestrutura urbana, geometria de

cortes e aterros e evidências de processos da dinâmica superficial) e que com o passar do tempo podem vir a sofrer alterações que, conseqüentemente, alteram o seu grau de risco e as necessidades de intervenção.

## VI. SETORES DE RISCO DE INUNDAÇÃO

### a. Setor 01 - Risco Baixo

**Local:** Vila São Benedito

**Área:**

**Setor:** SR-01

**Equipe:** Rodrigo Calaboni

**Referência:** Áreas próximas ao córrego do Aranha e trecho íngreme da rua João Gonçalves.

**Fotos:** VI.a.1 e VI.a.2

**Encosta:** Não

**Margem de córrego:** Não

#### **Diagnóstico do setor:**

A ocorrência de inundação não foi reportada neste trecho pela equipe técnica da defesa civil. No entanto, devido às características dos eventos de inundação ocorridos em cotas pouco abaixo na topografia, eventos mais extremos de chuvas ainda podem atingir esta área.

Além das áreas próximas ao córrego, suscetíveis a inundação em eventos extremos de chuvas, existe um trecho íngreme pavimentado, porém com sistema de drenagem precário na rua João Gonçalves, próximo à Escola Municipal Marlene M. G. Vaz. A drenagem pluvial neste trecho pode resultar em enxurradas com fluxos de água que acumulam energia, podendo danificar estruturas de casas à jusante. A drenagem já apresenta falhas no cimento devido à enxurrada.

#### **Descrição do Processo Adverso:**

Inundação e enxurradas

#### **Observações:**

Considerando o padrão construtivo médio com edificações de alvenaria, os riscos ligados a eventos hidrológicos neste setor foram considerados como baixos.

#### **Grau de Probabilidade:**

Baixo

#### **Estimativa do nº de edificações ameaçadas:**

28



**Foto VI.a.1 – Vista da rua João Gonçalves suscetível a enxurradas.**



**Foto VI.a.2 – Piso de cimento fraturado devido à drenagem deficiente.**

## b. Setor 02 - Risco Médio

**Local:** Vila São Benedito

**Área:**

**Setor:** SR-02

**Equipe:** Rodrigo Calaboni

**Referência:** Áreas mais baixas, adjacentes ao córrego do Aranha e trechos de declividades mais acentuadas, no entorno das áreas mais altas da rua São Benedito.

**Fotos:** VI.b.1 a VI.b.4

**Encosta:** Sim

**Margem de córrego:** Sim

### **Diagnóstico do setor:**

Setor apresenta contexto semelhante ao Setor 01, com trechos suscetíveis a inundações em cotas mais baixas e trechos suscetíveis a enxurradas pluviais em cotas mais altas. O maior risco nas áreas topograficamente mais baixas se deve à proximidade das casas para a planície de inundação do córrego do Aranha, sendo áreas onde já ocorrem inundações em períodos de chuvas intensas.

Além das áreas mais baixas e planas onde incidem as inundações, existem dois trechos onde as declividades médias superam 45°, com residências encostadas nas bases de taludes e maciços rochosos, propiciando fortes enxurradas diretamente contra as estruturas das casas.

A Defesa Civil relatou que já ocorreram danos a estruturas de casas e queda de muros nestes trechos devido ao fluxo desordenado de águas pluviais. Uma destas áreas incide sobre viela construída sobre um talude com cerca de 3 metros de altura e 60° de inclinação. O topo do talude encontra-se cimentado, sem sistema de disciplinamento das águas pluviais, parte do cimento cedeu à ação das enxurradas, que descem pelo talude para as edificações presentes logo abaixo.

### **Descrição do Processo Adverso:**

Inundação e enxurradas

### **Observações:**

Edificações de alvenaria com padrão construtivo entre médio e baixo. Especificamente para os riscos de enxurrada, a implantação de sistemas de drenagem deve ser suficiente para controlar estes impactos.

### **Grau de Probabilidade:**

Médio

### **Estimativa do nº de edificações ameaçadas:**

47



**Foto VI.b.1 – Vista geral da área alagável adjacente ao córrego do Aranha.**



**Foto VI.b.2 – Leito do córrego apresentando sinais de assoreamento e acúmulos de detrito.**



**Foto VI.b.3 – Trecho onde o maciço de rochoso direciona o fluxo de água diretamente para edificações à jusante.**



**Foto VI.b.4 – Vela onde houve o colapso de contenção precária de cimento, sem sistema de drenagem.**

## VII. SETORES DE RISCO GEOLÓGICO

### a. Setor 02 - Risco Médio

**Local:** Vila São Benedito

**Área:**

**Setor:** SR-02

**Equipe:** Rodrigo Calaboni

**Referência:** Porções mais altas na rua São Benedito.

**Fotos:** VII.a.1 e VII.a.2

**Encosta:** Sim

**Margem de córrego:** Não

#### **Diagnóstico do setor:**

Este setor compreende trechos com inclinações médias inferiores a 45° e casas de alvenarias com padrão construtivo médio. O principal fator de risco deste setor é a proximidade para as bases de taludes e maciços rochosos com maiores riscos (setor de alto risco discutido a seguir), podendo ser atingidos por eventos de deslizamentos ou quedas de blocos ocorridos à montante.

