

AUTOR: NELSON FERNANDES - UFRJ



**PROJETO GIDES**  
“FORTALECIMENTO DA ESTRATÉGIA NACIONAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RISCOS DE DESASTRES”

VOLUME

1

MANUAL DE MAPEAMENTO DE PERIGO E RISCO  
A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA



**Projeto de Fortalecimento da Estratégia Nacional de Gestão  
Integrada de Desastres Naturais  
-PROJETO GIDES-  
Acordo de Cooperação Internacional Brasil - Japão**

**Manual de Mapeamento de Perigo e Risco a Movimentos  
Gravitacionais de Massa**

**CPRM – Serviço Geológico do Brasil**

Versão 1.1

Última atualização: 18/09/2018

**Rio de Janeiro**

**2018**

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**

**SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL**  
**MINISTRO DE ESTADO**  
Wellington Moreira Franco

**SECRETÁRIO EXECUTIVO**  
Marcio Felix Carvalho Bezerra

**SECRETÁRIO DE GEOLOGIA,  
MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL**  
Vicente Humberto Lôbo Cruz

**CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL**

**CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO**

**Presidente**

Otto Bittencourt Netto

**Vice-Presidente**

Esteves Pedro Colnago (interino)

**DIRETORIA EXECUTIVA**

**Diretor-Presidente**

Esteves Pedro Colnago

**Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial**

Antônio Carlos Bacelar Nunes

**Diretor de Geologia e Recursos Minerais**

José Leandro Silva Andriotti (interino)

**Diretor de Infraestrutura Geocientífica**

Fernando Pereira de Carvalho

**Diretor de Administração e Finanças**

Juliano de Souza Oliveira

**CRÉDITOS TÉCNICOS**

**DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL - DEGET**

Maria Adelaide Mansini Maia

**DIVISÃO DE GEOLOGIA APLICADA – DIGEAP**

Sandra Fernandes da Silva

**DIVISÃO DE GESTÃO TERRITORIAL – DIGATE**

Maria Angélica Barreto Ramos

## **EQUIPE TÉCNICA**

### **Coordenadores**

Jorge Pimentel  
Thiago Dutra dos Santos

### **Concepção Metodológica**

CPRM - Serviço Geológico do Brasil  
Projeto GIDES (Brasil/Japão) -2013/2017

Dario Dias Peixoto  
Diogo Rodrigues Silva  
Jorge Pimentel  
Rafael Silva Ribeiro  
Thiago Dutra dos Santos

### **Elaboração**

Dario Dias Peixoto  
Diogo Rodrigues Silva  
Júlio César Lana  
Ítalo Prata de Menezes  
Larissa Flávia Montandon Silva  
Natália Dias Lopes  
Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff  
Rafael Silva Araújo  
Rafael Silva Ribeiro  
Thiago Dutra dos Santos

### **Colaboração**

Anselmo Pedrazzi  
Frank Gurgel Santos  
José Luiz Kepel  
Marcelo Ambrósio  
Guilherme Henrique Santos Peret

### **Estagiárias**

Ana Carolina Duarte  
Giovanna Tristão Rodrigues da Cunha

## **Departamento de Relações Institucionais - DERID**

### **Divisão de Editoração - DIEDIG**

Ricardo Luiz Barreiros Motta  
Juliana Colussi de Gouvea  
Andrea Continentino

## DEDICATÓRIA

***Dedicamos este trabalho ao geólogo de engenharia Carlos Eduardo Osório Ferreira (em memória) com quem tivemos o privilégio de conviver, compartilhar seus ensinamentos e, principalmente, sua amizade.***

## APRESENTAÇÃO

O Projeto de Fortalecimento da Estratégia Nacional de Gestão Integrada de Riscos em Desastres Naturais (GIDES) é fruto de um acordo firmado entre os governos do Brasil e do Japão, esse último detentor de grande experiência e conhecimento em prevenção de desastres, como parte do esforço para gerenciamento integrado de riscos de desastres naturais ocasionados por movimentos gravitacionais de massa, tais como deslizamentos planar e rotacional, fluxo de detritos e queda de blocos.

O acordo foi firmado em 2013 por intermédio de Japan Internacional Cooperation Agency (JICA) e Agência Brasileira de Cooperação (ABC), com a participação de diversos órgãos do governo brasileiro, como Ministério das Cidades (MCidades), Ministério de Minas e Energia (MME) (representado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB)), Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) (representado pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN)) e Ministério da Integração Nacional (MIN) (representado pelo Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD)). Também compartilham desse convênio as prefeituras municipais de Blumenau (SC), Nova Friburgo (RJ) e Petrópolis (RJ). O projeto conta, ainda, com a colaboração dos governos dos estados de Santa Catarina e Rio de Janeiro.

Como resultado dessa cooperação, foram produzidos seis manuais técnicos, com os quais se objetiva auxiliar as administrações estaduais e municipais na preparação de estratégias de atuação frente a desastres e situações de emergência vivenciadas pela população. Em sua elaboração, observaram-se os preceitos da gestão integrada de desastres, que, em linhas gerais, considera um ciclo por meio do qual os gestores responsáveis podem mitigar o impacto desses eventos separando-os em categorias de ações antes, durante e depois de sua ocorrência. Cada categoria encerra determinado número de fases, cada qual demandando um diferente conjunto de atividades, conforme discriminado a seguir:

- Antes:
  - ✓ Prevenção: Manual de Mapeamento de Perigo e Risco a Movimentos Gravitacionais de Massa.
  - ✓ Mitigação: Manual de Redução de Riscos de Desastres Aplicado ao Planejamento Urbano.
  - ✓ Preparação: Manual para Elaboração de Plano de Medidas Estruturais Contra Rupturas em Encostas.
  - ✓ Alerta: Manual Técnico para Concepção de Intervenções para Fluxo de Detritos.
  
- Durante:
  - ✓ Alerta/Planos de Contingência: Manual Técnico para Elaboração, Transmissão e Uso de Alertas de Risco de Movimentos de Massa.
  
- Depois:
  - ✓ Recuperação/Desenvolvimento: Manual para Elaboração do Plano de Contingência Municipal.

Com o objetivo de auxiliar o leitor no entendimento do texto deste manual, no que tange aos termos específicos dessa área, elaborou-se um glossário técnico, tendo-se como referência os principais glossários e dicionários sobre o assunto.

Trata-se de uma lista de termos e/ou expressões técnicas importantes para a área de estudo ou utilizado (a)s no texto, acompanhado (a)s das respectivas definições.

**RESUMO****MANUAL DE MAPEAMENTO DE PERIGO E RISCO À MOVIMENTOS  
GRAVITACIONAIS DE MASSA**

O Manual de Mapeamento de Perigo e Risco a Movimentos de Massa descreve os principais processos de movimento de massa registrados no Brasil (deslizamentos planar e rotacional, fluxo de detritos e queda de blocos). A metodologia aqui apresentada foi desenvolvida tomando por base àquela desenvolvida no Japão e está sendo aperfeiçoada para melhor retratar as condições brasileiras. Desta forma, foi realizada a coleta experimental dos dados sobre as características desses movimentos gravitacionais de massa (MGMs) em diferentes núcleos urbanos do país. A partir da análise estatística foram definidos critérios topográficos para identificação das áreas mais propensas a geração destes MGMs e as distâncias de atingimento. Por fim, o manual traz os procedimentos sugeridos para avaliação, mapeamento das áreas de perigo e risco à MGMs, bem como estruturação do Sistema de Informações Geográficas e instruções para apresentação dos dados obtidos em campo.

Palavras-chave: Movimentos Gravitacionais de Massa; Perigo; Risco.

## SUMÁRIO

EQUIPE TÉCNICA .....	iii
DEDICATÓRIA.....	iv
APRESENTAÇÃO.....	v
RESUMO.....	vii
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Ações Governamentais Brasileiras na Gestão de Desastres Naturais .....	2
1.2. Justificativa .....	4
1.3. Objetivos.....	4
1.4. Aplicabilidade.....	5
1.5. Processos Analisados.....	5
1.5.1. Deslizamentos.....	6
1.5.1.1. Deslizamento planar .....	7
1.5.1.2. Deslizamento rotacional .....	8
1.5.2. Fluxo de detritos.....	10
1.5.3. Queda de blocos .....	12
2. METODOLOGIA.....	15
2.1. Primeira Etapa: Base de Dados e Área de Estudo .....	16
2.1.1. Base de dados .....	17
2.1.1.1 Base cartográfica.....	17
2.1.1.2. Histórico dos processos de movimentos gravitacionais de massa ....	19
2.1.2. Área de estudo.....	19
2.1.2.1. Locais de interesse.....	19
2.1.2.2. Limite de abrangência .....	21
2.2. Segunda Etapa: Análise de Perigo na Área de Estudo.....	24
2.2.1. Delimitação das áreas crítica (AC) e de dispersão (AD) .....	25
2.2.1.1. Deslizamento planar .....	27
2.2.1.2. Deslizamento rotacional .....	33
2.2.1.3. Fluxo de detritos .....	41
2.2.1.4. Queda de blocos.....	60
2.2.2. Validação das áreas de perigo potencial definidas em escritório .....	72
2.2.3. Qualificação do grau de perigo .....	72
2.2.3.1. Índícios de instabilidade .....	75
2.2.3.2. Deslizamento planar .....	76

2.2.3.3. Deslizamento rotacional .....	78
2.2.3.4. Fluxo de detritos .....	80
2.2.3.5. Queda de blocos.....	84
2.2.3.6. Obras de Engenharia no Terreno .....	86
2.3. Terceira Etapa: Análise de Risco na Área de Estudo .....	87
2.3.1. Classificação da vulnerabilidade .....	87
2.3.2. Qualificação do risco .....	91
3. ORGANIZAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG) .....	93
3.1. Pasta Area_de_estudo .....	94
3.1.1. Subpasta Local_interesse .....	95
3.1.2. Subpasta Limite_abrangencia .....	96
3.2. Pasta Base_cartografica.....	97
3.2.1. Subpasta Area_urbana .....	97
3.2.2. Subpasta Curvas_de_nivel .....	98
3.2.3. Subpasta Drenagem .....	99
3.2.4. Subpasta Infraestrutura.....	101
3.2.5. Subpasta Limites.....	103
3.2.6. Subpasta Localidades .....	105
3.3. Pasta Feicoes .....	105
3.3.1. Subpasta Campo_blocos .....	106
3.3.2. Subpasta Cicatriz .....	107
3.3.3. Subpasta Deposito_talus_coluvio .....	108
3.3.4. Subpasta Paredao_rochoso.....	109
3.4. Pasta Imagens.....	110
3.5. Pasta Informacoes_adicionais .....	111
3.6. Pasta Leiaute.....	111
3.7. Pasta Mapas_tematicos.....	113
3.8. Pasta Produtos_finais.....	113
3.9. Pasta Produtos_intermediarios.....	116
3.9.1. Subpasta Areas_critica_dispersao .....	116
3.9.2. Subpasta Areas_perigo.....	117
3.9.3. Subpasta Ponto_espraiamento .....	118
3.9.4. Subpasta Pontos_de_campo .....	119
3.9.5. Subpasta Vulnerabilidade .....	121
4. LEIAUTE DAS CARTAS.....	123

4.1. Orientações Gerais .....	123
4.2. Carta-Índice de Perigo e Risco a Movimentos Gravitacionais de Massa.....	123
4.2.1. Figura principal.....	125
4.2.2. Figura de localização .....	127
4.2.3. Créditos.....	128
4.2.4. Cabeçalho .....	129
4.2.5. Quadro-síntese de perigo e risco .....	130
4.2.6. Legendas .....	131
4.2.7. Nota.....	132
4.2.8. Convenções cartográficas.....	132
4.2.9. Logotipos.....	133
4.3. Carta de Perigo a Movimentos Gravitacionais de Massa .....	133
4.3.1. Figura principal.....	135
4.3.2. Figura de localização e créditos.....	137
4.3.3. Cabeçalho .....	137
4.3.4. Legendas .....	138
4.3.5. Nota.....	138
4.3.6. Convenções cartográficas e logotipos.....	139
4.4. Carta de Risco a Movimentos Gravitacionais de Massa.....	139
4.4.1. Figura principal.....	140
4.4.2. Figura de localização .....	142
4.4.3. Créditos.....	143
4.4.4. Cabeçalho .....	143
4.4.5. Legendas .....	144
4.4.6. Nota.....	145
4.4.7. Convenções cartográficas e logotipos.....	145
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	147
GLOSSÁRIO .....	154
APÊNDICES.....	166
APÊNDICE A – GABARITOS .....	167
APÊNDICE B – Ficha de Campo.....	178
APÊNDICE C – Fundamentação Teórica .....	182

## 1. INTRODUÇÃO

Movimentos de massa são processos recorrentes no Brasil e causam prejuízos materiais e perdas de vidas. Embora a prevenção contra tais eventos seja de grande relevância para o crescimento ordenado das cidades, as ações nacionais nesse sentido ainda são insuficientes. O Japão, por sua vez, conta com larga experiência e conhecimento na prevenção e atuação frente a esses acontecimentos, sendo reconhecido mundialmente por suas boas práticas.

### **Movimento de Massa**

Movimento de solo, rocha e/ou vegetação ao longo da vertente, sob a ação direta da gravidade. A contribuição de outro meio, como água ou gelo, se dá pela redução da resistência dos materiais de vertente e/ou pela indução do comportamento plástico e fluido dos solos (TOMINAGA, 2012, p. 27).

A cooperação entre Brasil e Japão no Projeto GIDES agrega valor aos estudos já realizados por pesquisadores brasileiros, como também possibilita o contato com estratégias e tecnologias distintas. Como um dos resultados do projeto, este manual apresenta procedimentos para elaboração de **cartas de perigo e risco** a movimentos gravitacionais de massa e serve de base para o gerenciamento dessas áreas.

### **Carta**

Documento cartográfico com representação das informações e associação de dados, ou seja, das interpretações e associações contidas nos mapas (ZUQUETTE E GANDOFI, 2004).

### **Perigo**

Condição ou fenômeno com potencial para causar uma consequência desagradável dentro de um certo período de tempo.

### **Risco**

Relação entre a possibilidade de ocorrência de um dado processo ou fenômeno e a magnitude de danos ou consequências sociais e/ou econômicas sobre um dado elemento, grupo ou comunidade. Quanto maior a vulnerabilidade, maior o risco. Assim, considera-se o risco como uma função do perigo, da vulnerabilidade e dano potencial” (TOMINAGA, 2012, p.151).

O zoneamento de perigo aplicado a movimentos gravitacionais de massa é um procedimento que objetiva ressaltar todos os processos que possam afetar uma área

de estudo, como também estabelecer frequência, volume ou velocidade associados às tipologias em enfoque.

Em geral, esse tipo de procedimento considera os resultados do mapeamento de suscetibilidade, o qual, por sua vez, envolve a caracterização cartográfica dos tipos de movimentos (existentes ou potenciais) em termos de área, volume, distribuição espacial e alcance. As escalas de zoneamentos possíveis variam desde o regional consultivo até o nível de sítio específico, alcançando, inclusive, o nível de projeto (MACEDO; BRESANI, 2013).

A metodologia proposta neste manual para elaboração de cartas de perigo a movimentos gravitacionais de massa objetiva identificar, por meio de critérios topográficos, quatro tipologias específicas de movimentos de massa (tanto existentes como potenciais), delimitar projeções para seu comportamento (área de geração e de atingimento) e qualificar sua gravidade, usando para isso indícios físicos no terreno.

Cartas de risco aplicadas a deslizamentos, segundo a conceituação de Santos (2012), são documentos cartográficos que delimitam compartimentos ou zonas submetidas a determinado tipo de perigo (por exemplo, deslizamento) ante determinado tipo de ocupação.

As cartas de risco a movimentos gravitacionais de massa propostas neste manual correspondem à relação entre a análise de perigo e as condições de resistência física (vulnerabilidade) das construções frente aos processos de movimento de massa estudados.

Para elaboração da metodologia proposta neste manual, as equipes da CPRM receberam treinamento no Japão e no Brasil, para conhecer e entender a sistematização dos procedimentos de mapeamento, desde a coleta de dados até a proposição de classificação de perigo, baseada em modelagem matemática automatizada, realizada naquele país. No Brasil, procedeu-se a estudos e coletas de dados em diferentes regiões, tendo sido realizados, posteriormente, testes em áreas-piloto. Os resultados foram apresentados e discutidos em reuniões técnicas, com o objetivo de adaptar a metodologia japonesa de mapeamento à realidade brasileira.

## **1.1. Ações Governamentais Brasileiras na Gestão de Desastres Naturais**

Antes da promulgação da Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), as ações relacionadas à política de gerenciamento da ocupação urbana eram baseadas

especialmente na Lei nº 6.766/79 (BRASIL, 1979), que dispunha sobre o parcelamento do solo urbano. A principal contribuição dessa lei se refere à “proibição do parcelamento em terrenos com declividade superior a 30% (aproximadamente 17° de inclinação), exceto se atendidas exigências específicas das autoridades competentes” (artigo 3º, parágrafo único).

A Constituição Federal preceituou as diretrizes gerais da política urbana (artigos 182 e 183), que foram regulamentadas em 2001, por meio da Lei nº 10.257 (BRASIL, 2001). Desde 2004, o Ministério das Cidades desenvolve e executa o programa Urbanização, Regularização e Integração de Assentamentos Precários, colocando em prática um conjunto de ações em apoio à prevenção e erradicação de riscos. Nesse conjunto de ações está inserido o Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR), instrumento de planejamento para elaboração do diagnóstico do risco de desastres, que contempla uma série de diretrizes técnicas e gerenciais, as quais permitem ao poder público municipal realizar ações estruturais e não estruturais, visando à redução de risco de desastres.

Em 2012, passou a vigorar a Lei nº 12.608 (BRASIL, 2012), que instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) e dispôs sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC), e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil (CONPDEC).

Complementando as ações do governo federal para gerenciamento de riscos de desastres, destaca-se a criação do Centro Nacional de Gerenciamento de Desastres (CENAD), coordenado pelo Ministério da Integração Nacional, e o Centro de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, responsáveis por gerenciar ações estratégicas de preparação e resposta a desastres e por alertas e monitoramento de eventos naturais. Além dessas ações, foram redefinidas as atribuições do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) para abordar a pesquisa e o mapeamento de áreas de riscos geológicos, bem como elaborar cartas de suscetibilidade e cartas geotécnicas de aptidão urbana, ambas relacionadas a movimentos de massa e inundação. Nesse contexto, foi criada a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC), coordenando as ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação nas esferas federal, estaduais e municipais.

## 1.2. Justificativa

Os estudos de cartografia de perigo e risco, seja pela proximidade com instituições de pesquisa, recorrência de eventos ou mortes associadas, encontram-se concentrados em regiões específicas do país, para as quais muitas vezes já estão definidos critérios e parâmetros deflagradores específicos. Os tipos de cartas produzidas, o método de mapeamento e a apresentação dos dados variam entre as regiões e as instituições envolvidas. Nacionalmente, a cartografia desses eventos vem sendo realizada de maneira qualitativa, dada a inexistência de parâmetros tais como cadastros de cicatrizes, medições de alcance e volume de movimentos de massa, níveis pluviométricos limítrofes para deflagrações de movimentos de massa, dentre outros, para todo o país.

A falta de uma metodologia nacional padrão de mapeamento, que permita a classificação e a cartografia das áreas de perigo e risco de forma uniforme, causa dificuldades na compatibilização dos produtos gerados e na compilação dos dados para que se apliquem, por exemplo, ferramentas estatísticas, ou mesmo para que se tenha clareza na administração pública sobre qual metodologia deve ser utilizada em seu território.

Dessa forma, faz-se necessário o estabelecimento de procedimentos basilares baseados em parâmetros físicos que possam nortear os mapeamentos futuros e reduzir as diferenças entre eles, sem que se percam os avanços obtidos regionalmente.

## 1.3. Objetivos

Com este manual, objetiva-se a definir padrões relacionados ao mapeamento e à avaliação de áreas de perigo e risco a movimentos gravitacionais de massa, que tenham aplicabilidade em todo o território nacional, por meio da apresentação de uma metodologia desenvolvida com a contribuição do conhecimento de instituições japonesas e brasileiras, baseada em critérios topográficos e estatísticos. Como resultado, em conjunto com os demais manuais retromencionados, pretende-se subsidiar a tomada de decisão de gestores públicos e profissionais dos setores público e privado que atuam promovendo ações de identificação, prevenção e recuperação de áreas de risco.

## 1.4. Aplicabilidade

Os produtos cartográficos gerados a partir deste manual figuram como subsídio necessário à espacialização da gestão de perigo e risco em âmbito municipal e regional. Com este mapeamento pretende-se subsidiar a tomada de decisão de gestores públicos e profissionais dos setores público e privado que atuam promovendo ações de identificação, prevenção e recuperação no gerenciamento dos riscos. Isto é, o mapeamento constitui ferramenta básica para orientar a elaboração dos planos de contingência e a emissão de alertas nas comunidades em risco. Auxilia ainda na gestão territorial e as políticas de uso e ocupação do solo, no sentido de orientar a proposição de vetores de expansão urbana dos municípios em locais seguros, e assim evitar a formação de novas áreas de risco. Serve também para orientar a implantação de obras preventivas ou de reabilitação nas áreas prioritárias, como forma de mitigação. Dessa forma, a qualidade das informações apresentadas nas cartas de perigo influencia consideravelmente o sucesso das demais etapas do processo de gerenciamento de riscos. Entretanto, não exige a necessidade de investigação geológico-geotécnica de detalhe.

## 1.5. Processos Analisados

A classificação dos processos que serão abordados neste manual é baseada na proposta de Augusto Filho (1992), a qual descreve características, materiais envolvidos, velocidade e geometria dos movimentos de massa com ocorrência mais comum nas encostas do território nacional (Quadro 1.1).

**Quadro 1.1 – Classificação de movimentos de massa.**

<b>Processo</b>	<b>Geometria, Material e Dinâmica</b>
<b>Queda</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sem planos de deslocamento</li> <li>● Movimentos tipo queda livre ou em plano inclinado</li> <li>● Velocidades muito altas (vários m/s)</li> <li>● Material rochoso</li> <li>● Pequenos a médios volumes</li> <li>● Geometria variável: lascas, placas, blocos, etc.</li> <li>● Rolamento de matacão</li> <li>● Tombamento</li> </ul>
<b>Deslizamento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Poucos planos de deslocamento (externos)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Velocidades médias (m/h) a altas (m/s)</li> <li>● Pequenos a grandes volumes de materiais</li> <li>● Geometria e materiais variáveis</li> <li>● Planares: solos pouco espessos; solos e rochas com plano de fraqueza</li> <li>● Rotacionais: solos espessos, homogêneos e rochas muito fraturadas</li> </ul>
<b>Fluxo de Detritos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Muitas superfícies de deslizamento</li> <li>● Movimento semelhante ao de um líquido viscoso</li> <li>● Desenvolvimento ao longo das drenagens</li> <li>● Velocidades médias a altas</li> <li>● Mobilização de solo, rocha, detritos e água</li> <li>● Grandes volumes de material</li> <li>● Extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas</li> </ul>

Fonte: Adaptado de AUGUSTO FILHO, 1992.

Os movimentos de massa formam rupturas complexas, que podem incluir mais de um tipo (deslizamento e quedas, por exemplo) (HIGHLAND; BOBROWSKY, 2008).

### 1.5.1. Deslizamentos

São movimentos rápidos, com volumes definidos, deflagrados em porções inclinadas do terreno. Neles há deslocamento descendente de solo, rocha e/ou material orgânico sob a ação da gravidade (TOMINAGA, 2012b).

Considerando os tipos de movimento de massa conhecidos, os deslizamentos são os mais frequentes no Brasil, principalmente em regiões de relevo acidentado. Normalmente, após sua deflagração, esses processos são facilmente reconhecidos pela população em geral, que, comumente, os denomina *desbarrancamento* ou *queda de barreira* (TOMINAGA, 2012b).

A gênese e a dinâmica dos deslizamentos são controladas por diversos fatores – geológicos, geotécnicos, climatológicos e antrópicos –, o que contribui para a complexidade dos estudos voltados ao entendimento desses processos. Entretanto, em termos gerais, um deslizamento ocorre quando a força gravitacional é maior que o atrito interno das partículas que compõem o terreno (TOMINAGA, 2012b).

Dentre as causas naturais, destaca-se o papel da infiltração da água, o que explica a incidência preponderante de deslizamentos durante as chuvas (GERSCOVICH, 2012; TOMINAGA, 2012b). As influências antrópicas mais comuns estão relacionadas à execução de taludes de corte com geometria inadequada,

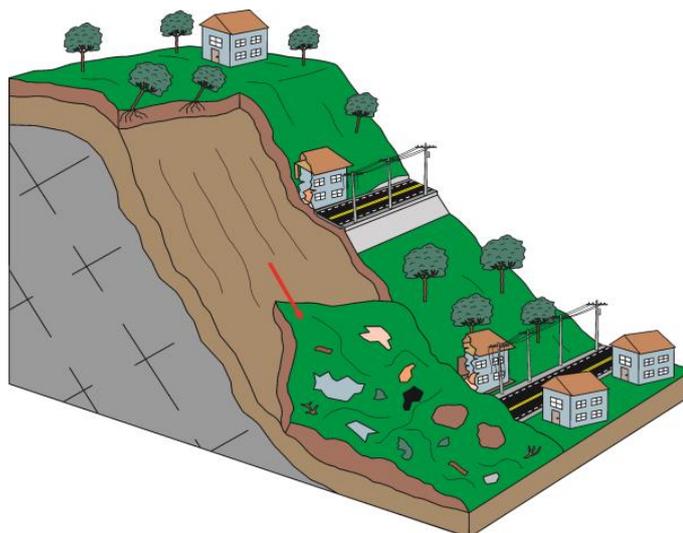
construção deficiente de aterros, lançamento de entulho e lixo nas encostas e taludes, remoção da cobertura vegetal, lançamento de águas pluviais e/ou servidas e vazamentos nas redes de esgoto e abastecimento (GERSCOVICH, 2012).

Tendo em vista a geometria e as características dos materiais instabilizados, os deslizamentos são subdivididos em três tipos: planar, rotacional e em cunha. Como a ocorrência em cunha é pouco comum e restrita às regiões que apresentam relevo fortemente controlado por estruturas geológicas (TOMINAGA, 2012b), optou-se por não abordar esse processo neste manual.

#### 1.5.1.1. Deslizamento planar

Esse grupo constitui o tipo de deslizamento mais frequente no Brasil. Normalmente, desenvolve-se durante ou logo após intensos episódios de chuva. Caracteriza-se por curta duração e rápido deslocamento de materiais, os quais se movimentam segundo planos de fraqueza associados às heterogeneidades geológicas, geotécnicas ou hidrológicas do maciço. Os materiais transportados são constituídos por rocha, solo ou solo e rocha (GERSCOVICH, 2012; TOMINAGA, 2012b) (Figura 1.1).

**Figura 1.1** – Bloco-diagrama representando deslizamento planar.



Elaborado por Rafael Ribeiro, 2016.

**Nota:** Observa-se que o solo não desliza em relação à superfície da rocha, mas segundo uma superfície dentro do próprio solo.

Os deslizamentos planares ocorrem, predominantemente, em solos pouco desenvolvidos em vertentes com altas declividades (Figura 1.2) e podem atingir centenas ou até milhares de metros (Figura 1.3). Seu poder de destruição é normalmente grande, com variações em função do volume e material deslocado (BRASIL, 2014; TOMINAGA, 2012b).

**Figura 1.2** – Cicatrizes de deslizamento planar em encosta desabitada e íngreme.



Fotografia: Júlio Lana, 2014.

**Nota:** A ruptura ocorreu condicionada por comportamentos geotécnicos distintos entre as camadas do solo, frente a chuvas intensas (município de Sardoá, MG).

