



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**Fundação Universidade Federal do ABC**  
**Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas**

# **ELABORAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCOS (PMRR) NO MUNICÍPIO DE SÃO BERNARDO DO CAMPO, SP**

MINISTÉRIO DO  
DESENVOLVIMENTO REGIONAL



**Agosto/2021**

**Volume 1**

## RESUMO

Este Relatório apresenta os procedimentos metodológicos empregados e os resultados do diagnóstico de riscos realizados em 34 localidades de São Bernardo do Campo.

A partir da identificação e análise de riscos em São Bernardo do Campo, foram delimitados **126 setores** de risco, com um total de **2.010 moradias** ou edificações com outros usos.

Desse total, **82 setores** (65%) foram avaliados em situação de Risco Médio (**R2**), ocupados por **1.238 moradias** (61,5%); **38 setores** (30%) em situação de Risco Alto (**R3**) ocupados por **651 moradias** (32,5%) e **6 setores** (5%) com **121 moradias** (6%) em situação de Risco Muito Alto (**R4**).

Para cada setor de risco, foram sugeridas uma ou mais tipologias de intervenção para redução de risco, aderentes ao processo identificado. Para cada tipologia recomendada, foram estimados quantitativos (como extensões, áreas e/ou volumes), em campo ou graficamente, que permitiram o orçamento individualizado das intervenções para cada setor de risco. Para mitigação dos riscos identificados nas **34 localidades** estudadas em **São Bernardo do Campo**, o custo total estimado das intervenções é de **R\$55.668.462,94**. O custo estimado **por moradia atendida** é de **R\$27.695,75**. Foram indicadas **remoções de 66 moradias** (3% do número total de moradias inseridas nos 126 setores de risco delimitados). O custo unitário de remoção adotado na estimativa de custos, não tendo sido considerado o custo da relocação ou reassentamento habitacional, é de **R\$89.000,00**.

Apresentam-se também neste relatório sugestões de critérios para hierarquização das intervenções estruturais recomendadas.

**Anexos** a este Volume 1 do Relatório, constam três Volumes com os resultados do mapeamento e setorização de riscos, proposição de intervenções estruturais e estimativa de custos para o Município de São Bernardo do Campo.

### Palavras-chave:

Plano Municipal de Redução de Riscos, Deslizamentos, São Bernardo do Campo

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	5
1.1 OBJETIVOS .....	6
<b>2. METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS ADOTADOS PARA A EXECUÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCO DE SÃO BERNARDO DO CAMPO</b> . 7	
2.1 CONCEITUAÇÃO GERAL E METODOLOGIA DE REFERÊNCIA .....	7
2.2 PROCEDIMENTOS ADOTADOS PARA IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE RISCOS .....	15
2.2.1 Levantamento de informações preliminares e dos mapeamentos existentes .....	15
2.2.1.1 Breve caracterização do município de São Bernardo do Campo .....	16
2.2.2 Seleção das localidades .....	27
2.2.3 Trabalhos pré-campo de caracterização das localidades.....	30
2.2.4 Coleta de imagens de VANT.....	33
2.2.5 Análise das imagens e planejamento dos roteiros de campo .....	37
2.2.6 Atividades de campo.....	39
2.3 RECOMENDAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE INTERVENÇÃO PARA REDUÇÃO E CONTROLE DOS RISCOS .....	47
2.4 ESTIMATIVA DE CUSTOS DE INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS PARA REDUÇÃO DOS RISCOS IDENTIFICADOS .....	50
2.5 PRODUÇÃO DOS DOSSIÊS (OU FICHAS DE ANÁLISE DE RISCO) DE CADA LOCALIDADE .....	51
<b>3. SÍNTESE E ANÁLISE DOS RESULTADOS DO MAPEAMENTO DE RISCO NO MUNICÍPIO DE SÃO BERNARDO DO CAMPO</b> .....	55
<b>4. SUGESTÃO DE CRITÉRIOS PARA UMA ESCALA DE PRIORIDADES PARA IMPLEMENTAÇÃO DAS INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS NAS LOCALIDADES ESTUDADAS</b> .....	65
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	68
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	69
<b>EQUIPE EXECUTIVA – UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC</b> .....	73
<b>GRUPO GESTORE DO PROJETO - PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO BERNARDO DO CAMPO</b> .....	74
<b>ANEXOS</b> .....	75

## Lista de Figuras

Figura 1. Mapa de localização do município de São Bernardo do Campo (Região Metropolitana de São Paulo – RMSP/SP). Fonte: IBGE, 2011. Elaborado por: LabGRis, 2020. ....	17
Figura 2. Geologia do município de São Bernardo do Campo. Fonte: CPRM, 2006. Elaborado por: LabGRis, 2020.....	20
Figura 3. Mapa Geomorfológico de São Bernardo do Campo. Fonte: ROSS & MOROZ, 1997. Elaborado por: LabGRis, 2020.....	22
Figura 4. Mapa de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa em São Bernardo do Campo. Fonte: BITTAR, 2014. Elaborado por: LabGRis, 2020.....	23
Figura 5. Mapa de calor das ocorrências de deslizamentos e solapamentos de margem de córrego no município de São Bernardo do Campo entre os anos de 1997 e 2014. Fonte: Defesa Civil de São Bernardo do Campo, 2020. Elaborado por: LabGRis, 2020. ....	27
Figura 11. Fluxograma das etapas de produção e utilização de imagens com o VANT para mapeamento de áreas de risco. Fonte: MOURA et al., 2021. ....	34
Figura 7. Exemplo do mapa com os planos de voo de São Bernardo do Campo (folha 2/5) .....	37
Figura 8. Detalhe de ampliação de imagem oblíqua obtida por voo de drone. Fonte: LabGRis, 2020.....	38
Figura 9. Principais aspectos a observar na Imagem oblíqua obtida por voo de drone. Fonte: LabGRis, 2020.....	39
Figura 10. Exemplo de foto oblíqua obtida por voo de drone em São Bernardo do Campo, com pré-setorização e pontos críticos observados em escritório que permitem organizar roteiro de campo e otimizar a investigação em escala de detalhe. Fonte: LabGRis, 2020. ....	41
Figura 11. Exemplo de imagem com sugestão de intervenção estrutural em São Bernardo do Campo (ver legenda no Quadro 10) .....	50
Figura 12. Exemplo de Foto Geral de localização em São Bernardo do Campo .....	52

## Lista de Quadros

Quadro 1. Critérios para definição do grau de probabilidade de ocorrência de processos de instabilização do tipo escorregamentos em encostas ocupadas e solapamento de margens de córregos (BRASIL/ IPT, 2007) .....	12
Quadro 2. Ficha geral da área .....	13
Quadro 3. Ficha de setor .....	14
Quadro 4. Exemplo de ficha de apoio às atividades de campo .....	32
Quadro 5. Elementos observáveis em campo para caracterização de um setor de risco. Fonte: LabGRis, 2020.....	42
Quadro 6. Checklist utilizado em campo para o diagnóstico do setor e descrição do processo de instabilização e de vulnerabilidades.....	44
Quadro 7. Tipologia de intervenções voltadas à redução de riscos associados a deslizamentos em encostas ocupadas e a solapamentos de margens de córregos. ..	48
Quadro 8. Ficha geral da localidade. ....	52

Quadro 9. Legenda utilizada para a representação das intervenções estruturais propostas para cada setor de risco. ....	53
Quadro 10. Ficha de setor. ....	54

### **Lista de Tabelas**

Tabela 1. Distribuição das unidades litológicas no município de São Bernardo do Campo. Fonte: CPRM, 2006. Elaborado por: LabGRis, 2020. ....	20
Tabela 2. Proporções de cobertura pedológica em São Bernardo do Campo. Fonte: Rossi (2017). Elaborado por: LabGRis, 2020. ....	21
Tabela 3. Distribuição das unidades geomorfológicas em São Bernardo do Campo. Fonte: ROSS & MOROZ, 1997. Elaborado por: LabGRis, 2020. ....	22
Tabela 4. Distribuição das classes de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa em São Bernardo do Campo. Fonte: Bittar, 2014. Elaborado por: LabGRis, 2020. ....	24
Tabela 5. Distribuição das classes de aptidão à urbanização em São Bernardo do Campo. Fonte: Nogueira e Canil (2015). Elaborado por: LabGRis, 2020. ....	24
Tabela 6. Distribuição das classes de aptidão à urbanização nas localidades estudadas em São Bernardo do Campo. Fonte: Nogueira e Canil (2015). Elaborado por: LabGRis, 2020. ....	26
Tabela 7. Localidades selecionadas para o diagnóstico de risco em São Bernardo do Campo (por ordem alfabética). ....	29
Tabela 8. Base de dados, dimensões e fontes das fichas de apoio. ....	30
Tabela 9. IDs das localidades estudadas em São Bernardo do Campo. ....	55
Tabela 10. Resultados do diagnóstico de risco em São Bernardo do Campo. ....	57
Tabela 11. Proposição de intervenções estruturais para redução de risco e estimativa de custos em São Bernardo do Campo. ....	61
Tabela 12. Escala de prioridade para implementação das intervenções estruturais nas localidades estudadas no município de São Bernardo do Campo. ....	66

## 1. INTRODUÇÃO

Este **Relatório Parcial 2** corresponde a produtos da Meta III do Termo de Execução Descentralizada (TED) / Termo de Cooperação Técnica firmado entre o **Ministério de Desenvolvimento Regional – MDR**, por meio da Coordenação Geral de Prevenção e Projetos Estratégicos – CGPP do Departamento de Obras de Proteção e Defesa Civil – DOP e a **Fundação Universidade Federal do ABC – UFABC**, Processo 23006.002200/2019-61.

O projeto de pesquisa associado a esse TED tem como objetivo o desenvolvimento de metodologia para elaboração dos **Planos Municipais de Redução de Riscos - PMRR** dos municípios paulistas de **Franco da Rocha e São Bernardo do Campo**, atendendo a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, PNPDEC (BRASIL, 2012).

Ainda que os produtos aqui apresentados tenham sofrido atrasos no cronograma de execução devido às limitações impostas pela Pandemia do SARS-COV-2, ainda vigentes, seus resultados atendem integralmente os objetivos delimitados no TED e expostos no Relatório 1, que detalha a metodologia e os produtos esperados.

Dessa forma, estão apresentados neste relatório:

- os procedimentos metodológicos adotados e as atividades desenvolvidas para obtenção dos produtos aqui expostos;
- todas as localidades mapeadas no município de São Bernardo do Campo, com os respectivos “dossiês” (ou fichas descritivas de mapeamento de risco) contendo as informações gerais sobre a localidade e as informações obtidas no diagnóstico de campo descrevendo as condições geradoras de risco e alcance a cada setor de risco, imagens gerais da localidade e espacialização dos setores de risco identificados em cada localidade, fotos oblíquas com delimitação espacial de cada um dos setores de risco e indicação do “grau de risco” ou de probabilidade de ocorrência do processo, indicação de intervenção estrutural, quantitativos de cada intervenção e estimativa de custos; fotos oblíquas com delimitação espacial das intervenções estruturais sugeridas em cada um dos setores de risco e fotos de campo ilustrativas dos setores.

- sínteses e análises de todas essas informações, que deverão servir de base para a sugestão de critérios para hierarquização da implementação das intervenções estruturais propostas e orientarão o PMRR e as próximas atividades de informação pública e capacitação para o uso deste instrumento de planejamento e ação.

## **1.1 OBJETIVOS**

O objetivo principal desse projeto é o desenvolvimento de metodologia para a elaboração de implantação de obras e ação dos Planos Municipais de Redução de Riscos - PMRR para o município de São Bernardo do Campo.

Dos objetivos específicos, destacam-se:

- a) realização do mapeamento das áreas de risco de assentamentos urbanos, suscetíveis aos movimentos gravitacionais de massa e correlatos;
- b) concepção de intervenções estruturais para os setores de risco e estimativa de recursos financeiros;
- c) proposta de ações e de medidas não estruturais;
- d) elaboração dos Planos Municipais de Redução de Riscos; e
- e) realização de cursos de capacitação e audiências públicas.

## 2. METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS ADOTADOS PARA A EXECUÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCO DE SÃO BERNARDO DO CAMPO

### 2.1 CONCEITUAÇÃO GERAL E METODOLOGIA DE REFERÊNCIA

**Risco** pode ser entendido como a potencialidade de que ocorra um acidente, um desastre, um evento físico que resulte em perdas e danos sociais ou econômicos (NOGUEIRA, 2002). Contudo, o conceito de risco traduz ainda uma relação de concomitância e mútuo condicionamento entre ameaça, vulnerabilidade e gerenciamento, que se expressa pela fórmula:

$$R = P (f A) * C (f V) * g^{-1}$$

Esta equação pressupõe que um determinado “grau de risco” representa a probabilidade (**P**) de ocorrência de determinado processo do meio físico que representa perigo ou ameaça (**A**), e pode produzir consequências (**C**) danosas às pessoas ou bens, em função da vulnerabilidade (**V**) do meio exposto ao perigo e que pode ter seus efeitos reduzidos pela capacidade de gerenciamento do problema ou de resiliência (**g**) frente ao perigo, seja do governo local ou dos indivíduos/ comunidades expostas.

Essa definição de risco aponta que as decisões relativas ao seu enfrentamento devem, necessariamente, basear-se num diagnóstico que considere tanto os fatores que contribuíram para a “**construção do perigo**” no meio físico, quanto os aspectos da exposição e das fragilidades (**vulnerabilidade física e social**) e das capacidades de enfrentamento (**gerenciamento e resiliência**), que interferem diretamente na própria existência do risco.

O **perigo** é a condição na qual existe potencialidade de danos ao meio exposto (pessoas ou bens) em função da ocorrência de algum destes processos. Para adequada qualidade do diagnóstico de risco, é necessário entender a **causalidade do perigo**, que envolve condicionantes do ambiente físico (a geologia, a morfologia e a morfometria, os fluxos de água superficiais e subsuperficiais, o comportamento geotécnico dos materiais) e aspectos do uso e ocupação do solo (modificações produzidas no ambiente pela ocupação

humana e como ela contribuiu na construção do processo perigoso: cortes, aterros, lançamentos de água servida, entulho e lixo, exposição do solo, características e insuficiências da infraestrutura, etc.).

Com base nos levantamentos preliminares, podem-se identificar a potencialidade de processos associados a movimentos de massa em encostas (escorregamentos e processos correlatos) e solapamento de margens de córregos nos territórios municipais aqui estudados.

**Escorregamentos/Deslizamentos** podem ser definidos como movimentos coletivos de solo ou rocha em que a massa instabilizada desliza sobre uma superfície claramente delimitada no maciço estável, envolvendo um volume bem definido de material (CARVALHO; HACHICH, 1997).

O termo escorregamento congrega vários processos que apresentam características distintas, embora todos eles sejam resultantes da ação da gravidade. Dentre esses processos estão os escorregamentos (*slides*) propriamente ditos ou deslizamentos, os rastejos (*creep*), as quedas de bloco (*falls*), os rolamentos de matacões, os tombamentos e as corridas (*flows*). Por este motivo, é comum observar a utilização do termo “escorregamentos e processos correlatos” para se referir ao conjunto de processos citados (CERRI, 1993).

Os escorregamentos e processos correlatos no ambiente urbano podem ser resultado de causas naturais e/ou antrópicas, mas a geração dos riscos associados aos escorregamentos é sempre um processo social ou ambiental urbano (NOGUEIRA, 2002). Os escorregamentos urbanos podem movimentar, além de rochas, solo e vegetação, depósitos artificiais (lixo, aterros, entulhos) ou materiais mistos, caracterizando processos geológicos, geomórficos ou geotécnicos.

Os acidentes gerados por escorregamentos e processos correlatos são os que têm apresentado, no Brasil, maior número de vítimas fatais (IPT, 2003).

Os **solapamentos** são processos que podem afetar áreas adjacentes aos cursos d’água (rios e córregos). Estão associados à erosão das margens ou do talude de um canal fluvial, comumente acarretando a instabilização da margem do curso d’água. Com a evolução do processo erosivo pode ocorrer o desbarrancamento, ou seja, a queda de uma porção do talude do canal da drenagem. Em geral, quando as drenagens cortam áreas urbanas, são

realizadas alterações no traçado natural dos rios, tais como retificações, canalizações, estrangulamentos, aterramento de margens e de várzeas, lançamento de lixo e de detritos, bem como a impermeabilização da bacia de drenagem. Essas alterações influenciam e modificam a dinâmica fluvial e aceleram os processos de erosão e de solapamento. Quando a ocupação se instala nas faixas laterais as margens de córregos e, em muitos casos, até no próprio leito dos cursos d'água, surgem áreas de risco, ou seja, quando acontecem chuvas mais intensas, as moradias são ameaçadas pela possibilidade de ocorrência de solapamentos das margens das drenagens ou pela própria ação direta da água sobre as edificações (CERRI *et al.*, 2007).

Também é importante definir os limites do processo perigoso: se há potencialidade de um deslizamento, onde é o ponto de ruptura (cabeceira) e qual sua área de alcance ou de atingimento? Este é o **meio exposto** ao perigo ou “**setor de risco**”.

Por fim, em relação ao entendimento do perigo, é necessário definir o **estágio de evolução do processo**, apoiado por **indícios** de desenvolvimento do processo e **evidências** de instabilidade observados em campo.

Este perigo pode causar danos se não houver capacidade do Poder Público ou da comunidade local para mitigar o problema. **Mitigação** é o conjunto de ações destinadas a reduzir o risco por meio de intervenções estruturantes (obras, melhorias urbanas) e de redução da vulnerabilidade, tornando o espaço mais seguro para as moradias.

O risco será maior se os danos potenciais forem mais graves em razão do grau de exposição da unidade habitacional ao perigo, da fragilidade estrutural da edificação ou da vulnerabilidade dos indivíduos ou da comunidade local. **Vulnerabilidade** é o conjunto de fatores físicos, sociais, ambientais, econômicos e institucionais que condiciona a magnitude do dano sobre um determinado meio, exposto a uma determinada ameaça delimitada no espaço e no tempo. Corresponde à predisposição a sofrer danos ou perdas (MOURA *et al.*, 2019).

Mesmo em análises expeditas de risco, é possível identificar visualmente elementos da vulnerabilidade. Para as áreas de ocupação precária da Região Metropolitana de São Paulo, recomendam-se alguns **indicadores de vulnerabilidade** de fácil observação (NOGUEIRA *et al.*, 2018), que foram testados neste projeto:

- 1 - Moradores idosos, deficientes, dependentes químicos ou alcoólicos;
- 2- Evidências de fragilidade construtiva, de instabilidade estrutural ou de degradação significativa da edificação;
- 3- Acúmulo de lixo significativo no entorno da moradia;
- 4- Evidência clara de perigo ou impacto ou dano à moradia por ocorrência pretérita, sem que haja providência observável de reparo ou mitigação por parte do morador;
- 5- Desorganização espacial e/ ou adensamento excessivo das edificações na área vistoriada, afetando fluxos de drenagem superficial; e
- 6- Lançamento desorganizado de águas servidas sobre taludes.

Por outro lado, a partir do **reconhecimento de um perigo**, a disposição e capacidade do governo local em mitigar o problema ou a resiliência dos próprios moradores em enfrentá-lo podem reduzir o risco. Este é o sentido da **informação pública** e da **educação** para o risco.

Para identificação e análise de riscos em áreas urbanas ocupadas, Carvalho *et al.* (2020, p.38) propõem a adoção de método qualitativo, em que

*“(...) a experiência dos técnicos é utilizada para estimativa da probabilidade de ocorrência dos eventos destrutivos e das suas consequências. O risco avaliado dessa maneira, em função da complexidade da sua construção sócio-natural (em que se combinam elementos de incerteza sobre os diversos fatores condicionantes físicos ambientais e antrópicos, a vulnerabilidade do meio exposto e a disposição e capacidade de gerenciamento do problema pelo morador, pela comunidade ou pelo governo local), não pode ser traduzida por valores numéricos, devendo ser expresso em termos literais, como risco muito alto, alto, médio ou baixo. Por ser qualitativo, os técnicos responsáveis deverão descrever as condicionantes, indicadores e demais características do meio físico, da edificação e, se possível, dos moradores que justificam o nível de risco atribuído às edificações do setor de análise”.*

Para a definição do grau de probabilidade de riscos associados a escorregamentos e solapamentos, BRASIL/IPT (2007) propõem os critérios apresentados no **Quadro 1**.