#### **Descrição do Processo Adverso:**

Deslizamento e queda de blocos

#### **Observações:**

Edificações de alvenaria com padrão construtivo médio.

#### **Grau de Probabilidade:**

Médio

#### **Estimativa do nº de edificações ameaçadas:**

37



**Foto VII.a.1 – Vista geral de área mapeada como de médio risco.**



**Foto VII.a.2 – Área relativamente plana na rua Antônio Categero, com porção caracterizada como médio risco pela proximidade do maciço.**

## b. Setor 03 - Risco Alto

**Local:** Vila São Benedito

**Área:**

**Setor:** SR-03

**Equipe:** Rodrigo Calaboni

**Referência:** Trechos de maiores declividades no entorno da rua São Benedito.

**Fotos:** VII.b.1 a VII.b.6

**Encosta:** Sim

**Margem de córrego:** Não

### **Diagnóstico do setor:**

O setor apresenta taludes que superam os 70°, em partes constituídos por solo exposto ou coberto por vegetação rasteira e partes de maciço rochoso com intercalações de rochas com diferentes resistências à erosão. A presença de sedimentos argiloarenosos mal consolidados em camadas inferiores a rochas de maiores resistências à erosão gera a escavação facilitada destas camadas inferiores. Desta forma o maciço é gradualmente exposto, podendo gerar o colapso de blocos de rocha, caso a erosão não seja controlada.

Existem edificações a poucos centímetros dos taludes, tanto em sua base, quanto em seu topo. Em parte das construções, foram verificadas porções tortas nas estruturas, indicando padrão construtivo precário e/ou a fragilidade do solo. De acordo com a Defesa Civil, parte das residências deste setor já foi desocupada devido a danos gerados às estruturas.

### **Descrição do Processo Adverso:**

Deslizamentos, erosão e queda de blocos

### **Observações:**

Edificações de alvenaria com padrão construtivo entre médio e baixo, muito próximas aos taludes.

### **Grau de Probabilidade:**

Alto

### **Estimativa do nº de edificações ameaçadas:**

22



**Foto VII.b.1 – Construção logo abaixo de área onde o maciço apresenta camada argiloarenosa com processo erosivo.**



**Foto VII.b.2 – Detalhe da erosão preferencial de camada inferior em maciço rochoso.**



**Foto VII.b.3 – Muro construído junto ao topo de encosta. A estrutura está pendendo levemente para o lado do talude.**



**Foto VII.b.4 – Contenção precária de concreto suspensa pela erosão do solo abaixo dela.**



**Foto VII.b.5 – Edificação construída junto à base do maciço rochoso.**



**Foto VII.b.6 – Talude de aproximadamente 3 m e 60° com topo ocupado por viela com cimento precário e base ocupada por residências.**

## VIII. PROPOSIÇÕES

### a. Intervenções para a preservação e controle de riscos geológicos e hidrológicos

Considerando as condições de ocupação das encostas e planícies de inundação dos corpos d'água, com edificações fundadas de forma inadequada sobre áreas com cortes e aterros de má qualidade, onde ocorrem processos de erosão já instalados, os riscos geotécnicos são elevados, sendo necessárias medidas preventivas e paliativas até que sejam adotadas medidas estruturais.

Nos locais identificados com alto risco para escorregamentos de massa, são necessárias medidas que contemplem a prevenção de acidentes, como o reforço de muros e paredes em locais com alto risco, evitar cortes verticais em taludes.

Devem ser monitorados indícios da dinâmica superficial em taludes, observando trincas, rachaduras e afundamentos (recalque) nas paredes e no piso da edificação, bem como inclinação de árvores ou postes. Os moradores do núcleo devem ser instruídos sobre estes tipos de processos e incentivados a criarem grupos de cooperação nestes locais de risco.

Uma vez detectadas tais ocorrências, deverá ser verificada sua possível causa e acompanhar sua evolução pelo próprio morador (trinca com a abertura aumentando, depressão ou abatimento progredindo, descalçamento aumentando etc.). Em função da intensidade e/ou velocidade de evolução da ocorrência, a Defesa Civil deverá ser informada, para que seja avaliada a necessidade de desocupação temporária ou permanente do local.

Paliativamente, a comunidade local e, principalmente, os moradores ao longo das margens dos córregos e taludes com alta inclinação, deverão interromper os lançamentos de entulho, detritos, lixo etc. de forma a não promover o assoreamento do leito do córrego, favorecendo a elevação do nível d'água durante as chuvas.