**Figura 1.3** –Cicatriz de deslizamento planar (Sardoá, MG).

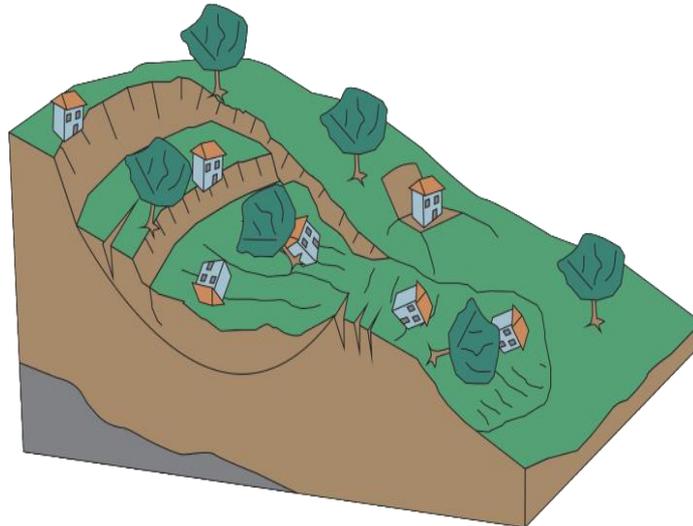


Fotografia: Eugênio Moraes/Folhapress. Disponível em: <[http://imagem.band.com.br/zoom/f\\_223484.jpg](http://imagem.band.com.br/zoom/f_223484.jpg)>. Acesso em: ago. 2017.

#### 1.5.1.2. Deslizamento rotacional

São movimentos mais lentos que os planares e ocorrem de maneira contínua ou intermitente, segundo uma ou mais superfícies de ruptura curvas, com concavidade voltada para cima (Figura 1.4).

**Figura 1.4** – Bloco-diagrama representando deslizamento rotacional.



Fonte: Adaptado de TOMINAGA, 2012b. Elaborado por Júlio Lana, 2016.

Durante a evolução do processo, é comum a mobilização de grande volume de material (Figura 1.5). Normalmente, esse material corresponde ao produto da alteração das rochas que compõem a litologia local (AUGUSTO FILHO, 1992; BRASIL, 2014; TOMINAGA, 2012b).

**Figura 1.5** – Deslizamento rotacional em planta, com movimentação de grande volume de material (Passa Três, Rio Claro, RJ).



Fonte: Google Earth.

O fenômeno é comum em regiões montanhosas tropicais (GERSCOVICH, 2012), ocorrendo em encostas com espessos pacotes homogêneos de solo (Figura 1.6), rochas sedimentares ou maciços rochosos intensamente fraturados. Caso o movimento ocorra de maneira súbita, pode causar uma catástrofe (TOMINAGA, 2012b). Há grandes danos quando esses fenômenos ocorrem em zonas densamente habitadas, comprometendo diversas estruturas.

**Figura 1.6** – Deslizamento rotacional em espesso pacote de solo (Passa Três, Rio Claro, RJ).



Fotografia: Thiago Dutra, 2016.

### 1.5.2. Fluxo de detritos

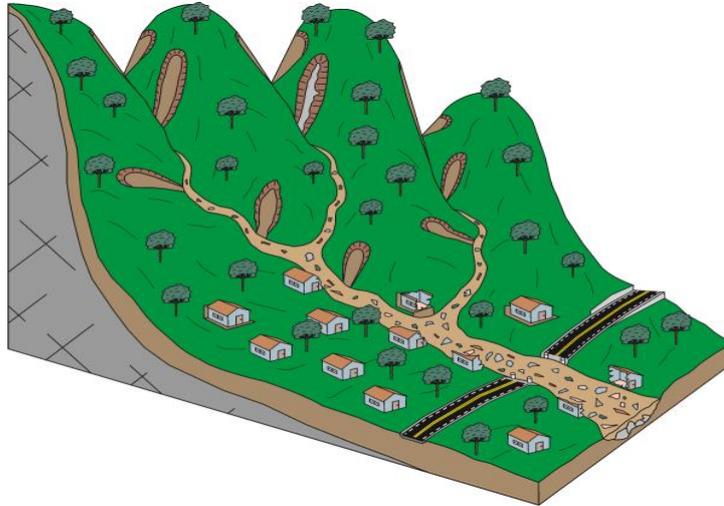
São eventos caracterizados por rápido deslocamento (m/s) de massa fluida de alta viscosidade, composta, principalmente, por solo, rocha, vegetação, detritos de origem antrópica e água (AUGUSTO FILHO, 1992; TOMINAGA, 2012a).

O processo se inicia em áreas de relevo montanhoso, durante intensos episódios pluviométricos, a partir do carreamento de sedimentos provenientes de deslizamentos recentes e/ou da remobilização de antigos depósitos sedimentares acumulados ao longo dos canais de drenagem (Figuras 1.7 e 1.8). Ao atingir as porções mais aplainadas do relevo, ocorre redução da velocidade de transporte e, conseqüentemente, há deposição do material transportado sob a forma de leques aluviais (Figura 1.9).

Em função de extenso raio de alcance, grande quantidade de material transportado e alta energia do processo, os fluxos de detritos estão incluídos no grupo

dos mais catastróficos tipos de movimento de massa. Quando atinge áreas urbanas, esse fenômeno pode causar intensos impactos econômicos e sociais, inclusive a perda de vidas humanas (GRAMANI, 2015; TOMINAGA, 2012a).

**Figura 1.7** – Bloco-diagrama representando fluxo de detritos esquemático.



Fonte: Elaborado por Rafael Ribeiro, 2016.

**Figura 1.8** – Área percorrida por fluxo de detritos (Morro do Baú, SC).



Fotografia: IPT. Disponível em: <<http://mapio.net/pic/p-82120435/>>. Acesso em: ago. 2017.

**Figura 1.9** – Local de deposição do material proveniente de fluxo de detritos (Morro do Baú, SC).

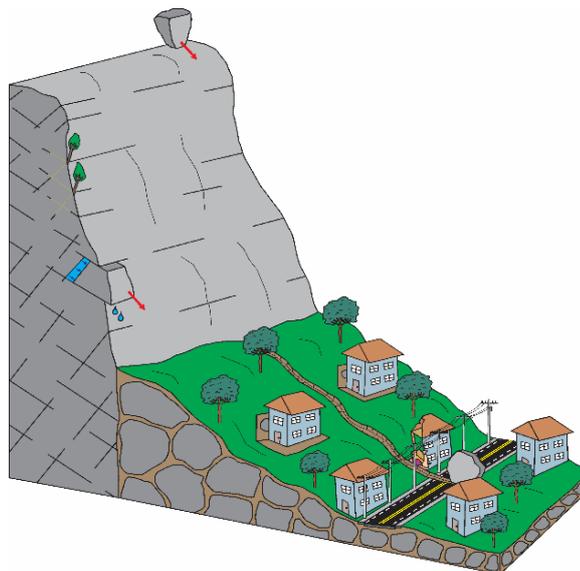


Fotografia: Zenório Piana. Disponível em: [http://www.ipt.br/banco\\_imagens/1857\\_maior.jpg](http://www.ipt.br/banco_imagens/1857_maior.jpg). Acesso em: ago. 2017.

### 1.5.3. Queda de blocos

Segundo Yilmaz, Yildirim e Keskin (2008), a queda de blocos é o movimento de massa em que um ou mais blocos desconexos do maciço rochoso caem ao longo de um declive por queda livre, saltação ou rolamento. Brunsden e Prior (1984) definem a queda de blocos rochosos como todo movimento de material por meio de queda livre abrupta em encostas muito íngremes e precipícios, em que o material é desprendido sob a forma de blocos. Um bloco de rocha que já tenha sido transportado pode ser remobilizado; esse tipo de movimentação secundária é observado em depósitos de tálus (Figura 1.10).

**Figura 1.10** – Bloco-diagrama representando área com queda de blocos.



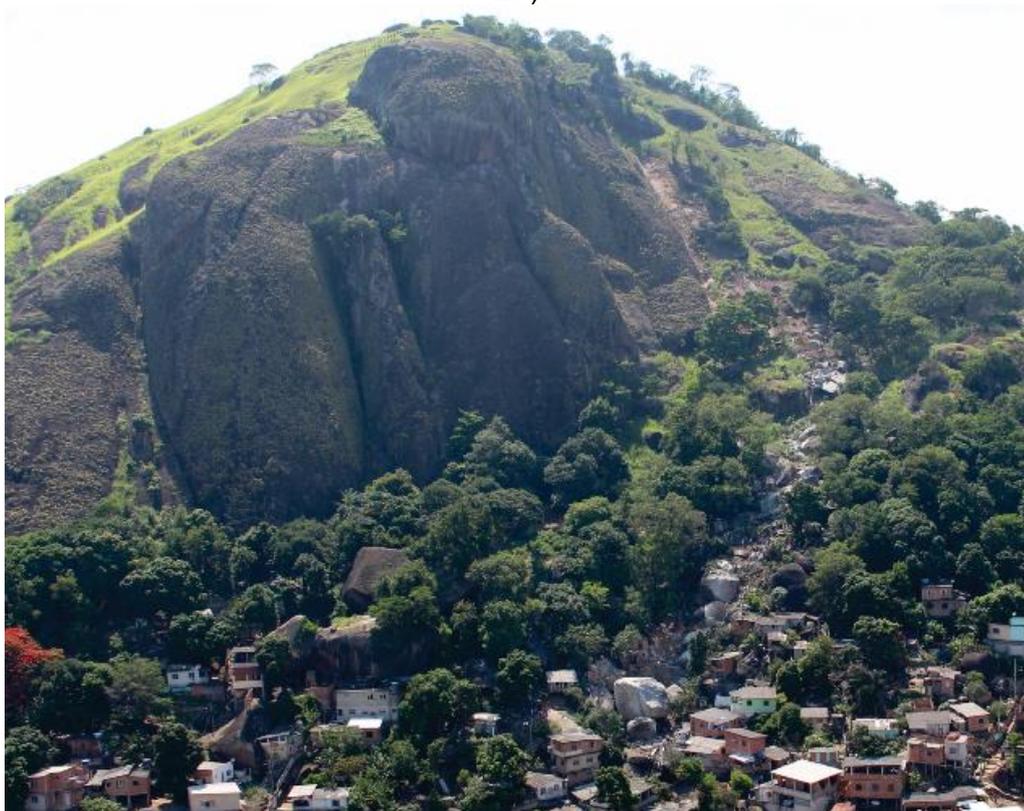
Fonte: Elaborado por Rafael Ribeiro, 2016.

**Nota:** Observa-se percolação de água e raízes de plantas nas discontinuidades do maciço, que pode originar ou instabilizar blocos. É exibida a possibilidade de queda de blocos soltos na encosta.

Trata-se de um dos movimentos de massa mais rápidos (VARNES, 1984). A velocidade pode variar de poucos metros por segundo até cerca de 30 m/s (PEILA; RONCO, 2009). Conforme Frattini et al. (2008), essa alta mobilidade é a característica principal que diferencia a queda de blocos dos outros movimentos de massa.

As causas de quedas de blocos são diversas e não estão necessariamente relacionadas a períodos de chuva. Assim, torna-se difícil a previsão da deflagração do processo. O modo de movimentação do bloco depende basicamente de sua geometria e da configuração da encosta. Nas regiões montanhosas do planeta, a queda de blocos é um tipo frequente de movimento de massa e, quando atingem zonas habitadas, é uma das principais causas de danos e fatalidades (RIBEIRO, 2013) (Figuras 1.11 e 1.12).

**Figura 1.11** – Destruição causada por queda de blocos no Morro da Boa Vista (Vila Velha, ES).



Fotografia: Defesa Civil do Espírito Santo, 2016.

**Figura 1.12 –** Destruição causada por queda de blocos (Vila Velha, ES).



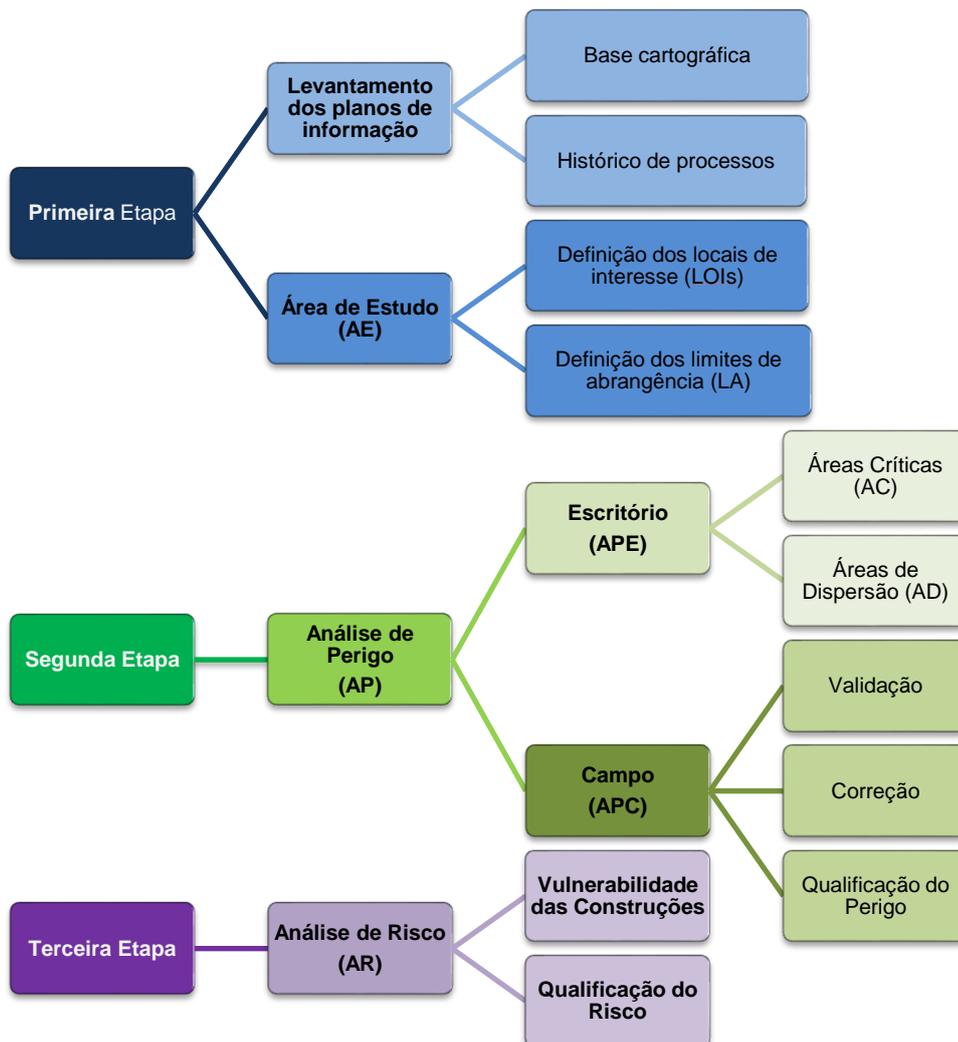
Fotografia: Rafael Ribeiro, 2016.

## 2. METODOLOGIA

A metodologia ora proposta fundamenta-se na relação entre três componentes – processos geológicos relacionados a movimentos gravitacionais de massa, perigo e risco. A premissa que orienta a elaboração desta metodologia é a de que não existe risco sem perigo. Como os movimentos gravitacionais de massa representam o perigo potencial, a sua identificação é condição essencial, sem a qual o desenvolvimento de um estudo de prevenção não se justifica. Para consecução desse objetivo, utilizam-se critérios topográficos e feições de instabilidade para determinar quais tipos de movimentos são possíveis de ocorrer em determinada área de estudo.

Na elaboração de cartas de perigo e risco a movimentos gravitacionais de massa, orienta-se a aplicação da sequência metodológica descrita a seguir, composta por três etapas (Figura 2.1).

**Figura 2.1** – Etapas da metodologia de elaboração de cartas de perigo e risco a movimentos gravitacionais de massa.



Fonte: Elaborado por Natália Dias e Larissa Montandon, 2017.

A primeira etapa é composta por levantamentos da base de dados e definição da área de estudo. É importante que, antes de se definirem as áreas do município que receberão os mapeamentos de perigo e/ou de risco, os tomadores de decisão compreendam os processos geológicos ora analisados. A coleta e compilação do histórico de ocorrência de movimentos pretéritos e a disponibilidade de base cartográfica adequada aos levantamentos irão fundamentar essa decisão.

A segunda etapa consiste em duas fases: trabalho de escritório (APE) e levantamento de campo (APC). Em escritório, devem-se aplicar os critérios topográficos para identificação do perigo potencial e delimitação das áreas em que pode ocorrer deflagração e/ou atingimento relativas a cada tipo de movimento gravitacional de massa. A vistoria de campo deve, inicialmente, validar os critérios e as condições topográficas para qualificar o grau de perigo, por meio da avaliação dos indícios físicos de instabilidade do terreno. Essa etapa leva à produção da carta de perigo.

A terceira etapa é constituída por análise do risco, na qual a vulnerabilidade das edificações passíveis de serem atingidas durante os movimentos gravitacionais de massa será avaliada e devidamente correlacionada com as informações da carta de perigo desenvolvida na etapa anterior. O resultado final dessa etapa é a carta de risco.

**IMPORTANTE:** As regras apresentadas neste manual não devem ser consideradas como obrigatórias. Elas servem como referência inicial, um ponto de partida para os municípios que estão iniciando seus estudos. Para as localidades que possuem registros estatísticos representativos, estes devem ser analisados no sentido de concordar ou discordar com os critérios topográficos e a delimitação das áreas de perigo potencial. Em caso de discordância, as mudanças devem estar fundamentadas e justificadas nos resultados apresentados.

## 2.1. Primeira Etapa: Base de Dados e Área de Estudo

Essa etapa inicia-se com reuniões entre as lideranças dos setores governamentais, com o intuito de difundir e analisar a necessidade de executar as cartas de perigo e risco.

Nessas reuniões é importante tratar sobre a base de dados disponível no município, como a eventual necessidade de levantamentos atualizados, e o

conhecimento acumulado pelo município na forma de histórico de ocorrências dos movimentos gravitacionais de massa. Em um município em que houver registros, será possível definir as tendências locais e regionais para determinado tipo de movimento, o que facilita a concentração de esforços e recursos financeiros. A inexistência de registros ou históricos, entretanto, não impede a aplicação da metodologia proposta.

Nessa etapa, ainda não são necessários conhecimentos específicos de perigo e risco, porém, recomenda-se iniciar os estudos sobre gerenciamento de riscos geológicos, usando não apenas os conceitos apresentados neste manual como também os disponíveis em outras bibliografias.

### 2.1.1. Base de dados

A base de dados é constituída pelo conjunto de informações e arquivos relacionados à cartografia e ao histórico de movimentos gravitacionais de massa do município.

#### 2.1.1.1 Base cartográfica

O levantamento da base cartográfica consiste na coleta de todas as representações gráficas disponíveis (Quadro 2.1). Os materiais podem estar tanto em formato digital como impresso. No caso dos dados em formato impresso, recomenda-se a digitalização do material para a devida integração ao Sistema de Informação Geográfica (SIG).

**Quadro 2.1** – Informações obrigatórias e opcionais para formação da base de dados.

Base de dados	Escala
<b>Base cartográfica obrigatória</b>	
Curvas de nível (extraídas do Modelo Digital de Elevação (MDE) ou levantamento topográfico)	Entre 1:1.000 e 1:10.000
Drenagem (extraídas do MDE ou levantamento topográfico)	
<b>Dados adicionais opcionais</b>	
Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa	Entre 1:1.000 e 1:25.000
Malha Urbana	
Plano-Diretor	
Carta Geotécnica	
Imagem (Google Earth, ortofotografias, etc.)	

Fonte: Elaborado por Dario Peixoto e Natália Dias, 2017.

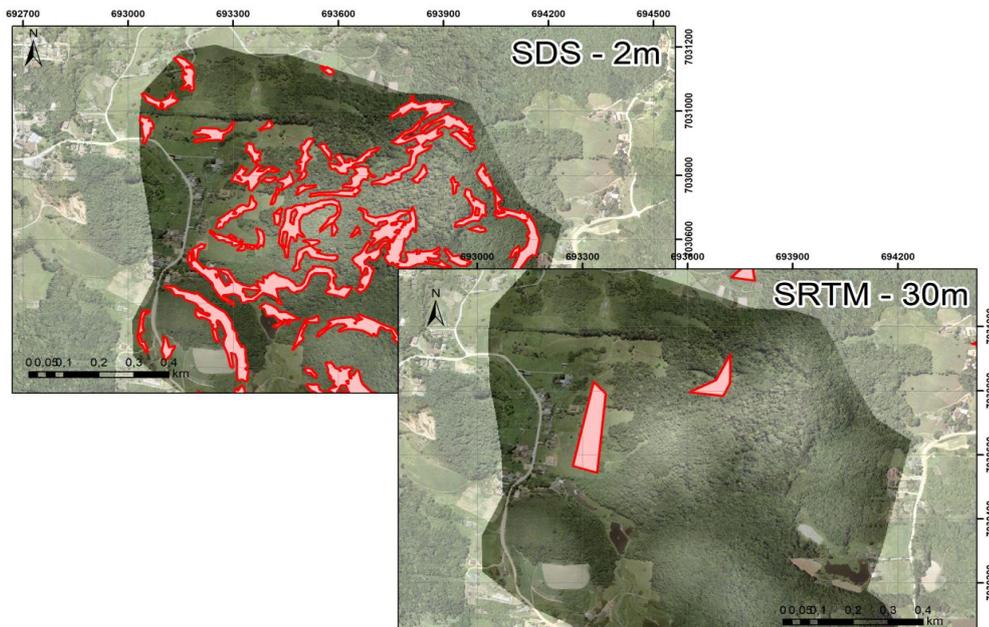
Os produtos a serem gerados devem ter escala compatível com a representação das áreas de perigo e risco; portanto, as áreas de estudo apontadas precisam ser visíveis na escala de trabalho. Neste manual, adota-se como padrão, tanto para a base cartográfica de referência como para os produtos finais, a escala mínima de 1:10.000, sendo a escala 1:2.500 ou maior detalhe, para análise de perigo e risco. Considerando essas duas escalas de análise, foram criados **gabaritos** (Apêndice A) específicos para orientar a determinação dos critérios topográficos.

### Gabarito

Modelo-padrão a ser utilizado para identificar condição topográfica favorável à deflagração de movimentos gravitacionais de massa em representações cartográficas.

A qualidade do produto gerado encontra-se diretamente relacionada à escala de trabalho adotada. De modo geral, o executor deve levar em consideração que a utilização de escalas de maior detalhe aumentará a precisão das análises.

**Figura 2.2** – Comparação entre as escalas de trabalho e a densidade de áreas de perigo identificadas.



Fonte: Elaborada por José Kepel, 2017.

**Nota:** À esquerda, MDE com resolução espacial horizontal de 2 m (*Satellite Data System (SDS)*) e à direita, MDE com resolução espacial horizontal de 30 m (*Shuttle Radar Topography Mission*)

(SRTM)). É importante notar a discrepância da densidade de áreas potenciais para deslizamento planar.

#### 2.1.1.2. Histórico dos processos de movimentos gravitacionais de massa

O histórico dos processos contempla as ocorrências relacionadas aos deslizamentos, fluxo de detritos e queda de blocos previamente registradas pelo município. A principal fonte de informações para esse histórico está na Defesa Civil municipal, na forma de relatórios de Avaliação de Perdas e Danos (AVADAN) e Notificação Preliminar do Desastre (NOPRED), seus sucessores e análogos. Outras fontes de consulta devem também ser utilizadas, como estudos realizados por universidades e órgãos que abordem o mapeamento de áreas de risco.

A relevância do histórico de ocorrência de movimentos gravitacionais de massa será maior quanto melhor a qualidade das informações registradas e a quantidade de movimentos inventariados. Um histórico robusto permitirá, por exemplo, a utilização de parâmetros próprios para o município, tal como distância de atingimento de determinado processo, dentre outros.

Para facilitar a análise do histórico, aconselha-se representar os pontos dos locais de registros em um mapa, o qual será utilizado tanto para a visualização inicial da distribuição dos tipos de movimentos gravitacionais de massa já identificados quanto para a validação da carta de perigo a ser produzida na etapa seguinte. Contudo, a inexistência dessas informações não interfere no andamento desta metodologia.

#### 2.1.2. Área de estudo

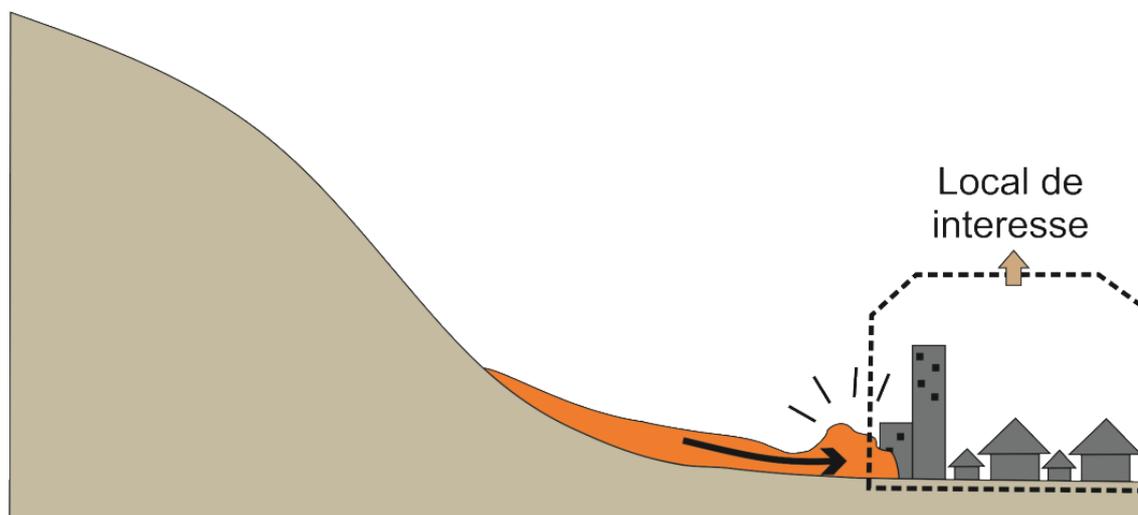
A delimitação da área de estudo é o resultado da definição dos locais de interesse e da demarcação do limite de abrangência.

##### 2.1.2.1. Locais de interesse

Os locais de interesse representam as porções do município que necessitam de mapeamento de perigo e/ou risco, frente aos processos avaliados neste manual. Citam-se, como exemplo: setores industriais e/ou residenciais, áreas hospitalares, locais com escolas, estações de tratamento de água e esgoto, regiões de expansão

urbana, dentre outros. Os locais de interesse também podem ser interpretados como as partes do município que sofrem ou podem sofrer com o impacto de movimentos gravitacionais de massa (Figura 2.3).

**Figura 2.3** – Representação de local de interesse para análise de perigo e risco.

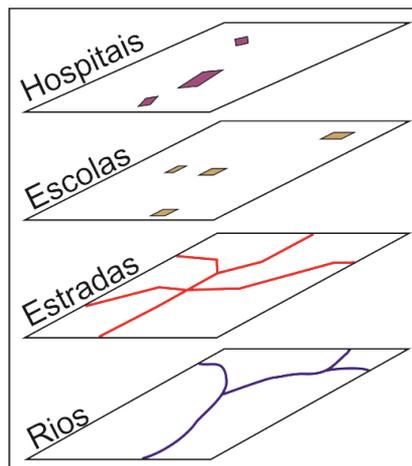


Fonte: Elaborada por Dario Peixoto, 2017.

É importante que a seleção dos locais de interesse seja realizada com a participação dos diversos setores do governo municipal, tais como secretarias de habitação, obras, planejamento, saúde, assistência social, defesa civil, uma vez que há necessidade de identificar os vetores de crescimento, planos de expansão urbana e demais projetos da administração municipal.

Para fundamentar as discussões e escolha das áreas de interesse, é importante contar com a sobreposição de planos de informações (mapas e cartas) dos temas que o corpo técnico da prefeitura julgue relevante: sistema viário, distribuição de energia, tráfego, assentamentos precários e demais conjuntos de informações necessárias. Áreas sem ocupação humana e com projetos de expansão urbana também devem ser indicadas como locais de interesse para o estudo (Figura 2.4).