Os trabalhos de campo a ser desenvolvidos constituem-se basicamente em investigações geológico-geotécnicas de superfície, buscando identificar condicionantes dos processos de instabilização, evidências de instabilidade e

indícios do desenvolvimento de processos destrutivos no caso de situações associadas a escorregamentos e solapamentos.

Os procedimentos seguintes são recomendados por Cerri *et al.* (2007):

- a) Delimitar setores de risco, com base em julgamento dos profissionais responsáveis, atribuindo, para cada setor, um grau de probabilidade de ocorrência de processo de instabilização (escorregamento de encostas ou solapamento de margens de córregos), considerando o **período de um ano**, com base nos critérios descritos no **Quadro 1**.
- b) Um **setor de risco** indica um espaço definido dentro do assentamento sujeito a um determinado processo destrutivo potencial, cujas evidências ou indicadores predisponentes foram identificados em campo;
- c) Representar cada setor de risco identificado em cópias de fotografias aéreas obliquas de baixa altitude, imagens de satélite ou fotografias de solo, cuja escala permita a identificação das moradias existentes no setor;
- d) Estimar as consequências potenciais do processo de instabilização, por meio da avaliação das possíveis formas de desenvolvimento do processo destrutivo atuante (por exemplo, volumes mobilizados, trajetórias dos detritos, áreas de alcance, etc.);
- e) Definir e registrar o número de moradias ameaçadas (total ou parcialmente), em cada setor de risco;
- f) Os resultados das investigações geológico-geotécnicas e das interpretações devem ser registrados em fichas (geral da área e do setor) apresentadas no **Quadro 2 e Quadro 3**.

**Quadro 1.** Critérios para definição do grau de probabilidade de ocorrência de processos de instabilização do tipo escorregamentos em encostas ocupadas e solapamento de margens de córregos (BRASIL/ IPT, 2007)

Nível de risco	Descrição
<p><b>R1</b> <b>Risco</b> <b>Baixo ou</b> <b>Inexistente</b></p>	<p>1. os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de baixa ou nenhuma potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos.</p> <p>2. não se observa(m) sinal/feição/evidência(s) de instabilidade. Não há indícios de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas e de margens de drenagens.</p> <p>3. mantidas as condições existentes, não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período compreendido por uma estação chuvosa normal.</p>
<p><b>Risco</b> <b>Médio</b></p>	<p>1. os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de média potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos.</p> <p>2. observa-se a presença de algum(s) sinal/feição/ evidência(s) de instabilidade (encostas e margens de drenagens), porém incipiente(s). Processo de instabilização em estágio inicial de desenvolvimento.</p> <p>3. mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>
<p><b>Risco Alto</b> <b>- R3</b></p>	<p>1. os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos.</p> <p>2. observa-se a presença de significativo(s) sinal/feição/evidência(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, etc.). Processo de instabilização em pleno desenvolvimento, ainda sendo possível monitorar a evolução do processo.</p> <p>3. mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>
<p><b>Risco</b> <b>Muito Alto</b> <b>- R4</b></p>	<p>1. os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de muito alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos.</p> <p>2. os sinais/feições/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 deslizamento, feições erosivas, proximidade da moradia em relação à margem de córregos, etc.) são expressivas e estão presentes em grande número ou magnitude. Processo de instabilização em avançado estágio de desenvolvimento. É a condição mais crítica, sendo impossível monitorar a evolução do processo, dado seu elevado estágio de desenvolvimento.</p> <p>3. mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e/ou prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>

**Quadro 2.** Ficha geral da área

<b>PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCOS</b>				
<b>Nome:</b>		<b>Localidade:</b>		
<b>Endereço:</b>		<b>Latitude:</b>	<b>Longitude:</b>	
<b>Foto de localização geral, com delimitação dos setores:</b>				
<b>Síntese dos aspectos físicos</b>				
<b>Síntese dos aspectos urbanos ambientais</b>				
<b>Síntese dos aspectos sociais e de vulnerabilidades</b>				
ID do Setor	Tipo de Processo	Grau de Risco	Nº de Moradias	Alternativa(s) de intervenção
<b>Recomendações para o PPDC e atendimentos de emergência:</b>				
<b>Observações gerais sobre a área</b>				

Quadro 3. Ficha de setor

<b>PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCOS</b>		
<b>Nome:</b>	<b>Localidade:</b>	<b>Setor:</b>
<b>Endereço:</b>	<b>Latitude:</b>	<b>Longitude:</b>
<b>Equipe UFABC:</b>	<b>Data da vistoria:</b>	
<b>Diagnóstico do setor (condicionantes e indicadores do processo de instabilização)</b>		
<b>Descrição do processo de instabilização (escorregamento de Solo/rocha/aterro; naturais/induzidos; materiais mobilizados; solapamentos; ação direta da água, etc.)</b>		
<b>Descrição de vulnerabilidades observadas</b>		
<b>Observações (incluindo descrição de fotos obtidas no local):</b>		
<b>Grau de risco:</b>	<b>Estimativa de n° de edificações no setor:</b>	
<b>Indicação de intervenção</b>	<b>Custo (Reais)</b>	
	<b>Total</b>	
<b>Croquis</b>		

## **2.2 PROCEDIMENTOS ADOTADOS PARA IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE RISCOS**

### **2.2.1 Levantamento de informações preliminares e dos mapeamentos existentes**

O primeiro procedimento para o desenvolvimento do diagnóstico de risco envolve o reconhecimento do território a ser estudado e a definição de critérios para a seleção de áreas de interesse e identificação dos cenários de risco a partir de estudos pretéritos, registros de ocorrências de desastres, áreas com projetos previstos e em andamento. Para tanto foi realizado um amplo levantamento bibliográfico, solicitando-se à Prefeitura Municipal os documentos e materiais necessários.

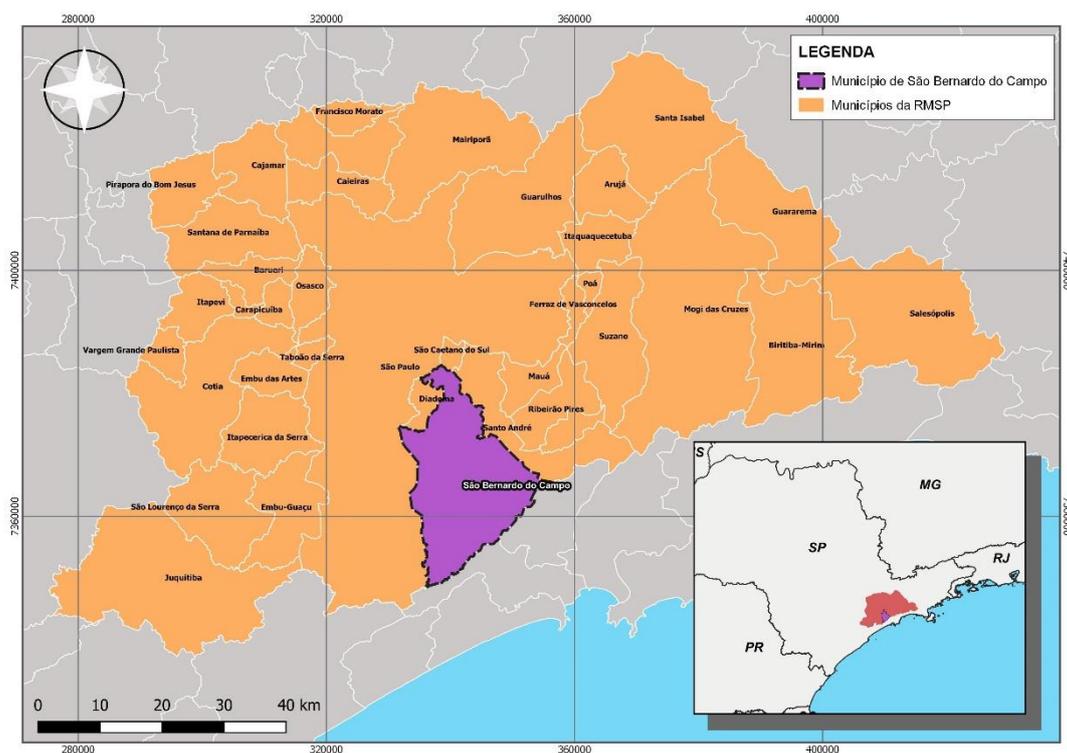
O **Município de São Bernardo do Campo** dispõe de volumoso acervo de estudos e materiais que fornecem informações para a elaboração deste PMRR, tendo em vista que o município é reconhecido pelas ações e programas que vão ao encontro dos instrumentos previstos na Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, Lei 12.608/12, a exemplo de:

- a) Carta geotécnica e mapa de localização de áreas de risco de escorregamento: subsídios do meio físico ao planejamento e à gestão do uso e ocupação do solo no Município de São Bernardo do Campo, SP. IPT: Relatório N° 40927, 1999;
- b) Relatório de vistoria em áreas de risco (PMSBC-SHAMA, 2000);
- c) Mapeamento de áreas de risco em São Bernardo do Campo (PMSBC-SHAMA/ FIGUEIREDO FERRAZ, 2007);
- d) Mapeamento e caracterização dos assentamentos precários e/ou irregulares do Município de São Bernardo do Campo, PMSBC-FUNEP, 2010;
- e) Plano Municipal de Redução de Riscos, PMSBC-FUNEP, 2010;
- f) Atualizações do PMRR realizadas pela PMSBC até 2015;
- g) Mapa de Suscetibilidade a escorregamentos e Inundações na escala 1:10.000 no Município de São Bernardo do Campo, SP. PMSBC- Bocaina, 2011;

- h) Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações na escala 1:25.000, IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo; CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2014 (BITAR, 2014);
- i) Ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes, inundações e movimentos de massa, CPRM, 2014; e
- j) Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização, UFABC - MinCidades, (NOGUEIRA; CANIL, 2015).

### **2.2.1.1 Breve caracterização do município de São Bernardo do Campo**

O município de São Bernardo do Campo possui área de 409,53 km<sup>2</sup> (IBGE CIDADES, 2020). Segundo dados do último censo (IBGE, 2010), a população de São Bernardo do Campo era de 765.463 habitantes na época do censo, das quais 98,33%, isso é, 752.658 pessoas, ocupavam a área urbana. Para o ano de 2019, o IBGE estimou 838.936 pessoas habitando o município (IBGE CIDADES, 2020). O município está inserido na Região do Grande ABC junto a outros seis municípios: Santo André, São Caetano do Sul, Diadema, Mauá, Rio Grande da Serra e Ribeirão Pires. Dentre esses municípios, São Bernardo do Campo é o mais populoso da região e o de maior importância econômica. Tanto a Região do Grande ABC quanto o município de São Bernardo do Campo estão localizados na porção sudeste da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). São Bernardo do Campo tem como municípios limítrofes a Capital São Paulo ao norte e a oeste, com Diadema a noroeste, São Caetano do Sul a nordeste, Santo André a leste, Cubatão a sudeste e São Vicente ao sul (**Figura 1**).



**Figura 1.** Mapa de localização do município de São Bernardo do Campo (Região Metropolitana de São Paulo – RMSP/SP). Fonte: IBGE, 2011. Elaborado por: LabGRis, 2020.

A população empregada no próprio município no ano de 2017, segundo os dados do extinto Ministério do Trabalho e Previdência Social e compilados pelo SEBRAE, exercia suas atividades distribuídas majoritariamente no setor de comércio e serviços, que concentrava 63% das vagas de emprego; a indústria e construção civil, por sua vez, contribuía com 37%; e o setor de agropecuária não alcançava 1% do total do pessoal ocupado. O PIB do município reflete essa condição: o setor econômico com maior impacto nos valores adicionados brutos a preços correntes foi o de serviços com R\$ 24.370.060.270,00, seguido da indústria com R\$ 9.186.786.280,00, do setor agropecuário com valor adicionado bruto de R\$ 7.202.980,00 e, por último, a administração pública com R\$ 3.008.065.430,00 (IBGE, 2011). Somado aos valores citados, a arrecadação de impostos foi na casa dos R\$ 8.108.274.410,00 no ano de 2017, contribuindo para um PIB de R\$ 44.680.389.370,00. Assim, considerando-se a população residente, o PIB anual per capita foi de R\$ 53.998,54.

O município está majoritariamente inserido na bacia hidrográfica do Alto Tietê, sendo que uma parcela meridional do município, correspondendo a 33%

de sua área, se insere na bacia hidrográfica do Rio Cubatão. Pela Lei Estadual nº 7.663/1.991, o município compõe parte do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (CBH-AT), o qual integra o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGRH) do Estado de São Paulo, respondendo pela Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Alto Tietê (UGRHI 06). Ainda por definição da Lei Estadual nº 7.663/1.991, o município de São Bernardo do Campo faz parte do subcomitê referente à sub-bacia Billings/Tamanduateí. Pela Lei Estadual nº 13.579/2009, que institui a Área de Proteção e Recuperação de Mananciais da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings (APRM-B), cerca de 50% do território do município de São Bernardo do Campo se insere na APRM-B.

São Bernardo do Campo está inserido na Província do Planalto Atlântico e, segundo classificação de ROSS e MOROZ (1997), o município está quase inteiramente no interior da unidade morfoestrutural do Cinturão Orogênico do Atlântico, considerando relevo e litologia de embasamento. O Cinturão Orogênico do Atlântico possui natureza poliorogênica, e sua gênese está vinculada a vários ciclos de dobramentos, acompanhados de metamorfismos regionais, falhamentos e intrusões. É constituído em suas zonas mais internas de uma variedade de gnaisses, conformando um cinturão central de complexos graníticos. As formações graníticas são ladeadas por rochas metamorfoseadas no limite do metamorfismo regional.

As estruturas metamorfozadas podem afetar a estabilidade dos taludes, uma vez que os elementos planares da metamorfização configuram planos de fraqueza, condicionando superfícies de rupturas mediante a percolação das águas superficiais e subsuperficiais. Quando os planos de ruptura são posicionados de forma desfavorável ao corte executado no talude, há ainda maior suscetibilidade a escorregamentos.

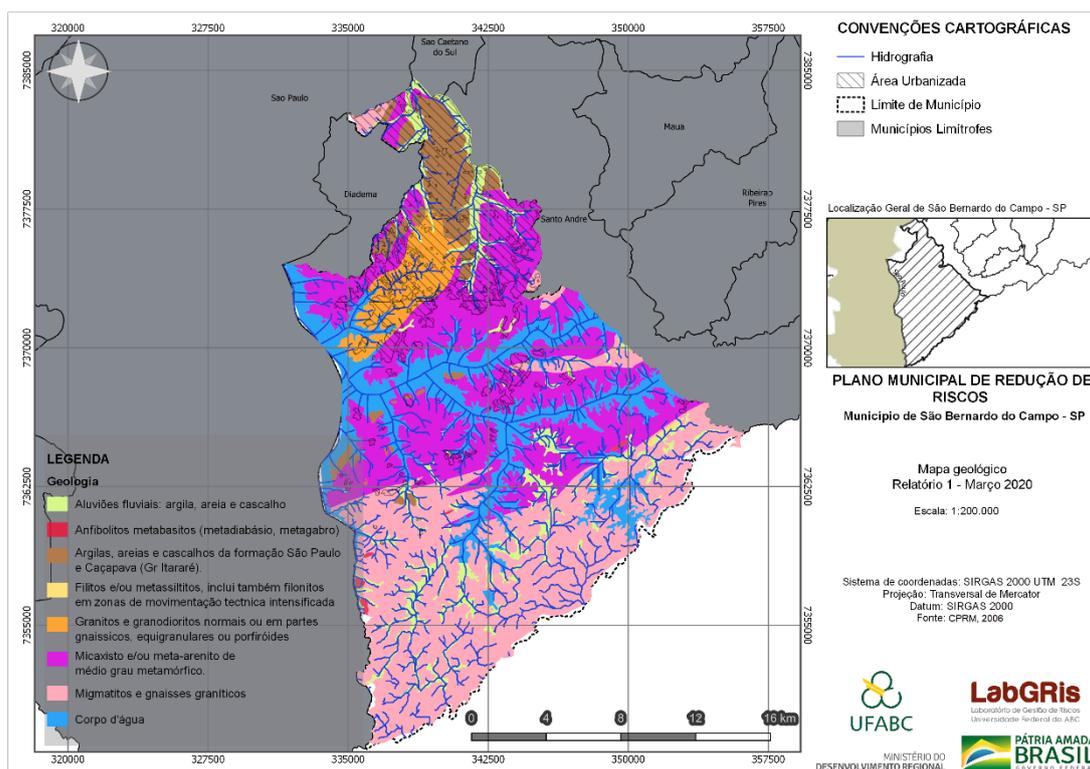
A parcela setentrional do município faz parte da unidade morfoescultural do Planalto de São Paulo, pertencente à morfoestrutura da Bacia Sedimentar Cenozoica de São Paulo, constituindo a única porção do município que não se encontra nos limites do Cinturão Orogênico do Atlântico. A Bacia de São Paulo constitui um depósito descontínuo de sedimentos continentais cenozóicos, embutido no Cinturão Orogênico do Atlântico. O principal fator associado à

sedimentação da Bacia de São Paulo foi o tectonismo, formando *grabens* e *semigrabens* com preenchimento fluvial e lacustre.

A maior parcela de São Bernardo do Campo se insere na morfoescultura do Planalto Paulistano/Alto Tietê, e a porção meridional do município está dentro dos limites geográficos da Escarpa/Serra do Mar. Em todo o município encontram-se padrões de formas de caráter denudacional, isto é, que evoluem por processos erosivos. Predominam no município vales de médio a baixo grau de entalhamento, com densidade de drenagem média a alta, sujeitos a intensa atividade erosiva.

A **Figura 2** apresenta o mapa do embasamento geológico de São Bernardo do Campo. As principais formações litológicas do município são migmatitos e gnaisses graníticos, compondo 38,7% da área não alagada, predominando na porção meridional do território, seguido pelos micaxistos e/ou meta arenitos de médio grau metamórfico, correspondendo 37,9% da área do município não coberta pela Represa Billings.

Aluviões fluviais e terraços representam 10,5% do território, ocupando as margens de afluentes de grande porte da Represa Billings, e da borda da Bacia de São Paulo. O embasamento geológico conta ainda com a intrusão de granitos e granodiorito (5,6%); filitos e metassiltitos (0,1% do território); anfibolitos e metabasitos na porção meridional do município (0,3%); e argilas, areias e cascalhos da formação São Paula e Caçapava, na porção correspondente à Bacia de São Paulo, compondo 6,9% da área. As áreas correspondentes às diferentes formações litológicas, e seu percentual representativo do total são apresentadas na **Tabela 1**.



**Figura 2.** Geologia do município de São Bernardo do Campo. Fonte: CPRM, 2006. Elaborado por: LabGRis, 2020.

**Tabela 1.** Distribuição das unidades litológicas no município de São Bernardo do Campo. Fonte: CPRM, 2006. Elaborado por: LabGRis, 2020.

Unidades	km <sup>2</sup>	(%)
Aluviões	35,36	10,5
Anfibólitos	0,89	0,3
Argilas e Areias	23,18	6,9
Filitos	0,44	0,1
Granitos e granodioritos	18,78	5,6
Micaxistos	127,18	37,9
Migmatitos e Gnaisses Graníticos	129,90	38,7
<b>Área Total</b>	<b>335,73</b>	<b>100,0</b>

A cobertura pedológica predominante no município são cambissolos *háplicos*, correspondendo a 67,2% de seu território não alagado, seguido da categoria de “áreas urbanas”, caracterizada por uma diversidade indeterminada de materiais lançados sobre o solo, e correspondendo a 23,1% de área. As outras classes pedológicas encontradas em São Bernardo do Campo compreendem, em ordem decrescente de ocorrência, os *latossolos amarelos* (5,6%), os *neossolos litólicos* (3,5%), *organossolos háplicos* (2,7%), *gleissolos háplicos* (2,8%), e *gleissolos melânicos* (0,6%).

Os *cambissolos* predominam em áreas de morros e morrotes com declividades mais acentuadas, e se caracterizam por solos pouco profundos, com horizonte B inferior a 1 metro. O contato do solo de alteração com a rocha, dependendo da tipologia do substrato pode configurar pontos de ruptura desses materiais.

Os *latossolos* e *neossolos* se concentram no setor meridional de São Bernardo do Campo, onde se encontram as Escarpas da Serra do Mar. Segundo a EMBRAPA (2020), os *latossolos amarelos* são formados por materiais argilosos ou arenoargilosos sedimentares, caracterizados por elevada coesão, e se concentram em áreas de relevo plano ou suavemente ondulado. Por sua vez, os *neossolos litólicos* são caracterizados pela profundidade reduzida dos horizontes do solo e são encontrados em áreas de declive acentuado.