O núcleo já conta com rede de abastecimento de água e coleta de esgoto, bem como energia elétrica e vias pavimentadas, mas apresenta drenagem pluvial precária. Parte considerável dos riscos apresentados neste estudo, tanto geológicos quanto hidrológicos, está diretamente relacionada à falta de disciplinamento das águas pluviais, que seguem seu fluxo livre, acumulando energia e gerando enxurradas suficientes para causar erosões e danificar estruturas das edificações.

Recomenda-se o dimensionamento e implantação de sistema de drenagem adequado para o controle das águas pluviais, desviando seu fluxo das áreas de risco apresentadas e reduzindo sua energia, evitando a geração de novos focos erosivos a jusante.

Quanto às áreas com suscetibilidade à inundação pelo transbordo do córrego do Aranha, o nível d'água deve avançar gradualmente em temporadas com dias de chuva consecutivos no núcleo e nas áreas à montante deste, podendo voltar a atingir as áreas mapeadas.

Recomenda-se o monitoramento pluviométrico das áreas de contribuição da bacia deste córrego à montante do núcleo, possibilitando melhor agilidade em alertar para novas ocorrências de inundações. Este monitoramento deve ser intensificado sempre que houver previsões de muitos dias com chuvas acima da média esperada para a região.

#### b. Recomendações de intervenções estruturais relacionadas a riscos geológicos e hidrológicos

Para as áreas com alta suscetibilidade para escorregamento de massa é necessário que sejam adotadas medidas de contenção dos taludes visando a estabilização das vertentes. Caso sejam identificadas estruturas ou árvores em perigo iminente de queda, estas devem ser removidas previamente para evitar impactos às áreas do seu entorno.

Deverão ser realizados estudos hidrológico-hidráulicos para verificação da capacidade hidráulica dos corpos d'água e da galeria, de veicular vazões de cheias correspondentes a Tempos de Retorno (TR) de 25, 50 e 100 anos, com verificação para 200 anos, definindo-se as cotas máximas de inundação, as seções hidráulicas mais adequadas e os tipos de revestimento para as margens e fundo dos canais, de forma a se evitar inundações nas maiores cheias.

Como obras de contenção, poderão ser utilizadas cortinas de estacas-prancha, muros de gabião-caixa, muros de concreto, entre outras, em função das alturas dos taludes das margens e das encostas, tipo de fundação e características das estruturas a serem protegidas. Intervenções no canal para aumento da vazão, como redução da rugosidade do leito ou alteração de estruturas, após realização de estudos hidrológicos e projetos específicos.

Os estudos hidrológico-hidráulicos e geotécnicos deverão ser precedidos e subsidiados por um levantamento topográfico, cadastral e batimétrico do curso d'água, com seções transversais para detalhamento, sondagens à percussão e ensaios de campo e

laboratório, a serem realizados para a caracterização dos solos dos taludes e fundações quanto ao tipo, espessuras das camadas e parâmetros geotécnicos.

Por último, ressalta-se a importância de obras de contenção de processos erosivos já instalados no local e a retirada de casas nas áreas de alto risco geológico. Outra medida de grande importância é a revitalização dos cursos d'água da região, estabelecimento de mata ciliar, cessação de lançamento de esgoto, lixo e detritos, com objetivo de reduzir os riscos geológicos e proporcionar a melhoria de qualidade de vida dos moradores.

## EQUIPE TÉCNICA

- RODRIGO CALABONI (Responsável Técnico)

Geólogo

CREA/SP nº 5071051770

- RODRIGO TRASSI POLISEL

Biólogo, Doutor em Biologia Vegetal (Coordenação Geral)

CRBio nº 68879/01-D

- VINÍCIUS DE ARAÚJO KLIER

Biólogo, Especialista em Gestão Florestal (Coordenação Executiva)

CRBio nº 68710/01-D

- STEPHANIE COSTA

Geógrafa, Geoprocessamento

## REFERÊNCIAS

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

BRASIL. Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios. Carvalho, C.S.; Macedo, E.S.; Ogura, A.T. (org). Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.

CBH-ALPA. Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema. Plano de Bacia Hidrográfica. Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Alto Paranapanema – UGRHI 14. Piraju, 2016.

CBH-ALPA. Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema. Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo. Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Alto Paranapanema – UGRHI 14. Ano base 2020. Piraju, 2021.

HIGHLAND, L. M. e BOBROWSKY, P. The landslide handbook — A guide to understanding landslides: Reston, Virginia, U.S. Geological Survey Circular 1325, 129 p. 2008

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Glossário Geológico. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. 214 p.

IBGE Cidades. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Itapeva. 2022. Disponível em:< <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/itapeva/panorama> >. Acesso em: 17 dez. 2023.

ROSS, J.L.S.; MOROZ, I.C. – Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. Laboratório de Geomorfologia, Depto. de Geografia, FFLCH-USP, Laboratório de Cartografia Geotécnica – Geologia Aplicada-IPT e FAPESP. Mapas e Relatório. São Paulo: USP/IPT/FAPESP, 1997.