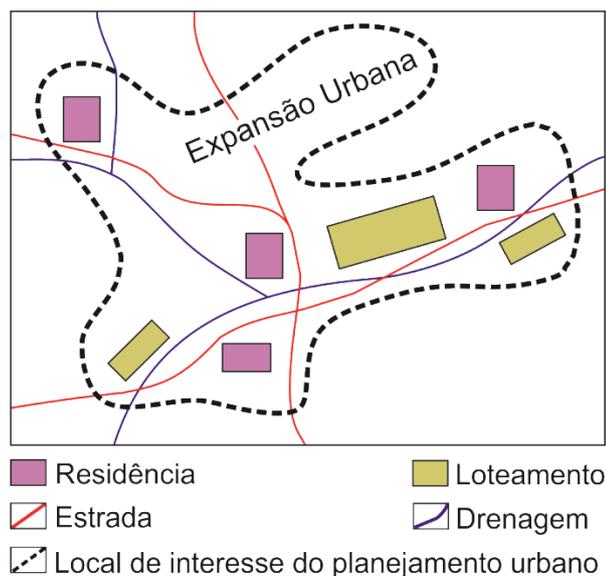
**Figura 2.4** – Exemplo de planos de informação.



Fonte: Elaborada por Dario Peixoto, 2017.

Como resultado, obtêm-se polígonos das áreas de interesse, seja sobre mapa impresso do município ou em ambiente SIG (Figura 2.5).

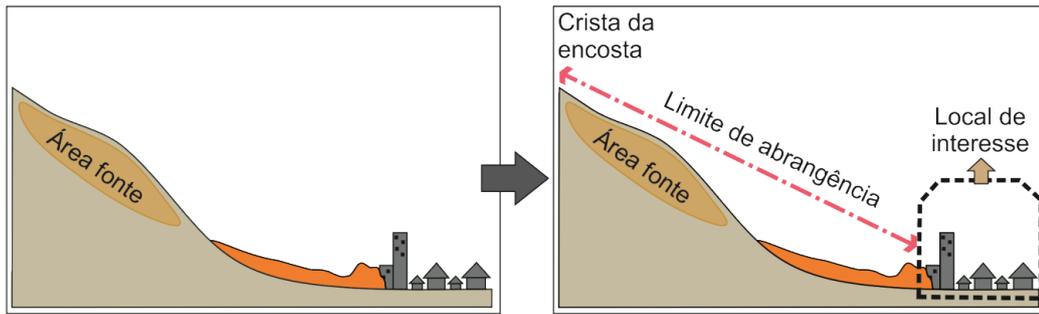
**Figura 2.5 – Delimitação do polígono de áreas de interesse.**



Fonte: Elaborada por Dario Peixoto, 2017.

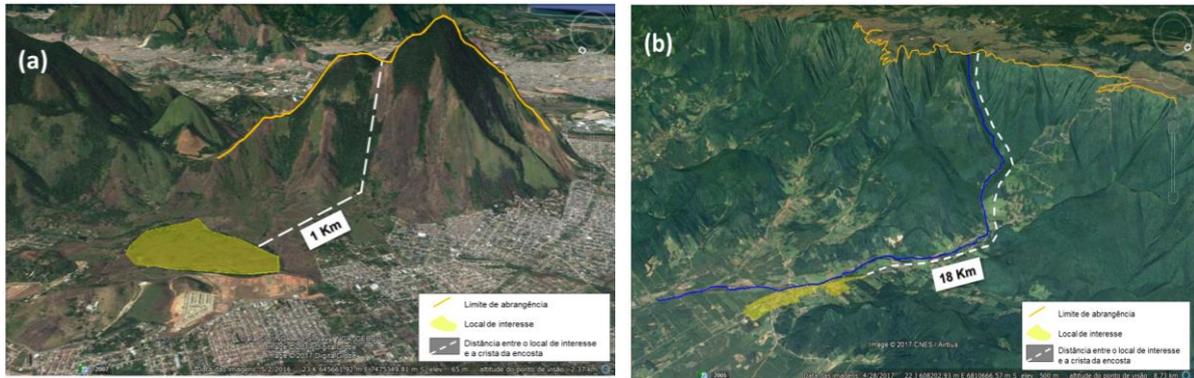
#### 2.1.2.2. Limite de abrangência

Depois de definidos os locais de interesse, deve-se estender a análise para as encostas adjacentes, uma vez que são os locais onde já ocorreu mobilização de material em eventos pretéritos ou onde ela pode ocorrer. Assim, o limite de abrangência se estende desde o local de interesse até a crista das encostas que o circundam (Figura 2.6).

**Figura 2.6 – Delimitação do limite de abrangência referente à área fonte.**

Fonte: Elaborada por Dario Peixoto, 2017.

A distância entre os locais de interesse e a crista das encostas pode variar de metros a quilômetros de uma região para outra. A área de estudo poderá ser alterada durante a avaliação dos processos presentes no município, considerando-se o atingimento dos movimentos que serão abordados. Fluxos de detritos, por exemplo, podem atingir áreas quilométricas, enquanto deslizamentos planares tendem a atingir distâncias menores (Figura 2.7).

**Figura 2.7 – Delimitações do limite de abrangência sobre áreas de interesse.**

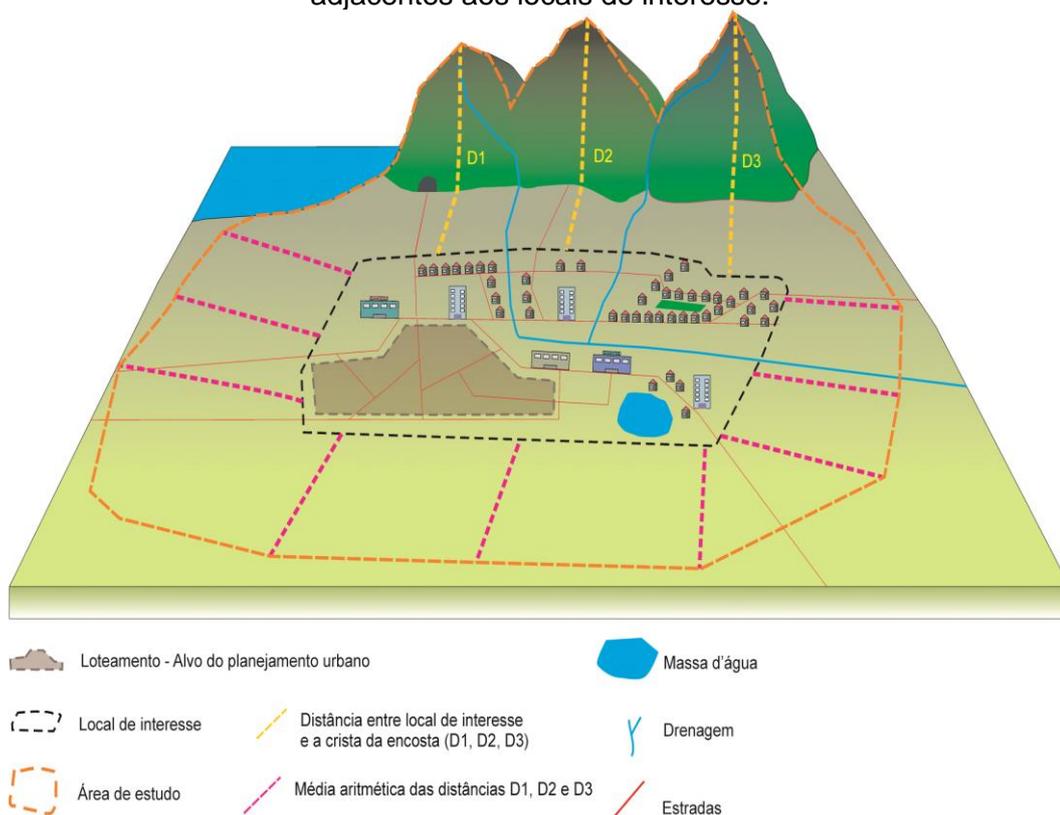
Fonte: Google Earth Pro. Versão: 7.3.0.3832. 2017. Disponível em: <<https://www.google.com.br/intl/pt-PT/earth>>. Data da imagem: 28 abr. 2017. Autor: Thiago Dutra.

**Nota:** Em (a), delimitação do limite de abrangência a partir da identificação de um local com possibilidade de ocorrência de deslizamento planar. Em (b), definição do limite de abrangência para área com característica para ocorrência de fluxo de detritos.

Eventualmente, alguns locais de interesse podem estar parcialmente envolvidos por encostas. Nessa situação, a definição do limite de abrangência deverá ser realizada a partir do cálculo da média das distâncias entre o local de interesse e a crista da encosta. Para tanto, devem-se traçar linhas transversais às curvas de nível, partindo do limite do local de interesse direcionadas à crista da encosta. Sugere-se

um mínimo de três linhas, sendo uma em cada extremo e outra no meio da borda do polígono do local de interesse. A partir dos limites do local de interesse que não estiverem voltados para nenhuma encosta, projetam-se linhas de dimensão iguais às da média calculada. A união do final das linhas projetadas com a crista da encosta delimita a área de estudo (Figura 2.8).

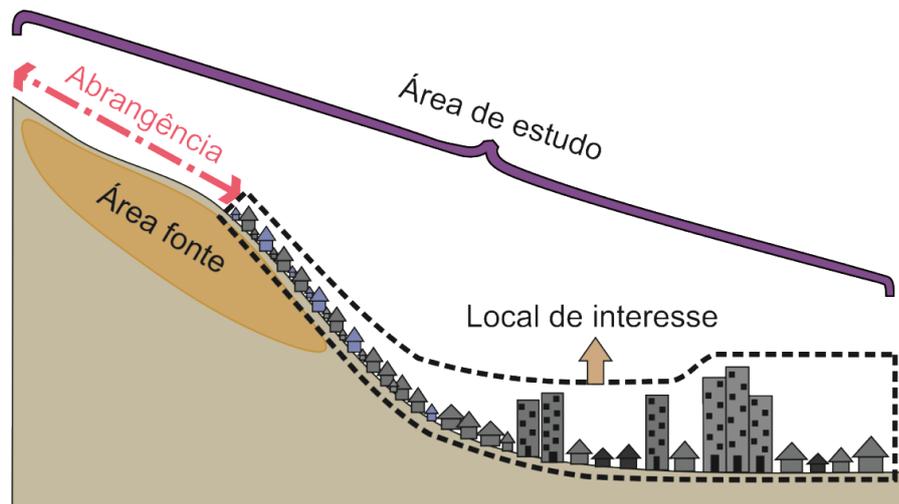
**Figura 2.8** – Definição do limite das áreas de estudo quando não houver encostas adjacentes aos locais de interesse.



Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

Existem casos de encostas densamente ocupadas, realidade comum em diversos municípios brasileiros, onde a distribuição das construções acaba por configurar uma organização espacial que avança sobre as áreas-fonte dos movimentos gravitacionais de massa. Nessa situação, os limites tanto dos locais de interesse quanto da abrangência podem ocorrer muito próximos, ou mesmo serem coincidentes. Ainda que esta seja a realidade local do município, o procedimento e a representação cartográfica devem ser os mesmos (Figura 2.9).

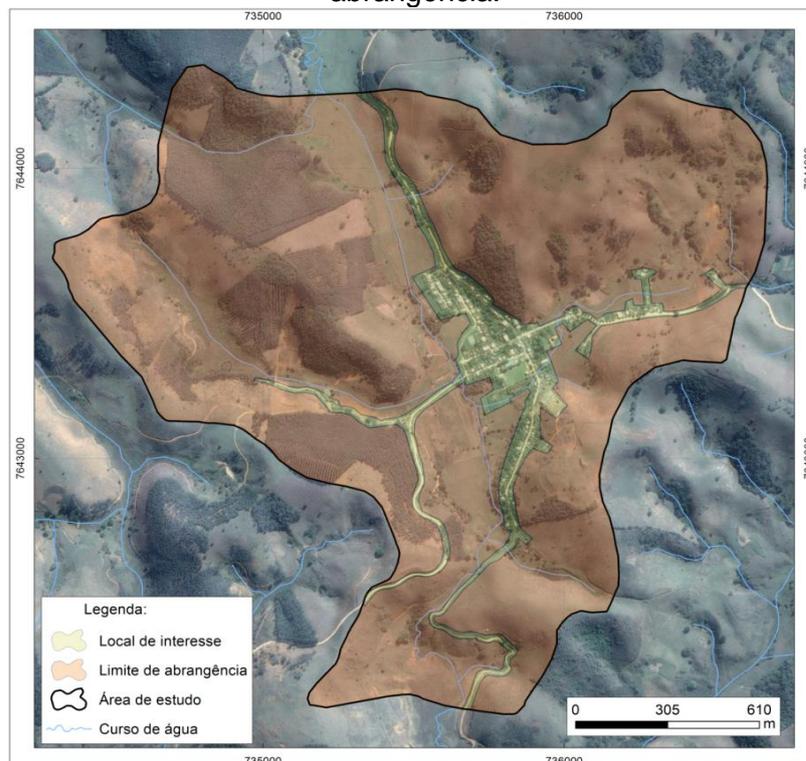
**Figura 2.9** – Delimitação da área de estudo em encostas densamente ocupadas.



Fonte: Elaborada por Dario Peixoto, 2017.

Todos os procedimentos apresentados nas próximas duas etapas serão aplicados sobre a área de estudo. Entretanto, a área formada pelos locais de interesse não deixa de existir (Figura 2.10).

**Figura 2.10** – Delimitação da área de estudo correspondente à área de estudo e ao limite de abrangência.



Fonte: Elaborada por Rafael Ribeiro, 2017.

## 2.2. Segunda Etapa: Análise de Perigo na Área de Estudo

Essa etapa é constituída por duas fases: a primeira, no escritório, com a aplicação de **critérios topográficos** e **regras de delimitação** sobre a área de estudo.

#### **Critério Topográfico**

Referência quantitativa empregada para identificação das condicionantes topográficas favoráveis à deflagração de movimentos gravitacionais de massa.

#### **Regras de Delimitação**

Conjunto de instruções empregadas para definir o raio de ação (deflagração e atingimento) dos tipos de movimentos gravitacionais de massa.

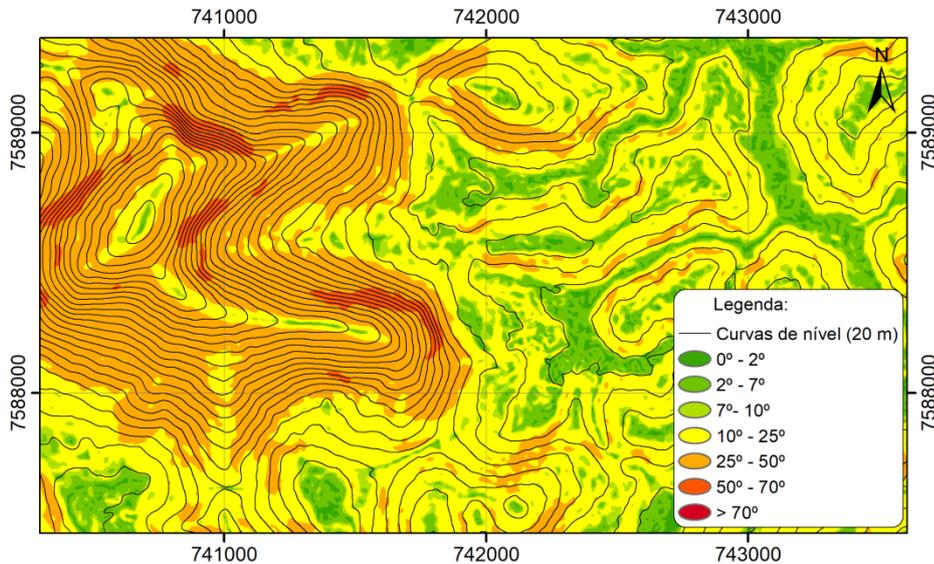
Na segunda fase, no campo, procede-se à validação da área de perigo potencial e à qualificação do perigo referente aos processos de movimento gravitacional de massa presentes na área de estudo. Apesar de o reconhecido impacto que a intervenção antrópica causa na área ocupada, neste manual aborda-se o perigo com enfoque apenas sobre os elementos de instabilidade no terreno. A influência da presença humana no terreno será tratada quando essas mesmas áreas forem analisadas sob a ótica do risco.

### **2.2.1. Delimitação das áreas crítica (AC) e de dispersão (AD)**

Procede-se à delimitação das áreas crítica e de dispersão por meio da aplicação de critérios topográficos, que consiste no reconhecimento do tipo de movimento gravitacional de massa potencial, por meio da análise das curvas de nível e/ou da carta de inclinação (essa ação é executável apenas para os usuários do Sistema de Informação Geográfica (SIG)). Sobre o modelo digital de elevação (MDE) da área de estudo gera-se uma carta de inclinação, seguindo os intervalos apresentados na Figura 2.11.

Essa carta será utilizada para as análises dos processos de deslizamento planar e queda de blocos, podendo também ser correlacionada ao histórico de ocorrências de movimento gravitacional de massa da área de estudo, de modo a fornecer uma primeira correlação entre os registros de movimentos e as inclinações preferenciais de deflagração.

**Figura 2.11** – Trecho de carta de inclinação.



Fonte: Elaborada por Rafael Ribeiro, 2018.

Depois do reconhecimento, é avaliada a área de ocorrência do processo, ou seja, deflagração e atingimento, que compõem as áreas crítica e de dispersão. Vale pontuar que não existe sobreposição entre área crítica e de dispersão, sendo que a primeira tem prioridade sobre a segunda (Quadro 2.2).

**Quadro 2.2** – Caracterização de áreas crítica e de dispersão.

Análise de Perigo de Escritório (APE)	Área Crítica (AC)	Área com maior probabilidade à <b>deflagração</b> de movimentos gravitacionais de massa (MLIT, 1988, Ministry of Construction, 1996, Ministry of Construction, 2009) e atingimento do material mobilizado (MLIT, <i>op.cit.</i> , Ministry of Construction, <i>op. cit.</i> ). Considera-se que a <b>energia potencial</b> do movimento ocorra de forma <b>concentrada</b> na área afetada (Ministry of Construction, <i>op. cit.</i> , Hayashi <i>et al.</i> , 2000).
	Área de Dispersão (AD)	Área sujeita a <b>deposição</b> do material mobilizado durante um movimento gravitacional de massa (MLIT, 1988, Ministry of Construction, 1996, Ministry of Construction, 2009). Considera-se que a <b>energia potencial</b> do movimento ocorra de forma <b>dispersa</b> na área afetada (Ministry of Construction, <i>op. cit.</i> , Hayashi <i>et al.</i> , 2000).

Fonte: Elaborado por Thiago Dutra, 2017.

A extensão e a localização das áreas crítica e de dispersão variam de acordo com o processo de movimento gravitacional de massa. A qualificação das áreas foi

adaptada da metodologia japonesa, na qual a primeira corresponde à área onde a força de impacto contida na massa de material deslocado é suficiente para destruir construções, enquanto na segunda a força de impacto contida no material deslocado ao atingir moradias-padrão não é suficiente para destruí-las, apenas danificá-las (MINISTRY OF CONSTRUCTION, 2009).

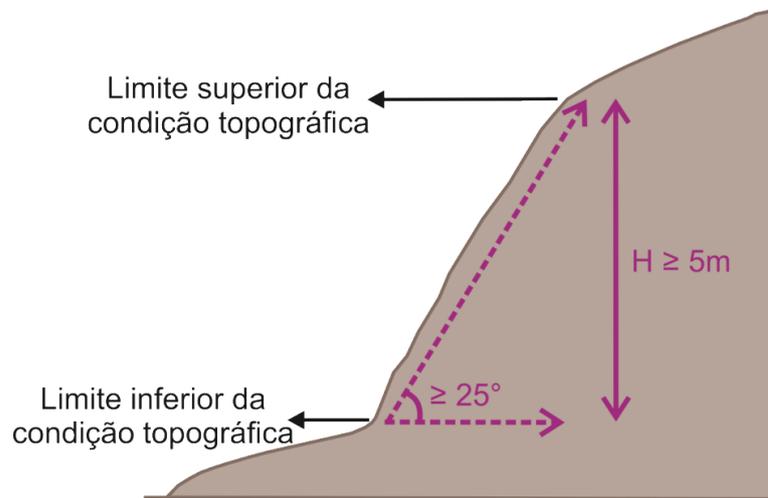
Ao se adaptar a metodologia japonesa, depara-se com uma série de limitações. Devido à inexistência de uma norma técnica referente à resistência das edificações frente aos movimentos gravitacionais de massa e à reduzida quantidade de dados utilizados para definição das condições topográficas adotadas para identificação das áreas de perigo potencial, estudos fazem-se necessários para comprovar esses valores ou propor outros que correspondam à realidade brasileira, à medida que novos conhecimentos e dados forem adquiridos.

A seguir, serão descritos os passos que definem os limites das áreas crítica e de dispersão para cada tipo de movimento gravitacional de massa.

#### 2.2.1.1. Deslizamento planar

O potencial para ocorrência de deslizamento planar é reconhecido na topografia por meio de observação da inclinação e altura da encosta. Parâmetros determinados por meio da análise de dados japoneses e experimentos em municípios brasileiros indicam que as porções da encosta que atendem aos critérios de inclinação igual ou superior a 25° e altura igual ou maior que 5 m entre os limites da condição topográfica devem ser identificados e delimitados conforme os passos descritos a seguir (Figura 2.12).

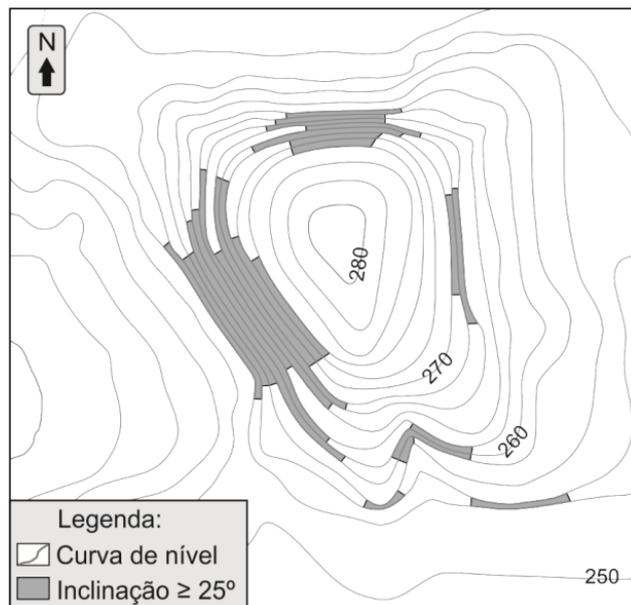
**Figura 2.12** – Critérios topográficos para o processo de deslizamento planar.



Fonte: Elaborada por Anselmo Pedrazzi, 2017.

**Passo 1:** Destaque as áreas com inclinação igual ou superior a  $25^\circ$ , utilizando a carta de inclinação ou de curvas de nível, com aplicação do gabarito I (Apêndice A) (Figura 2.13).

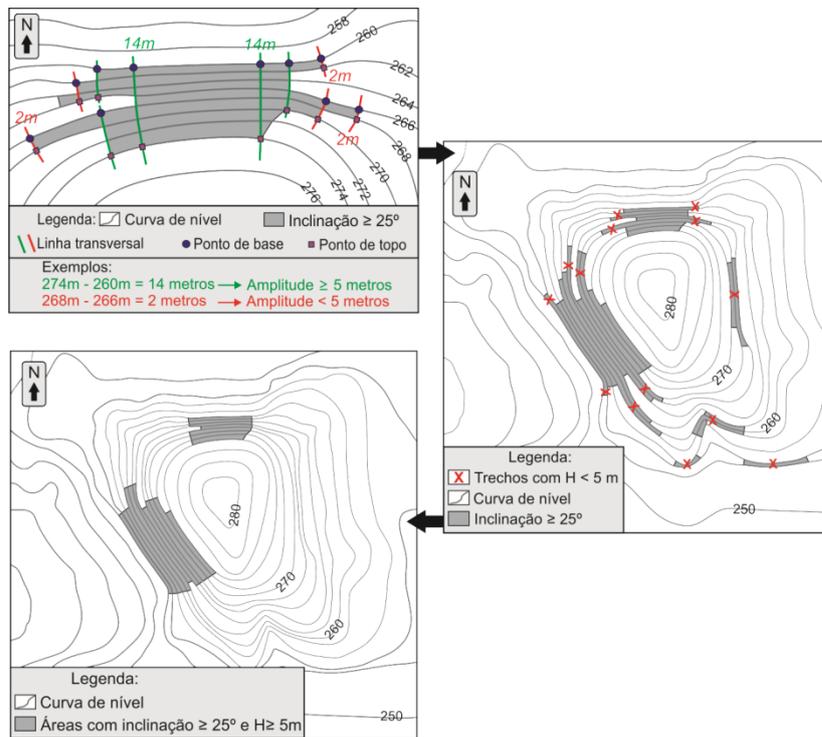
**Figura 2.13** – Áreas com inclinação maior ou igual a  $25^\circ$ .



Fonte: Elaborada por Anselmo Pedrazzi, 2017.

**Passo 2:** Verifique a distância entre as curvas de nível que passam pelas áreas do passo 1 e descarte as áreas ou porções com alturas menores que 5 m (Figura 2.14).

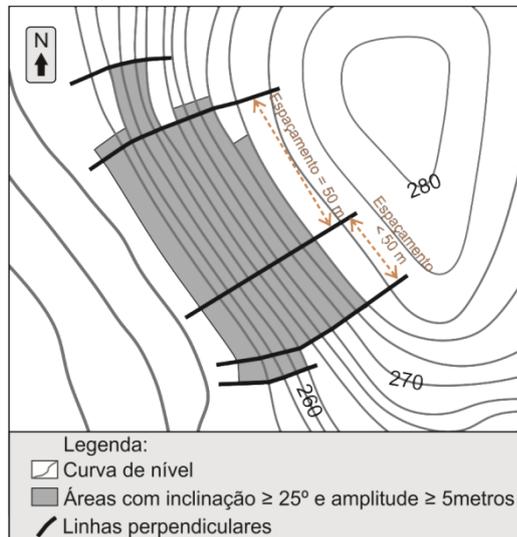
**Figura 2.14** – Descarte das áreas com amplitude menor que 5 m.



Fonte: Elaborada por Anselmo Pedrazzi, 2017.

**Passo 3:** Nas áreas selecionadas no passo 2, trace linhas perpendiculares às curvas de nível equidistantes preferencialmente a 50 m (Figura 2.15).

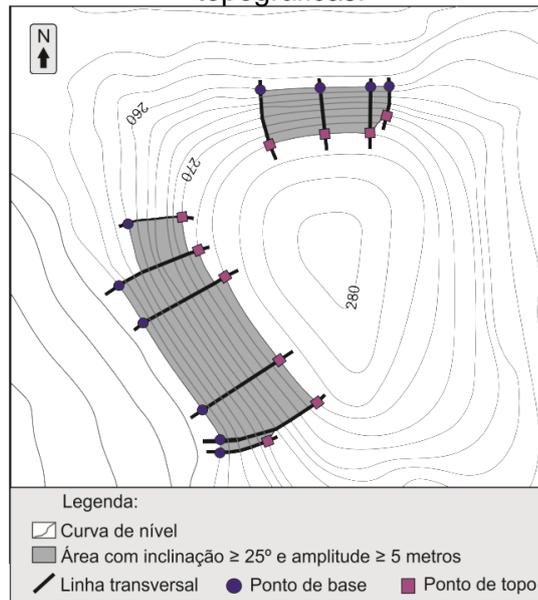
**Figura 2.15** – Linhas perpendiculares às curvas de nível a cada 50 m.



Fonte: Elaborada por Anselmo Pedrazzi, 2017.

**Passo 4:** Marque pontos nas interseções das linhas perpendiculares (passo 3) com as extremidades superiores (topo) e inferiores (base) da área que atende às condições topográficas descritas nos passos anteriores (Figura 2.16).