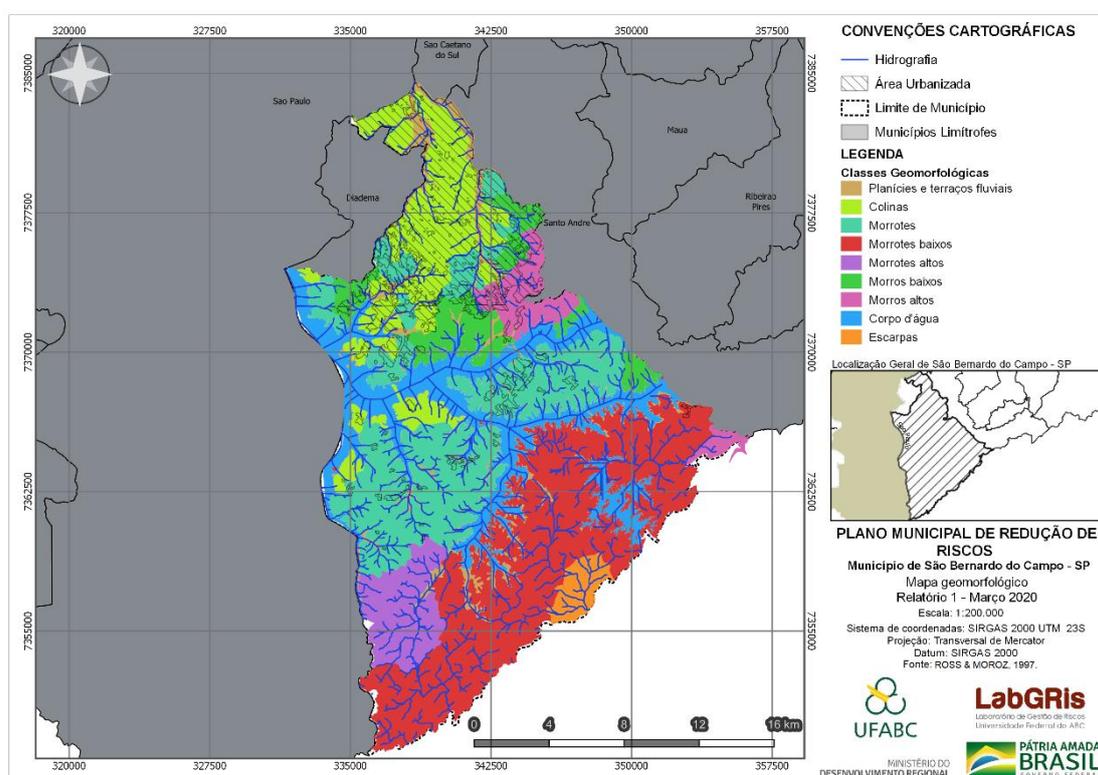
Os *gleissolos* são solos hidromórficos, que resultam da redução dos óxidos de ferro presentes no solo em função do encharcamento do solo em planícies e terraços fluviais. A **Tabela 2** apresenta as áreas em km<sup>2</sup> e sua contribuição em porcentagem do total para as diferentes tipologias de cobertura pedológica.

**Tabela 2.** Proporções de cobertura pedológica em São Bernardo do Campo. Fonte: Rossi (2017). Elaborado por: LabGRis, 2020.

Unidades	km <sup>2</sup>	(%)
Cobertura Urbana	79,34	23,1
Cambissolos Háplicos	230,51	67,2
Gleissolos Háplicos	9,58	2,8
Gleissolos Melânicos	1,89	0,6
Latossolos Amarelos	12,17	5,6
Neossolos Litólicos	9,20	3,5
Organossolos Háplicos	0,19	2,7
<b>Área Total</b>	<b>342,88</b>	<b>100,0</b>

A **Figura 3** apresenta o mapa das unidades geomorfológicas do município. Os morrotes baixos são as formas de relevo predominantes em São Bernardo do Campo, compreendendo 33,4% da área não alagada, ocorrendo ao longo do setor meridional do município, entre a Represa Billings e a Serra do Mar. Em sequência, a maior frequência de forma de relevo são os morrotes, representando 25,1% de área, encontrados no entorno da Represa Billings.

As colinas representam 15,4% da área, e são características da porção setentrional do município, onde estão instaladas as principais estruturas da cidade formal. Outras formas de relevo encontradas em São Bernardo do Campo, em ordem decrescente de frequência de ocorrência, são os morros baixos (7,1%), morrotes altos (6,3%), planícies e terraços fluviais (6,2%), morros altos (4,5%), e escarpas (2,1%). A **Tabela 3** apresenta as áreas em km<sup>2</sup> e sua contribuição percentual do total para as diferentes unidades geomorfológicas em São Bernardo do Campo.

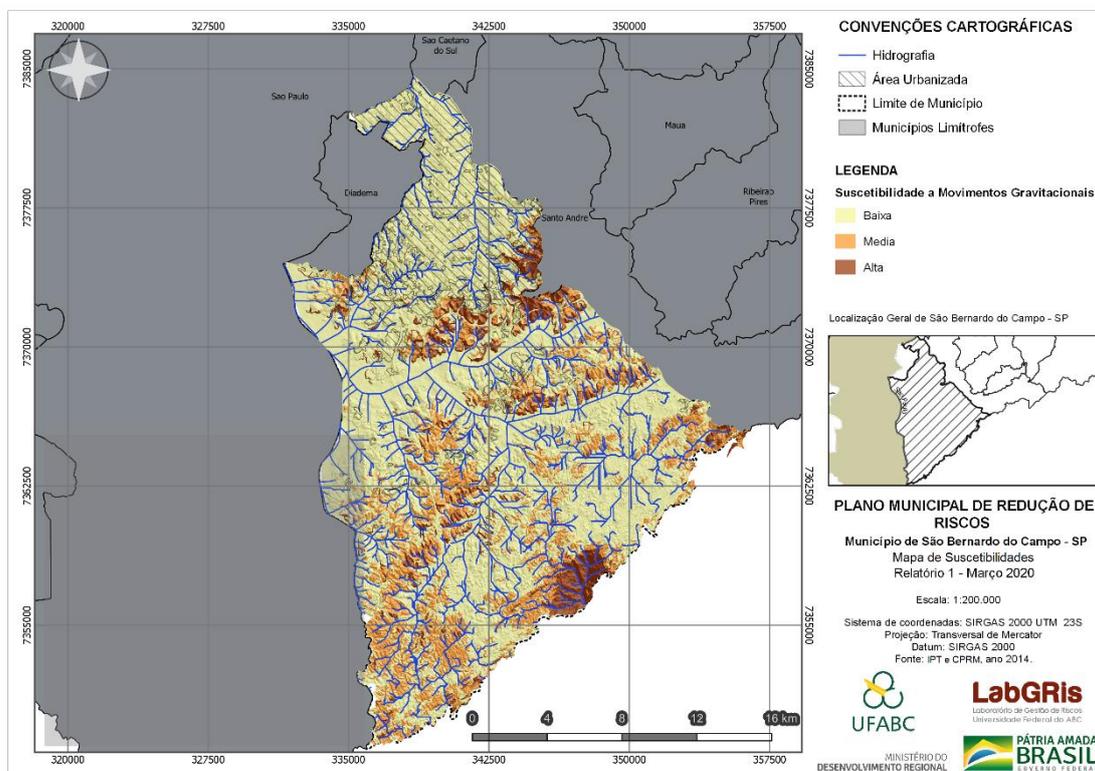


**Figura 3.** Mapa Geomorfológico de São Bernardo do Campo. Fonte: ROSS & MOROZ, 1997. Elaborado por: LabGRis, 2020.

**Tabela 3.** Distribuição das unidades geomorfológicas em São Bernardo do Campo. Fonte: ROSS & MOROZ, 1997. Elaborado por: LabGRis, 2020.

Unidades	km <sup>2</sup>	(%)
Colinas	52,88	15,4
Escarpas	7,22	2,1
Morros Altos	15,63	4,5
Morros Baixos	24,30	7,1
Morrotes	86,28	25,1
Morrotes Altos	21,61	6,3
Morrotes Baixos	114,77	33,4
Planícies e Terraços Fluviais	21,43	6,2
<b>Área Total</b>	<b>344,10</b>	<b>100,0</b>

As classes de suscetibilidade a movimentos gravitacionais, obtida a partir da Carta de Suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações na escala 1:25.000 (BITTAR, 2014) é apresentada na **Figura 4**.



**Figura 4.** Mapa de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa em São Bernardo do Campo. Fonte: BITTAR, 2014. Elaborado por: LabGRis, 2020.

Na **Tabela 4** são apresentadas as áreas em km<sup>2</sup>, e o correspondente percentual do total para os diferentes graus de suscetibilidade a movimentos gravitacionais em todo o território de São Bernardo do Campo. Predominam os graus de suscetibilidade baixa e média a movimentos de massa, condicionando a alta suscetibilidade a locais com elevada declividade.

Entretanto, a suscetibilidade compreende apenas uma das dimensões do risco, sendo necessário compreender as características da ocupação, uma dimensão mais bem avaliada na Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização.

**Tabela 4.** Distribuição das classes de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa em São Bernardo do Campo. Fonte: Bittar, 2014. Elaborado por: LabGRis, 2020.

Unidades	km <sup>2</sup>	(%)
Suscetibilidade Baixa	304,92	74,6
Suscetibilidade Média	74,27	18,2
Suscetibilidade Alta	29,74	7,3
<b>Área Total</b>	<b>408,92</b>	<b>100,0</b>

A Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização elaborada para São Bernardo do Campo na escala 1:10.000 (NOGUEIRA; CANIL, 2015), delimitou, em função de características de ocupação e de processos geo e hidrodinâmicos, unidades do território aptas à urbanização, inaptas e aptas com restrições, indicando potencialidades e limitações para a ocupação do terreno.

As classes do tipo II.A, II.B, III.A, IV.A, VI.A, VI.B, VI.C, e VII.A são atribuídas a áreas sujeitas a processos erosivos, movimentos de massa, ou atingimento por materiais provenientes de porções mais íngremes a montante. Em conjunto, essas unidades somam 47,5% do território mapeado no município. A **Tabela 5** indica as áreas em km<sup>2</sup> correspondentes às diferentes classes de aptidão à urbanização, e seu percentual do total do território mapeado em 2015.

**Tabela 5.** Distribuição das classes de aptidão à urbanização em São Bernardo do Campo. Fonte: Nogueira e Canil (2015). Elaborado por: LabGRis, 2020.

Unidades	km <sup>2</sup>	(%)
I. Consolidação Simples	10,91	10,4
II.A. Consolidação com restrição	2,30	2,2
II.B. Consolidação com restrição	2,93	2,8
II.C Consolidação com restrição	0,97	0,9
III.A Consolidação complexa	1,13	1,1
III.B Consolidação complexa	2,37	2,3
IV.A Consolidação muito complexa	0,87	0,8
IV.B Consolidação muito complexa	0,47	0,4
V. Apta à urbanização	27,11	25,8
VI.A Apta com restrição	4,66	4,4
VI.B Apta com restrição	13,09	12,5
VI.C. Apta com restrição	14,68	14,0
VII.A. Inapta	10,14	9,7
VII.B Inapta	13,45	12,8
<b>Área Total</b>	<b>105,08</b>	<b>100,0</b>

As áreas em consolidação (Classes I a IV) se distinguem das áreas aptas (Classe V), aptas com restrição (Classe VI), ou inaptas (Classe VII) por já

apresentarem ocupações à época de elaboração da Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização. As áreas não ocupadas somavam 79,2% do território mapeado, sendo 32,61% destas consideradas Aptas à Urbanização (Classe V), o que equivale a 25,8% de toda a área mapeada.

As categorias numeradas de I a IV, para áreas em consolidação, e de V a VII, para áreas não ocupadas, indicam um grau crescente de dificuldades no uso e apropriação do meio físico devido a processos geotécnicos e geodinâmicos. Sendo assim, a classe VII.A indica o maior grau de cuidado necessário em áreas não ocupadas a fim de se evitar problemas associados a processos erosivos e de movimento de massa. Nesse contexto, são necessárias medidas especiais de recuperação e preservação da vegetação existente para garantir as características naturais da área, além de cuidados com as obras de infraestrutura de entorno, em especial de manejo de águas pluviais e servidas.

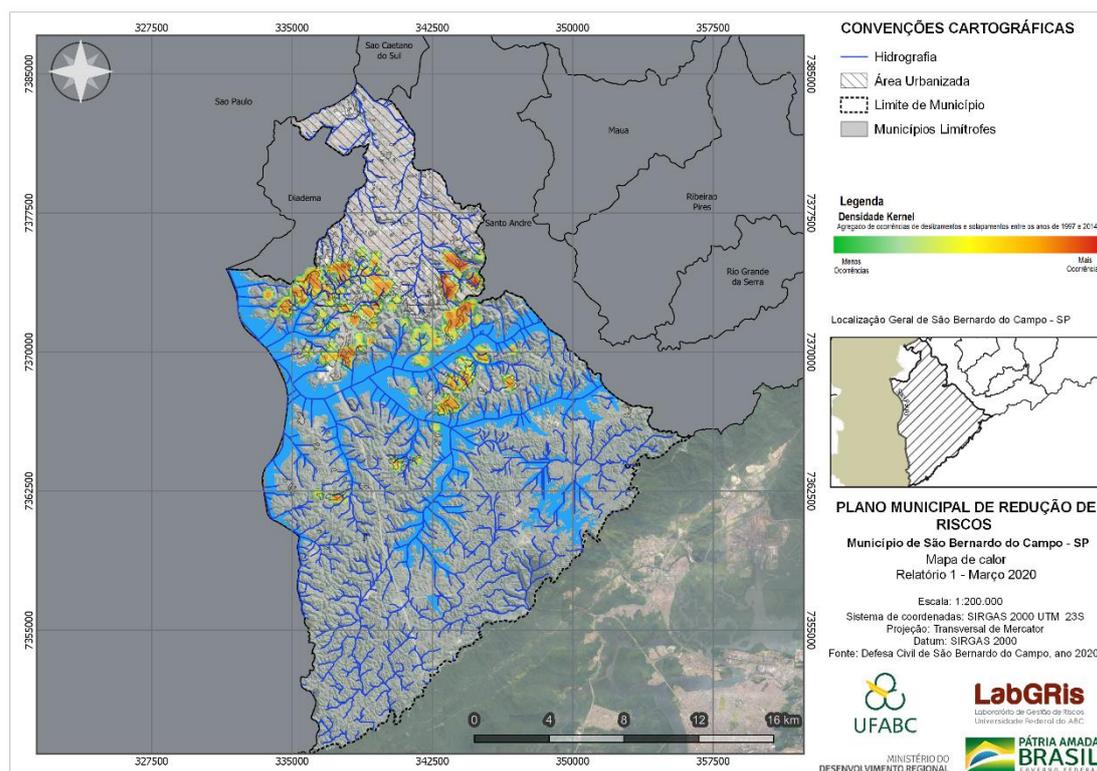
Em unidades de terrenos em consolidação, a classe IV.A indicava que, à época de elaboração da Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização, essas áreas estavam sujeitas a graves problemas de movimento de massa, de forma que se considerava necessária a elaboração de projeto adequado para a consolidação geotécnica das encostas, podendo constituir áreas desfavoráveis à consolidação de moradias.

A **Tabela 6** indica as áreas correspondentes às diferentes classes de aptidão à urbanização e seu percentual do total das áreas de risco atualizadas pela PMSBC até o ano de 2015. Tomando em consideração apenas o território das áreas de risco setorizadas no Plano Municipal de Redução de Risco (PMRR) de 2010, e atualizadas pela Prefeitura Municipal de São Bernardo do Campo (PMSBC) até 2015, as unidades IV.A e VII.A passam a representar, respectivamente, uma porção de 26,7% e 19,1% do total. Nessas áreas, a classe Apta à Urbanização representa uma porcentagem desprezível do total, e a classe de Consolidação Simples soma apenas 1% do todo. Nota-se, portanto, uma forte correlação entre as áreas de risco e as áreas de maior complexidade ou menor aptidão à urbanização, particularmente as áreas sujeitas a movimentos de massa, condicionando o risco pela forma de ocupação do território. As unidades sujeitas a processos erosivos e de movimento de massa passam a representar 77,4% do total, em comparação aos 47,5% de todo o território municipal.

**Tabela 6.** Distribuição das classes de aptidão à urbanização nas localidades estudadas em São Bernardo do Campo. Fonte: Nogueira e Canil (2015). Elaborado por: LabGRis, 2020.

Unidades	ha	(%)
I. Consolidação Simples	0,30	1,0
II.A. Consolidação com restrição	2,43	7,9
II.B. Consolidação com restrição	2,22	7,3
II.C Consolidação com restrição	0,26	0,9
III.A Consolidação complexa	4,10	13,4
III.B Consolidação complexa	4,59	15,0
IV.A Consolidação muito complexa	8,17	26,7
IV.B Consolidação muito complexa	1,00	3,3
V. Apta à urbanização	0,01	0,0
VI.B Apta com restrição	0,22	0,7
VI.C. Apta com restrição	0,69	2,2
VII.A. Inapta	5,85	19,1
VII.B Inapta	0,78	2,5
<b>Área Total</b>	<b>30,63</b>	<b>100,0</b>

Entre os anos de 1997 e 2014, a Defesa Civil do município de São Bernardo do Campo atendeu aproximadamente 713 chamados de ocorrências de deslizamentos e solapamentos de margem de córrego. A maioria dessas ocorrências aconteceu na porção central do município, nas proximidades da Represa Billings, e na periferia da Área Urbanizada, como se observa na **Figura 5**, que apresenta o mapa de calor com o acumulado de chamados de ocorrências e que foram atendidas pela Defesa Civil do município.



**Figura 5.** Mapa de calor das ocorrências de deslizamentos e solapamentos de margem de córrego no município de São Bernardo do Campo entre os anos de 1997 e 2014. Fonte: Defesa Civil de São Bernardo do Campo, 2020. Elaborado por: LabGRis, 2020.

### 2.2.2 Seleção das localidades

A seleção das localidades de interesse para o diagnóstico de risco e sua delimitação espacial podem envolver critérios e procedimentos diversos, como:

- consulta à cultura dos técnicos e gestores locais sobre as “áreas de risco”;
- consulta a relatórios de mapeamentos anteriores;
- levantamento e espacialização do acervo de registros históricos de ocorrências disponíveis na Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil;
- quando disponíveis, as cartas geotécnicas de suscetibilidade a movimentos de massa (deslizamentos e processos correlatos) na escala 1:25.000 e as cartas geotécnicas de aptidão à urbanização, na escala 1:10.000, podem ajudar a aplicar no município o método de detalhamento progressivo (CERRI *et al.*, 1996) para delimitar áreas de alta suscetibilidade e baixa aptidão geotécnica para investigação na escala de detalhe para identificação e análise de riscos.

O Grupo Gestor do PMRR apontou uma lista preliminar de áreas de interesse, apresentada no Relatório 1 deste projeto.

Em São Bernardo do Campo, com a compartimentação territorial em bairros mais consolidada, um grande acervo disponível de instrumentos de planejamento, estudos e mapeamentos nas últimas três décadas (ver listagem no item **2.2.1**) e uma diversidade de intervenções urbanísticas e de consolidação geotécnica desde o último PMRR, a listagem final das **34 localidades** manteve o foco na atualização dos mapeamentos existentes e se consolidou, excluindo apenas os locais em que obras ou remoção integral do assentamento reduziram efetivamente o risco.

Apresentam-se, a seguir, as localidades consolidadas e que foram objeto do presente estudo (**Tabela 7**).

**Tabela 7.** Localidades selecionadas para o diagnóstico de risco em São Bernardo do Campo (por ordem alfabética).

<b>ID/ sigla</b>	<b>Nome da localidade</b>
<b>SBC49</b>	Botujuru
<b>SBC19</b>	Ferrazópolis (Av. Albert Schweitzer)
<b>SBC21</b>	Golden Park
<b>SBC54</b>	Jardim Boa Vista
<b>SBC33</b>	Jardim João de Barro
<b>SBC50</b>	Jardim Jussara
<b>SBC34</b>	Jardim Laura
<b>SBC18</b>	Jardim Limpão
<b>SBC14</b>	Jardim Pedreira
<b>SBC46</b>	Jardim Represa
<b>SBC35</b>	Jardim Serro Azul
<b>SBC44</b>	Jardim Skaff
<b>SBC30</b>	Jardim Thelma
<b>SBC23</b>	Montanhão
<b>SBC15</b>	Núcleo Biquinha
<b>SBC12</b>	Núcleo Saracantã
<b>SBC37</b>	Parque Alvarenga (Casas Fortaleza)
<b>SBC40</b>	Parque Bandeirantes
<b>SBC36</b>	Parque das Garças
<b>SBC38</b>	Parque dos Químicos
<b>SBC51</b>	Parque Estoril
<b>SBC45</b>	Parque Imigrantes
<b>SBC52</b>	Parque Rio Grande
<b>SBC08</b>	Parque São Bernardo
<b>SBC39</b>	Represa Alvarenga
<b>SBC55</b>	Santa Cruz
<b>SBC25</b>	Silvina Audi
<b>SBC48</b>	Vila Areião
<b>SBC53</b>	Vila Capelinha
<b>SBC13</b>	Vila Esperança
<b>SBC07</b>	Vila Jardim Industrial (Mininha)
<b>SBC47</b>	Vila Sabesp
<b>SBC20</b>	Vila São José
<b>SBC11</b>	Vila São Pedro

### 2.2.3 Trabalhos pré-campo de caracterização das localidades

Definidas as localidades de interesse, foram confeccionadas fichas de apoio às atividades de campo, com a síntese das análises territoriais em diferentes dimensões de cada localidade. A principal função da ficha de apoio às atividades de campo é a caracterização das localidades, proporcionando assim uma maior compreensão do território a ser mapeado durante as vistorias.

Para a elaboração dessas fichas, foi produzido um banco de dados com atributos espaciais extraídos de diferentes bases cartográficas (**Tabela 8**).

**Tabela 8.** Base de dados, dimensões e fontes das fichas de apoio.

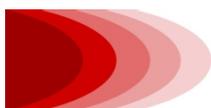
Base espacial	Dimensão	Fonte
Bairro	Aspectos Gerais	PMSBC
Logradouro de referência		Centro de Estudos da Metrópole - CEM, 2019
Área do polígono/localidade		Extraída pelo QGIS
Geologia	Meio Físico	Emplasa, 1979
Geomorfologia		IPT, 2017 / LabGRis, 2015 (*)
Suscetibilidade a movimento de massa		IPT/CPRM, 2015;2017
Amplitude máxima do relevo		Extraído no QGIS
Declividade máxima do relevo		Extraído no QGIS
Declividade majoritária		Extraído no QGIS
Relevo côncavo		Extraído pelo QGIS
Cicatriz de processo		Fotointerpretação/ Google Earth

<b>Quantidade de nascentes</b>		LabGRis, 2015 (*)
<b>Mapeamento e setorização de risco anteriores</b>	Histórico	PMSBC, 2009
<b>Registro de ocorrências da Defesa Civil</b>		Defesa civil municipal
<b>Unidades Homogêneas de Compartimentação Territorial (UHCT) / Ordenamento, densidade e estágio de ocupação</b>	Estudos ambientais urbanos	Coordenadoria de Planejamento Ambiental (CPLA/SMA) e Instituto Geológico (IG), 2014
<b>Hierarquia do sistema viário</b>		Plano diretor municipal - PMSBC
<b>Histórico de ocupação</b>		Fotointerpretação/ Google Earth
<b>Áreas de proteção permanente</b>		Extraído no QGIS
<b>Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS)</b>	Características socioeconômicas	Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE), 2013
<b>Zoneamento no Plano Diretor</b>	Legislação	PMSBC
<b>Aptidão à Urbanização</b>		LabGRis, 2015 (*)
<b>Projetos urbanísticos previstos</b>		PMSBC
<b>Regularização fundiária</b>		PMSBC

(\*) Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização, MCIDADES/UFABC, 2015

As bases espaciais utilizadas são provenientes de diferentes fontes e com distintas escalas. Com o auxílio de software de Sistema de Informação Geográfica (SIG) e variadas técnicas de análises espaciais, as bases cartográficas foram ajustadas para a área de estudo e seus dados extraídos, configurando um banco de dados espaciais com os atributos de cada localidade vistoriada (**Quadro 4**)

### Quadro 4. Exemplo de ficha de apoio às atividades de campo



**LabGRis**  
Laboratório de Gestão de Riscos  
Universidade Federal do ABC

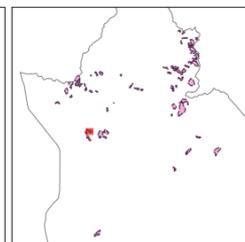
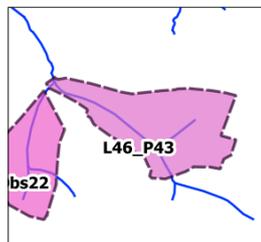


MINISTÉRIO DO  
DESENVOLVIMENTO REGIONAL



#### FICHA PRÉ-CAMPO - L46\_P43

Localidade: Jardim da Represa  
Situação: Polígono Original  
Logradouro de referência: Estr. Galvão Bueno  
Quantidade de pré-setores: ed - Quantidade de obs: ed  
Data voo drone: 24/08/2020  
Fotos de drone: 227, 231, 334, 338, 339, 980, 988



#### MEIO FÍSICO

Área: 49055 m<sup>2</sup>  
Amplitude máxima: 24 m  
Declividade majoritária: 0 a 15 graus  
Declividade máxima: 30 a 45 graus  
Presença de côncavos: sim  
Geologia: pCgg (granitos e granodioritos - 43.22%); pCmg (migmatitos e gnaisses graníticos -42.35%); pCmx (micaxistos e/ou metarenitos de médio grau metamórfico -14.43%);  
Geomorfologia: Planícies e terraços fluviais (45.17%); Colinas (54.00%); Morrotes (0.83%);  
Qtd de nascentes (CGAU, 2015): 1  
Susceptibilidade a MM (CGS, 2014): Baixa (100.00%);  
Ocorrências MM (DC - SBC - buffer 200m): 1 escorregam. em 2012;  
Cicatriz de processo (fotos drone): nao identificado

#### ASPECTOS URBANOS AMBIENTAIS

Dens. Habitacional (UHCT, 2010): alto (100.00%);  
Ordenam. Territorial (UHCT, 2010): alto (100.00%);  
Estágio de ocupação (UHCT, 2010): em consolidação (100.00%);  
Histórico ocupação (imagens google): Pré 2004, sem grandes alterações.  
Equipamentos de saúde (raio de 1km - PMSBC, 2015): 1  
Equipamentos de educação (raio de 1km - PMSBC, 2015): 5  
Obra de contenção realizada (fotos drone): nao identificado  
Hierarquia máx. de vias: somente vias locais

#### LEGISLAÇÃO E PLANEJAMENTO

ZEIS (PDSBC, 2015): sim (ZEIS1)  
APRM: não  
APP Hidrografia (CGAU, 2015): nascente, rio 15m, rio 30 m,  
APP declividade: não;  
Setorização de risco (PMRR, 2015): 1 setor(es) R2 para Alagamento com 23 UH;  
Aptidão a urbanização (CGAU-SBC, 2015): Cons. simples (36.69%);  
Cons. c/ restrição - II.B (14.69%); Cons. c/ restrição - II.C (2.52%); Cons. complexa - III.B (35.47%); Apta a urbanização - V (1.88%); Inapta - VII.B (8.75%);  
Projetos urbanísticos previsto:  
Processo ativo ou planejado de regularização fundiária:

#### ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

IPVS (2010): 7.98% baixa; 17.71% de média; 1.35 % de alta\*;  
72.96% de muito alta; vulnerabilidade  
\*urbana

#### DADOS DE CAMPO

Equipe presente:

Data da visita: \_\_/\_\_/\_\_\_\_

Dia da semana: \_\_\_\_\_ Período: ( ) M ( ) T ( ) DT

#### ANOTAÇÕES DE CAMPO

**Observações dos Pré-setores** ( ) Novas fotos de chão  
Qtd prevista no escritório: #automatizaçãopendente  
Atualização de limite: ( ) s ( ) n ( ) talvez [ ] qual(is)  
Criação de novo setor: ( ) s ( ) n ( ) talvez [ ] qtd  
Cancelamento de pré-setor: ( ) s ( ) n ( ) talvez [ ] qual(is)  
Marque com P- Presente ou A- ausente:  
supressão vegetal ( ) resíduos ( ) nascentes ( ) evid. movim ( )  
corpo hídrico ( ) descaracteriz. de corpo hídrico ( )  
descaracteriz. de geometrias de terreno (cortes/tauludes) ( )  
Condições de acesso: Acessível, Limitado, Precário  
Mín. dist das moradias para a encosta (topo/base):  
Percepção da pior situação encontrada (1 - não necessita  
setorização/ 2 - necessita monitoramento / 3 - grave / 4 - gravíssima e urgente)

#### Observações da região (PV)

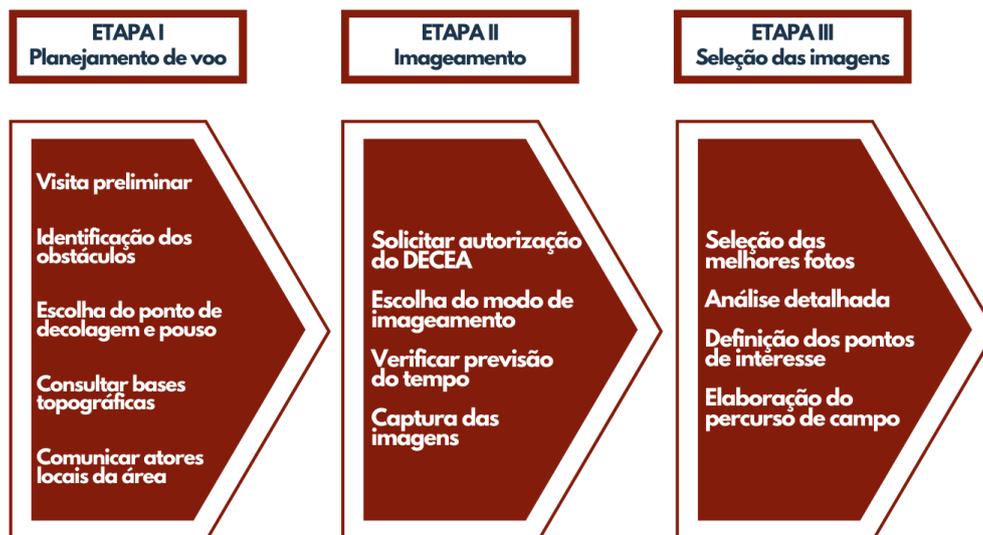
Marque com S- superior C - compatível I - inferior com o observado em campo e o registrado na ficha:  
Aspectos físicos: declividade ( ) côncavos ( )  
Urban-amb: dens. hab ( ) ordenam. territ ( ) estag. ocupação ( )  
equip. saúde ( ) equip. educação ( )  
Interação com moradores  
Geral: ( ) baixa expect. com PMRR ( ) alta expect. com PMRR ( )  
desconhecim. ou neutralidade sobre o PMRR ( ) outras demandas  
municipais ( ) s/ interação ( ) diverso  
Específico: ( ) contextualização do historico ( ) engajamento ( , , )  
perfil (M-mulher, H-homem, I-Idoso, J-jovem, A-adulto, MR-morador recente, MA-morador antigo).  
Nome(s): \_\_\_\_\_

#### 2.2.4 Coleta de imagens de VANT

Os Veículos Aéreos Não Tripulados – VANTs (também conhecidos por drones) são utilizados para diversas finalidades na gestão de riscos e desastres. É possível utilizar aeronaves para identificar cenários de risco e produzir dados espaciais por meio do processamento de imagens como, por exemplo, ortomosaico, curvas de nível e Modelo Digital de Elevação (MDE). As imagens produzidas com os VANTs podem apoiar atividades de planejamento, controle do uso e ocupação do solo e monitoramento. Esses instrumentos também podem ser utilizados para acompanhamento das situações críticas, dimensionamento da magnitude dos impactos e auxílio na tomada de decisão em ações emergenciais (MOURA *et al.*, 2021).

A popularização dos VANTs trouxe importantes mudanças nos procedimentos metodológicos para elaboração de mapeamentos de riscos e inúmeras vantagens, para além da redução significativa dos custos operacionais: 1) redução dos custos associados à aquisição de imagens aéreas; 2) maior flexibilidade na aquisição das imagens; 3) melhor resolução espacial e temporal se comparado ao uso de imagens de satélites gratuitas disponíveis para o Brasil; e 4) possibilidade de maior nível de desagregação dos dados (BUFFON; PAZ; SAMPAIO, 2018).

Nos últimos anos, a evolução dos VANTs aprimorou a metodologia de imageamento e a equipe de pesquisadores do LabGRis, alunos e professores, adaptaram práticas anteriormente empregadas para o mapeamento de áreas de riscos, com ênfase nos processos de deslizamento e solapamento de margem de córrego. Em síntese, são indicadas três etapas para produção e utilização de imagens com o VANT como subsídio para mapeamento de risco: Planejamento do voo, imageamento e seleção das Imagens aéreas (**Figura 6**).



**Figura 6.** Fluxograma das etapas de produção e utilização de imagens com o VANT para mapeamento de áreas de risco. Fonte: MOURA et al., 2021.

Os procedimentos descritos a seguir são de autoria de Moura et al. (2021).

O primeiro passo para o planejamento do voo é reconhecer o local onde será feita a captura de imagens. O ideal é realizar uma visita preliminar ao local, anterior à missão, para identificar os principais obstáculos que podem prejudicar a atividade, sobretudo objetos elevados que tendem a atrapalhar o campo de visão da câmera ou até danificar a aeronave em caso de colisão.

Alturas seguras, acima das torres de telecomunicações, de transmissão de energia, árvores e prédios, nem sempre são possíveis de atingir, seja por restrições legais, ou devido à necessidade da obliquidade das imagens que garante fotografias mais adequadas para o mapeamento, e que para serem realizadas exigem voos baixos.

Nesses casos, é preciso avaliar com cuidado o espaço aéreo disponível para o veículo trafegar com segurança. Também é aconselhável, previamente, identificar os melhores pontos de decolagem. Caso não seja possível avaliar presencialmente o local, *softwares* como *Google Earth* e *Google Street View* ajudam na análise do relevo e dos locais mais indicados para decolar. Outras bases topográficas, como curvas de nível, pontos cotados, MDE, também podem complementar o diagnóstico.

O conhecimento dos moradores da área de risco e dos técnicos da Prefeitura, em especial da Defesa Civil, é valioso e facilita a escolha mais assertiva dos pontos de decolagem, além de darem legitimidade e favorecerem

o diálogo com os demais moradores do local. Portanto, é sensato consultá-los e tê-los acompanhando o voo, contudo a decisão final cabe ao piloto que deve sempre garantir a segurança suficiente para o trabalho. Caso o condutor da aeronave tenha pouca prática no mapeamento de riscos, é preferível voar acompanhado de um copiloto experiente nesse tipo de trabalho, mesmo que ele não tenha expertise em pilotar VANTs.

O imageamento de áreas de risco tem suas peculiaridades, a principal é o tipo de imagem a ser capturada. No caso de áreas de risco de deslizamento, são as imagens oblíquas, com enquadramento adequado, que viabilizam reconhecer taludes ao fundo das edificações indicando pontos de interesse, posteriormente, vistoriados em campo. Devido às variadas formas de encostas e tipologias de ocupações nem sempre é possível prever os ângulos adequados da fotografia, a missão frequentemente precisará ser feita no modo manual.

Cada situação exigirá da fotografia características específicas. Algumas dicas gerais podem ajudar:

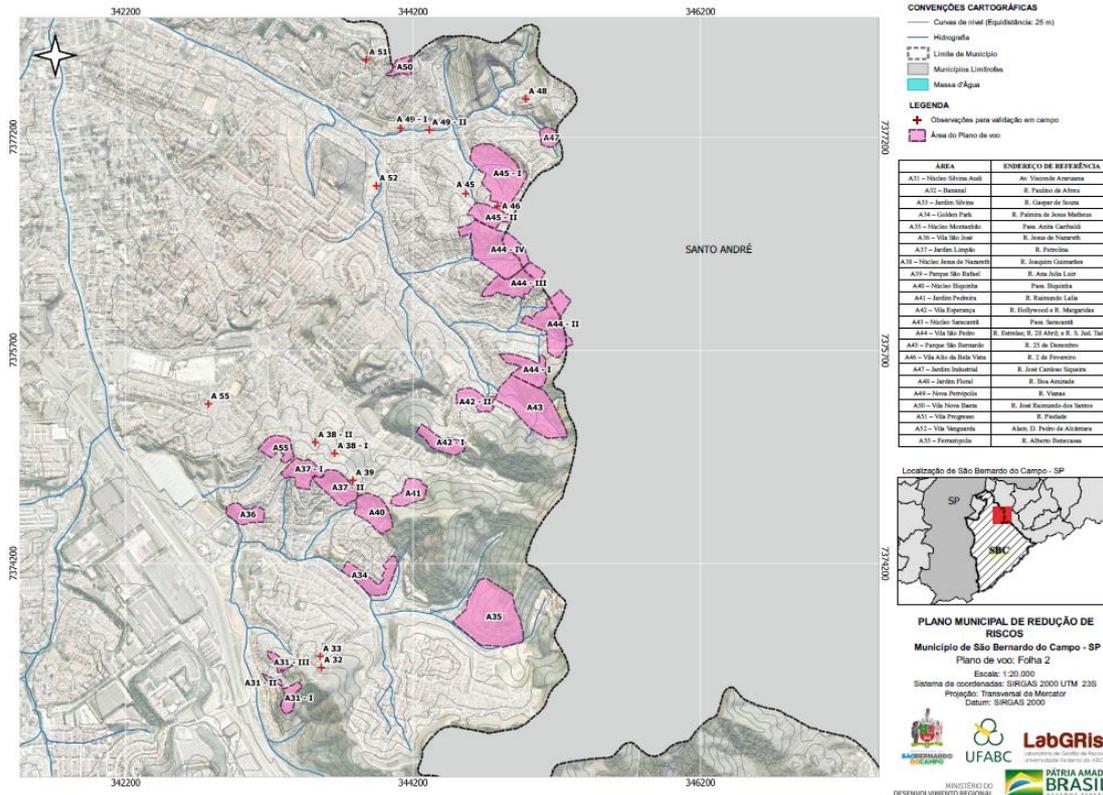
- Prestar atenção às configurações da câmera para evitar capturar fotografias com imagens pixeladas (efeito visual relativo à resolução da imagem que pode acarretar distorções);
- Registrar imagens da mesma parcela da ocupação de duas ou três diferentes angulações, sendo fundamental que nas imagens seja possível observar o fundo das casas;
- Se possível, capturar uma imagem única que englobe toda a área de estudo;
- **IMPORTANTE!** No caso de ocupação em encosta, normalmente ela é limitada pela rua que acompanha o topo da vertente e a rua da base, portanto, é desejável utilizar essas ruas como enquadramento - superior, no caso da rua no alto da encosta, e inferior, na rua da base; e
- Não se esquecer de solicitar autorização para voar ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) da Aeronáutica.

Finalmente, após a realização do sobrevoo é imprescindível uma análise das imagens, tanto para compreender a dinâmica da área de estudo, quanto para selecionar as melhores fotos que acompanharão os técnicos responsáveis pela visita a campo para mapear os riscos, sempre sendo cauteloso para que todas as edificações estejam presentes na sequência escolhida. As imagens

oblíquas, submetidas a uma observação individual e minuciosa, podem revelar alguns problemas que no campo ou em uma análise superficial, sem o zoom adequado, passariam despercebidos. Portanto, é importante para uma análise completa verificar toda a extensão da área de estudo, explorando o potencial da câmera do VANT, preferencialmente no computador, a fim de obter maior conhecimento do território para além dos muros e árvores que, por vezes, camuflam os problemas existentes. Esse procedimento, anterior ao campo de setorização, revela não apenas pontos de interesses de verificação *in loco*, mas também caminhos, sobretudo vielas, por onde o percurso da visita pode fluir com maior acurácia e rapidez.

Neste Projeto, junto à seleção de localidades, foi realizado o planejamento dos voos adequado a cada município e às características dos equipamentos utilizados. Buscou-se delimitar polígonos com área de, no Máximo, 20 hectares (200.000 m<sup>2</sup>). Essa dimensão foi estimada em função da duração, com segurança, da bateria dos equipamentos disponíveis para uso no projeto (Drone Phantom 3 e Mavic 2 Air). Para tais equipamentos, uma bateria ou 15 minutos de voo é suficiente para sobrevoar áreas de até 200.000 m<sup>2</sup> permitindo registro de fotos oblíquas de baixa altitude com precisão.