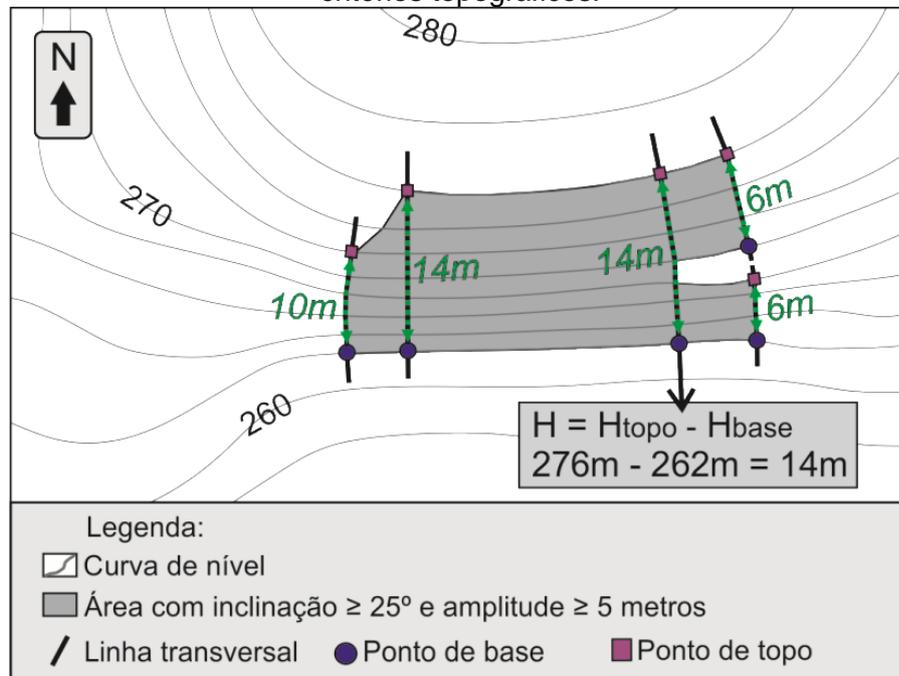
**Figura 2.16** – Ponto de topo e base do polígono da área que atende às condições topográficas.



Fonte: Elaborada por Anselmo Pedrazzi, 2017.

**Passo 5:** Calcule a diferença de elevação – altura (H) – entre a extremidade superior (topo) e inferior (base) (Figura 2.17).

**Figura 2.17** – Cálculo da diferença de altura entre o topo e a base do local que atende aos critérios topográficos.

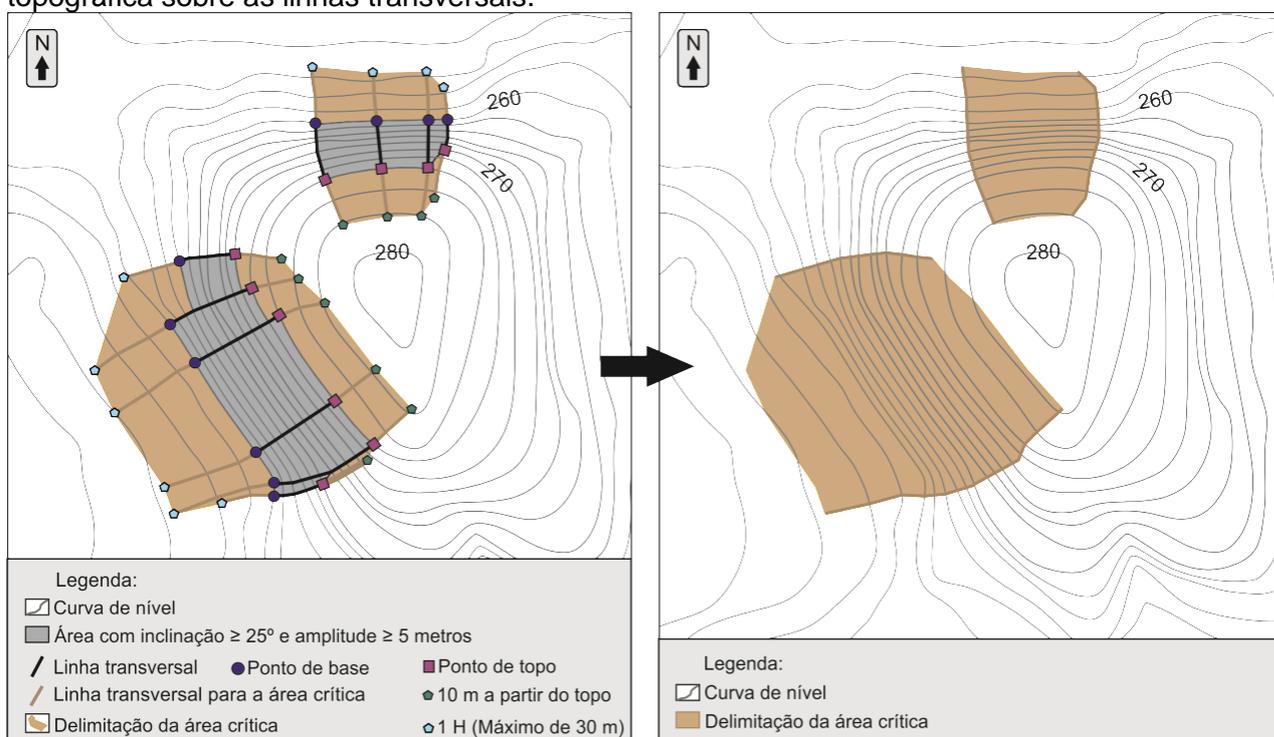


Fonte: Elaborada por Anselmo Pedrazzi, 2017.

**Passo 6:** Delimitação da área crítica (Figura 2.18)

- Ação 1: A partir de cada ponto marcado no topo da condição topográfica (passo 4), marque um ponto a 10 m de distância, sobre a mesma linha, a montante.
- Ação 2: A partir de cada ponto marcado na base da condição topográfica (passo 4), marque, a jusante, um ponto com a mesma medida de altura (H), limitado a 30 m.
- Ação 3: Delimite uma área interligando os pontos marcados neste passo.

**Figura 2.18** – Definição dos limites da área crítica a partir do topo e da base da condição topográfica sobre as linhas transversais.



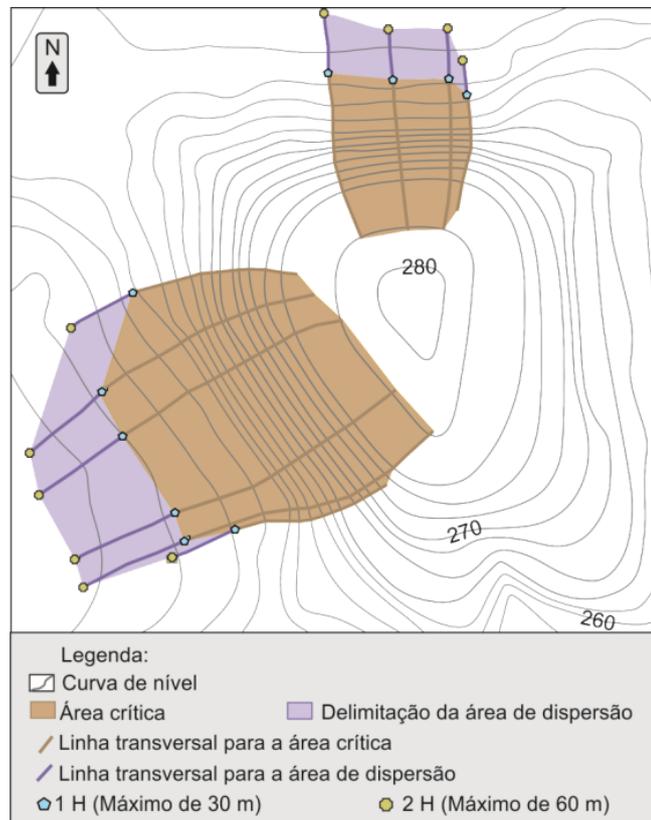
Fonte: Elaborada por Anselmo Pedrazzi, 2017.

**Nota:** A figura da esquerda corresponde aos limites da área crítica e a figura da direita representa a configuração final para as áreas críticas de perigo para deslizamentos planares.

**Passo 7:** Delimitação da área de dispersão (Figura 2.19)

- Ação 1: A partir de cada ponto marcado na base da condição topográfica (passo 4), marque, a jusante, um ponto à distância de duas vezes a medida de altura (2 x H), limitado a 50 m.
- Ação 2: Delimite uma área interligando os pontos marcados na ação 2 do passo 6 com os pontos da ação anterior.

**Figura 2.19** – Definição dos limites da área de dispersão a partir da base da condição topográfica sobre as linhas transversais.



Fonte: Elaborada por Anselmo Pedrazzi, 2017.

O resultado da aplicação dessa sequência de passos são polígonos com a delimitação das áreas críticas e de dispersão referente ao deslizamento planar (Figura 2.20).

**Figura 2.20** – Limites das áreas crítica e de dispersão para o processo de deslizamento planar.

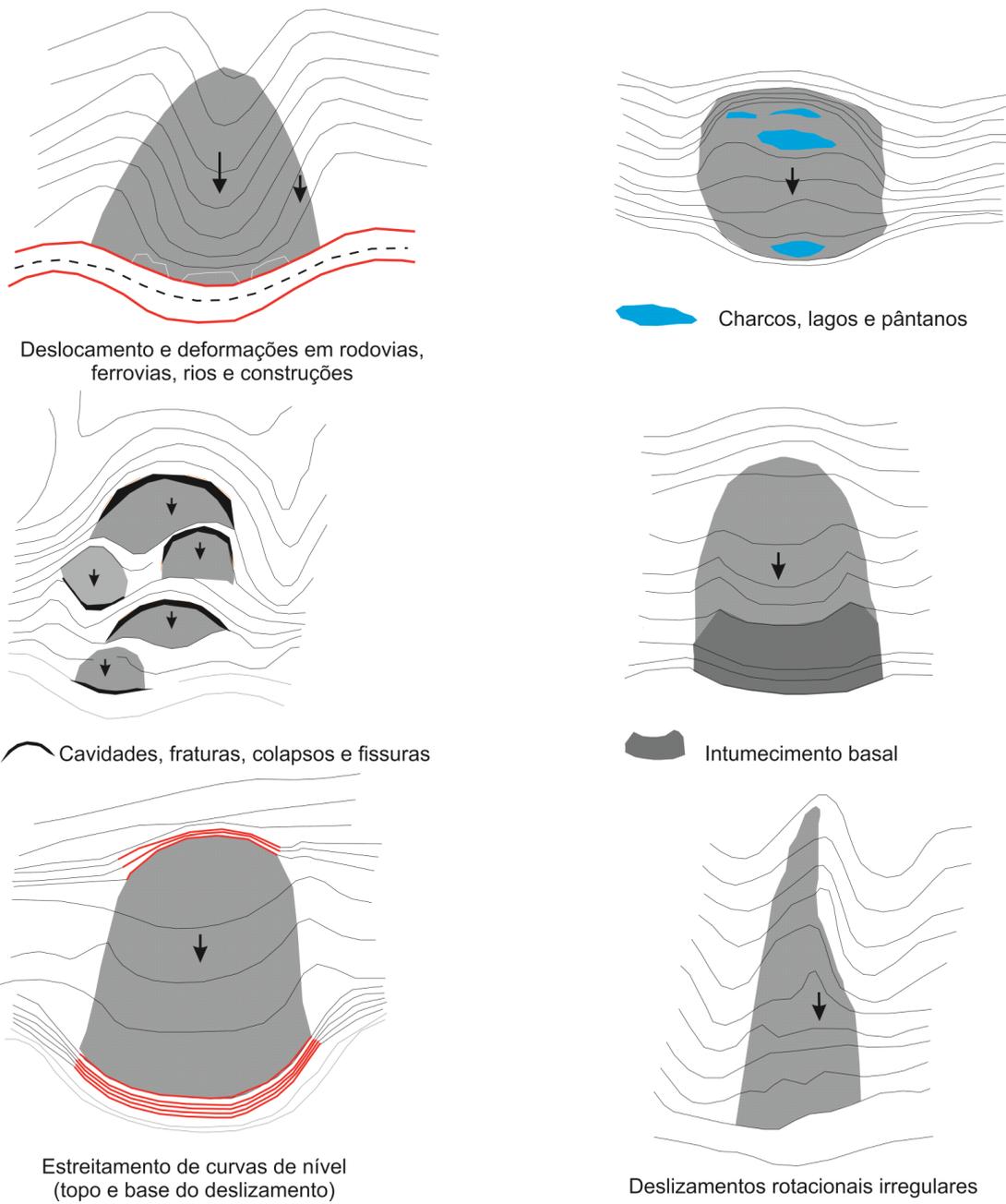


Fonte: Elaborada por Rafael Ribeiro, 2017.

#### 2.2.1.2. Deslizamento rotacional

O deslizamento rotacional pode ser reconhecido na topografia observando-se padrões específicos nas curvas de nível e, no levantamento de campo, por meio da identificação das feições indicativas no terreno (Figura 2.21).

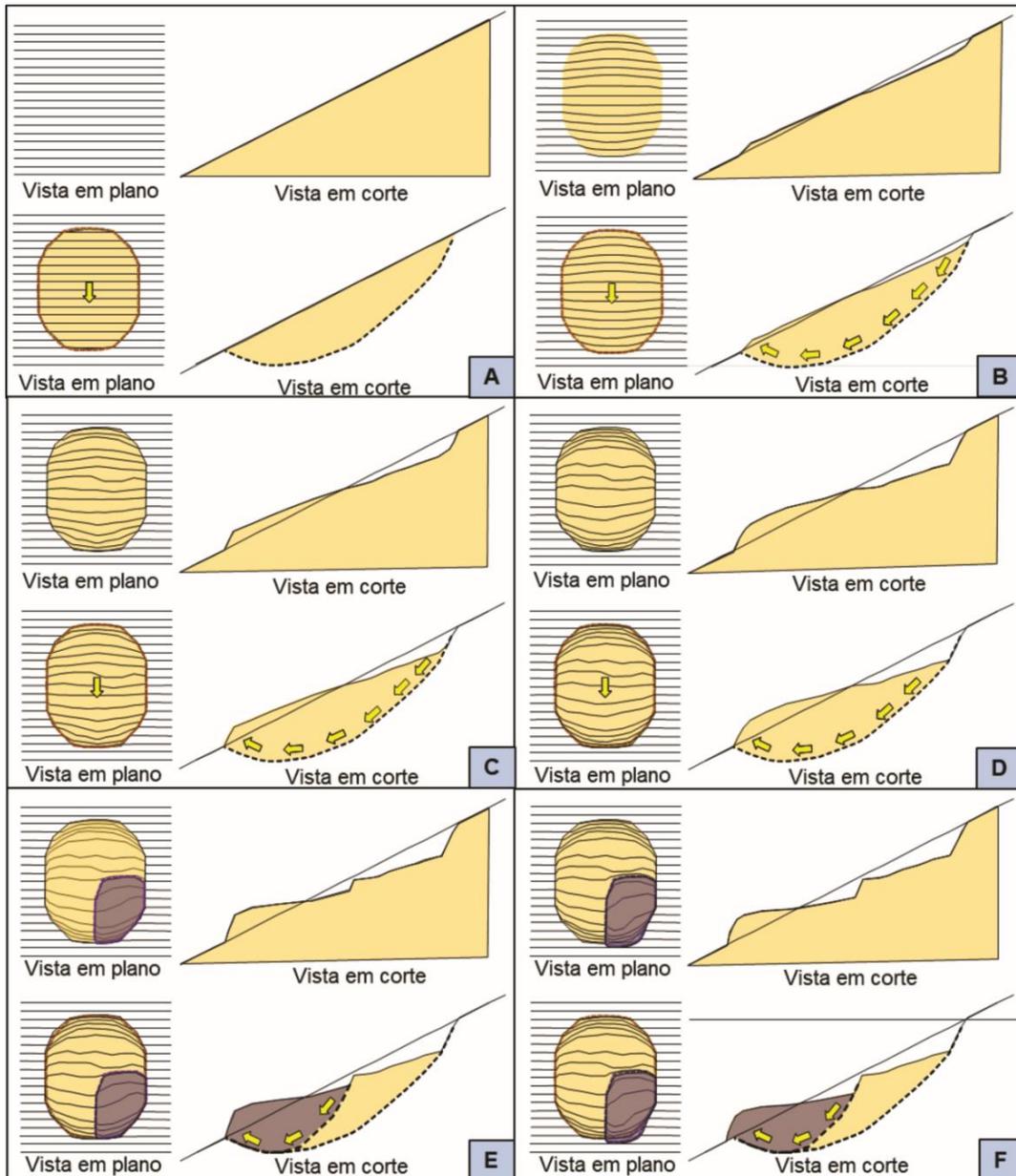
**Figura 2.21** – Feições topográficas para identificação do processo de deslizamento rotacional.



Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

As feições topográficas podem variar de acordo com a evolução do processo de deslizamento rotacional em planta e em perfil (Figura 2.22).

**Figura 2.22** – Esquema da evolução do processo de deslizamento rotacional (em planta e perfil).



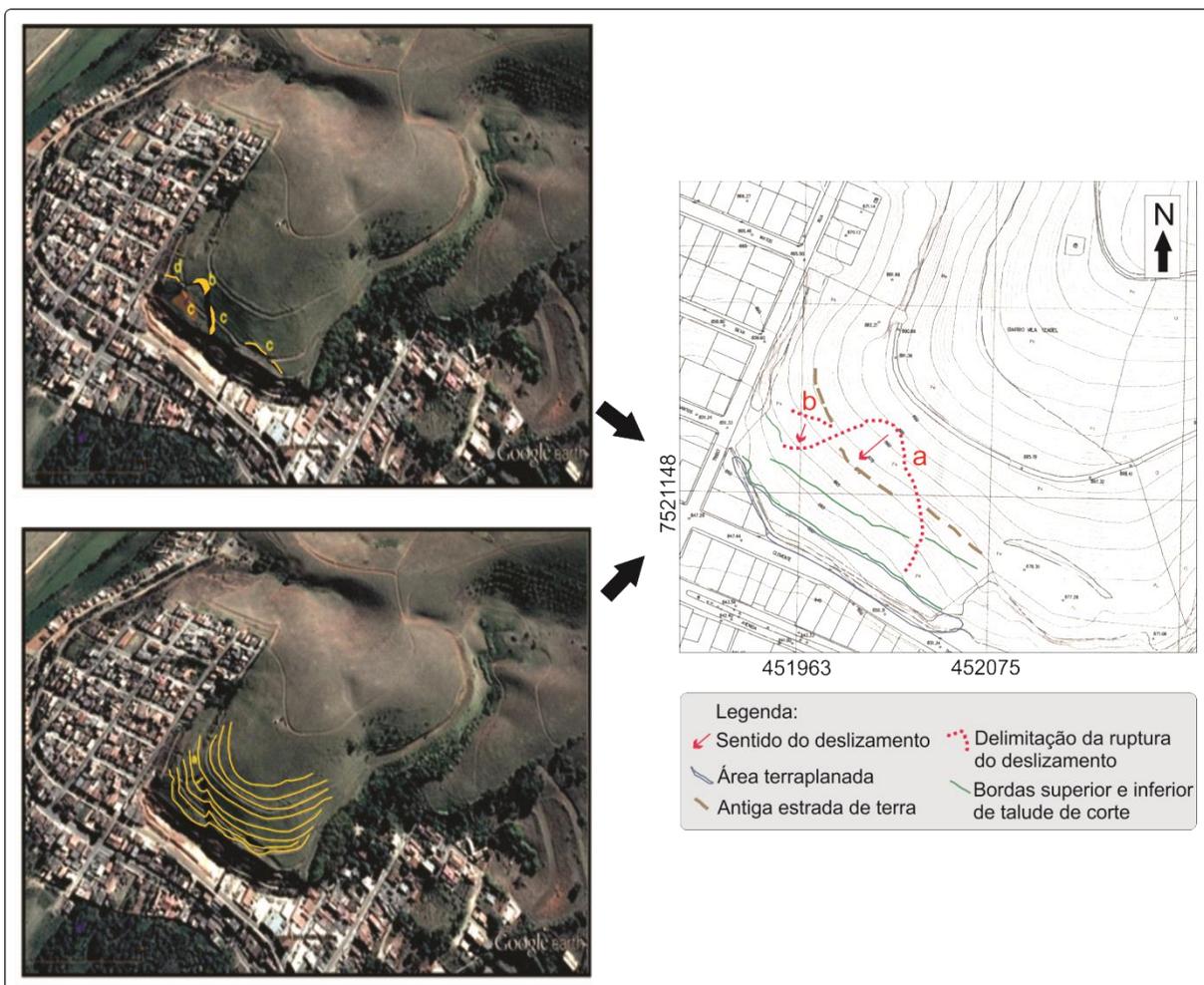
Fonte: Elaborada por Tomohiro Nishimura (consultor JICA), 2017.

**Nota:** Em (A) o terreno não apresenta qualquer evidência de instabilidade; contudo, o movimento já está ativo; (B) já é possível perceber uma pequena superfície de ruptura e perturbações no padrão das curvas de nível (em planta); (C) o deslizamento continua ativo e a intumescência de base já pode ser observada; (D) a superfície de ruptura é bastante proeminente, bem como a intumescência; (E) com o avanço do movimento, observa-se a individualização de um segundo bloco; (F) o segundo bloco continua o movimento, evidenciando a superfície de ruptura e a intumescência de base.

Para delimitar as áreas crítica e de dispersão, devem-se seguir os passos descritos a seguir.

**Passo 1:** Destaque as áreas onde as curvas de nível apresentam padrões de perturbação semelhantes aos indicados na Figura 2.21. Entretanto, nem sempre são encontrados todos os indícios de instabilidade. Como material de apoio, podem ser utilizadas fotografias aéreas e imagens de sensores remotos, como imagens do Google Earth (Figura 2.23).

**Figura 2.23** – Exemplos de feições topográficas que denotam instabilidade do terreno.

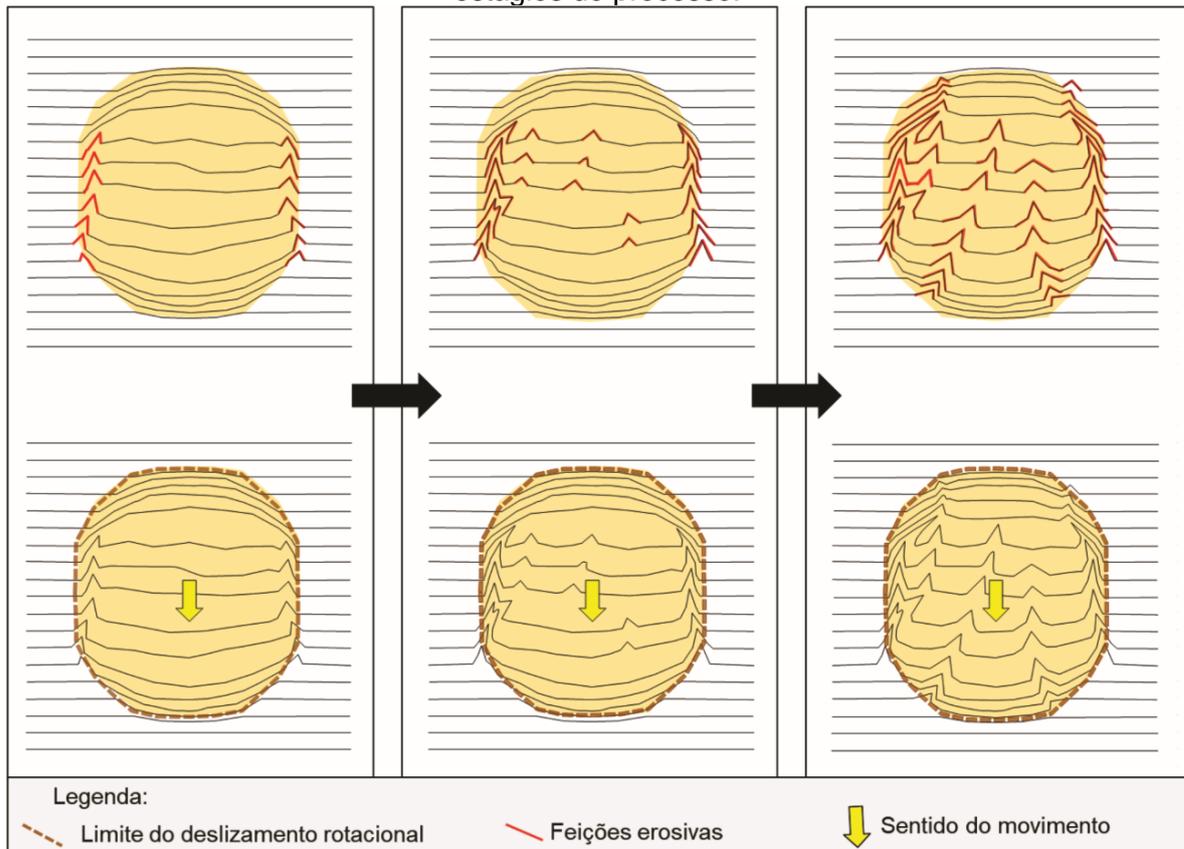


Fonte: Google Earth Pro. Versão 7.3.0.3832. 2017. Data da imagem: 01 jul. 2014. Disponível em: <<https://www.google.com.br/intl/pt-PT/earth>>. Autor: Anselmo Pedrazzi.

**Nota:** Em (a), perturbações nas curvas de nível; (b) superfície de ruptura em formato de U; (c) depressões, trincas, cavidades, dentre outras formas de ruptura; (d) trincas deformadas.

É importante frisar que feições erosivas, assim como deslizamentos rotacionais, podem causar distorções nas curvas de nível, o que tende a dificultar a percepção do limite do bloco movimentado (Figura 2.24).

**Figura 2.24** – Exemplos de perturbações causadas por processo erosivo em diferentes estágios do processo.



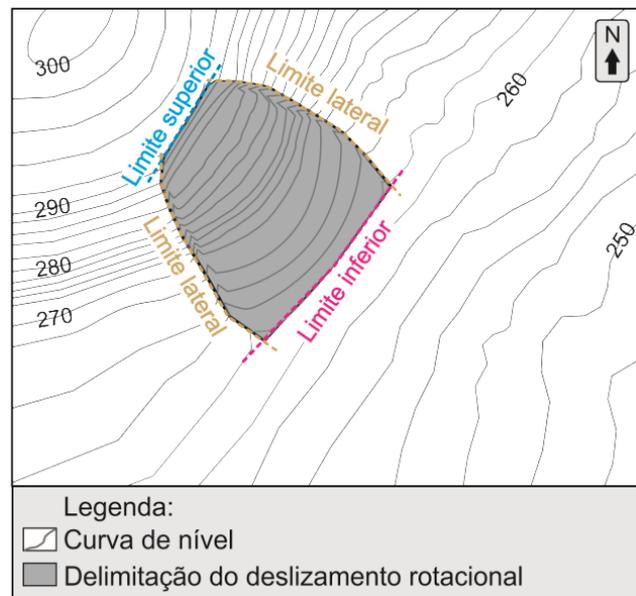
Fonte: Elaborada por Tomohiro Nishimura (consultor JICA), 2017.

**Passo 2:** Trace o limite superior, que corresponde à região onde ocorre o estreitamento abrupto das curvas de nível. O limite superior nem sempre coincide com a crista da encosta (Figura 2.25).

**Passo 3:** Marque o limite inferior, caracterizado pela perturbação das curvas de nível. Estas marcam o final da deformação imposta pelo processo (Figura 2.25).

**Passo 4:** Indique os limites laterais, os quais representam a faixa a partir da qual não se observam perturbações nas curvas de nível (Figura 2.25).

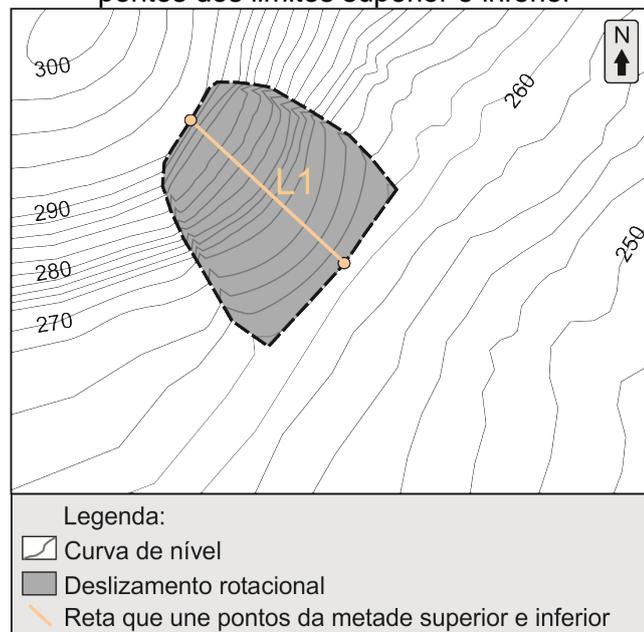
**Figura 2.25** – Demarcações dos limites inferior, superior e laterais de um processo de deslizamento rotacional.



Fonte: Elaborada por Maria Emília Brenny e Ana Carolina Duarte, 2017.

**Passo 5:** Marque um ponto na metade do limite superior e outro na metade do limite inferior e una-os com uma reta (L1), a qual representa a direção e a extensão do movimento. O resultado será semelhante ao da Figura 2.26, que mostra um polígono que corresponde ao bloco do terreno mobilizado e o sentido do movimento.

**Figura 2.26** – Definição do sentido e extensão do movimento por meio da ligação entre os pontos dos limites superior e inferior



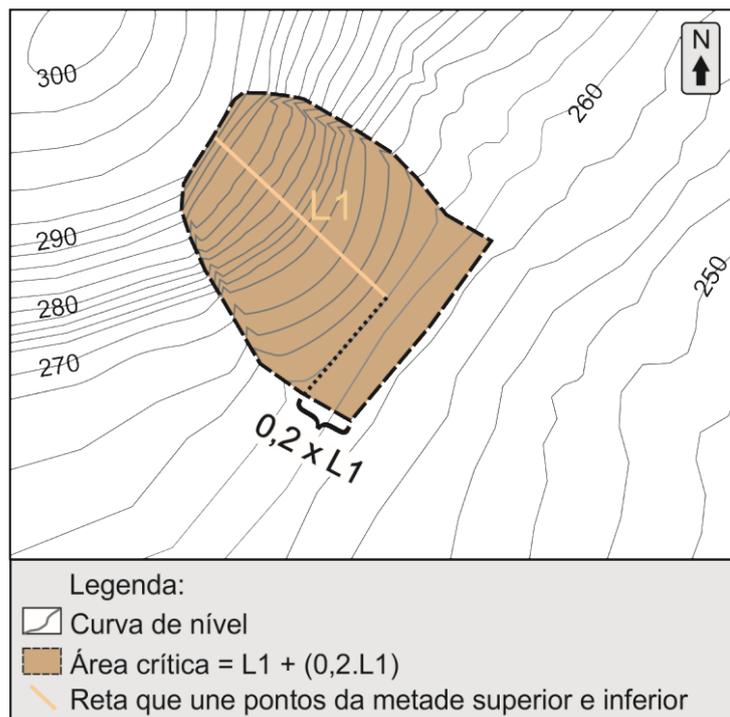
Fonte: Elaborada por Maria Emília Brenny e Ana Carolina Duarte, 2017.

**IMPORTANTE:** Para delimitação desse fenômeno, parte-se do princípio de que o movimento já tenha sido deflagrado, fato corroborado pelo estreitamento abrupto nas curvas de nível. Porém, esse padrão de interferência pode não ser evidente em todos os casos e depende da avaliação e experiência da equipe na verificação de campo.

### Passo 6: Delimitação da área crítica

- Ação 1: Trace o limite superior, que coincide com o estreitamento de curvas de nível do topo do movimento (passo 2).
- Ação 2: Marque os limites laterais. Estes coincidem com a delimitação do bloco do terreno mobilizado (passo 4).
- Ação 3: Indique o limite inferior definido a partir do limite inferior delimitado no passo 3, aumentando em 20% o comprimento de L1, ou seja, a área terá extensão de  $1,2 \times L1$  (Figura 2.27).

**Figura 2.27** – Definição do limite inferior da área crítica ( $L1 + (20\% \times L1)$ ).



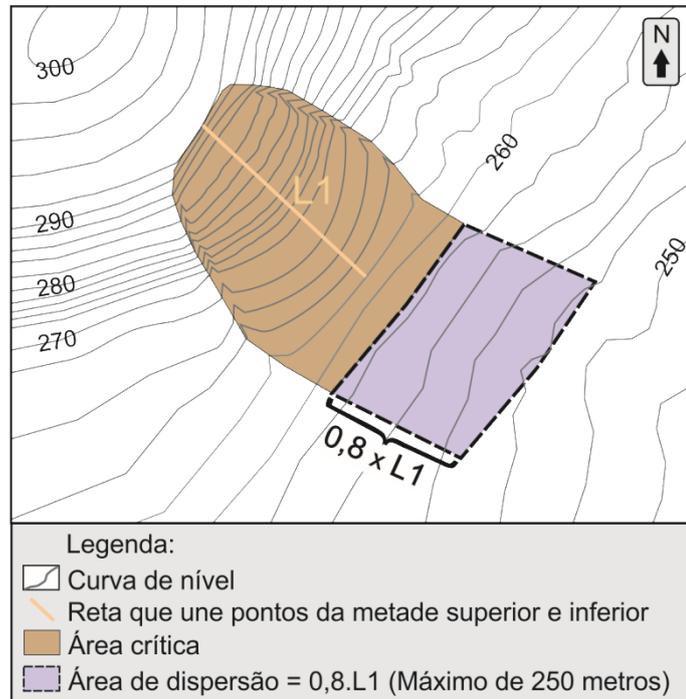
Fonte: Elaborada por Maria Emília Brenny e Ana Carolina Duarte, 2017.

### Passo 7: Delimitação da área de dispersão (Figura 2.28)

- Ação 1: Trace o limite superior, o qual coincide com o limite inferior da área crítica.
- Ação 2: Estenda os limites laterais (passo 4) em um valor de 80% do comprimento de L1, traçado a partir do limite inferior da área crítica, limitado a 250 m.

- Ação 3: Trace o limite inferior, o qual corresponde a uma reta que une o final dos limites laterais.

**Figura 2.28 – Delimitação da área de dispersão.**

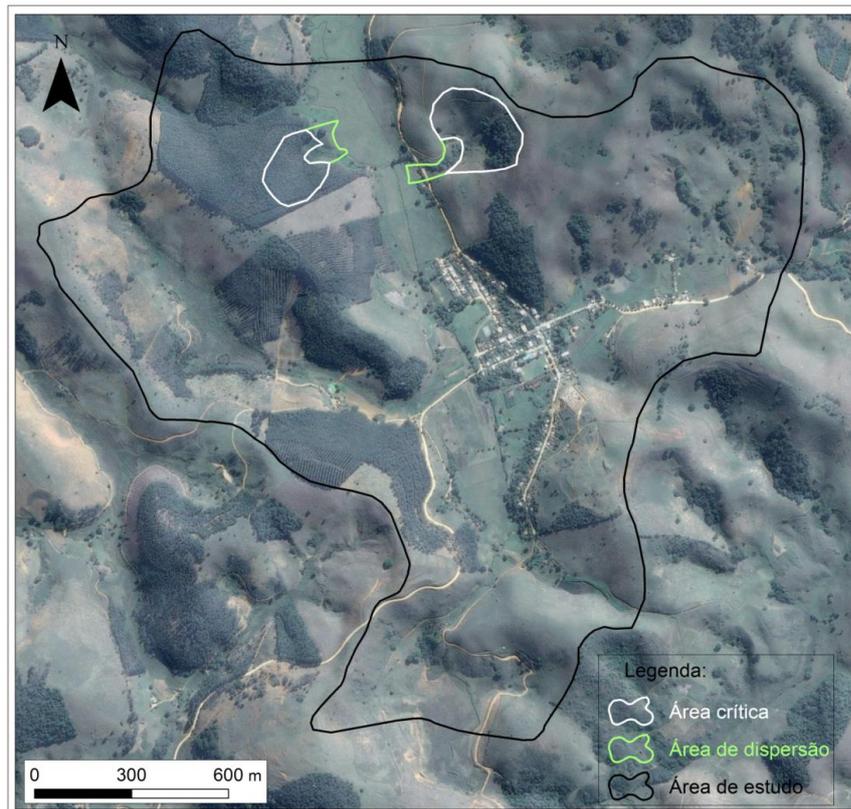


Fonte: Elaborada por Maria Emília Brenny e Ana Carolina Duarte, 2017.

**Nota:** A extensão dessa área deverá ser igual a  $(0,8 \times L1)$ , limitado a 250 m.

O resultado da aplicação dessa sequência de passos são polígonos com a delimitação das áreas crítica e de dispersão referentes ao processo de deslizamento rotacional (Figura 2.29).

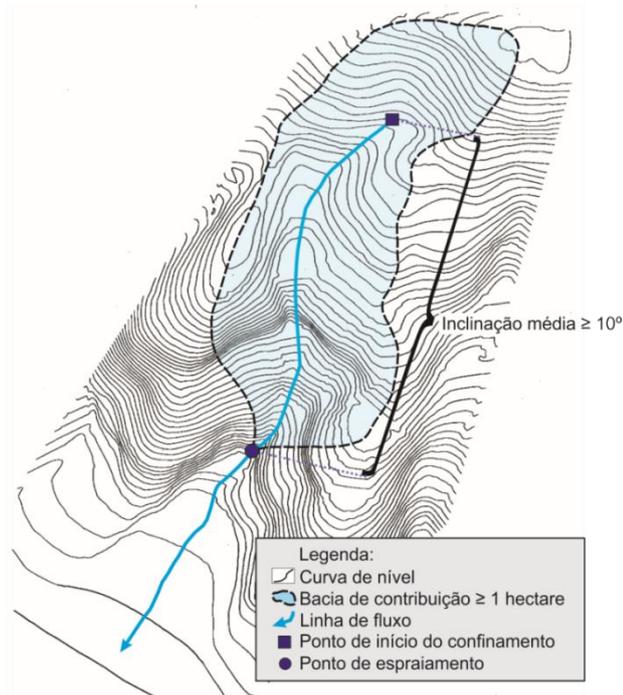
**Figura 2.29 – Limites das áreas crítica e de dispersão para o processo de deslizamento rotacional.**



Fonte: Elaborada por Rafael Ribeiro, 2017.

### 2.2.1.3. Fluxo de detritos

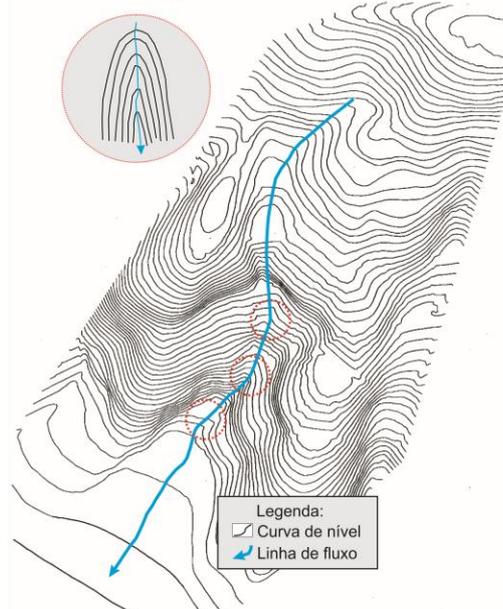
Na identificação de bacias hidrográficas com potencial para ocorrência de fluxo de detritos, são necessárias informações sobre a área da bacia de contribuição, condições de confinamento das drenagens e inclinação média do talvegue. A bacia de contribuição deve possuir área igual ou superior a 1 hectare, drenagem em vale confinado e linha de talvegue com inclinação média de no mínimo 10°. Esses parâmetros foram determinados por meio da análise de dados japoneses e experimentos em municípios brasileiros (Figura 2.30).

**Figura 2.30** – Critérios topográficos para o processo de fluxo de detritos.

Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

A definição das áreas crítica e de dispersão para o processo de fluxo de detritos será baseada na execução dos passos descritos a seguir.

**Passo 1:** Destaque as linhas de drenagem utilizando as curvas de nível (Figura 2.31).

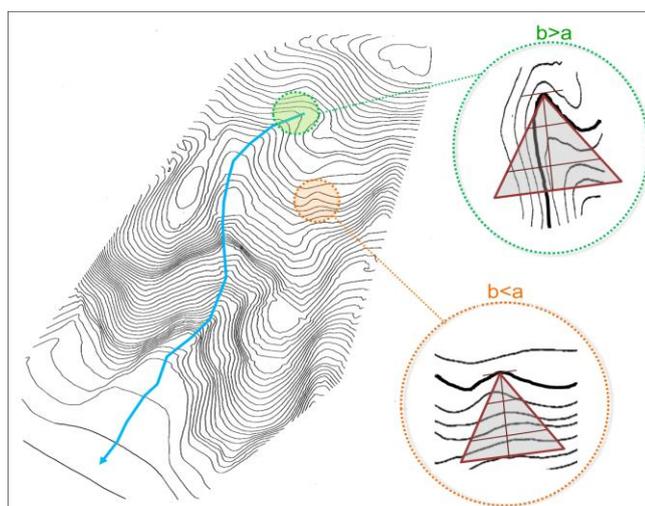
**Figura 2.31** – Demarcação das drenagens para o processo de fluxo de detritos.

Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

**Nota:** Levar em consideração os locais em que há mudança na direção da drenagem (círculos vermelhos).

**Passo 2:** Identifique o início e o fim do trecho de confinamento do vale e desconsidere as drenagens que não apresentem confinamento, desde que não haja registros de fluxo de detritos. Para facilitar a identificação da condição de confinamento do talvegue, foi desenvolvido o gabarito II (Apêndice A) (Figuras 2.32 e 2.33).

**Figura 2.32** – Verificação da condição de confinamento com utilização do gabarito II.

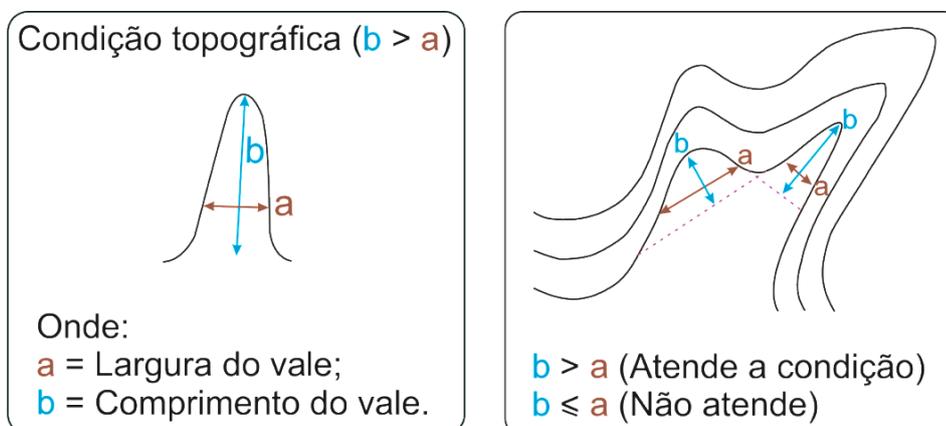


Fonte: Elaborada por Thiago Dutra e Ana Carolina Duarte, 2017.

**Nota:** Em verde, local que atende às condições de confinamento; em vermelho, porção da encosta que não atende às condições de confinamento.

**IMPORTANTE:** A condição de confinamento é expressa pela fórmula  $b > a$ , onde (a) refere-se à largura do vale e (b) corresponde ao comprimento do vale.

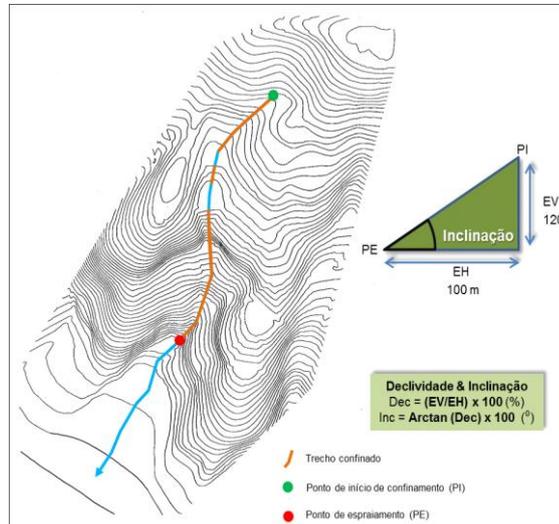
**Figura 2.33** – Determinação da condição de confinamento.



Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

**Passo 3:** Calcule a média de inclinação do trecho confinado e selecione apenas as bacias com inclinação média maior que 10° (Figura 2.34).

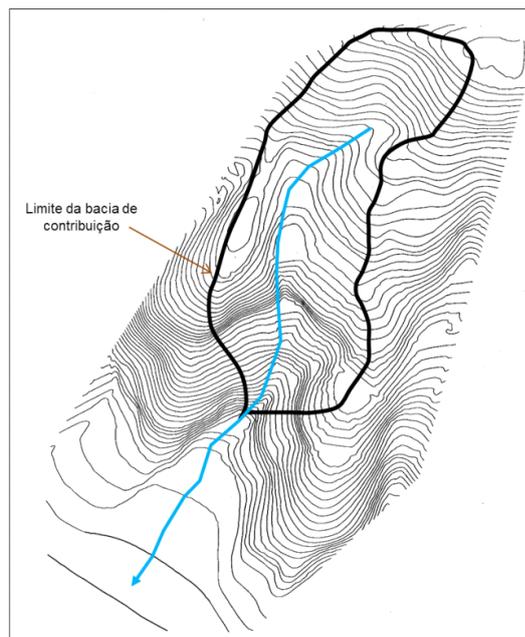
**Figura 2.34** – Seleção da bacia pela identificação dos trechos confinados do vale.



Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

**Passo 4:** Delimite a bacia de contribuição referente às drenagens de primeira ordem, utilizando como limite os divisores de água (Figura 2.35).

**Figura 2.35** – Definição do limite da bacia de contribuição de uma drenagem de primeira ordem.



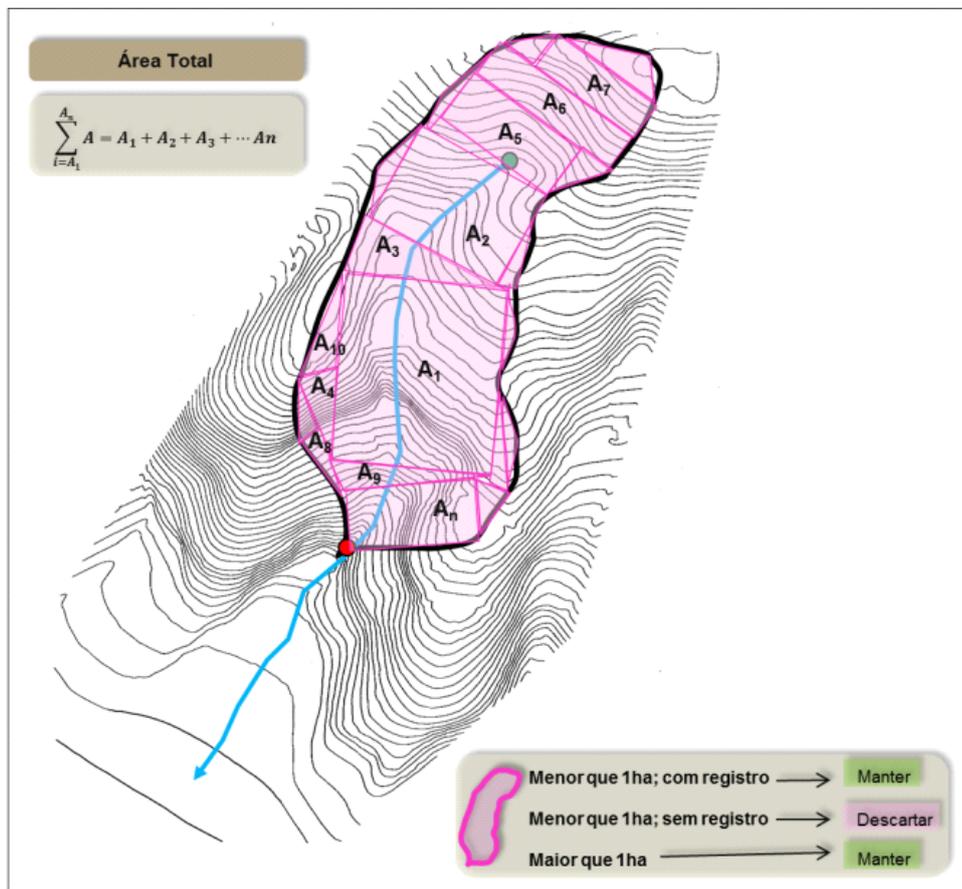
Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

**Passo 5:** Calcule a área da bacia de contribuição delimitada e aplique as seguintes regras (Figura 2.36):

- Descarte a área da bacia menor que 1 ha e sem registro.
- Mantenha a área da bacia menor que 1 ha e com registro.
- Mantenha a área da bacia maior que 1 ha.

**IMPORTANTE:** Tendo em vista o formato complexo e irregular que o polígono assume, o cálculo da área será realizado decompondo-se o polígono em figuras geométricas mais simples, como triângulo, retângulo e quadrado e somando todas essas áreas.

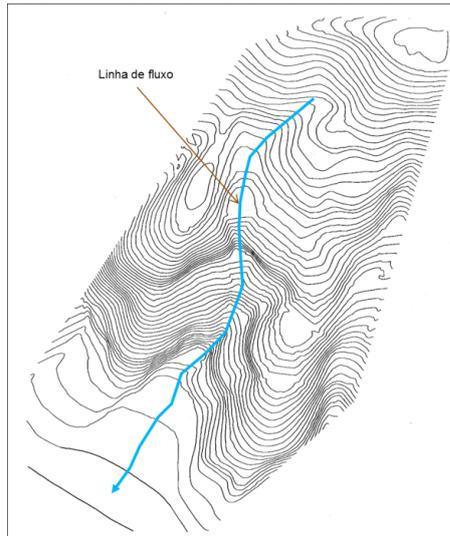
**Figura 2.36** – Cálculo da área da bacia de contribuição.



Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

**Passo 6:** Trace e determine o sentido da linha de fluxo, levando em consideração as características topográficas do terreno (Figura 2.37).

**Figura 2.37 –** Identificação da direção da linha de fluxo.



Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

As condicionantes de direcionamento de fluxo, tais como obras, construções, ruas etc. devem ser identificadas, uma vez que alteram a direção natural do fluxo (Figura 2.38).

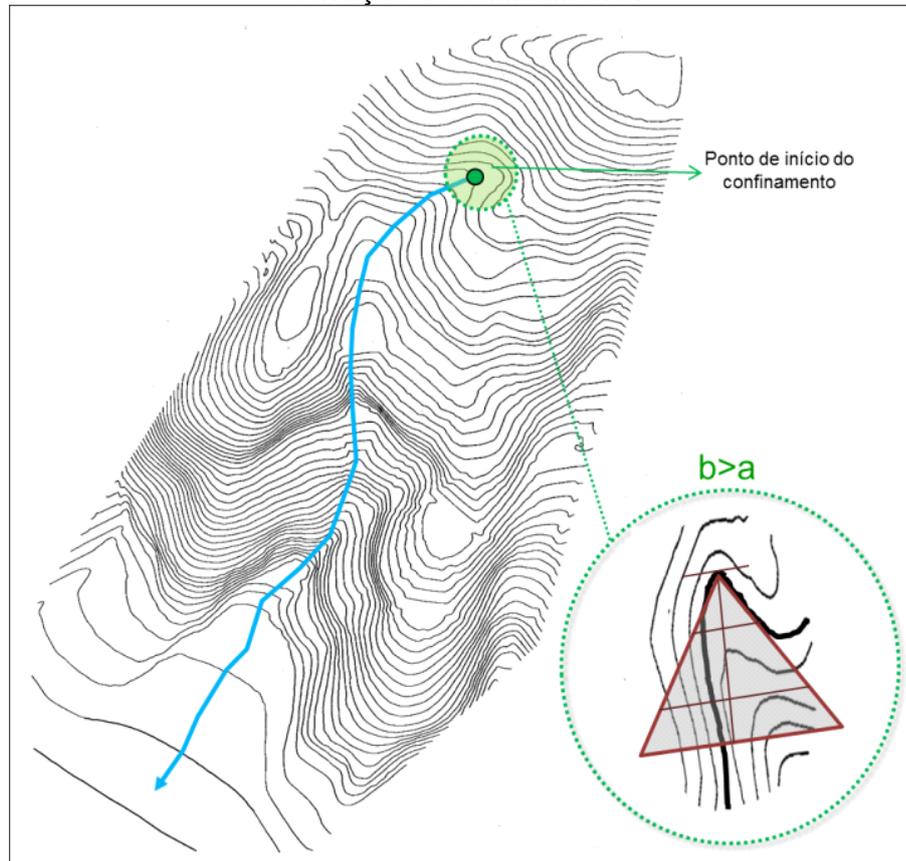
**Figura 2.38 –** Considerações para definição da linha de fluxo.

<p><b>Canais artificiais</b> - Presença de canais artificiais no trajeto. É provável que o fluxo sofra influência destes canais artificiais.</p>	
<p><b>Relevo do vale bem definido</b> - Se a partir do ponto do início de deposição até o limite inferior, o relevo dos vales apresentar bem e em sequência, considera-se que é alta a probabilidade do fluxo seguir o mesmo percurso.</p>	
<p><b>Trajetória do fluxo não é bem definida</b> - No caso em que a trajetória do fluxo não seja clara, será necessário analisar os indícios de algum curso d'água. Se a calha do curso d'água não comportar o volume do material do fluxo, deve-se considerar a seção transversal das áreas baixas ao longo do mesmo.</p>	
<p><b>Área plana</b> - Onde o trajeto do fluxo, desde o início da deposição do material estiver inserido em uma planície, deve-se considerar estas áreas como provável rota de fluxo de detritos.</p>	
<p><b>Trajetória retilínea</b> - Fluxo de detritos se comporta de maneira fluida, quando não existe nenhuma restrição que o redirecione. Assim, considera-se que o prolongamento do fluxo seja a provável rota a ser percorrida a partir do início da deposição.</p>	

Fonte: Elaborada por Ana Carolina Duarte, 2017.

**Passo 7:** Marque o ponto inicial (PI), que corresponde à interseção da primeira curva de nível, que satisfaça à condição de confinamento ( $b > a$ ) com as linhas de fluxo traçadas no passo 6 (Figura 2.39).

**Figura 2.39** – Demarcação do ponto inicial (PI) sobre a primeira curva de nível que atende à condição de confinamento.