Como síntese e forma de espacializar os planos de voo foram elaborados mapas em tamanho A3 (**Figura 7**) que foram utilizados como apoio e otimização do campo de reconhecimento e do processo de consolidação das áreas da lista do município de São Bernardo do Campo. Os mapas foram compartilhados com os grupos gestores de cada um dos municípios, para avaliação dos produtos e, assim, foram pactuadas as áreas que foram vistoriadas e mapeadas.



**Figura 7.** Exemplo do mapa com os planos de voo de São Bernardo do Campo (folha 2/5)

Todo esse processo, inclusive a validação de campo durante os sobrevoos, fez com que fossem reavaliadas, conjuntamente com os agentes municipais, as listas preliminares de áreas de interesse, sofrendo, portanto, alterações de ampliação ou diminuição de áreas mapeadas.

### 2.2.5 Análise das imagens e planejamento dos roteiros de campo

Tendo realizado a coleta de imagens oblíquas das localidades de interesse, é possível utilizá-las para o empreendimento de detalhada análise que permita identificar:

- possíveis evidências de processos destrutivos (cicatrizes de deslizamentos, rupturas de muros divisórios ou de contenção, depósitos de lixo, entulhos ou aterro lançado, evidências de fluxos concentrados de águas na encosta, entre outros),
- porções da localidade em concavidades, cabeceiras de drenagem e/ou em trechos com maior declividade,

- trechos de encosta com cobertura vegetal, solo exposto ou com evidências de movimentação de solo (cortes, aterros lançados)
- porções da localidade que concentrem moradias mais precárias ou sejam desprovidas de infraestrutura básica de acesso, drenagem e saneamento.

A alta resolução das imagens permite sua ampliação em até 200%. Por meio desse procedimento, é possível pré-delimitar áreas prioritárias para vistoria de detalhe e destacar aspectos que devem ser avaliados cuidadosamente em campo (**Figura 8 e Figura 9**).



**Figura 8.** Detalhe de ampliação de imagem oblíqua obtida por voo de drone. Fonte: LabGRis, 2020.



**Figura 9.** Principais aspectos a observar na Imagem oblíqua obtida por voo de drone.  
Fonte: LabGRis, 2020.

### 2.2.6 Atividades de campo

Sem deixar de reconhecer a importância que os avanços das tecnologias de geoprocessamento trouxeram como suporte no planejamento, apoio e tratamento posterior das informações e análises, consideramos que o mapeamento de riscos é um processo de grande complexidade e que só é possível de se efetivar com qualidade mediante vistorias de campo que empreendam investigação cuidadosa em escala de detalhe.

A identificação, análise e espacialização de riscos é uma etapa inicial indispensável para a gestão de riscos e para o conjunto de medidas, ações e regramentos que podem evitar os desastres e seus impactos. Marandola, Hogan (2004) entendem análise de risco como a investigação sobre um determinado problema empírico, ligado ao planejamento e à gestão do território, voltada para subsidiar a tomada de decisões. No entanto, o risco é um objeto complexo, que se dimensiona pela estimativa de evolução de um estado de realidade indesejável ao longo do tempo e as consequências de sua ação sobre bens e populações. Essa noção implica em vínculos causais entre ações e efeitos, e

que efeitos indesejáveis podem ser evitados ou reduzidos se as ações causais forem evitadas ou modificadas (CARDONA, 2007). Sua análise, a determinação de seus “graus” relativos e de sua causalidade, sempre envolvem procedimentos qualitativos e um certo nível de subjetividade. Ainda assim, a qualidade desses procedimentos é essencial na indicação adequada das intervenções para seu controle e redução (MOURA et al., 2020).

Carvalho (2000, pg. 52) considera que:

*(...) a maneira mais simples de se tratar a probabilidade em análises de risco consiste em se atribuir à possibilidade de ocorrência de processo de instabilização, níveis definidos de forma literal (possibilidade de ocorrência baixa, média ou alta, por exemplo). Essa é a base para as análises de risco de caráter qualitativo, em que um profissional experiente avalia o quadro de condicionantes e indícios da ocorrência de processo de instabilização, compara as situações encontradas com modelos de comportamento e, baseado em sua experiência, hierarquiza as situações de risco em função da possibilidade de ocorrência do processo num determinado período de tempo (geralmente um ano) (CARVALHO, 2000, pg. 52).*

Em síntese, os procedimentos aqui adotados para o planejamento e realização das atividades de campo para mapeamento de riscos consistiram em:

a) realizar vistoria de campo em uma área de interesse, com apoio das fotos oblíquas obtidas por drone, com roteiro previamente planejado e pré-setorização delimitada nessa foto impressa (**Figura 10**), além da ficha de apoio (**Quadro 4**) com informações diversas sobre aspectos físicos, urbano ambientais e sociais da área, um *checklist* (**Quadro 6**) impresso para orientação da investigação e lançamento das informações e uma máquina fotográfica para coleta de imagens de campo.



**Figura 10.** Exemplo de foto oblíqua obtida por voo de drone em São Bernardo do Campo, com pré-setorização e pontos críticos observados em escritório que permitem organizar roteiro de campo e otimizar a investigação em escala de detalhe. Fonte: LabGRis, 2020.

b) avaliar em detalhe os setores pré-indicados ou pontos sugeridos, investigando fatores condicionantes do risco (**Quadro 5**), a partir do meio físico, com destaque para as características morfológicas, geológicas e geotécnicas, como grau de alteração do substrato, coesão do material desagregado, estrutura das rochas e suas condições de estabilidade, declividade, fluxos de águas superficiais, cobertura vegetal, sulcos erosivos e cicatrizes de escorregamentos pretéritos, grau de saturação do solo, entre outros.

**Quadro 5.** Elementos observáveis em campo para caracterização de um setor de risco. Fonte: LabGRis, 2020.

<p><b>ÁGUA</b>            Concentração de água de chuva em superfície            Lançamento de água servida em superfície / existência de calhas ou escoamento direto dos telhados            Presença de fossas / rede de esgoto / rede de água            Surgências d'água            Vazamentos</p> <p><b>MARGENS DE CURSOS D'ÁGUA</b>            Tipo de canal (natural / sinuoso / retificado)            Distância da margem            Altura do talude marginal            Altura de cheias</p> <p><b>INFRAESTRUTURA E SERVIÇOS</b>            Vias pavimentadas            Guias e sarjetas / redes de drenagem pluvial            Rede de abastecimento de água            Rede de coleta de esgoto            Coleta de resíduos sólidos regular/ caçambas            'Gatos' de fiação elétrica            Intervenções para controle de riscos</p> <p><b>EVIDÊNCIAS DE MOVIMENTAÇÃO</b>            Trincas em moradia / aterro            Inclinação de árvores / postes / muros            Degraus de abatimento            Cicatrizes de escorregamentos ou outras rupturas observáveis            Feições erosivas            Muros /paredes 'embarrigados'</p>	<p><b>CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL</b>            Talude natural / talude de corte / talude de aterro            Altura do talude            Aterro compactado / lançado            Distância da moradia            Declividade            Estruturas em solo / rocha desfavoráveis            Presença de blocos de rocha / matacões / paredões rochosos            Presença de lixo / entulho            Aterro em anfiteatro            Ocupação de cabeceira de drenagem</p> <p><b>VEGETAÇÃO NO TALUDE OU PROXIMIDADES</b>            Presença de árvores            Vegetação rasteira            Área desmatada            Área de cultivo</p> <p><b>VULNERABILIDADES OBSERVÁVEIS</b>            Moradores idosos, deficientes, dependentes químicos ou alcoólicos            Evidências de fragilidade construtiva, de instabilidade estrutural ou de degradação significativa da edificação            Acúmulo de lixo significativo no entorno da moradia            Evidência clara de perigo ou impacto ou dano à moradia por ocorrência pretérita, sem que haja providência observável de reparo ou mitigação por parte do morador            Desorganização espacial e/ou adensamento excessivo das edificações na área vistoriada, afetando fluxos de drenagem superficial            Lançamento desorganizado de águas servidas sobre taludes</p>
--	---

c) observar também das intervenções humanas na ocupação do setor que possam contribuir com a construção do risco (por exemplo: cortes e escavações, aterros, lançamentos de lixo, entulho, aterros, águas servidas, esgoto).

d) identificar alguma potencialidade de instabilidade ou de ruptura, especialmente por meio de evidências observáveis como trincas e rachaduras no solo ou nas edificações, degraus de abatimento, sulcos erosivos e cicatrizes de escorregamento, saturação do solo, inclinação de muros, postes, árvores, entre outros, buscando avaliar o estágio de evolução do processo (inicial, intermediário, avançado, crítico).

e) compreender toda a área sujeita aos efeitos do processo destrutivo, englobando a área de destaque de massas ou o ponto de ruptura, a área de passagem ou deslocamento e a área de acumulação, depósito ou soterramento. Este será o setor de risco, que deve ser então delimitado na imagem oblíqua impressa.

f) avaliar o grau de exposição e as fragilidades (vulnerabilidades) de cada uma das edificações ou infraestruturas incluídas no setor de risco e a potencialidade de danos frente ao processo destrutivo identificado

g) identificar e caracterizar, se possível, indicadores observáveis de vulnerabilidade, tais como: presença de moradores idosos, deficientes ou dependentes químicos; evidências de fragilidade construtiva, de instabilidade estrutural ou de degradação significativa da edificação; acúmulo de lixo significativo no entorno da moradia; evidência clara de perigo ou impacto ou dano à moradia por ocorrência pretérita, sem que haja providência observável de reparo ou mitigação por parte do morador; desorganização espacial ou adensamento excessivo das edificações na área vistoriada, afetando fluxos de drenagem superficial; e lançamento desorganizado de águas servidas sobre taludes.

h) avaliar a situação para definir o grau de risco do setor. Para isso, utilizar os critérios indicados **Quadro 1**.

i) situações de risco baixo a inexistente não devem ser setorizadas

j) coletar imagens fotográficas que ilustrem os condicionantes e evidências observadas no setor (fotos de campo);

Com base no risco identificado, analisado, delimitado espacialmente pela setorização, devem ser sugeridas possibilidades de intervenção estrutural (obras de engenharia) e ações não estruturais para a redução do risco identificado (**item 2.3, a seguir**).

**Quadro 6.** Checklist utilizado em campo para o diagnóstico do setor e descrição do processo de instabilização e de vulnerabilidades

CHECK-LIST DE CAMPO - SETOR DE RISCO									
LOCALIZAÇÃO									
Município									
Nome da Localidade:		ID:		Setor:					
Endereço:				Referência:					
Condições de acesso:									
Latitude (m):			Longitude (m):			Altitude (m):			
Equipe:							Data:		
Código das fotos:									
Legislação incidente:	<input type="checkbox"/> ZEIS	<input type="checkbox"/> Regularização fundiária	<input type="checkbox"/> APP						
Outros dados:	IPVS:		<input type="checkbox"/> Projetos Habitacionais:	Tempo de ocupação:	<input type="checkbox"/> < 10 anos	<input type="checkbox"/> > 10 anos			
UNIDADE DE ANÁLISE									
<input type="checkbox"/> Topo	<input type="checkbox"/> Encosta/Vertente	<input type="checkbox"/> Margem de córrego/Planície/Fundo de Vale			<input type="checkbox"/> Cabeceira de drenagem em anfiteatro				
CARACTERIZAÇÃO DO SETOR									
Tipos predominantes de construção:		<input type="checkbox"/> alvenaria		<input type="checkbox"/> madeira		<input type="checkbox"/> misto			
<input type="checkbox"/> Evidências de fragilidade construtiva, de instabilidade estrutural ou de degradação significativa da edificação - V						Número aproximado de edificações:			
Obs:									
Densidade de ocupação: <input type="checkbox"/> Alta > 90% <input type="checkbox"/> Média 30 - 90% <input type="checkbox"/> Baixa < 30%				Média do n° de pavimentos:		<input type="checkbox"/> Verticalização			
<input type="checkbox"/> Desorganização espacial e/ou adensamento excessivo das edificações na área vistoriada, afetando fluxos de drenagem superficial - V									
Condições de mobilidade:		<input type="checkbox"/> vielas < 1m		<input type="checkbox"/> vielas > 1m					
<input type="checkbox"/> vias pavimentadas		<input type="checkbox"/> vias sem pavimentação		<input type="checkbox"/> escadões		<input type="checkbox"/> caminhos desorganizados de difícil acesso			
<input type="checkbox"/> Coleta de resíduos sólidos regular / caçambas		<input type="checkbox"/> Sem coleta de resíduos sólidos ou inadequada				<input type="checkbox"/> Ligação irregular de energia Elétrica			
Declividade média (campo): <input type="checkbox"/> <8° <input type="checkbox"/> 8-17° <input type="checkbox"/> 17-25° <input type="checkbox"/> 25°-45° <input type="checkbox"/> >45°			Pós-campo (°):		Vertente:	(conc/conv/r et)	Face:	(N/S/L/O)	
Descrição geológica:									
<input type="checkbox"/> Encostas/Vertente Naturais									
Altura (m):		Inclinação (°):		Distância das moradias até a crista (m):		-	Distância das moradias à base (m):		
<input type="checkbox"/> Estruturas desfavoráveis à estabilidade			Obs.:						
<input type="checkbox"/> Talude de Corte									
Altura (m):		Inclinação (°):		Distância das moradias até a crista (m):		Distância das moradias à base (m):			
Material predominante:		<input type="checkbox"/> solo maduro		<input type="checkbox"/> rocha alterada		<input type="checkbox"/> rocha sã		Material de origem:	
<input type="checkbox"/> Estruturas desfavoráveis à estabilidade				Obs.:					

<b>( ) Talude de Aterro</b>							
Altura (m):		Inclinação (°):		Distância das moradias até a crista (m):	Distância das moradias à base (m):		
Obs:							
<b>( ) Maciço rochoso</b>							
Altura (m):		Inclinação (°):		Distância das moradias até a crista (m):	Distância das moradias à base (m):		
( ) Estruturas desfavoráveis à estabilidade			Obs.:				
<b>( ) Matacões</b>							
Obs:							
<b>( ) Depósito (lançamento de material) localizado sobre:</b>							
( ) Encosta/Vertente natural	( ) Talude de aterro	( ) Talude de corte	( ) Talude marginal	Espessura aproximada (m):			
Material presente:	( ) aterro	( ) lixo	( ) entulho	Obs:			
( ) Acúmulo de lixo significativo no entorno da moradia - V		Obs:					
<b>( ) Cursos d'água</b>							
( ) Retificado	( ) Natural	( ) Retilíneo	( ) Meandrante	( ) Assoreado	( ) Lixo	( ) Entulho	Obs:
( ) Talude marginal	Altura (m):	( ) Distância da moradia à margem (m):					
<b>EVIDÊNCIAS DE INSTABILIDADE / MOVIMENTAÇÃO</b>							
( ) Trincas na moradia	( ) Muros e paredes embarrigadas	( ) Sinais de infiltração	( ) Cicatriz de escorregamento (histórico)	Data:			
( ) Trincas no terreno	( ) Árvores, postes, muros inclinados		Volume estimado (m³):	Área de Alcance (m²):			
( ) Dregraus de abatimento	( ) Altura de cheias		( ) Fraturas no maciço rochoso				
( ) Evidência clara de perigo ou impacto ou dano à moradia por ocorrência pretérita, sem que haja providência observável de reparo ou mitigação por parte do morador - V							
Obs:							
<b>ÁGUA</b>							
( ) Concentração de água de chuva em superfície	( ) Escoamento de água direto dos telhados	( ) Ausência de rede de água					
( ) Lançamento de águas servidas em superfície	( ) Ausência de calhas	( ) Surgência d'água					
( ) Vazamento de tubulação	( ) Ausência de rede de esgoto	( ) Fossas	( ) inexistente	( ) precário	( ) satisfatório		
( ) Lançamento desorganizado de águas servidas sobre taludes - V		Obs:					
<b>VEGETAÇÃO NA ÁREA</b>							
( ) Presença de árvores	( ) Vegetação rasteira	( ) Área desmatada	( ) Área de cultivo:				
<b>PROCESSO DE INSTABILIZAÇÃO</b>							
( ) Deslizamento em encosta/vertente natural	( ) Deslizamento em depósito encosta	( ) Queda de blocos		( ) Corrida			
( ) Deslizamento em talude de corte	( ) Solapamento de margem ( ) Rolamento de blocos ( ) Rastejo						
( ) Deslizamento em talude de aterro	( ) Erosão						

		( ) Desplacamento	
<b>CONDIÇÃO DA ESTABILIDADE DOS BLOCOS E MACIÇO ROCHOSO</b>			
( ) Condição favorável de estabilidade		( ) Condição desfavorável de estabilidade	
<b>INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS INDICADAS</b>			
Serviços de limpeza e recuperação	( ) ___ m <sup>3</sup>	Obras de drenagem de subsuperfície	( ) ___m
Proteção vegetal	( ) ___ m <sup>2</sup>	Estruturas de contenção	( ) ___m X ___m
Drenagem superficial e acessos	( ) ___ m		( ) ___m X ___m
Revestimento de taludes	( ) ___ m <sup>2</sup>	Retaludamento	( ) ___ m <sup>2</sup>
Desmonte de blocos e matacões	( ) m <sup>2</sup> ou m <sup>3</sup>	Remoção de moradias provisoriamente	( ) ___ moradias
Obras de outra natureza:		Remoção de moradias definitivamente	( ) ___ moradias
Intervenções realizadas pela prefeitura:		Número de moradias para remoção:	
Intervenções realizadas pelos moradores:			
<b>INTERVENÇÕES NÃO ESTRUTURAIS EXISTENTES / INDICADAS</b>			
PPDC	E - ( )	I - ( )	Obs:
NUPDEC	E - ( )	I - ( )	
Simulados	E - ( )	I - ( )	
Capacitações	E - ( )	I - ( )	
<b>PERFIL OBSERVÁVEL DOS MORADORES</b>			
( ) Capacidade de enfrentamento do problema a partir de intervenções ou ações observáveis		Obs:	
( ) Moradores idosos, crianças, deficientes, dependentes químicos ou alcoólicos - V			
<b>GRAU DE RISCO</b>			
( ) Risco 4 - Muito Alto	( ) Risco 3 - Alto	( ) Risco 2 - Médio	
Número de moradias no setor:			
Casos críticos identificados no setor como auxílio ao PPDC:			
<b>CROQUI</b>			

### 2.3 RECOMENDAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE INTERVENÇÃO PARA REDUÇÃO E CONTROLE DOS RISCOS

Ainda em campo, foram indicadas a(s) alternativa(s) de intervenção adequada(s) para cada setor de risco associado a escorregamentos e solapamentos. Nos casos de ser possível a adoção de mais de uma alternativa de intervenção, essa possibilidade está explicitada nas fichas de campo. Também foram registrados na ficha de campo (*checklist*) os quantitativos (como extensões, áreas e/ou volumes) para posterior estimativa de custos da intervenção sugerida.

A seleção da tipologia de intervenção tentou buscar uma adequada sintonia (ou aderência) com as características do processo potencialmente destrutivo identificado no local. Isto implica na necessidade adequar o entendimento do tipo de processo geológico-geotécnico e a intervenção escolhida, bem como a combinação das sugestões de obras localizadas com intervenções gerais propostas para o assentamento, projetos de melhorias urbanas e regularização em andamento ou em fase de projeto pelo Município. Estão indicadas também obras mais simples, de menor custo e mais compatíveis com a capacidade gerencial-financeira do município.

Também foram adotados como critérios de seleção a melhor relação custo-benefício, a menor complexidade técnica e a possibilidade de adoção de projetos-padrão, conforme apresentado no **Quadro 7**, adaptado de Cerri et al. (2007) e BRASIL, IPT (2007), possibilitando o emprego de uma terminologia uniforme e a facilidade de dimensionamento e quantificação de custos.

Além disso, a proposição de intervenções estruturais teve por pressuposto avançar em relação à metodologia convencionalmente utilizada nos Planos Municipais de Redução de Risco com a indicação de tipologias que, aderentes à cultura de obras utilizada pela Prefeitura, também apontem soluções voltadas à qualificação ambiental urbana das localidades estudadas. A qualificação ambiental urbana é parte integrante de uma Nova Agenda Urbana (ONU-HABITAT, 2016), que traz à luz a necessidade da adoção de planos e abordagens com base nos ecossistemas, reconhecendo sua importância para a qualidade de vida e o bem-estar humano.

**Quadro 7.** 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
<b>SERVIÇOS DE LIMPEZA E RECUPERAÇÃO</b>	Serviços de limpeza de entulho, lixo, etc. Recuperação e/ou limpeza de sistemas de drenagem, esgotos e acessos. Também incluem obras de limpeza de canais de drenagem. Correspondem a serviços manuais e/ou utilizando maquinário de pequeno porte.
<b>OBRAS DE DRENAGEM SUPERFICIAL, PROTEÇÃO VEGETAL (GRAMÍNEAS) E DESMONTE DE BLOCOS E MATAÇÕES</b>	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.
<b>OBRAS DE URBANIZAÇÃO AGREGADAS A DRENAGEM E ESGOTAMENTO SANITÁRIO</b>	Pequenas obras de urbanização tais como urbanização de becos, abertura de acessos, execução de passarelas, urbanização de áreas visando implantação adequada de redes de drenagem e esgotamento sanitário, estabelecimento de “rotas de fuga” e destinação de uso a áreas de risco desocupadas ou remanescentes de remoção de famílias.
<b>ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO DE PEQUENO PORTE</b>	Implantação de estruturas de contenção de pequeno porte ( $h_{max} = 3,5$ 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.
<b>OBRAS DE TERRAPLENAGEM DE MÉDIO A GRANDE PORTES</b>	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.
<b>ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO DE MÉDIO A GRANDE PORTES</b>	Implantação de estruturas de contenção de médio a grande porte ( $h > 3,5$ m e $l > 10$ m), envolvendo obras de contenção passivas e ativas (muros de gravidade, cortinas etc.). Poderão envolver serviços complementares de terraplenagem. Predomínio de serviços mecanizados.
<b>REMOÇÃO DE MORADIAS</b>	As remoções poderão ser definitivas ou não (para implantação de uma obra, por exemplo). Priorizar eventuais relocações dentro da própria área ocupada, em local seguro.

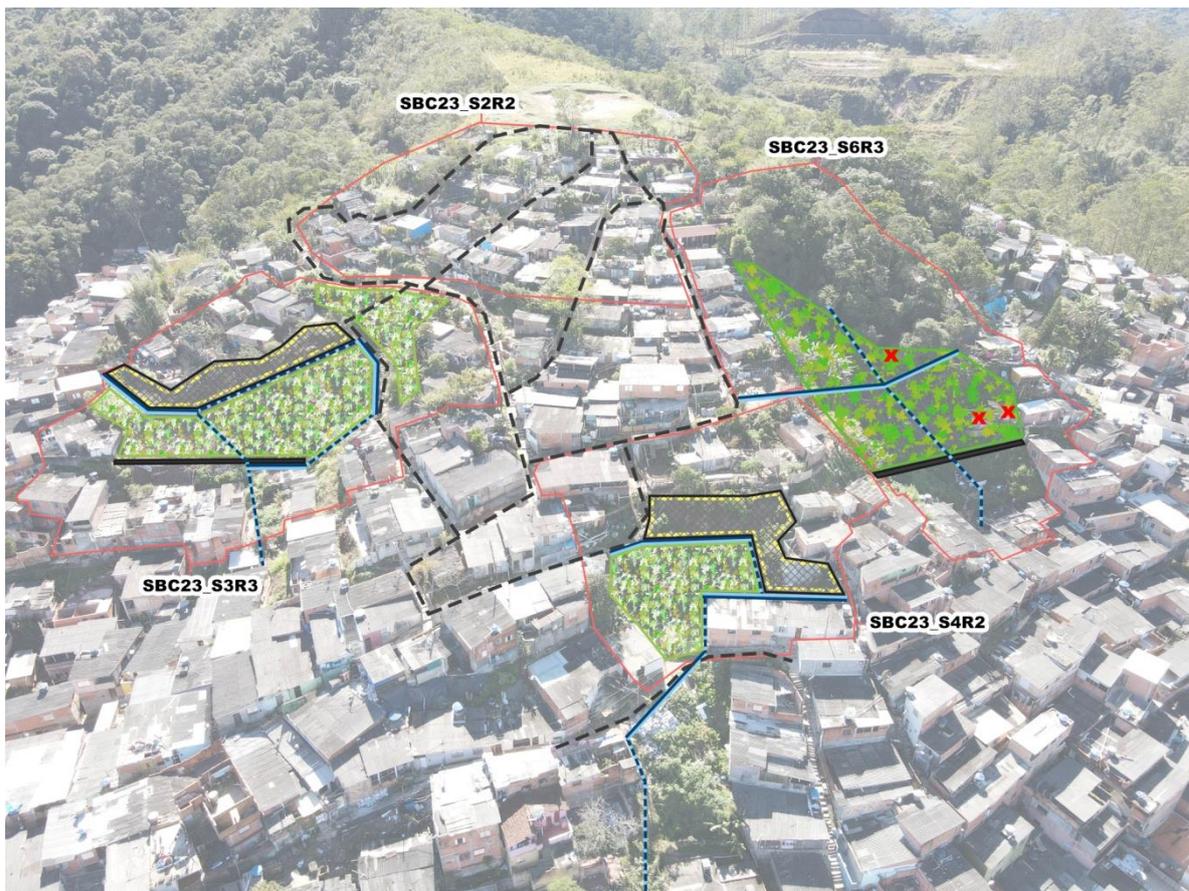
Na Agenda 2030, um dos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) pontuado é a “necessidade de tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis”, reconhecendo a biodiversidade e a integridade dos ecossistemas como elementos fundamentais para o alcance da sustentabilidade. O Marco de Sendai (ONU, 2015) reconhece a importância das abordagens baseadas em ecossistemas para a redução do risco de desastres. As Soluções Baseadas na Natureza (SbN) vêm ganhando

espaço crescente como um caminho comum entre a redução dos riscos e desastres, o enfrentamento das mudanças climáticas e a busca por resiliência e sustentabilidade (CARBONE; CAMPOS; SULAIMAN, 2021).

Além do material gerado na etapa de diagnóstico, também foram consultados os projetos de obras executadas no município nos últimos anos (desenhos e planilhas) e os cadernos de encargos/documentos técnicos integrantes de Editais e Contratos, onde constem normas e pagamentos de serviços referentes a projetos e obras, quando disponibilizados.

Cada uma das intervenções estruturais propostas para os setores de risco foi ilustrada sobre as imagens oblíquas obtidas em voo de drone (**Figura 11**). O objetivo desse procedimento não foi a geração de projetos básicos preliminares, mas espacializar a localização das intervenções propostas e permitir o melhor entendimento do leitor das tipologias de obras propostas e orçadas em cada setor e, assim, quando da contratação de projetos básicos e executivos, ser possível adequar/corrigir os custos orçados para cada uma das obras, considerando que, necessariamente, novas informações serão geradas nessa etapa para o atendimento das normas técnicas vigentes no país. As remoções também foram indicadas nas imagens de forma a permitir que essa ação se dê em paralelo à captação de recursos para a execução das intervenções propostas.

Além das propostas de intervenções estruturais indicadas, também foram inseridas proposições não estruturais com o objetivo de contribuir com as atividades de prevenção que se farão necessárias no que tange ao acompanhamento sistemático dos cenários de risco identificados no PMRR.



**Figura 11.** Exemplo de imagem com sugestão de intervenção estrutural em São Bernardo do Campo (ver legenda no **Quadro 9**)

## 2.4 ESTIMATIVA DE CUSTOS DE INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS PARA REDUÇÃO DOS RISCOS IDENTIFICADOS

Para cada um dos setores mapeados, foram estimados os custos aproximados das intervenções estruturais recomendadas, com o objetivo de subsidiar a tomada de decisão pelo poder público.

Para a composição de custos das obras, foi adotado como referência o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - SINAPI – Caixa Econômica Federal para o Estado de São Paulo e/ou Planilhas de Composição de Custos analisadas de obras anteriores executadas pela Prefeitura do Município.

Os quantitativos (como extensões, áreas e/ou volumes) foram levantados em campo e/ou graficamente, permitindo o orçamento individualizado das intervenções para cada setor de risco.

Na totalização dos orçamentos individualizados, a inserção de percentuais referentes a serviços complementares, BDI e projeto básico ou executivo teve como referência os percentuais utilizados em Planos Municipais de Redução de Risco executados nos últimos três anos no Brasil. O percentual utilizado para o cálculo do BDI está de acordo com o Acórdão do Tribunal de Contas da União no que tange às tipologias de obras propostas. O valor indicado para as remoções também se baseou em outros PMRRs elaborados.

Assim sendo, os seguintes índices de referência foram considerados:

- Para o item Projetos: 3% (considerando projetos básicos, caso do PMRR) e 5% quando se trata de projetos executivos.
- Para o item Serviços complementares: 10%.
- Para o item BDI: 23,32%.
- Para as remoções indicadas em regiões metropolitanas: R\$ 89.000,00 por remoção.

## **2.5 PRODUÇÃO DOS DOSSIÊS (OU FICHAS DE ANÁLISE DE RISCO) DE CADA LOCALIDADE**

Ao final dos procedimentos anteriormente relatados, foi elaborado para cada localidade um dossiê com os resultados obtidos e, que neste Relatório, estão apresentados nos **ANEXOS**.

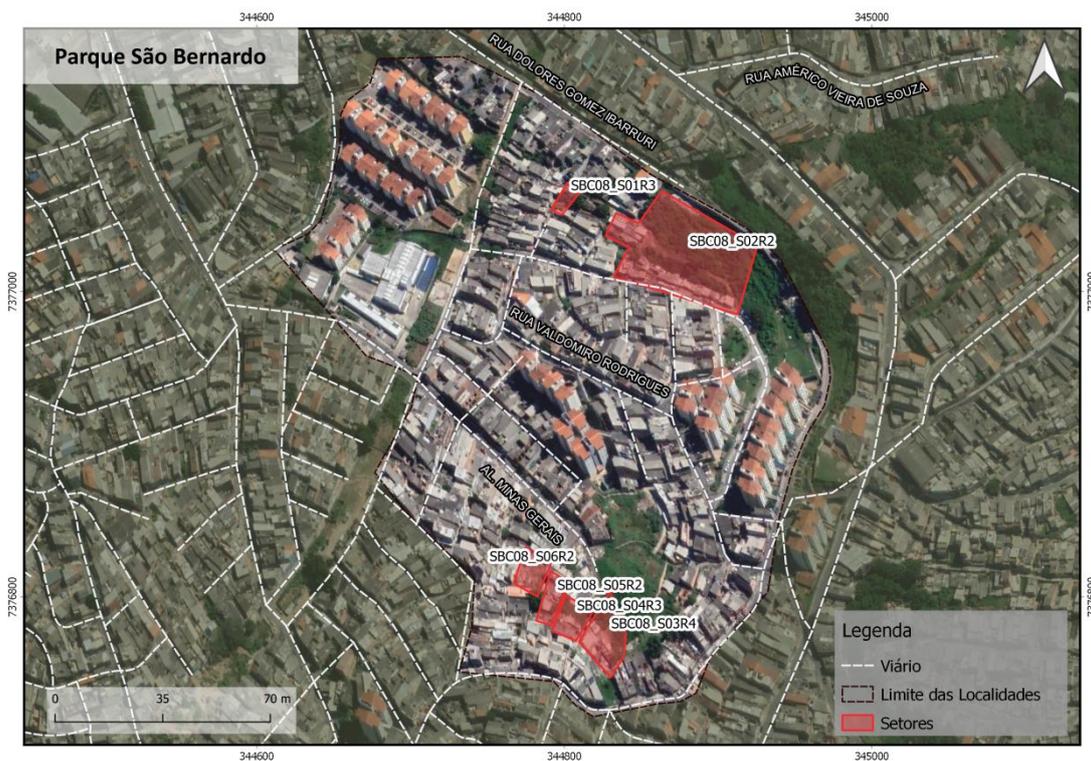
O dossiê é composto por:

- uma ficha geral da localidade, com nome, ID, endereço de referência, latitude e longitude e uma caracterização resumida a partir das informações constantes na ficha de apoio às atividades de campo (**ver item 2.2.3**), contendo ao menos indicação da área da localidade em hectares, geomorfologia e geologia, suscetibilidade a movimentos de massa, estágio de urbanização, IPVS (Índice Paulista de Vulnerabilidade Social) e presença de equipamentos públicos de saúde e de educação num raio de 1 km (**Quadro 8**).
- uma tabela síntese com o ID dos setores de risco delimitados na localidade, tipo(s) de processo(s) destrutivo(s) identificado(s), grau de risco, número de moradias e alternativa(s) de intervenção para redução de risco em cada setor.

**Quadro 8.** Ficha geral da localidade.

PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCOS – NOME DO MUNICÍPIO – FICHA GERAL				
Nome:		ID da Localidade:		
Endereço de referência:		Latitude:	Longitude:	
Foto de localização geral:				
CARACTERIZAÇÃO DA LOCALIDADE				
ID do Setor	Tipo de Processo	Grau de Risco	Nº de Moradias	Alternativa(s) de intervenção
ID da Localidade_S1				
ID da Localidade_S2				
ID da Localidade_S3				
ID da Localidade_Sn				

- uma Foto Geral de localização, com os limites do polígono considerado, as principais ruas e os setores de risco delimitados (**Figura 12**).



**Figura 12.** Exemplo de Foto Geral de localização em São Bernardo do Campo

Na sequência, cada um dos setores de risco está descrito da seguinte forma:

- uma foto oblíqua obtida por voo de drone com a delimitação de um ou mais setores,

- a mesma foto oblíqua com a delimitação de um ou mais setores recoberta por símbolos que indicam a localização das intervenções estruturais indicadas, seguindo a legenda indicada no **Quadro 9**.

**Quadro 9.** Legenda utilizada para a representação das intervenções estruturais propostas para cada setor de risco.

LEGENDA					
 Canaleta de Drenagem	 Limpeza	 Recomposição da Cobertura Vegetal	 Solo Grampeado	 Pavimento em Concreto	 Remoção
 Escada Hidráulica	 Proteção Superficial com Gramíneas	 Concreto Projetado ou Tela Argamassada	 Estrutura de Contenção	 Equipamento Público	
 Acesso					

- uma ficha de setor (**Quadro 10**), com nome e ID da localidade, referência de acesso, latitude e longitude, equipe responsável pela vistoria e data da sua realização, descrição do setor e do diagnóstico de riscos a ele associado, apontando condicionantes e evidências do(s) processo(s) de instabilização e das condições de vulnerabilidade do setor, indicação do(s) processo(s) de instabilização, descrição das legendas das fotos de campo, do grau de risco, estimativa do número de moradias ameaçadas, indicação de intervenções estruturais e dos custos associados.

- fotos de campo de cada setor, com as respectivas legendas.

**Quadro 10.** Ficha de setor.

<b>PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCOS – NOME DO MUNICÍPIO – FICHA DO SETOR</b>		
<b>Nome:</b>	<b>ID Localidade:</b>	<b>ID Setor:</b>
<b>Referência de acesso:</b>	<b>Latitude:</b>	<b>Longitude:</b>
<b>Equipe UFABC:</b>	<b>Data da vistoria:</b>	
<b>Diagnóstico do setor</b>		
<b>Descrição do processo de instabilização</b>		
<b>Observações</b>		
<b>Grau de risco:</b>	<b>Estimativa de n° de edificações no setor:</b>	
<b>Indicação de intervenção</b>	<b>Custo (Reais)</b>	
<b>Encargos (Serviços complementares / Projeto / BDI)</b>		
<b>Total</b>		

### 3. SÍNTESE E ANÁLISE DOS RESULTADOS DO MAPEAMENTO DE RISCO NO MUNICÍPIO DE SÃO BERNARDO DO CAMPO

O diagnóstico de risco apresentado neste Relatório compreendeu os territórios de **34 localidades** em São Bernardo do Campo, utilizando para sua seleção os procedimentos expressos no **item 2.2.2**. Os nomes e os IDs dessas localidades estão apresentados na **Tabela 9**, a seguir.

**Tabela 9.** IDs das localidades estudadas em São Bernardo do Campo.

ID/ sigla	Nome da localidade
<b>SBC07</b>	Vila Jardim Industrial (Mininha)
<b>SBC08</b>	Parque São Bernardo
<b>SBC11</b>	Vila São Pedro
<b>SBC12</b>	Núcleo Saracantã
<b>SBC13</b>	Vila Esperança
<b>SBC14</b>	Jardim Pedreira
<b>SBC15</b>	Núcleo Biquinha
<b>SBC18</b>	Jardim Limpão
<b>SBC19</b>	Ferrazópolis (Av. Albert Schweitzer)
<b>SBC20</b>	Vila São José
<b>SBC21</b>	Golden Park
<b>SBC23</b>	Montanhão
<b>SBC25</b>	Silvina Audi
<b>SBC30</b>	Jardim Thelma
<b>SBC33</b>	Jardim João de Barro
<b>SBC34</b>	Jardim Laura
<b>SBC35</b>	Jardim Serro Azul
<b>SBC36</b>	Parque das Garças
<b>SBC37</b>	Parque Alvarenga (Casas Fortaleza)
<b>SBC38</b>	Parque dos Químicos
<b>SBC39</b>	Represa Alvarenga
<b>SBC40</b>	Parque Bandeirantes
<b>SBC44</b>	Jardim Skaff
<b>SBC45</b>	Parque Imigrantes
<b>SBC46</b>	Jardim Represa
<b>SBC47</b>	Vila Sabesp
<b>SBC48</b>	Vila Areião
<b>SBC49</b>	Botujuru
<b>SBC50</b>	Jardim Jussara
<b>SBC51</b>	Parque Estoril
<b>SBC52</b>	Parque Rio Grande
<b>SBC53</b>	Vila Capelinha
<b>SBC54</b>	Jardim Boa Vista
<b>SBC55</b>	Santa Cruz

O mapeamento (identificação e análise) de riscos, com foco especialmente nos processos de movimentos de massas nas encostas (ver procedimentos utilizados nos **itens 2.1, 2.2.6 e 2.5**), delimitou, como resultado, **126 setores** de risco em São Bernardo do Campo com um total de **2.010 moradias** ou edificações com outros usos.

**Setor de risco** é uma área da localidade onde foi identificado um determinado processo de movimentação de massas sólidas ou líquidas que pode causar impacto em moradias ou infraestrutura. Envolve a zona de mobilização ou destaque, a zona de caminhamento ou trajetória e a zona de deposição ou acúmulo das massas mobilizadas no processo, bem como o conjunto de moradias sujeito aos efeitos desse processo.

Desse total mapeado, foram delimitados **82 setores** (65%) em situação de Risco Médio (**R2**), ocupados por **1.238 moradias** (61,5%); **38 setores** (30%) em situação de Risco Alto (**R3**) ocupados por **651 moradias** (32,5%) e **6 setores** (5%) com **121 moradias** (6%) em situação de Risco Muito Alto (**R4**).

Esses resultados estão associados a processos geoambientais que foram descritos nos dossiês de cada localidade e que podem ser agrupados nas seguintes tipologias:

**Deslizamentos de encosta:** movimentos coletivos de solo ou rocha em que a massa instabilizada se desloca de uma encosta para fora e para baixo sobre uma superfície claramente delimitada no maciço estável, envolvendo um volume bem definido de material.

**Deslizamentos de depósito superficial de encosta:** movimentos rápidos de massas de solo ou aterro lançado (geralmente resultantes de cortes ou outras movimentações antrópicas de solo na encosta), entulho, lixo e/ou restos vegetais mobilizadas por gravidade ou fluxos concentrados de águas pluviais e/ou servidas.

**Deslizamentos de talude de corte:** envolvem ruptura em talude resultante de algum processo de escavação executado por ação humana. É muito frequente o emprego de taludes de cortes em ocupações de encostas para criar patamares para a implantação das moradias.

**Deslizamentos de talude de aterro:** envolvem ruptura em talude originado pelo aporte de materiais, como solo, rocha ou outros materiais, empregados para a

constituição de patamares planos destinados à implantação de moradias em encostas.

**Solapamentos:** processos erosivos originados pelo fluxo de água em canais fluviais naturais ou artificiais, podendo apresentar grande poder destrutivo por ocasião de chuvas intensas, afetando edificações implantadas junto às margens. Esse termo também pode se referir à ruptura de base de edificação ou muro por processo erosivo resultante de lançamento desorganizado de águas servidas e pluviais.

Analisando os dossiês, pode-se observar que:

- em **São Bernardo do Campo**, deslizamentos de **talude de aterro** representam o perigo gerador de risco em **86 setores** (68%); deslizamentos de **depósito superficial de encosta**, em **81 setores** (64%); deslizamentos em **talude de corte**, em **56 setores** (44,5%); deslizamentos de **encosta** em **7 setores** (5,5%); e **solapamento** em **11 setores** (8,7%). Observar que em um setor podem ser identificados mais de um processo geoambiental instalado.