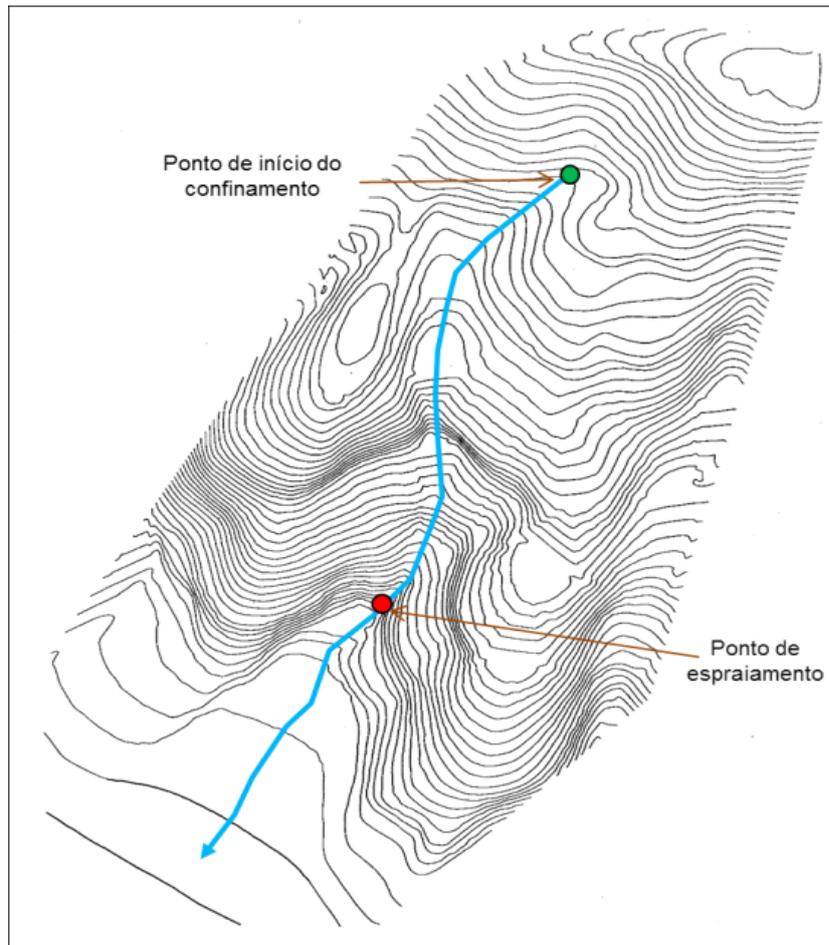


Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

**Passo 8:** Marque o ponto de espraiamento (PE) que será coincidente com o final do confinamento do vale (Figura 2.40).

#### **Ponto de Espraiamento**

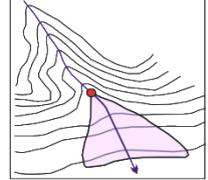
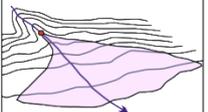
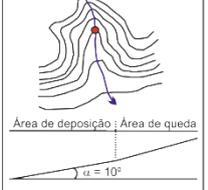
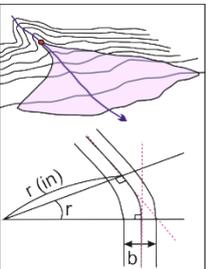
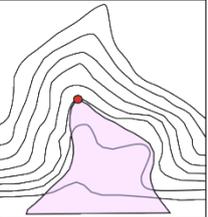
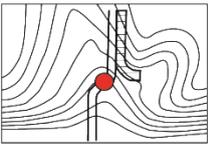
Posição inicial no vale onde o material transportado durante o processo de fluxo de detritos encontra condições de desconfinamento e tende a se depositar, dispersamente, em forma de leque.

**Figura 2.40** – Identificação do ponto de espraiamento no local de desconfinamento do vale.

Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

A determinação precisa do ponto de espraiamento é fundamental na identificação das áreas de atingimento do processo de fluxo de detritos. Para facilitar a localização desse ponto, apresentam-se algumas considerações a seguir (Figura 2.41).

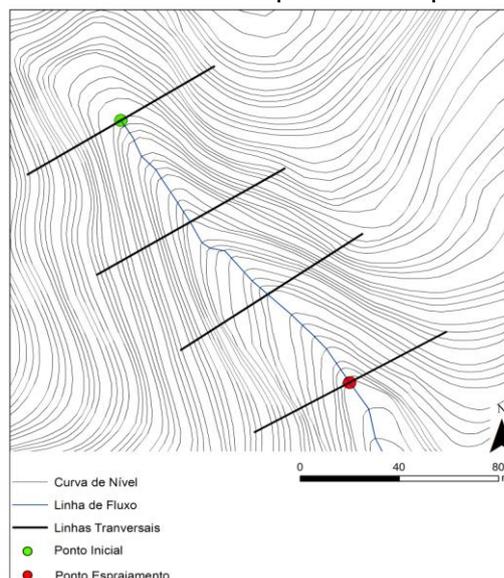
**Figura 2.41 – Considerações sobre a localização do ponto de espriamento.**

<p><b>Final do Vale</b> - Corresponde ao local onde ocorre mudança da inclinação, desconfinamento do fluxo e onde a altura de ambos os lados da encosta diminui (menor que 5 metros).</p>	
<p><b>Leque</b> - Região formada a partir do final do vale, onde o material transportado pelo fluxo se propaga desconfinado, na forma de leque.</p>	
<p><b>Ponto de Inflexão</b> - Ponto onde a inclinação do vale diminui abruptamente, de montante para jusante. Como referência, deve-se considerar como condição de início de deposição do material uma área plana do vale com inclinação menor que 8° ou, em caso de leque aluvial, uma inclinação menor que 10°, conforme mostrado no perfil ao lado.</p>	 <p>Área de deposição : Área de queda  <math>\alpha = 10^\circ</math></p>
<p><b>Ponto de curvatura</b> - O fluxo de detritos tem tendência de seguir em linha reta, mesmo quando existe um desvio na topografia. A razão <math>r/b &lt; 10</math> (onde <math>r</math> é o raio de curvatura do percurso do fluxo, e <math>b</math> é a largura do canal) expressa a condição onde a profundidade tende a ser maior à jusante do ponto de curvatura, possibilitando a deposição do material na parte externa do ponto de curvatura. A tendência à deposição de massa é grande nos pontos onde o ângulo <math>\theta</math> é maior que 30° e essa tendência fica mais acentuada se as alturas das margens do canal no lado externo forem menores.</p>	
<p><b>Início do desconfinamento</b> - Ponto em que o vale estreito subitamente torna-se amplo. Uma indicação para determinação deste ponto de início de deposição de detritos é o aumento da largura para mais de três vezes em relação à sua dimensão original, no começo do fluxo de detritos.</p>	
<p><b>Estruturas que cruzam o vale</b> - Pontos nos vales que atravessam estruturas antrópicas (pontes, aterros, etc.), onde é possível obstruir o escoamento natural do fluxo. Mesmo com a instalação de tubos de drenagem ou estruturas similares, a passagem pode ser obstruída por detritos transportados.</p>	

Fonte: Elaborada por Ana Carolina Duarte, 2017.

**Passo 9:** Trace, a partir do ponto inicial, linhas transversais onde as curvas de nível interceptam a linha de fluxo com espaçamento máximo de 50 m. Trace, também, uma linha transversal sobre o ponto de espriamento (Figura 2.42).

**Figura 2.42** – Linhas transversais sobre o ponto inicial e interseção das curvas de nível com a linha de fluxo e sobre o ponto de espraiamento.

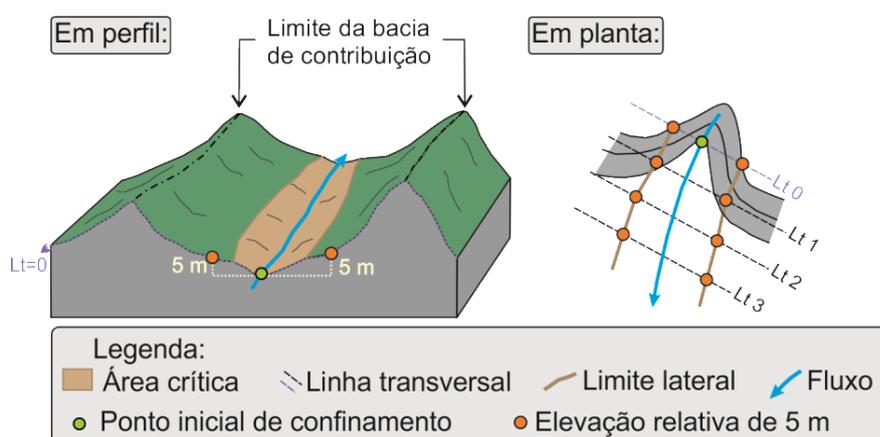


Fonte: Elaborada por Ana Carolina Duarte, 2017.

### Passo 10: Delimitação da área crítica

- Ação 1: Trace o limite superior da área crítica, que corresponde à linha transversal sobre o ponto inicial (passo 9).
- Ação 2: Marque dois pontos em cada linha transversal, considerando 5 m de elevação relativa, a partir da linha de fluxo (Figura 2.43).

**Figura 2.43** – Demarcação da área crítica no trecho confinado.



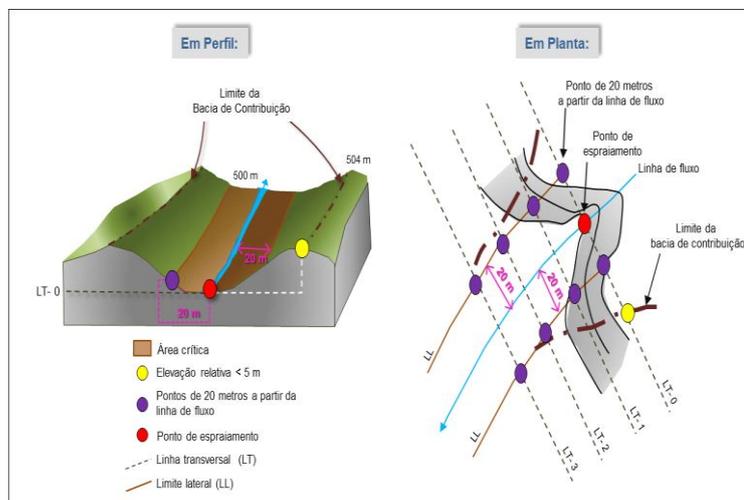
Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

**Nota:** O limite lateral corresponde aos pontos com elevação de 5 m em relação à linha de talvegue. Por exemplo, se a linha de fluxo estiver na curva de nível de cota 500 m, marque os pontos onde a diferença de cota for igual a 5 m, ou seja, na curva de nível de cota 505 m.

- Ação 3: Após o ponto de espraiamento, é possível que nem todas as linhas transversais apresentem esses pontos de cota maior ou igual a 5 m de elevação

relativa à linha de fluxo (não há mais a condição de confinamento). Nesse caso, marque o ponto sobre a transversal, considerando uma extensão de 20 m para cada lado a partir da linha de fluxo (Figura 2.44).

**Figura 2.44 –** Demarcação da área crítica no trecho não confinado.



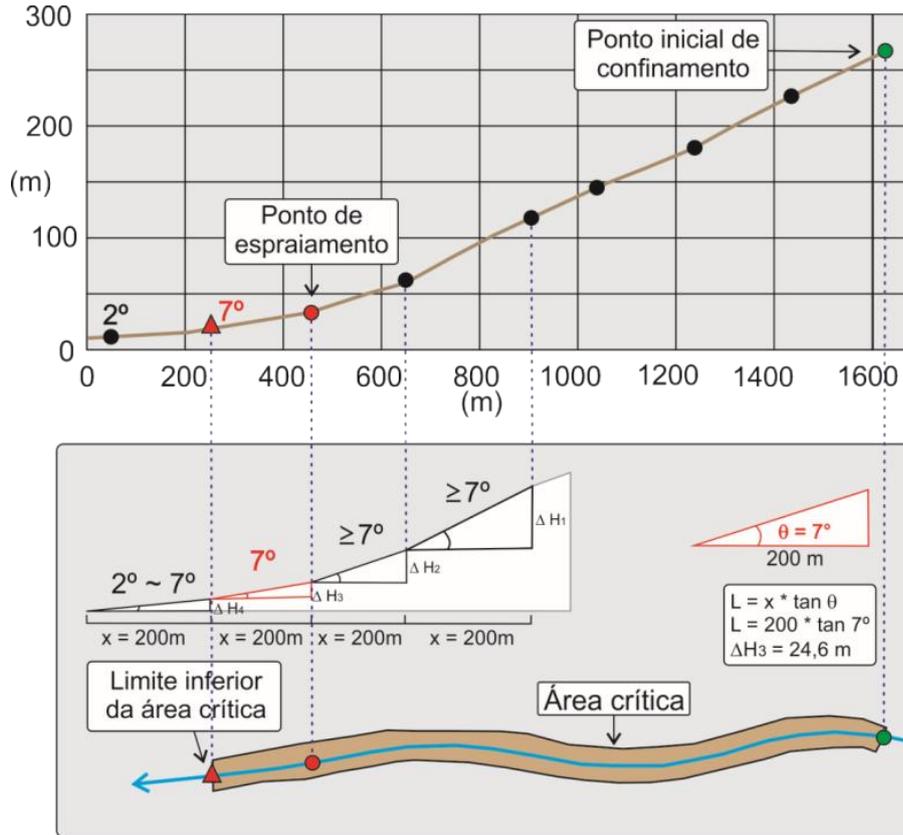
Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

**Nota:** O limite lateral corresponde aos pontos com espaçamento de 20 m a partir da linha de fluxo.

- Ação 4: Trace o limite lateral da área crítica interligando os pontos marcados nas ações 2 e 3.
- Ação 5: Após o ponto de espraiamento, trace o limite inferior onde o terreno apresenta a inclinação de 7° (Figura 2.45).

**IMPORTANTE:** Para identificar a inclinação de 7°, sugere-se a utilização da equação  $\Delta h = x \cdot \tan \theta^\circ$ , para encontrar a diferença de cota ( $\Delta h$ ) na qual a inclinação do terreno ( $\theta$ ) seja igual a 7°. Para distâncias horizontais ( $x$ ) de 200 m,  $\Delta h$  deve ser menor ou igual a 24,6 m, para que a inclinação do terreno seja menor ou igual a 7°.

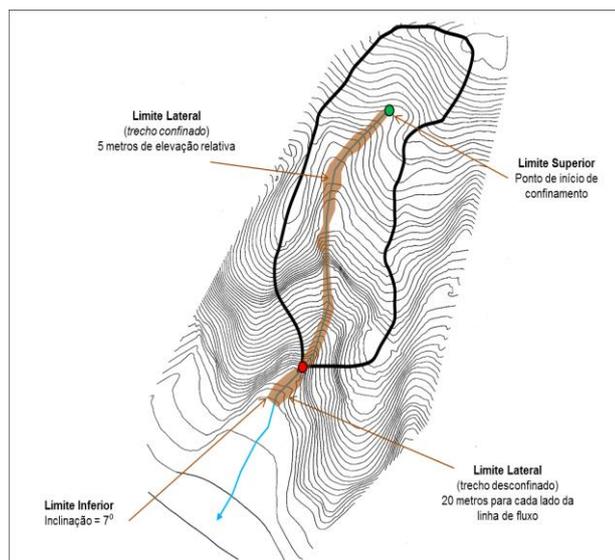
**Figura 2.45** – Definição do limite inferior da área crítica para o processo de fluxo de detritos.



Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

Depois de definidos todos os limites, a área crítica deve apresentar uma configuração semelhante à apresentada na Figura 2.46.

**Figura 2.46** – Limites da área crítica para o processo de fluxo de detritos.



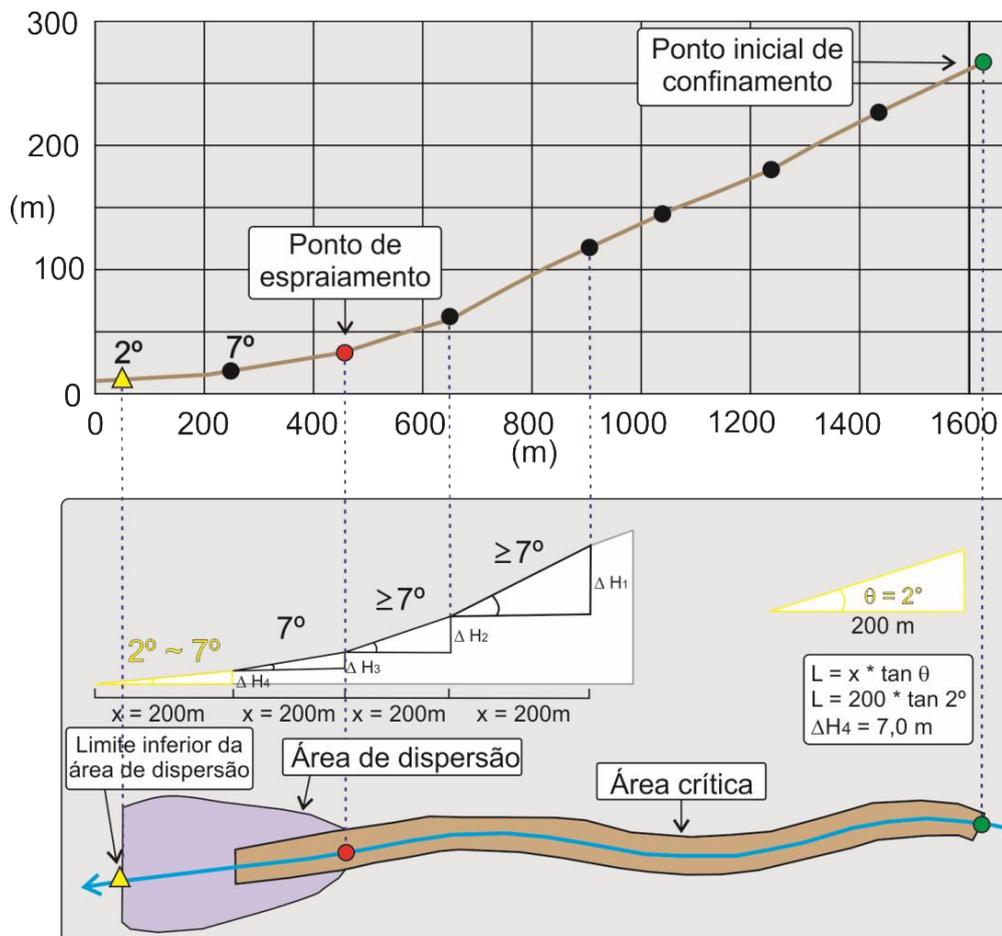
Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

### Passo 11: Delimitação da área de dispersão

- Ação 1: Trace uma linha transversal sobre o ponto de espraiamento (passo 8), para demarcar o limite superior da área de dispersão. Uma vez que a área de dispersão não pode se sobrepor à área crítica, descarte a área de dispersão que coincide com a área crítica.
- Ação 2: Trace o limite inferior da área identificando o local do terreno com inclinação de 2° (Figura 2.47).

**IMPORTANTE:** Para identificar a inclinação de 2°, sugere-se a utilização da equação  $\Delta h = x \cdot \tan \theta^\circ$ , para encontrar a diferença de cota ( $\Delta h$ ) na qual a inclinação do terreno ( $\theta$ ) seja igual a 2°. Para distâncias horizontais ( $x$ ) de 200 m,  $\Delta h$  deve ser menor ou igual a 7 m, para que a inclinação do terreno seja menor ou igual a 2°.

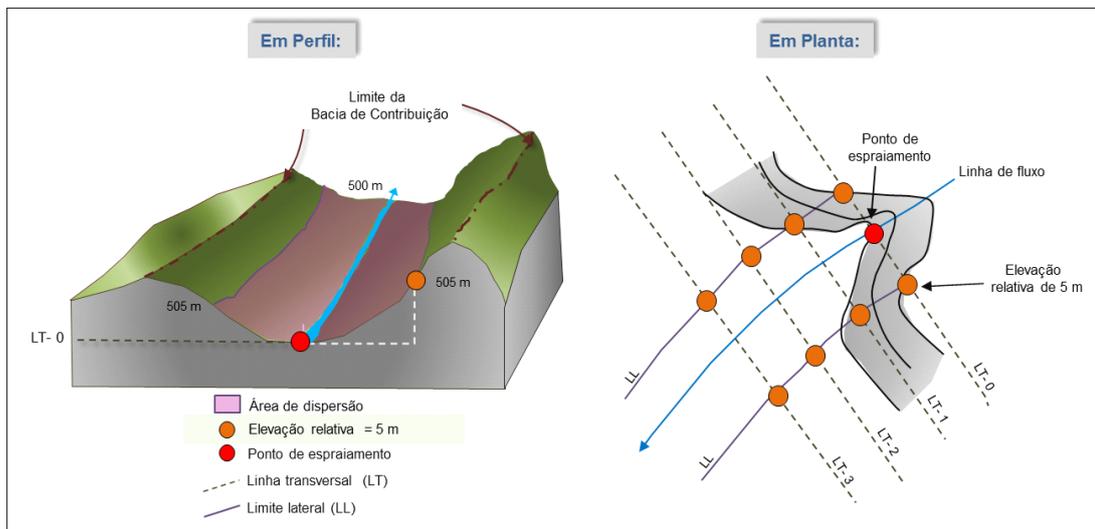
**Figura 2.47** – Definição do limite inferior da área de dispersão para fluxo de detritos.



Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

- Ação 3: Trace linhas transversais onde as curvas de nível interceptam a linha de fluxo, com espaçamento máximo de 50 m, entre os limites superior e inferior.
- Ação 4: Marque dois pontos, um de cada lado da linha de fluxo, sobre as linhas transversais, considerando 5 m de elevação relativa a partir da linha de fluxo. As linhas transversais, nesse caso, se estendem até o ponto de diferença de cota de 5 m (Figura 2.48).

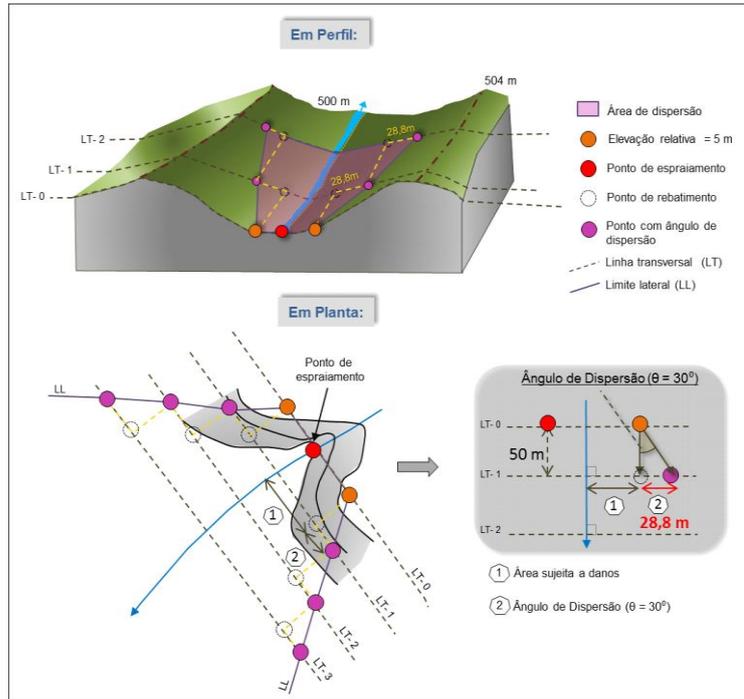
**Figura 2.48** – Marcação dos pontos de elevação relativa de 5 m de altura a partir do ponto de espraiamento, para definir o limite lateral da área de dispersão.



Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

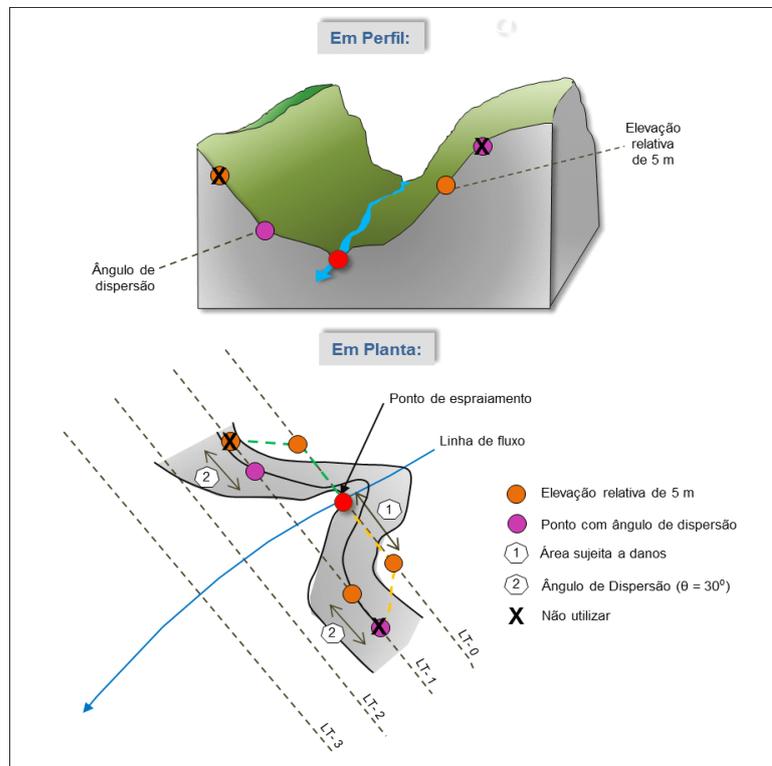
- Ação 5: A partir do ponto de espraçamento, a delimitação lateral é feita projetando-se o ponto da linha anterior na transversal seguinte (em direção à jusante), considerando um ângulo de dispersão de 30° (Gabarito II – Apêndice A) (Figura 2.49). Deve-se escolher o ponto que estiver mais próximo à linha do fluxo para a projeção seguinte (Figuras 2.50 e 2.51), repetindo o processo até o limite inferior da área de dispersão (Figura 2.52).

**Figura 2.49 – Marcação dos pontos com o ângulo de dispersão.**



Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

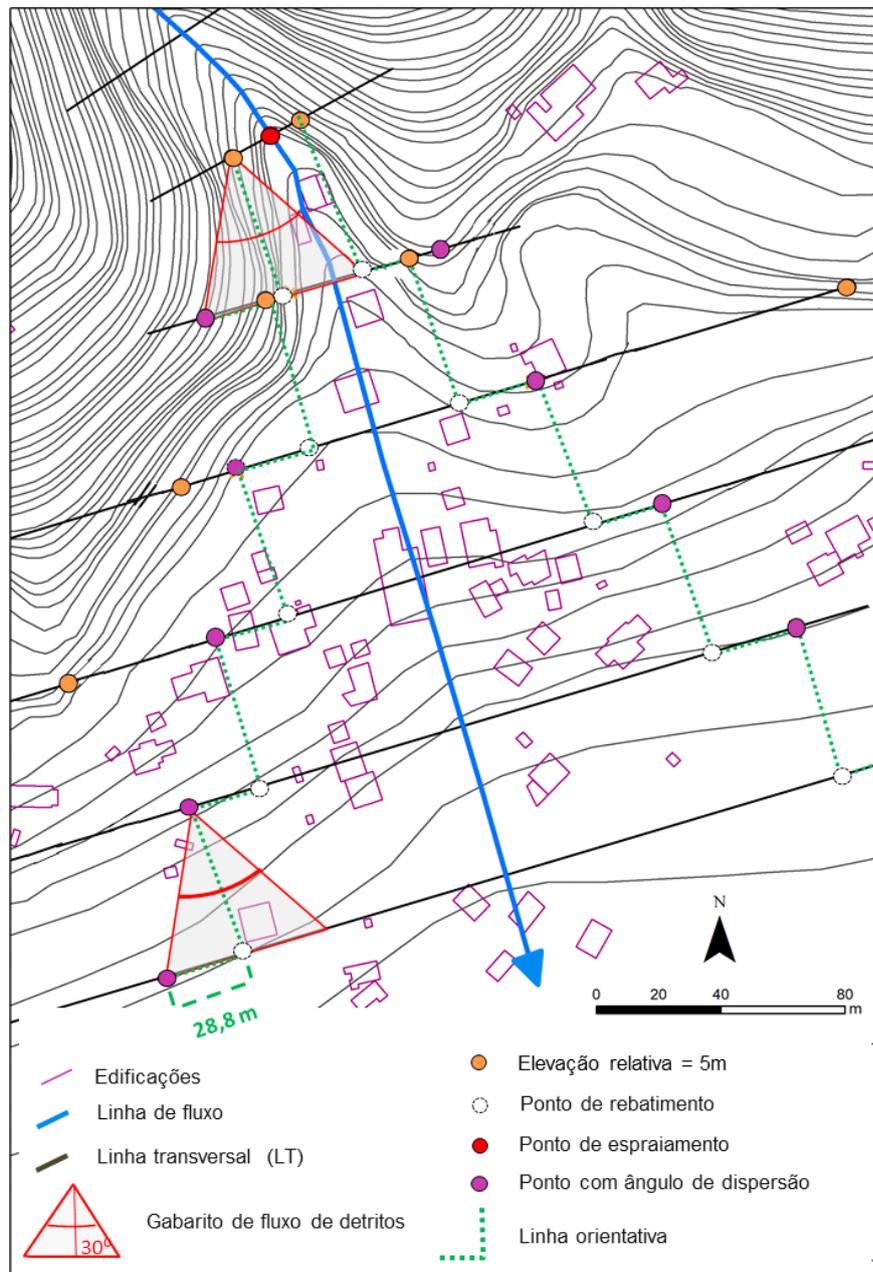
**Figura 2.50 – Esquema de seleção entre os pontos de elevação relativa de 5 m de altura ou ângulo de dispersão.**



Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

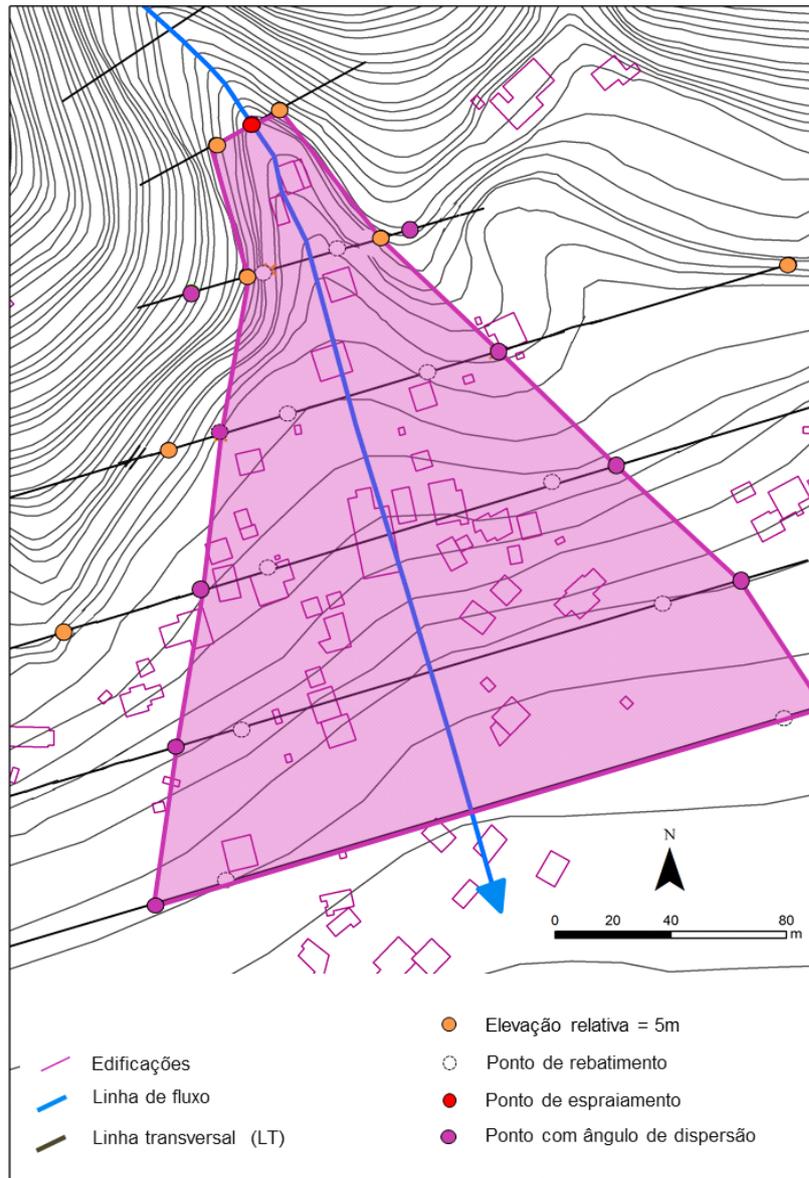
**Nota:** A seleção deve ser feita baseada no ponto mais próximo à linha de fluxo.

**Figura 2.51** – Projeção do ângulo de dispersão de 30° a partir do ponto mais próximo à linha de fluxo.



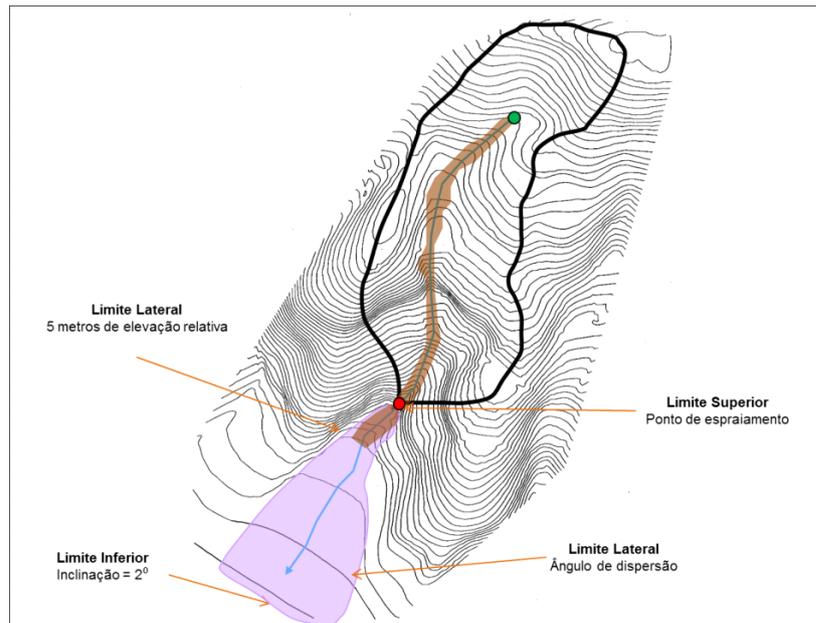
Fonte: Elaborada por Thiago Dutra e Ana Carolina Duarte, 2017.

**Figura 2.52** – União dos pontos mais próximos à linha de fluxo para delimitação da área de dispersão referente ao processo de fluxo de detritos.



Fonte: Elaborada por Thiago Dutra e Ana Carolina Duarte, 2017.

Depois de todos os limites definidos, a área de dispersão deve apresentar configuração semelhante à exposta na Figura 2.53.

**Figura 2.53** – Limites da área de dispersão referente ao processo de fluxo de detritos.

Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

O resultado da aplicação dessa sequência de passos são polígonos com a delimitação das áreas crítica e de dispersão referente ao processo de fluxo de detritos (Figura 2.54).

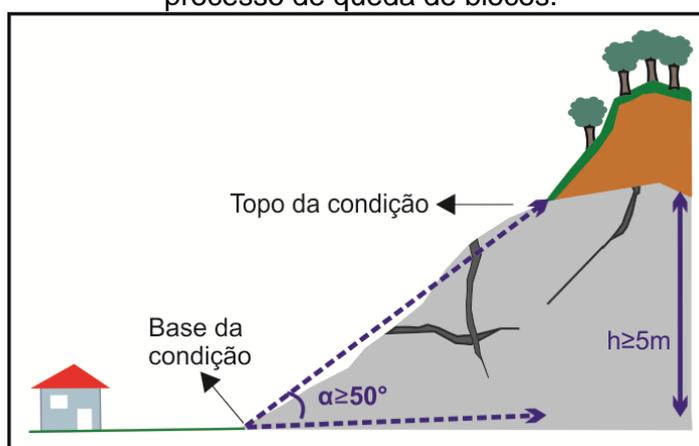
**Figura 2.54** – Resultado da delimitação das áreas crítica e de dispersão referente ao processo de fluxo de detritos.

Fonte: Elaborada por Rafael Ribeiro, 2017.

#### 2.2.1.4. Queda de blocos

Para estudo do processo de queda de blocos primárias são selecionadas encostas com inclinação mínima de  $50^\circ$ , constituídas total ou parcialmente por maciço rochoso, cuja amplitude mínima é de 5 m (Figura 2.55). Normalmente, as encostas não possuem inclinação constante, devendo ser consideradas aquelas que possuem média com inclinação igual ou superior a  $50^\circ$ .

**Figura 2.55** – Critérios topográficos de seleção de encostas potenciais referentes ao processo de queda de blocos.



Fonte: Elaborado por Giovanna Cunha, 2017.

**Nota:** A letra (h) corresponde à distância (em metros) entre o topo do maciço rochoso e a quebra de inclinação de  $50^\circ$  da encosta.

**IMPORTANTE:** Nem sempre o maciço rochoso corresponde à totalidade da encosta. Na maioria das vezes, o maciço aflora parcialmente na encosta. Nesse caso, a porção da encosta com o maciço exposto é onde será realizada a medida da amplitude mínima e não em toda a encosta.

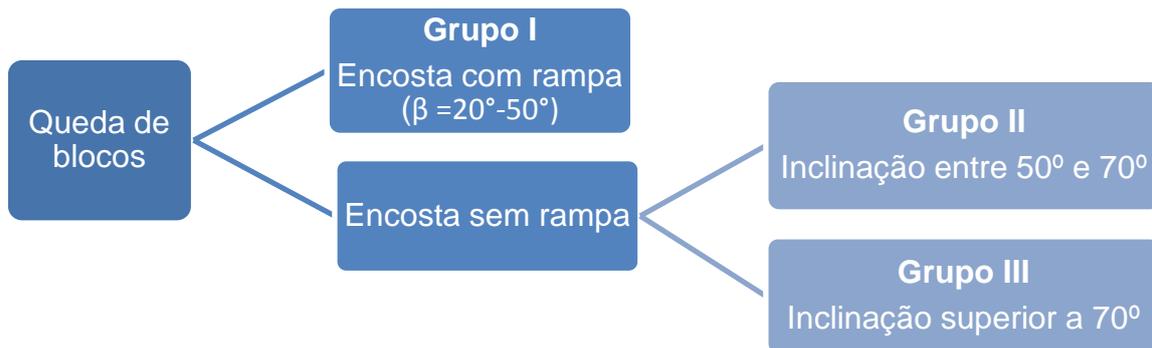
O processo de queda de blocos foi subdividido em três grupos, definidos em função da existência ou não de **rampa** e da inclinação do maciço rochoso (Figura 2.56). Os maciços rochosos, frequentemente, apresentam uma rampa adjacente à sua base. Uma vez que a presença da rampa influencia consideravelmente no alcance e na trajetória do bloco rochoso, definiu-se um grupo específico para esses maciços, denominado Grupo I (Figura 2.57). A rampa pode ser identificada por meio de carta de inclinação, espaçamento das curvas de nível ou levantamento de campo. Os maciços rochosos sem rampa são subdivididos em dois grupos. O primeiro, denominado Grupo II, corresponde às encostas com inclinação de  $50^\circ$  a  $70^\circ$ ; o

segundo, chamado Grupo III, refere-se às encostas cuja inclinação é superior a 70° (Figura 2.58).

**Rampa**

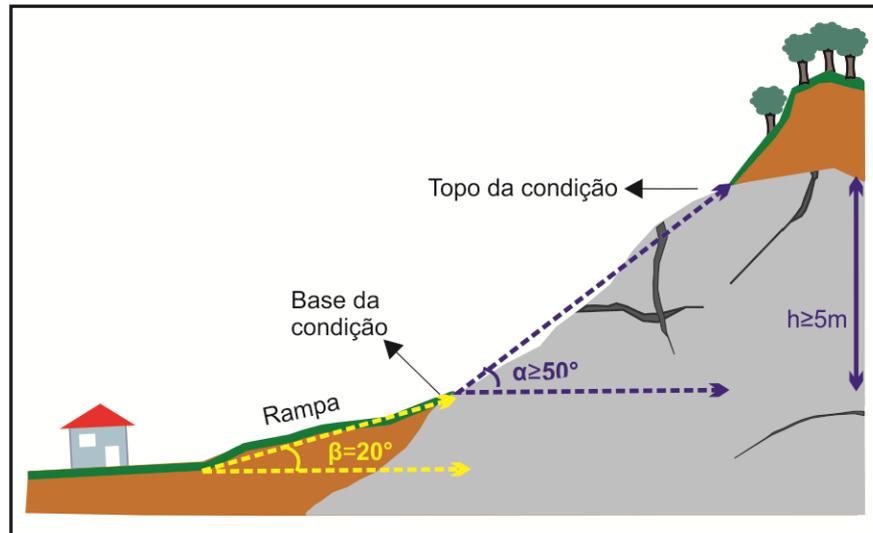
Elemento geomorfológico genérico com inclinação mínima de 20° e máxima de 50°, que pode ser acompanhado ou não de escarpa rochosa.

**Figura 2.56** – Grupos de análise referentes ao processo de queda de blocos.

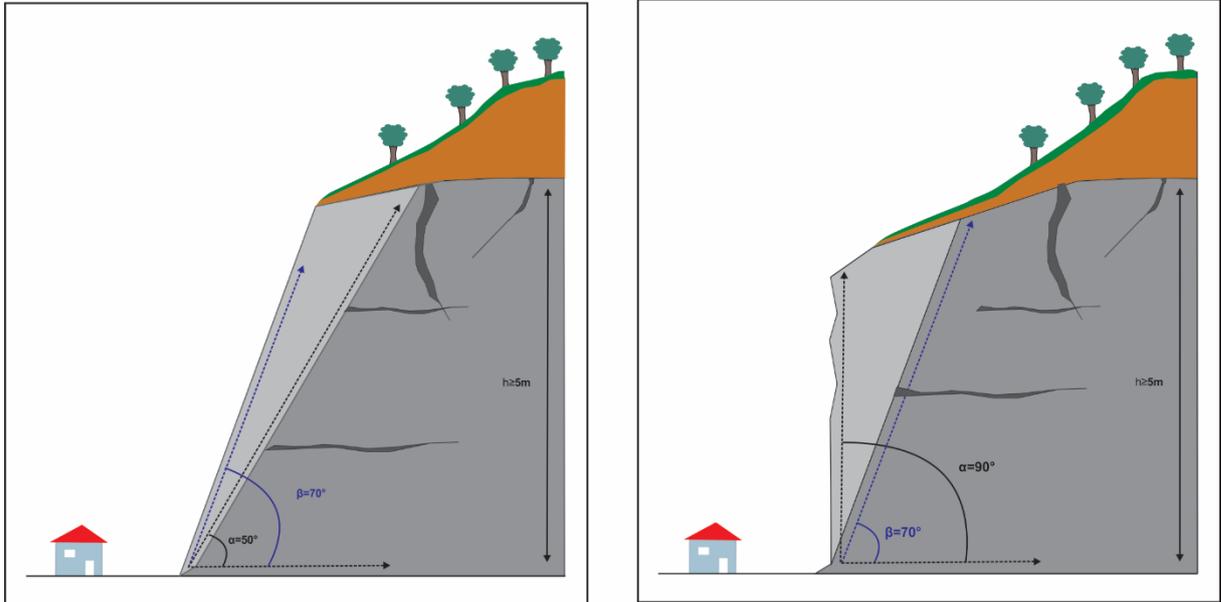


Fonte: Elaborada por Rafael Ribeiro, 2018.

**Figura 2.57** – Encosta com presença de rampa (grupo I).



Fonte: Elaborada por Giovanna Cunha, 2017.

**Figura 2.58** – Esquemas de encostas sem rampa.

Fonte: Elaborada por Anselmo Pedrazzi, 2017.

**Nota:** À esquerda, configuração do grupo II, com inclinação variando de 50° a 70°; à direita, o grupo III, com inclinação superior a 70°.

A definição das áreas crítica e de dispersão para o processo de queda de blocos será baseada na execução de seis passos e respectivas ações.

**Passo 1:** Identifique e delimite os locais onde há elementos potenciais a queda de blocos, tais como paredões rochosos ou blocos soltos no topo da encosta, campo de blocos, depósito de tálus, entre outros. Procede-se ao levantamento desses locais na área de estudo por meio de reconhecimento de campo e também pela utilização de cartas de suscetibilidade a movimentos de massa, registros de eventos, análise de imagens do Google Earth, dentre outras fontes (Figura 2.59).

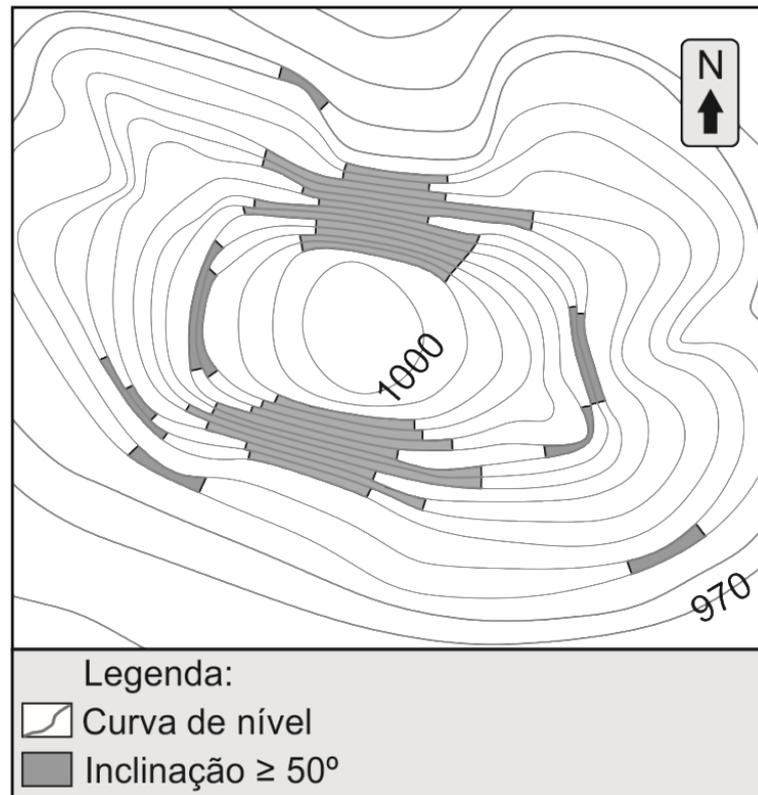
**Figura 2.59** – Identificação de maciços rochosos na área de estudo.

Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

**Nota:** À esquerda, utilização do *software* Google Earth; à direita, utilização de ortofotografias.

**Passo 2:** Destaque as áreas com inclinação igual ou superior a 50°, utilizando a carta de inclinação ou de curvas de nível com a aplicação do gabarito I (Apêndice A) (Figura 2.60).

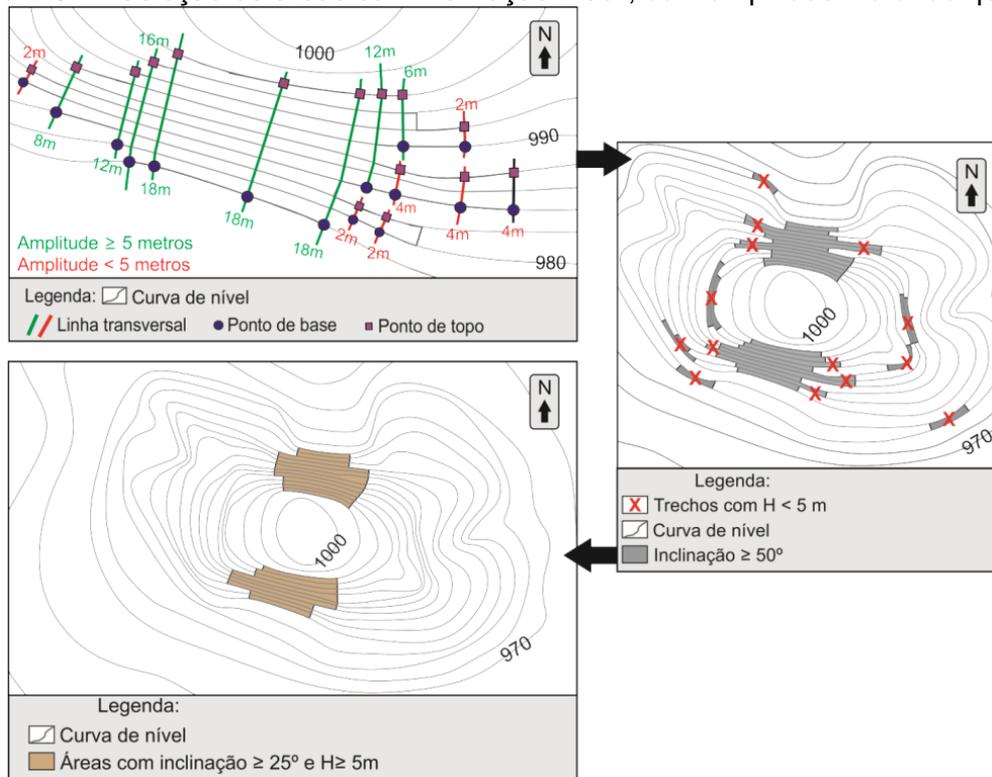
**Figura 2.60** – Identificação, em folha topográfica, de inclinação igual ou maior a 50°.



Fonte: Elaborada por Anselmo Pedrazzi, 2017.

**Passo 3:** Utilizando as áreas destacadas no passo anterior, verifique a distância entre as curvas de nível e descarte as áreas com amplitudes menores que 5 m (Figura 2.61).

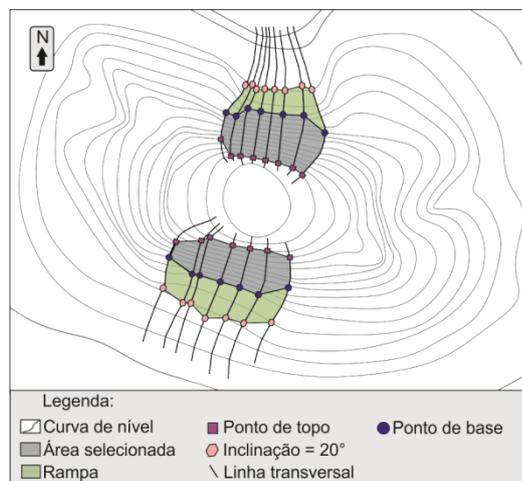
**Figura 2.61 – Seleção de áreas com inclinação  $\geq 50^\circ$ , com amplitude maior do que 5 m.**



Fonte: Elaborada por Anselmo Pedrazzi, 2017.

**Passo 4:** Este passo é específico para o grupo I. Delimite a área que vai desde a quebra de declividade de  $50^\circ$  abaixo das encostas e/ou maciços selecionados no passo 1, até a linha que representa a primeira quebra de inclinação de  $20^\circ$  (Gabarito I – Apêndice A), ou seja, onde termina a rampa (Figura 2.62).

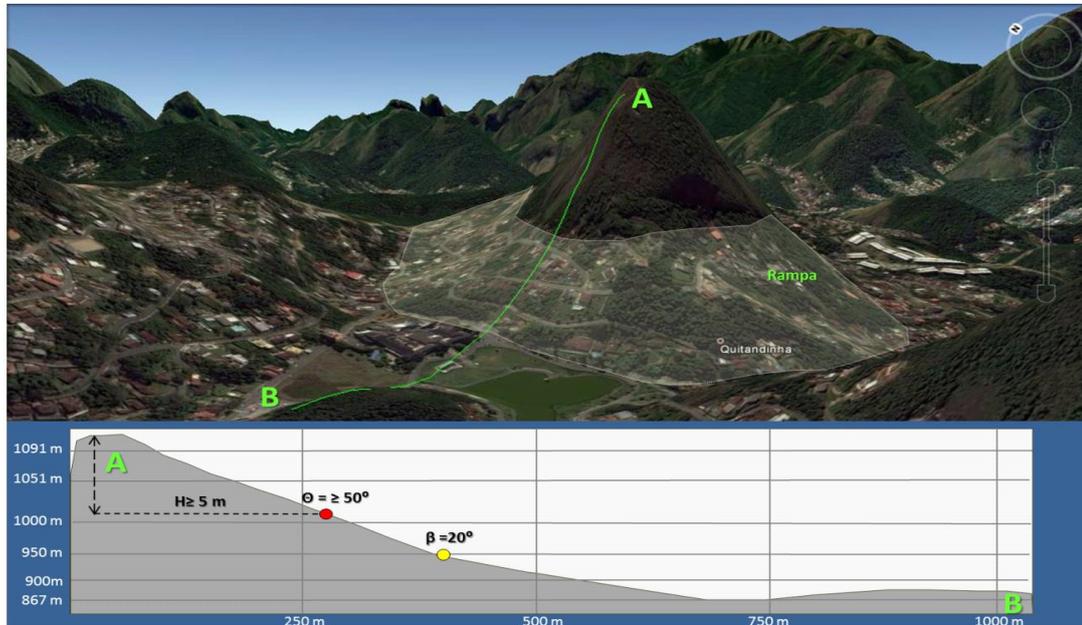
**Figura 2.62 – Análise para verificação da existência de rampa.**



Fonte: Elaborada por Anselmo Pedrazzi, 2017.

Para auxiliar na definição da existência de rampa, procede-se à projeção dos polígonos gerados nos passos 1 e 2 sobre imagens de satélite (Google Earth) e a imagens aéreas da área de estudo (Figura 2.63).

**Figura 2.63** – Identificação de rampa com utilização de Google Earth.



Fonte: Elaborada por Giovana Cunha, 2017.

### Passo 5: Delimitação da área crítica

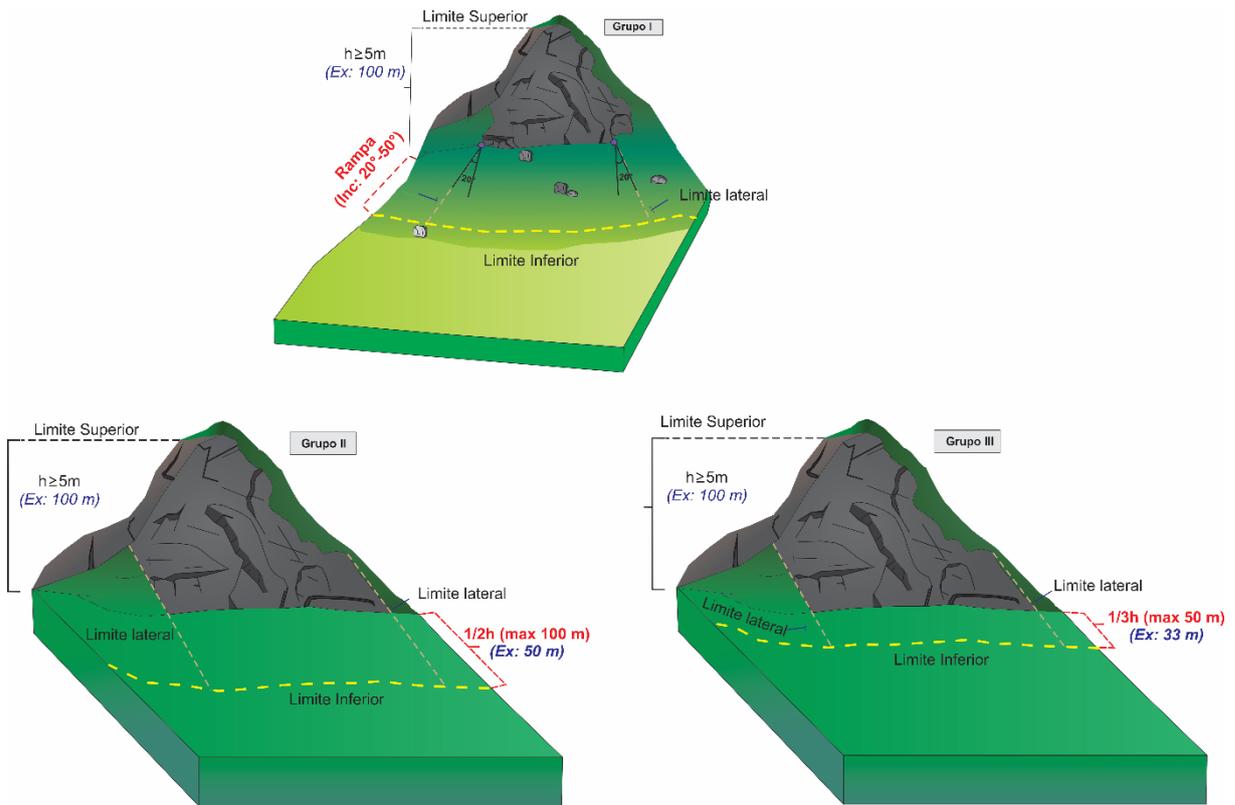
- Ação 1: Trace o limite superior, que corresponde ao topo do maciço rochoso ou da região com blocos soltos, que pode ou não coincidir com a crista da encosta (Figura 2.64).
- Ação 2: Trace o limite inferior, que será diferenciado conforme o grupo em questão (Figura 2.64):

Grupo I: o limite é a linha que une pontos com declive de  $20^\circ$  ( $\beta = 20^\circ$ ).