Os resultados do diagnóstico de risco podem ser encontrados na **Tabela 10**, a seguir.

**Tabela 10.** Resultados do diagnóstico de risco em São Bernardo do Campo.

ID/ sigla Localidade	ID Setor de Risco	Grau de Risco	Número de moradias	Processo (s) de instabilização
<b>SBC07</b>	SBC07_S1	R3	10	SOL
	SBC07_S2	R2	4	DDE
	SBC07_S3	R2	2	DTC; DTA
<b>SBC08</b>	SBC08_S1	R3	3	DTA
	SBC08_S2	R2	15	DDE
	SBC08_S3	R4	5	DDE; DTA
	SBC08_S4	R3	4	DDE; DTA
	SBC08_S5	R2	5	DTA
	SBC08_S6	R3	2	DDE
<b>SBC11</b>	SBC11_S1	R2	19	DDE; DTC; DTA
	SBC11_S2	R2	25	DDE; DTA
	SBC11_S3	R3	33	DTA
	SBC11_S4	R2	16	DDE; DTC; DTA
	SBC11_S5	R2	2	DDE
	SBC11_S6	R2	4	DDE
	SBC11_S7	R3	37	DDE; DTC; DTA
	SBC11_S8	R2	13	DDE; DTA
	SBC11_S9	R2	30	DDE; DTA

	SBC11_S10	R2	32	DDE; DTC; DTA
	SBC11_S11	R2	3	DDE; DTC
	SBC11_S12	R3	32	DDE; DTC
	SBC11_S13	R3	45	DDE; DTC; DTA
	SBC11_S14	R2	3	DTC; DTA
	SBC11_S15	R2	5	DDE
	SBC11_S16	R2	16	DDE
	SBC11_S17	R2	5	DDE; DTA
<b>SBC12</b>	SBC12_S1	R3	40	DDE
	SBC12_S2	R2	24	DTC; DTA
	SBC12_S3	R2	11	DDE
<b>SBC13</b>	SBC13_S1	R2	2	DDE
	SBC13_S2	R2	6	DDE
<b>SBC14</b>	SBC14_S1	R2	8	DEN; DTC
	SBC14_S2	R3	10	DDE; DTA
	SBC14_S3	R2	4	DEN; DTC
<b>SBC15</b>	SBC15_S1	R2	8	DDE; DTC
	SBC15_S2	R4	17	DDE; DTC; DTA
	SBC15_S3	R3	17	DEN; DTC
<b>SBC18</b>	SBC18_S1	R2	4	DEN; DTA
	SBC18_S2	R2	10	DDE; DTA
	SBC18_S3	R3	3	DDE; DTA
	SBC18_S4	R2	7	DTC; DTA
	SBC18_S5	R2	4	DTC; DTA
<b>SBC19</b>	SBC19_S1	R3	8	DEN; DTA
	SBC19_S2	R3	8	DEN; DTA
<b>SBC20</b>	SBC20_S1	R3	9	DDE; DTA
	SBC20_S2	R2	23	DDE; DTA
<b>SBC21</b>	SBC21_S1	R3	4	DDE; DTA
<b>SBC23</b>	SBC23_S1	R4	23	DDE; DTC; DTA
	SBC23_S2	R2	42	DTC; DTA
	SBC23_S3	R3	25	DDE; DTA
	SBC23_S4	R2	12	DDE; DTA
	SBC23_S5	R3	4	DDE
	SBC23_S6	R3	20	DDE; DTA
	SBC23_S7	R3	15	DTC; DTA
	SBC23_S8	R2	38	DTC; DTA
	SBC23_S9	R2	24	DTC; DTA
	SBC23_S10	R2	1	DDE
<b>SBC25</b>	SBC25_S1	R2	4	DDE
	SBC25_S2	R2	20	DDE; DTA
<b>SBC30</b>	SBC30_S1	R2	2	DEN; DTC; DTA
<b>SBC33</b>	SBC33_S1	R2	3	DDE; DTA
	SBC33_S2	R3	27	DDE; DTC; DTA
<b>SBC34</b>	SBC34_S1	R2	8	DDE; DTA
	SBC34_S2	R2	18	DTC; DTA

	SBC34_S3	R3	55	SOL
<b>SBC35</b>	SBC35_S1	R3	14	DTC; DTA
	SBC35_S2	R4	2	DDE; DTA
	SBC35_S3	R2	6	DDE
	SBC35_S4	R3	10	DDE; DTA
<b>SBC36</b>	SBC36_S1	R2	3	DDE; DTC
	SBC36_S2	R2	22	DDE; DTC; DTA
	SBC36_S3	R2	19	DEN; DTC
<b>SBC37</b>	SBC37_S1	R2	15	DDE; DTC; DTA
	SBC37_S2	R3	4	DDE; DTA
<b>SBC38</b>	SBC38_S1	R3	12	DTC; DTA
<b>SBC39</b>	SBC39_S1	R2	63	SOL
	SBC39_S2	R2	18	SOL
<b>SBC40</b>	SBC40_S1	R3	5	SOL
<b>SBC44</b>	SBC44_S1	R2	16	DDE; DTC
	SBC44_S2	R4	63	DDE; DTC; DTA
<b>SBC45</b>	SBC45_S1	R2	1	DDE
	SBC45_S2	R2	14	DDE; DTA
	SBC45_S3	R2	5	DTC; DTA
	SBC45_S4	R2	5	DTC; DTA
	SBC45_S5	R2	6	DTC; DTA
	SBC45_S6	R2	10	DDE; DTC; DTA
<b>SBC46</b>	SBC46_S1	R3	36	SOL
	SBC46_S2	R2	10	SOL
	SBC46_S3	R2	20	SOL
<b>SBC47</b>	SBC47_S1	R2	8	DTC; DTA
	SBC47_S2	R2	14	DDE; DTA
	SBC47_S3	R3	12	DDE; DTC
	SBC47_S4	R2	45	DDE; DTA
	SBC47_S5	R3	14	DDE; DTA
	SBC47_S6	R2	37	DDE; DTA
	SBC47_S7	R3	9	DDE; DTC; DTA
	SBC47_S8	R2	11	DDE; DTA
	SBC47_S9	R2	50	DTC; DTA
	SBC47_S10	R2	30	DDE; DTC
<b>SBC48</b>	SBC48_S1	R2	43	DDE; DTA
	SBC48_S2	R3	16	DDE; DTC
	SBC48_S3	R3	36	DDE; DTC; DTA
	SBC48_S4	R2	16	DDE; DTC
	SBC48_S5	R2	10	DTC; DTA
	SBC48_S6	R2	26	DTC; DTA
	SBC48_S7	R3	9	DDE; DTA
	SBC48_S8	R2	14	DTC; DTA
	SBC48_S9	R2	25	DDE; DTC; DTA
	SBC48_S10	R2	14	DDE; DTA
	SBC48_S11	R2	38	SOL

	SBC48_S12	R3	19	DDE; DTC; DTA
<b>SBC49</b>	SBC49_S1	R2	10	DDE; DTA
	SBC49_S2	R2	8	DTC; DTA
	SBC49_S3	R2	28	DDE; DTC; DTA
	SBC49_S4	R2	28	DDE; DTA
<b>SBC50</b>	SBC50_S1	R3	24	SOL
<b>SBC51</b>	SBC51_S1	R4	11	DDE; DTA
	SBC51_S2	R3	12	DDE; DTA
<b>SBC52</b>	SBC52_S1	R2	8	DTC; DTA
<b>SBC53</b>	SBC53_S1	R2	3	DDE; DTA
	SBC53_S2	R2	10	DTC; DTA
<b>SBC54</b>	SBC54_S1	R2	5	DDE; DTA
	SBC54_S2	R2	8	DDE; DTA
	SBC54_S3	R3	8	DDE; DTC; DTA
	SBC54_S4	R2	14	DTC
<b>SBC55</b>	SBC55_S1	R2	20	SOL
<b>Legenda: DEN</b> – Deslizamento de encosta <b>DTC</b> – Deslizamento de talude de corte <b>DDE</b> – Deslizamento de depósito superficial de encosta <b>DTA</b> – Deslizamento de talude de aterro <b>SOL</b> – Solapamento/ erosão				

Para cada setor de risco, foram sugeridas uma ou mais tipologias de intervenção para redução de risco, aderentes ao processo identificado. Para cada tipologia recomendada, foram estimados quantitativos (como extensões, áreas e/ou volumes), em campo ou graficamente, que permitiram o orçamento individualizado das intervenções para cada setor de risco. Esses procedimentos estão descritos nos **itens 2.3 e 2.4** e seus resultados estão expostos na **Tabela 11**, a seguir.

Analisando os resultados, pode-se destacar que, para mitigação dos riscos identificados nas **34 localidades** estudadas em **São Bernardo do Campo**, o custo total estimado das intervenções é de **R\$55.668.462,94**. O custo estimado **por moradia atendida** é de **R\$27.695,75**.

Foi recomendado para **83** dos 126 setores de risco identificados em São Bernardo do Campo (66% dos setores) serviços de **limpeza de entulho, lixo, etc.** como medida de intervenção.

Equipamentos de drenagem superficial, como **canaletas** foram recomendadas para **84 setores** (67% do total) e **escadas hidráulicas** foram recomendadas para **82** (65% dos setores).

**Recuperação ou qualificação de acessos** foram indicados para **35 setores** (28% do total).

Foram propostas **estruturas de contenção** para **24 setores** (19% do total).

Foram recomendadas as seguintes obras de impermeabilização superficial: **concreto projetado** para **47 setores** (37%), **proteção superficial com gramíneas** para **43 setores** (34%), mas em apenas **1 setor** foi indicado **pavimento em concreto**.

Em **7 setores** (5,5%) foi indicada **recomposição de cobertura vegetal** e em apenas **2 setores** (1,5%) foram sugeridas obras com solo grampeado.

Foram indicadas **remoções de 66 moradias** (3% do número total de moradias inseridas nos 126 setores de risco delimitados) distribuídas em **24 setores** (19% do total). O custo unitário de remoção adotado na estimativa de custos, não tendo sido considerado o custo da relocação ou reassentamento habitacional, é de R\$89.000,00.

**Tabela 11.** Proposição de intervenções estruturais para redução de risco e estimativa de custos em São Bernardo do Campo.

ID/ sigla Localidade	ID Setor de Risco	Grau de Risco	Número de moradias	Tipologia de Intervenção	Custo estimado (R\$)
<b>SBC07</b>	SBC07_S1	R3	10	R; D	103.542,75
	SBC07_S2	R2	4	A; B; E; G	63.996,47
	SBC07_S3	R2	2	A; B;	71.660,10
<b>SBC08</b>	SBC08_S1	R3	3	R; C; D; E	278.733,64
	SBC08_S2	R2	15	A; B; D	113.970,31
	SBC08_S3	R4	5	R; A; B; D; G	413.043,26
	SBC08_S4	R3	4	R; A; B; C; G	228.494,93
	SBC08_S5	R2	5	-	-
	SBC08_S6	R3	2	A; C; D; G	163.355,04
<b>SBC11</b>	SBC11_S1	R2	19	A; B; D; F	225.119,98
	SBC11_S2	R2	25	R; A; B; D; F; G	1.317.947,95
	SBC11_S3	R3	33	-	-
	SBC11_S4	R2	16	A; B; C; D; F; G	1.843.200,25
	SBC11_S5	R2	2	A; D; F; G	198.408,50
	SBC11_S6	R2	4	C; D; E; G	147.706,34
	SBC11_S7	R3	37	R; A; B; D; F	1.138.576,67
	SBC11_S8	R2	13	A; B; C; D; F	245.881,74
	SBC11_S9	R2	30	D; G	218.800,61
	SBC11_S10	R2	32	A; B; D; F	192.723,29
	SBC11_S11	R2	3	F	16.259,07

	SBC11_S12	R3	32	R; A; B; D; F	1.186.985,12
	SBC11_S13	R3	45	A; B; C; D; F; H	1.352.957,10
	SBC11_S14	R2	3	A; B; E; H;	196.738,76
	SBC11_S15	R2	5	A; B; C; D; H	887.766,11
	SBC11_S16	R2	16	D; G	86.810,57
	SBC11_S17	R2	5	A; B; D; F	66.882,83
<b>SBC12</b>	SBC12_S1	R3	40	R; A; B; D; F	1.688.313,76
	SBC12_S2	R2	24	A; B; C	419.082,30
	SBC12_S3	R2	11	C; D; G	236.733,50
<b>SBC13</b>	SBC13_S1	R2	2	A; B; G	73.225,39
	SBC13_S2	R2	6	A; D; F	402.898,64
<b>SBC14</b>	SBC14_S1	R2	8	A; B	264.443,84
	SBC14_S2	R3	10	A; B; F	160.562,55
	SBC14_S3	R2	4	A; B; H	176.776,95
<b>SBC15</b>	SBC15_S1	R2	8	A; B; D; F	194.427,03
	SBC15_S2	R4	17	R; A; B; D; F; G; H	1.396.325,48
	SBC15_S3	R3	17	A; B; C; D; F	908.445,25
<b>SBC18</b>	SBC18_S1	R2	4	A; B; C;	203.327,07
	SBC18_S2	R2	10	B; D; F	1.557.926,04
	SBC18_S3	R3	3	R; C; E; G	210.065,43
	SBC18_S4	R2	7	A; B; F	75.259,88
	SBC18_S5	R2	4	A; J	98.485,22
<b>SBC19</b>	SBC19_S1	R3	8	A; B; D; F	456.034,79
	SBC19_S2	R3	8	D; E; G;	85.185,84
<b>SBC20</b>	SBC20_S1	R3	9	A; B; D; F	610.107,36
	SBC20_S2	R2	23	A; B; D; F	587.403,38
<b>SBC21</b>	SBC21_S1	R3	4	A; B; D; F	2.312.047,12
<b>SBC23</b>	SBC23_S1	R4	23	R; A; B; D; H	1.729.662,23
	SBC23_S2	R2	42	C	504.218,30
	SBC23_S3	R3	25	A; B; C; D; E; F; G	533.391,59
	SBC23_S4	R2	12	A; B; C; D; F; G	294.272,18
	SBC23_S5	R3	4	R; A; B; D; F	285.634,92
	SBC23_S6	R3	20	R; A; B; E; H	503.709,09
	SBC23_S7	R3	15	R; A; B; C; E	606.852,27
	SBC23_S8	R2	38	A; B; C; D; F	286.571,45
	SBC23_S9	R2	24	A; B; D; F	717.124,67
	SBC23_S10	R2	1	C; D; G	26.437,31
<b>SBC25</b>	SBC25_S1	R2	4	D; G	525.963,00
	SBC25_S2	R2	20	A; B; C; G	397.117,08
<b>SBC30</b>	SBC30_S1	R2	2	A	50.052,35
<b>SBC33</b>	SBC33_S1	R2	3	A; B; C; E	291.680,76
	SBC33_S2	R3	27	A; B; D; F	357.646,75

<b>SBC34</b>	SBC34_S1	R2	8	D; E; G	69.504,30
	SBC34_S2	R2	18	A; B; D; F	435.731,08
	SBC34_S3	R3	55	D	94.527,89
<b>SBC35</b>	SBC35_S1	R3	14	A; C; D; F	668.839,16
	SBC35_S2	R4	2	R; B; E	238.569,40
	SBC35_S3	R2	6	B	27.893,94
	SBC35_S4	R3	10	R; A; B; E; I	224.598,73
<b>SBC36</b>	SBC36_S1	R2	3	A; B; G	33.898,54
	SBC36_S2	R2	22	A; B; C; E	597.974,32
	SBC36_S3	R2	19	A; B	272.339,73
<b>SBC37</b>	SBC37_S1	R2	15	A; B; C; G	157.700,84
	SBC37_S2	R3	4	R; A; B; D; F	396.971,02
<b>SBC38</b>	SBC38_S1	R3	12	A; B; E	67.955,56
<b>SBC39</b>	SBC39_S1	R2	63	D	54.535,32
	SBC39_S2	R2	18	D	36.356,88
<b>SBC40</b>	SBC40_S1	R3	5	E	150.391,38
<b>SBC44</b>	SBC44_S1	R2	16	A; B; C	486.207,41
	SBC44_S2	R4	63	-	-
<b>SBC45</b>	SBC45_S1	R2	1	A; F	22.393,22
	SBC45_S2	R2	14	A; B; C; D; E; G	243.915,59
	SBC45_S3	R2	5	A; B; D; F	117.639,93
	SBC45_S4	R2	5	A; B; D; F	130.731,90
	SBC45_S5	R2	6	A; B; D; G	57.069,75
	SBC45_S6	R2	10	A; B; D; F	374.301,65
<b>SBC46</b>	SBC46_S1	R3	36	D	45.446,10
	SBC46_S2	R2	10	D	36.356,88
	SBC46_S3	R2	20	D; E	183.443,33
<b>SBC47</b>	SBC47_S1	R2	8	B; C; D; E; G	303.266,13
	SBC47_S2	R2	14	A; B; D; G	207.160,10
	SBC47_S3	R3	12	A; B; C; D; F	468.368,36
	SBC47_S4	R2	45	A; B; C; D; F; G	825.801,59
	SBC47_S5	R3	14	R	1.246.000,00
	SBC47_S6	R2	37	D; G	344.178,60
	SBC47_S7	R3	9	B; C; D; E; G	362.559,87
	SBC47_S8	R2	11	D; G	261.163,66
	SBC47_S9	R2	50	C	718.338,40
	SBC47_S10	R2	30	A; B; C	160.610,56
<b>SBC48</b>	SBC48_S1	R2	43	A; B; D; F; G	827.724,83
	SBC48_S2	R3	16	A; B; D; F	1.106.113,30
	SBC48_S3	R3	36	A; B; D; F	1.691.327,01
	SBC48_S4	R2	16	D; G	82.602,86
	SBC48_S5	R2	10	A; B; D; F	470.895,17
	SBC48_S6	R2	26	A; B; D; G	346.300,34
	SBC48_S7	R3	9	D; E; G	241.788,55

	SBC48_S8	R2	14	D; G	118.838,57
	SBC48_S9	R2	25	A; B; C	1.100.381,03
	SBC48_S10	R2	14	A; B	87.964,39
	SBC48_S11	R2	38	D; E	128.905,42
	SBC48_S12	R3	19	R; A; B; C; D; G	751.237,99
<b>SBC49</b>	SBC49_S1	R2	10	R; A; B; D; F	458.876,28
	SBC49_S2	R2	8	F	38.615,30
	SBC49_S3	R2	28	A; B; C	752.778,56
	SBC49_S4	R2	28	A; B; D; G	651.682,69
<b>SBC50</b>	SBC50_S1	R3	24	D	63.624,54
<b>SBC51</b>	SBC51_S1	R4	11	R; A; B; D; J	4.643.488,74
	SBC51_S2	R3	12	R; A; B; D; F; G	613.078,14
<b>SBC52</b>	SBC52_S1	R2	8	A; B; D; F	178.700,33
<b>SBC53</b>	SBC53_S1	R2	3	R; A; B; D; F	188.324,09
	SBC53_S2	R2	10	E; G	24.229,87
<b>SBC54</b>	SBC54_S1	R2	5	A; B; D; G	228.905,14
	SBC54_S2	R2	8	D; G	91.590,29
	SBC54_S3	R3	8	R; D; E; G	530.405,40
	SBC54_S4	R2	14	A; B	80.381,98
<b>SBC55</b>	SBC55_S1	R2	20	D	59.988,85
<b>Legenda:</b>	R-Remoção A-Canaleta B-Escada hidráulica C-Acessos D-Limpeza E-Estrutura de contenção F-Concreto Projetado G-Proteção superficial com gramineas H-Recomposição da cobertura vegetal I-Pavimento em concreto J-Solo grampeado				

#### 4. SUGESTÃO DE CRITÉRIOS PARA UMA ESCALA DE PRIORIDADES PARA IMPLEMENTAÇÃO DAS INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS NAS LOCALIDADES ESTUDADAS

Para o estabelecimento de uma ordem de prioridade entre os setores para implementação das intervenções estruturais nas localidades estudadas, são sugeridos os seguintes critérios:

- a. **Grau de Risco** ( $R_4 > R_3 > R_2$ );
- b. **Intervenções previstas ou em andamento.** Se há ou não intervenções previstas ou em andamento por parte da Prefeitura Municipal. A presença de intervenções indica maior prioridade de intervenção;
- c. **Custo de intervenção por edificação.** Definido pelo quociente do valor do custo total de intervenção pelo total de moradias em cada setor. Quanto menor o custo de intervenção por edificação, maior será a prioridade de intervenção;
- d. **Número de edificações no setor.** Quanto maior o número de moradias, maior será a prioridade de intervenção;
- e. **Custo total de intervenção no setor.** Quanto menor o custo total de intervenção no setor, maior será a prioridade de intervenção;
- f. **Indicadores de vulnerabilidade na escala de detalhe.** Se há ou não indicadores de vulnerabilidade observáveis durante o mapeamento de risco. A ausência de indicadores indica menor prioridade de intervenção em relação aos setores onde há presença de tal indicador e que possuem maior prioridade de intervenção;
- g. **Grau de complexidade na execução da Intervenção.** Indica se a intervenção proposta por setor é mais ou menos complexa do ponto de vista de sua execução, numa escala que varia de 1 a 6, onde 6 é máxima complexidade e mínima prioridade e 1 a menor complexidade e maior prioridade de intervenção.

Para a construção da escala hierarquizada de prioridades, foram organizadas as variáveis e as informações relacionadas a cada uma das variáveis foram inseridas em um banco de dados. Utilizou-se softwares para manipulação e análise de planilhas, como o EXCEL ou Calc Libreoffice e, após definição dos critérios de priorização de cada uma das variáveis, foi criado um ranking unificado.

A função utilizada para gerar a listagem final foi a Classificação Personalizada, que analisa todo o conteúdo do banco de dados/planilha, e em seguida aplica as regras por variável, de (a) a (g). Dessa forma, a variável Grau de risco é mais determinante do que a Intervenções previstas ou em andamento na construção da escala de prioridades. As principais variáveis que influenciam na hierarquização proposta por tal modelo são Grau de risco, Intervenções previstas ou em andamento e Custo de intervenção por edificação e as com menor influência são, Indicadores de vulnerabilidade na escala de detalhe e Grau de complexidade na execução da intervenção, sucessivamente.

Apresentam-se aqui (

**Tabela 12)** a escala de prioridade discutida com o grupo gestor do município durante a apresentação dos resultados.

**Tabela 12.** Escala de prioridade para implementação das intervenções estruturais nas localidades estudadas no município de São Bernardo do Campo.

Setor de risco	Prioridade para implementação	Setor de risco	Prioridade para implementação	Setor de risco	Prioridade para implementação
SBC23_S1R4	1	SBC34_S3R3	43	SBC11_S10R2	85
SBC15_S2R4	2	SBC50_S1R3	44	SBC23_S8R2	86
SBC08_S3R4	3	SBC11_S3R2	45	SBC08_S2R2	87
SBC35_S2R4	4	SBC53_S2R2	46	SBC34_S1R2	88
SBC51_S1R4	5	SBC53_S1R2	47	SBC37_S1R2	89
SBC44_S2R4	6	SBC48_S4R2	48	SBC19_S2R2	90
SBC11_S4R3	7	SBC48_S8R2	49	SBC18_S4R2	91
SBC48_S7R3	8	SBC47_S6R2	50	SBC36_S1R2	92
SBC47_S3R3	9	SBC47_S8R2	51	SBC11_S1R2	93
SBC47_S7R3	10	SBC47_S10R2	52	SBC23_S2R2	94
SBC48_S3R3	11	SBC48_S10R2	53	SBC11_S17R2	95
SBC48_S2R3	12	SBC48_S6R2	54	SBC36_S3R2	96
SBC48_S12R3	13	SBC47_S9R2	55	SBC07_S2R2	97

<b>SBC47_S5R3</b>	14	<b>SBC47_S2R2</b>	56	<b>SBC11_S8R2</b>	98
<b>SBC40_S1R3</b>	15	<b>SBC47_S4R2</b>	57	<b>SBC25_S2R2</b>	99
<b>SBC12_S1R3</b>	16	<b>SBC48_S1R2</b>	58	<b>SBC52_S1R2</b>	100
<b>SBC46_S1R3</b>	17	<b>SBC47_S1R2</b>	59	<b>SBC49_S4R2</b>	101
<b>SBC38_S1R3</b>	18	<b>SBC48_S9R2</b>	60	<b>SBC34_S2R2</b>	102
<b>SBC33_S2R3</b>	19	<b>SBC48_S5R2</b>	61	<b>SBC15_S1R2</b>	103
<b>SBC14_S2R3</b>	20	<b>SBC48_S11R2</b>	62	<b>SBC23_S4R2</b>	104
<b>SBC23_S3R3</b>	21	<b>SBC45_S5R2</b>	63	<b>SBC18_S5R2</b>	105
<b>SBC20_S2R3</b>	22	<b>SBC45_S2R2</b>	64	<b>SBC23_S10R2</b>	106
<b>SBC36_S2R3</b>	23	<b>SBC45_S1R2</b>	65	<b>SBC49_S3R2</b>	107
<b>SBC11_S13R3</b>	24	<b>SBC45_S3R2</b>	66	<b>SBC23_S9R2</b>	108
<b>SBC35_S1R3</b>	25	<b>SBC45_S4R2</b>	67	<b>SBC44_S1R2</b>	109
<b>SBC15_S3R3</b>	26	<b>SBC45_S6R2</b>	68	<b>SBC14_S1R2</b>	110
<b>SBC19_S1R3</b>	27	<b>SBC39_S1R2</b>	69	<b>SBC07_S3R2</b>	111
<b>SBC20_S1R3</b>	28	<b>SBC39_S2R2</b>	70	<b>SBC13_S1R2</b>	112
<b>SBC21_S1R3</b>	29	<b>SBC46_S2R2</b>	71	<b>SBC11_S6R2</b>	113
<b>SBC07_S1R3</b>	30	<b>SBC46_S3R2</b>	72	<b>SBC14_S3R2</b>	114
<b>SBC35_S4R3</b>	31	<b>SBC12_S2R2</b>	73	<b>SBC54_S1R2</b>	115
<b>SBC23_S6R3</b>	32	<b>SBC12_S3R2</b>	74	<b>SBC18_S1R2</b>	116
<b>SBC11_S7R3</b>	33	<b>SBC08_S5R2</b>	75	<b>SBC11_S14R2</b>	117
<b>SBC11_S12R3</b>	34	<b>SBC11_S16R2</b>	76	<b>SBC13_S2R2</b>	118
<b>SBC23_S7R3</b>	35	<b>SBC11_S9R2</b>	77	<b>SBC08_S6R2</b>	119
<b>SBC51_S2R3</b>	36	<b>SBC54_S2R2</b>	78	<b>SBC33_S1R2</b>	120
<b>SBC08_S4R3</b>	37	<b>SBC30_S1R2</b>	79	<b>SBC11_S5R2</b>	121
<b>SBC54_S3R3</b>	38	<b>SBC25_S1R2</b>	80	<b>SBC18_S2R2</b>	122
<b>SBC18_S3R3</b>	39	<b>SBC35_S3R2</b>	81	<b>SBC11_S15R2</b>	123
<b>SBC23_S5R3</b>	40	<b>SBC49_S2R2</b>	82	<b>SBC49_S1R2</b>	124
<b>SBC08_S1R3</b>	41	<b>SBC11_S11R2</b>	83	<b>SBC11_S2R2</b>	125

SBC37\_S2R3

42

SBC54\_S4R2

84

SBC55\_S1R2

126

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados dos estudos apresentados neste Relatório deverão orientar as atividades de informação pública, de capacitação das equipes técnicas e gestoras locais para sua utilização e planejamento para sua implementação e deverão ser apresentados em audiência pública.

Santo André, 10 de agosto de 2021.



Fernando Rocha Nogueira

Coordenação do Projeto

## REFERÊNCIAS

- . BITAR, O. Y. (Coord.). **Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações: 1:25.000**: nota técnica explicativa. São Paulo: IPT; Brasília: CPRM, 2014.
- . BRASIL Lei Federal nº 12.608, de 10 de abril de 2012. **Diário Oficial da União**, Brasília, 11 abr. 2012.
- . BUFFON, E.; PAZ, O.; SAMPAIO, T. O veículo aéreo não tripulado (VANT) – aplicação na análise de inundações em áreas urbanas. *Got- Journal of Geography and Spacial Planning*, [s.l.], v.13, p.85-108, jun 2018.
- . BRASIL, MINISTÉRIO DAS CIDADES/ INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. **Mapeamento de riscos em encostas e margem de rios**. Organizadores: Celso Santos Carvalho, Eduardo Soares de Macedo, Agostinho Tadashi Ogura. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.
- . BRASIL - MINISTÉRIO DAS CIDADES, CITIES ALLIANCE. **Prevenção de riscos de deslizamentos em encostas: Guia para elaboração de políticas municipais**. Organizadores: Celso Santos Carvalho, Thiago Galvão. Brasília: Ministério das Cidades; Cities Alliance, 2006.
- . CANIL, K.; NOGUEIRA, F.R. (coord). Carta geotécnica de aptidão à urbanização: Instrumento de planejamento para prevenção de desastres naturais nos Municípios de Rio Grande da Serra e São Bernardo do Campo, Região do Grande ABC, Estado de São Paulo. **Relatório final**. Santo André: UFABC/ Ministério das Cidades, 2015. 67p. + anexos
- . CARBONE, A. S.; CAMPOS, F.S.; SULAIMAN, S. N. Cidades resilientes. A contribuição das Soluções baseadas na Natureza. In: SULAIMAN, S.N. (coord.) **GIRD+10: caderno técnico de gestão integrada de riscos e desastres**. Brasília: Ministério Desenvolvimento Regional, Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, p.108-119, 2021. Disponível em [https://www.institutosiades.org.br/wp-content/uploads/Caderno\\_GIRD10.pdf](https://www.institutosiades.org.br/wp-content/uploads/Caderno_GIRD10.pdf) :
- . CARDONA, O. D. **Midiendo lo inmedible**. Indicadores de vulnerabilidad y Riesgo. La Red – Red de Estudios Sociales en Prevencion de Desastres en America Latina. 2007.

- . CARVALHO, C. S.; HACHICH, W. 1997. Gerenciamento de riscos geotécnicos em encostas urbanas. *In: Solos e Rochas: Revista Brasileira de Geotecnia*. ISSN 0103-7021. 1997, vol. 20, nº 3, p. 179-187.
- . CARVALHO, C. S. Análise quantitativa de riscos e seleção de alternativa de intervenção: exemplo de um programa municipal de controle de riscos geotécnicos em favelas. *In: WORKSHOP SOBRE SEGUROS NA ENGENHARIA*, 1, 2000, São Paulo. **Anais**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE), 2000. P.49-56.
- . CARVALHO, C. S.; NOGUEIRA, F.R.; GERAB JÚNIOR, J.; ZARIF NETO, J.; LUDEMANN, S. M. **CAJUFA 2020**: diretrizes para análise de risco geológico-geotécnico em áreas urbanas. São Paulo: Europa, 2020. Disponível em: <https://www.defensoria.sp.def.br/dpesp/Repositorio/28/Documentos/Cajufa%202020.pdf>
- . CERRI, L. E. S. **Riscos geológicos associados a escorregamentos: uma proposta de prevenção de acidentes**. Tese (Doutorado) Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Rio Claro, 1993.
- . CERRI, L. E. S.; NOGUEIRA, F. R.; CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S. Mapeamento de risco em assentamentos precários no município de São Paulo (SP). São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 2, n. 2, p. 143-150, 2007.
- . EMPLASA - Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano. **Mapa geológico da Região Metropolitana de São Paulo**. 1:50.000. 1979.
- . IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico**: Sinopse do Censo Demográfico. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv49230.pdf>  
Acesso em: 02 mar. 2020.
- . INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. **Carta Geotécnica e Mapa de Localização de Áreas de Risco de Escorregamento: Subsídios do Meio Físico ao Planejamento e à Gestão do Uso e Ocupação do Solo no Município de São Bernardo do Campo, SP**. Relatório N° 40927, 1999;
- . INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO  
. MARANDOLA Jr., E., HOGAN, D. J. O risco em perspectiva: tendências e abordagens. **Geosul**, Florianópolis, v. 19, n. 38, p 25-58, 2004.

- . MOURA, R. B.; CANIL, K.; SULAIMAN, S. N. Vulnerabilidade social, suscetibilidade e riscos de deslizamentos: um estudo sobre a Macrometrópole Paulista. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPEGE, 13., 2019, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANPEGE, 2019.
- . MOURA, R. B., VARALLO, L. S. S., SILVA, L. R. E., MORAIS, G. M. Os veículos aéreos não tripulados (VANT) na gestão de riscos e desastres. In: SULAIMAN, S. N., NOGUEIRA, F. R., CANIL, K., MOURA, R. B., LEITE, M. A. B. **Caminhos participativos para gestão integrada de riscos e desastres: um projeto de pesquisa e extensão universitária**. Santo André: EDUAFC, 2021 (no prelo)
- . NOGUEIRA, F. R. **Gerenciamento de riscos ambientais associados a escorregamentos**: contribuição às políticas públicas municipais para áreas de ocupação subnormal. 2002. 266 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- . NOGUEIRA, F. R.; CANIL, K. (coord.) **Carta geotécnica de aptidão à urbanização: instrumento de planejamento para prevenção de desastres naturais nos municípios de Rio Grande da Serra e São Bernardo do Campo, Região do Grande ABC, Estado de São Paulo**. Santo André, Universidade Federal do ABC, 2015.
- . NOGUEIRA, F. R.; SULAIMAN, S. N.; VASCONCELOS, V. V.; COSTA E SILVA, R.; CARVALHO, B.O. Mensuração de vulnerabilidade na escala de detalhe para mapeamento de riscos: uma proposição inicial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 16., 2018, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABGE, 2018.
- . ONU-HABITAT. **Nova Agenda Urbana**. Declaração de Quito sobre Cidades e Assentamentos Humanos Sustentáveis para Todos. Conferência das Nações Unidas para Habitação e Desenvolvimento Urbano Sustentável (Habitat III). Quito, Equador, 17-20 out. 2016. Disponível em: <http://uploads.habitat3.org/hb3/NUA-Portuguese-Angola.pdf>. Acesso em: 11 out. 2020.
- . ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Agenda 2030. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 4 mar. 2021

- . ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. Escala 1:500.000. Volumes 1 e 2. Laboratório de Geomorfologia, Depto de Geografia – FFLCH-USP/ Laboratório de Cartografia Geotécnica – Geologia Aplicada – IPT / FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – Mapas e Relatório – São Paulo, 1997.
- . ROSSI, M. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**: revisado e ampliado. São Paulo: Instituto Florestal, 2017.
- . SEADE - FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. **Índice Paulista de Vulnerabilidade Social**. São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.iprs.seade.gov.br/ipvs2010/view/index.php?prodCod=2>. Acesso em: 02 mar. 2020.

**EQUIPE EXECUTIVA – UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC**

**Kátia Canil**, geógrafa, docente do CECS-UFABC, coordenadora do projeto (*in memoriam*).

**Fernando Rocha Nogueira**, geólogo, docente do CECS-UFABC, coordenador do projeto.

**Leonardo Andrade de Souza**, engenheiro geólogo, pesquisador colaborador doutor no LabGRis-UFABC, diretor da ZEMLYA Consultoria e Serviços

**Guadalupe Maria J. Abib de Almeida**, advogada, docente do CECS-UFABC

**Flávio Eduardo A. Horita**, cientista computacional, docente do CMCC-UFABC.

**Vitor Vieira Vasconcelos**, geógrafo, docente do CECS-UFABC

**Samia Nascimento Sulaiman**, educadora, docente da UFRN

**Rodolfo Baesso Moura**, Engenheiro ambiental e urbano, doutorando no PPGPGT – UFABC

**Fábio De Santis Campos**, Engenheiro ambiental e urbano, mestrando no PPGPGT – UFABC

**Leonardo Santos Salles Varallo**, Engenheiro ambiental e urbano, mestrando no PPGPGT – UFABC

**Lucas Rangel Eduardo Silva**, Engenheiro ambiental e urbano, mestrando no PPGDN – UNESP/CEMADEN

**Marília Azevedo Baptista Leite**, Engenheira ambiental e urbana

**Rafael Costa e Silva**, Planejador territorial, mestrando no PPGPGT – UFABC

**André Luiz Martins Cotting**, discente de graduação no Bacharelado de Planejamento Territorial, UFABC

**Danielle Blazys**, discente de graduação em Engenharia Ambiental e Urbana, UFABC

**Fernanda Henrique de Souza**, discente de graduação em Engenharia Ambiental e Urbana, UFABC

**Guilherme Santos Sousa**, discente de graduação em Engenharia Ambiental e Urbana, UFABC

**Gustavo Lopes Urbani**, discente de graduação em Engenharia Ambiental e Urbana, UFABC

**Luene Mantovani**, discente de graduação no Bacharelado de Planejamento Territorial, UFABC

## **GRUPO GESTORE DO PROJETO - PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO BERNARDO DO CAMPO**

**Alexandra Jonathas Piccoli**, Secretaria Municipal de Serviços Urbanos  
**Aparecido Chaves de Sousa**, Secretaria Municipal de Segurança Urbana  
**Camila Gomes Quinonero**, Secretaria Municipal de Assistência Social  
**Carlos Takeo Ishikawa**, Secretaria Municipal de Assistência Social  
**Denilson Amador da Silva**, Subcomandante da Guarda Civil Municipal,  
Secretaria Municipal de Segurança Urbana  
**Erica Alessandra de Santana Colasso**, Secretaria Municipal de Assistência Social  
**Gerson de Andrade**, Secretaria Municipal de Serviços Urbanos  
**João Paulo S. B. Barros**, Secretaria Municipal de Saúde  
**Laura Azevedo Duarte**, Secretaria Municipal de Habitação  
**Luiz Bortoletto**, Defesa Civil, Secretaria Municipal de Serviços Urbanos  
**Marcos Cayres**, coordenador da Defesa Civil, Secretaria Municipal de Serviços Urbanos  
**Maria Conceição Chagas**, Secretaria Municipal de Obras e Planejamento Estratégico  
**Maria Tereza Soares Silveira**, Secretaria Municipal de Habitação  
**Paulo Henrique Gonçalves**, Secretaria Municipal de Saúde  
**Roberto Papp Filho**, Secretaria Municipal de Serviços Urbanos

Especial agradecimento aos agentes de Defesa e Proteção Civil de São Bernardo do Campo **Marcos Vivaldo Alcântara de Cayres, Alexandre Orsolan Jaques, Bruno Pinheiro de Sousa, Edmilson Luis da Silva, Rodolfo Donizeti Prata, Luiz Gonçalo dos Santos, Aurélio Eurico Pimenta, João José dos Anjos, Daniel Gomes da Silva, Luverci Aparecido da Conceição, Celso Sparvolli, Heitor Eduardo Grigio, William Afonso Teixeira, Anderson Cavalcante Correa e Leandro Richart Ferreira** pelo apoio logístico e de informações disponibilizadas, indispensável para a execução das atividades de campo.

## ANEXOS

### VOLUME I – LOCALIDADES

- SBC07 – Vila Jardim Industrial (Mininha)
- SBC08 – Parque São Bernardo
- SBC11 – Vila São Pedro
- SBC12 – Núcleo Saracantã
- SBC13 – Vila Esperança
- SBC14 – Jardim Pedreira
- SBC15 – Núcleo Biquinha
- SBC18 – Jardim Limpão
- SBC19 – Ferrazópolis (Av. Albert Schweitzer)

### VOLUME II – LOCALIDADES

- SBC20 – Vila São José
- SBC21 – Golden Park
- SBC23 – Montanhão
- SBC25 – Silvina Audi
- SBC30 – Jardim Thelma
- SBC33 – Jardim João de Barro
- SBC34 – Jardim Laura
- SBC35 – Jardim Serro Azul
- SBC36 – Parque das Garças
- SBC37 – Parque Alvarenga (Casas Fortaleza)
- SBC38 – Parque dos Químicos
- SBC39 – Represa Alvarenga
- SBC40 – Parque Bandeirantes
- SBC44 – Jardim Skaff
- SBC45 – Parque Imigrantes

### VOLUME III – LOCALIDADES

- SBC46 – Jardim Represa
- SBC47 – Vila Sabesp
- SBC48 – Vila Areião
- SBC49 – Botujuru
- SBC50 – Jardim Jussara
- SBC51 – Parque Estoril
- SBC52 – Parque Rio Grande
- SBC53 – Vila Capelinha
- SBC54 – Jardim Boa Vista
- SBC55 – Santa Cruz