Grupo II: a partir do sopé da encosta, estender mais  $1/2$  de  $h$ , limitado a um máximo de 100 m.

Grupo III: a partir do sopé da encosta, estender mais  $1/3$  de  $h$ , limitado a um máximo de 50 m.

**Figura 2.64** – Limites inferiores e superiores da área crítica para os grupos I, II e III.



Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

- Ação 3: Trace o limite lateral da área crítica, que será diferenciado conforme o grupo em questão (Figura 2.65):

**Grupo I:** demarque as linhas laterais, que são praticamente perpendiculares às curvas de nível e definem onde a inclinação da encosta não atende ao critério topográfico, isto é, inclinação inferior a 50°. As interseções das linhas laterais com a linha que demarca o topo da rampa representam os dois pontos laterais. Nesses pontos, aplica-se a abertura de 20°, de modo a considerar o efeito da **dispersão lateral**.

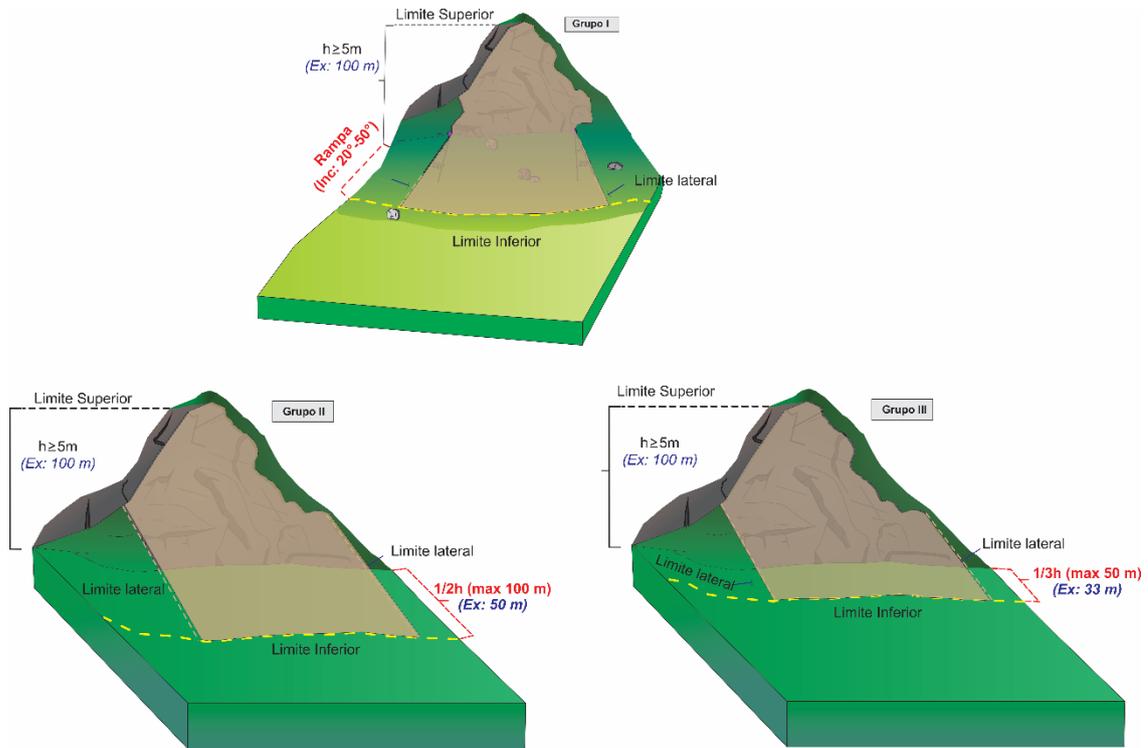
**Grupo II:** demarque as linhas laterais, que são praticamente perpendiculares às curvas de nível e definem onde a inclinação da encosta não atende ao critério topográfico, ou seja, inclinação entre 50° e 70°.

**Grupo III:** demarque as linhas laterais, que são praticamente perpendiculares às curvas de nível e definem onde a inclinação da encosta não mais atende ao critério topográfico, ou seja, inclinação inferior a 70°.

### Dispersão Lateral

Desvio da trajetória do bloco na direção do maior gradiente do terreno (AGLIARD; CROSTA, 2003). O bloco atinge a dispersão lateral média de  $\pm 20^\circ$ , ou seja, o bloco desvia lateralmente de seu ponto inicial cerca de  $20^\circ$  para um lado ou para o outro (AZZONI; LA BARBERA; ZANINETTI, 1995).

**Figura 2.65** – Limites laterais e configuração final da área crítica.



Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

#### **Passo 6:** Delimitação da área de dispersão (Figura 2.66)

- Ação 1: Trace o limite superior da área de dispersão, que corresponde ao limite inferior da área crítica para os grupos I, II e III traçados na ação 2 do passo 5.
- Ação 2: Delimite o limite inferior, que será diferenciado conforme o grupo em questão:

Grupo I: igual a  $2h$ , tendo valor máximo de 200 m contados a partir do final da condição topográfica de  $20^\circ$ .

Grupo II: igual a  $h$  e limitado a 200 m. A medida é realizada a partir do sopé da encosta em questão. Ao final, a sobreposição com a área crítica deve ser descartada.

Grupo III: igual a **h** e limitado a 100 m. A medida é realizada a partir do sopé da encosta em questão. Ao final, a sobreposição com a área crítica deve ser descartada.

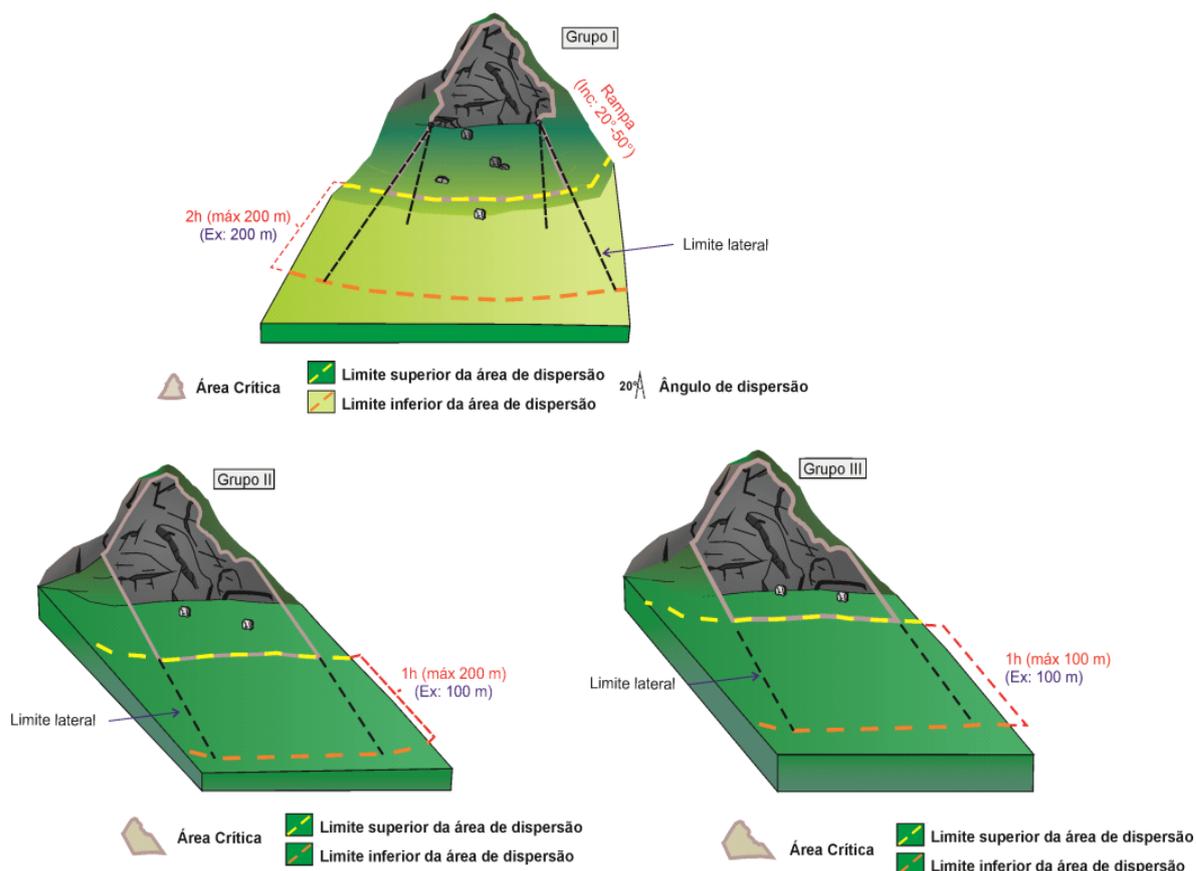
- Ação 3: Trace os limites laterais, que serão diferenciados conforme o grupo em questão:

Grupo I: correspondem à continuidade das aberturas dos ângulos de 20°, marcados a partir dos pontos laterais (ação 3 do passo 5).

Grupo II: marcados a partir dos pontos de interseção do limite inferior (ação 2 do passo 5) com os limites laterais (ação 3 do passo 5) da área crítica.

Grupo III: marcados a partir dos pontos de interseção do limite inferior (ação 2 do passo 5) com os limites laterais (ação 3 do passo 5) da área crítica.

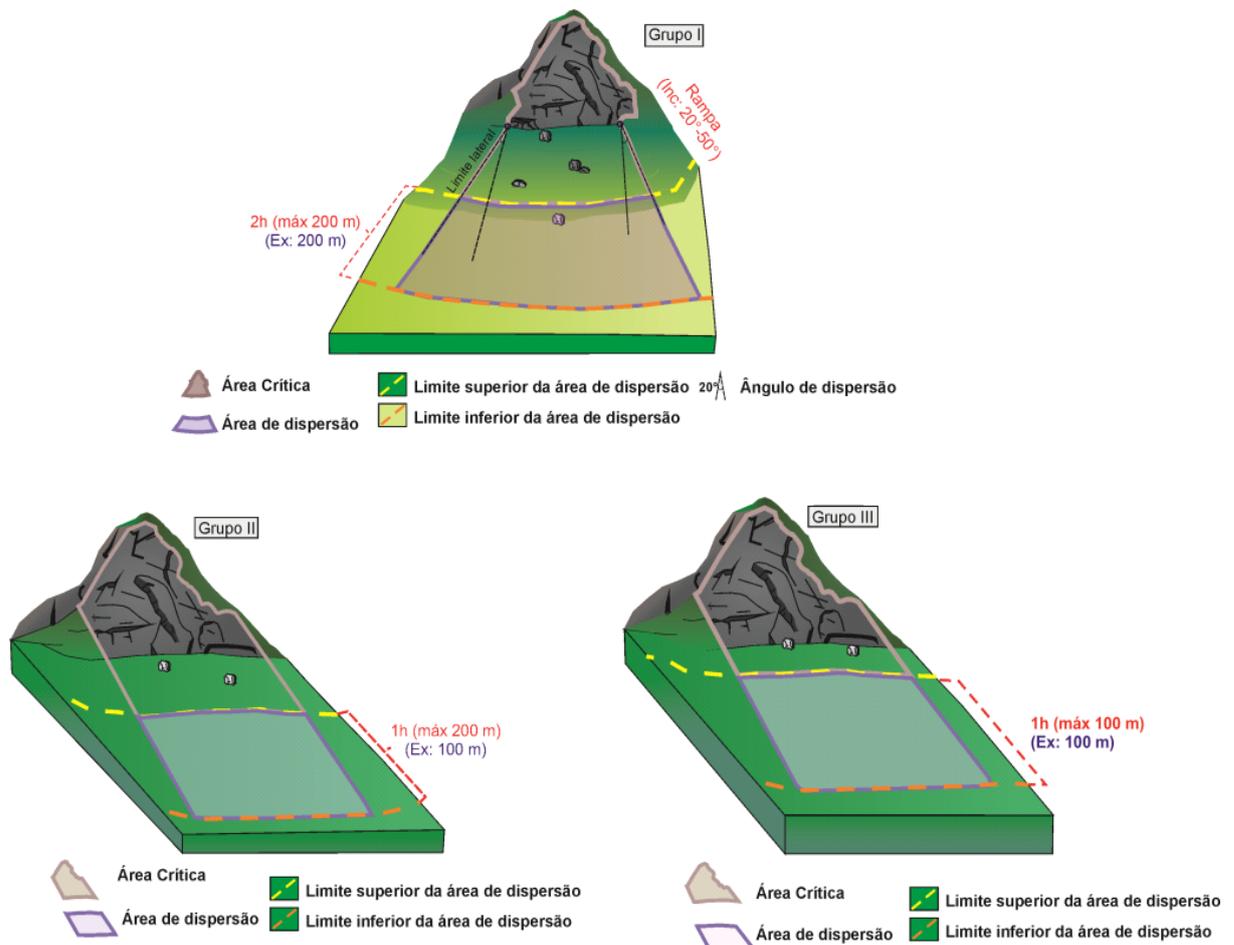
**Figura 2.66** – Limites inferiores e superiores da área de dispersão para os grupos I, II e III.



Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

A configuração final da área de dispersão, referente ao processo de queda de blocos, após a sua delimitação, está apresentada na Figura 2.67.

**Figura 2.67** – Limites laterais e configuração final da área de dispersão para os grupos I, II e III.



Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

O resultado da aplicação dessa sequência de passos são polígonos com a delimitação das áreas críticas e de dispersão referente ao processo de queda de blocos (Figura 2.68).

**Figura 2.68** – Resultado da delimitação das áreas crítica e de dispersão referente ao processo de queda de bloco.



Fonte: Elaborada por Rafael Ribeiro, 2017.

O produto final do trabalho de escritório será uma **carta de serviço**, com polígonos das áreas de perigo potencial da área de estudo, relativos a cada tipo de movimento gravitacional de massa identificado, segmentados em uma área crítica e uma área de dispersão.

### **Carta de Serviço**

Carta preliminar, gerada para identificar locais potenciais à deflagração de movimentos gravitacionais de massa, a partir da aplicação de critérios topográficos. Essa carta necessita de validação da modelagem e da qualificação de perigo definidas em escritório, o que deverá ser efetuado na etapa de levantamento de campo.

Concluído o trabalho de escritório, inicia-se a fase de levantamento de campo, composta por validação das áreas de perigo potencial definidas em escritório e qualificação do perigo.

Em síntese, os critérios topográficos utilizados para identificação das áreas mais propensas à geração destes MGMs são apresentados no Quadro 2.3.

**Quadro 2.3 – Critérios topográficos para identificação das áreas de Perigo.**

	<b>Deslizamentos Planares</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Encostas com inclinações <math>\geq 25^\circ</math></li> <li>• Encostas com amplitude mínima 5 metros</li> </ul>
	<b>Deslizamentos Rotacionais</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Feições topográficas</li> <li>• Registros de ocorrências</li> </ul>
	<b>Fluxo de Detritos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Condição de Confinamento (Comprimento &gt; Largura)</li> <li>• Bacia de Contribuição <math>\geq 1</math> hectare</li> <li>• Talvegue com inclinação mínima <math>10^\circ</math></li> </ul>
	<b>Queda de Blocos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presença de afloramento rochoso (paredões, depósito de tálus, campo de blocos)</li> <li>• Encostas com inclinações <math>\geq 50^\circ</math></li> <li>• Encostas com amplitude mínima 5 metros</li> </ul>

O Quadro 2.4 sintetiza as regras de delimitação para cada um dos processos analisados na metodologia de mapeamento do Perigo.

**Quadro 2.4 – Síntese das regras de delimitação de áreas Críticas (AC) e de Dispersão (AD).**

MGM		APE	Limite		
			Superior	Inferior	Laterais
Deslizamento	Planar	AC	[Topo + 10m]	[Base + 1H (Máx 30m)]	Fim da Condição Topográfica
		AD	Final AC	[Base + 2H (Máx 50m)]	Fim da Condição Topográfica
	Rotacional	AC	Estreitamento CN (Topo)	[L1 + (0.2 x L2)]	Fim da Condição Topográfica
		AD	Final AC	[0,8 x L2 (Máx 250m)]	Fim da Condição Topográfica
Fluxo de Detritos		AC	PI	INC = $7^\circ$ (intervalo: 200 m)	Confinado [H > 5m $\leftarrow$ (LF) $\rightarrow$ H > 5m] Não_Confinado [20m $\leftarrow$ (LF) $\rightarrow$ 20m]
		AD	PE	INC = $2^\circ$ (intervalo: 200 m)	Semi-Confinado [H > 5m $\leftarrow$ (LF) $\rightarrow$ H > 5m] Não_Confinado [V30° ou H > 5m] $\leftarrow$ (LF) $\rightarrow$ [V30° ou H > 5m]
Queda de Blocos	Grupo 1 (rampa) (Inc: 20°-50°)	AC	Topo (RX)	Final da Rampa (Inc: 20°)	[V20°] $\leftarrow$ (Fim Condição Topográfica Lateral) $\rightarrow$ [V20°]
		AD	Final da Rampa (Inc: 20°)	2 H (Máx 200m)	[V20°] $\leftarrow$ (Fim Condição Topográfica Lateral) $\rightarrow$ [V20°]
	Grupo 2 (Inc: 50°-70°)	AC	Topo (RX)	1/2 H (Máx 100m)	Fim da Condição Topográfica
		AD	FINAL AC	1 H (Máx 200m)	Fim da Condição Topográfica
	Grupo 3 (Inc: 70°-90°)	AC	Topo (RX)	1/3 H (máx 50m)	Fim da Condição Topográfica
		AD	FINAL AC	1 H (Máx 100m)	Fim da Condição Topográfica

**Legenda:** AC (área crítica), AD (área de dispersão), H (altura), CN (Curva de Nível), L1 (comprimento do deslizamento rotacional), L2 (projeção do comprimento do deslizamento rotacional), PI (Ponto de início do fluxo), PE (ponto de espraiamento), INC (inclinação), LF (linha de fluxo), V30° (ângulo de dispersão = 30°), RX (afloramento de rocha e/ou campo de blocos, depósito de tálus), V20° (ângulo de dispersão lateral = 20°)

Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

### 2.2.2. Validação das áreas de perigo potencial definidas em escritório (APC)

A validação é empregada como forma de otimizar os trabalhos e evitar avaliação de áreas que não apresentem perigo. Para garantir que as áreas atendam às especificações necessárias, procede-se à verificação *in loco*, com uso da Ficha de Campo (Apêndice B), conforme indicado nos passos a seguir.

**Passo 1:** Confirme os critérios topográficos e desconsidere as áreas que não atendam a esses critérios. Durante a checagem de campo, é possível que sejam observadas características (altura, inclinação, posição do ponto de espraiamento etc.) diferentes das encontradas na análise de escritório. Para esses casos, a informação de campo deve prevalecer.

**Passo 2:** Confirme as regras de delimitação que definem a área de perigo potencial (limites da condição topográfica, sentido do fluxo, ponto de espraiamento etc.). Todos os limites definidos para as áreas crítica e de dispersão podem sofrer alterações em função de características do terreno observadas em campo e devem ser ajustados previamente à continuidade do trabalho. O usuário deve observar, por exemplo, que o bloco, solo, ou qualquer outro material mobilizado pode não ter energia suficiente para ultrapassar determinada drenagem ou porção mais elevada. Nesses casos, as áreas crítica e de dispersão terão seu tamanho e formato modificados.

### 2.2.3. Qualificação do grau de perigo

Neste manual, a qualificação fundamenta-se na experiência do pesquisador para atribuir classes de perigo às áreas delimitadas, com base na observação de indícios de instabilidade no terreno. Essas classes referendam observações para uma estação chuvosa normal, ou seja, não são aplicáveis a situações climáticas extremas (Quadro 2.5).

**Quadro 2.5 – Classes de Perigo.**

PERIGO	APE	APC	Descrição
P1	AD	P1d	São atendidas as condições topográficas e/ou aos critérios de delimitação atingimento dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a energia potencial do movimento ocorra dispersa na área delimitada. O terreno não deve apresentar feições de instabilidades, entretanto casos raros podem ocorrer, de acordo com o tipo de movimento de massa. Não se espera registros de geração ou depósitos de movimentos gravitacionais pretéritos na área delimitada, entretanto casos raros podem ocorrer. Mantidas as condições existentes no terreno é baixa a possibilidade de deposição do material transportado e/ou ocorrência de movimentos gravitacionais de massa, no período compreendido por uma estação chuvosa normal.
		P2c	Atende a todas as condições topográficas e/ou aos critérios de geração dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a energia potencial do movimento ocorra concentrada na área de atingimento. Não é comum o terreno apresentar feições de instabilidades, mas podem ocorrer casos isolados, de acordo com o tipo de movimento de massa. Não se espera registros de geração ou depósitos de movimentos gravitacionais pretéritos na área delimitada, mas podem ocorrer casos isolados. Mantidas as condições existentes no terreno é moderada a possibilidade de ocorrência de movimentos gravitacionais de massa e/ou deposição do material transportado, no período compreendido por uma estação chuvosa normal.
P2	AD	P2d	São atendidas as condições topográficas e/ou aos critérios de delimitação atingimento dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a energia potencial do movimento ocorra dispersa na área delimitada. Não é comum o terreno apresentar feições de instabilidades, mas podem ocorrer casos isolados, de acordo com o tipo de movimento de massa. Não se espera registros de geração ou depósitos de movimentos gravitacionais pretéritos na área delimitada, mas podem ocorrer casos isolados. Mantidas as condições existentes no terreno é moderada a possibilidade de deposição do material transportado e/ou ocorrência de movimentos gravitacionais de massa, no período compreendido por uma estação chuvosa normal.
		P3c	Atende a todas as condições topográficas e/ou aos critérios de geração dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a energia potencial do movimento ocorra concentrada na área de atingimento. O terreno pode apresentar feições de instabilidades evidentes de acordo com o tipo de movimento de massa. Podem ocorrer registros de geração ou depósitos de movimentos gravitacionais pretéritos na área delimitada. Mantidas as condições existentes no terreno é alta a possibilidade de ocorrência de movimentos gravitacionais de massa e/ou deposição do material transportado, no período compreendido por uma estação chuvosa normal.
P3	AD	P3d	São atendidas as condições topográficas e/ou aos critérios de delimitação atingimento dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a energia potencial do movimento ocorra dispersa na área delimitada. O terreno pode apresentar feições de instabilidades evidentes de acordo com o tipo de movimento de massa. Podem ocorrer registros de geração ou depósitos de movimentos gravitacionais pretéritos na área delimitada. Mantidas as condições existentes no terreno é alta a possibilidade de deposição do material transportado e/ou ocorrência de movimentos gravitacionais de massa, no período compreendido por uma estação chuvosa normal.
		P4c	Atende a todas as condições topográficas e/ou aos critérios de geração dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a energia potencial do movimento ocorra concentrada na área de atingimento. O terreno pode apresentar feições de instabilidades marcantes de acordo com o tipo de movimento de massa. É comum registros de geração ou depósitos de movimentos gravitacionais pretéritos na área delimitada. Mantidas as condições existentes no terreno é muito alta a possibilidade de ocorrência de movimentos gravitacionais de massa e/ou deposição do material transportado, no período compreendido por uma estação chuvosa normal.
P4	AC	P4c	

Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

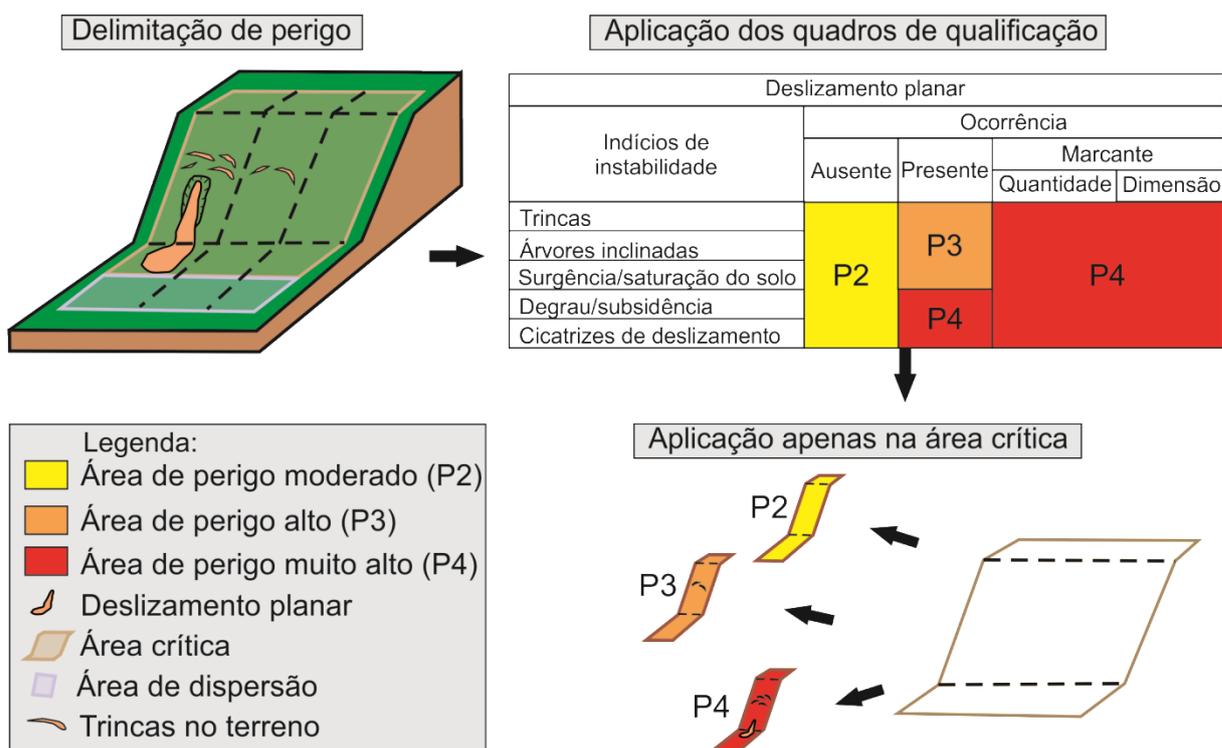
**IMPORTANTE:** Ao se vincular o perigo a uma estação chuvosa normal, quer se fazer referência aos índices de precipitação padronizados por históricos de medições climatológicas e não aos eventos climáticos extremos, os quais podem acrescentar sobrepeso às áreas qualificadas, de forma que áreas antes classificadas como P2 passem para P4, dependendo do volume excepcional registrado. Essas relações são mais bem apresentadas no eixo de monitoramento e alerta do Projeto GIDES e manuais relacionados.

A análise de qualificação de perigo será realizada apenas sobre a área crítica (AC) (Figura 2.69). Por serem áreas de deflagração, entende-se que ali estão presentes as condições de instabilidade para início dos processos de movimentação de massa e, por essa razão, assume-se, neste manual, que as áreas críticas receberão um grau mínimo de perigo moderado (P2c).

**IMPORTANTE:** A análise de perigo, quando voltada à quantificação, objetiva estabelecer uma relação entre os fatores controladores da dinâmica dos movimentos de massa, considerando modelos físicos e matemáticos. Procede-se a essa quantificação por meio de métodos de análise de estabilidade, aplicados sobre a distribuição espacial da probabilidade de deflagração (FARIA, 2011). Já as abordagens sobre qualificação estão baseadas na experiência de especialistas e, ainda que apresentem subjetividade, são bastante úteis na avaliação preliminar (ASSIS, 2013).

Uma área crítica em que não forem evidenciados indícios de instabilidade no terreno deve ser qualificada como perigo médio (P2c), sendo o perigo baixo (P1d) associado apenas às áreas de atingimento à jusante. Somente nesse caso os critérios topográficos da área crítica serão mais importantes que a observação de campo. O resultado prático é que o perigo baixo (P1) não será atribuído a nenhuma área crítica.

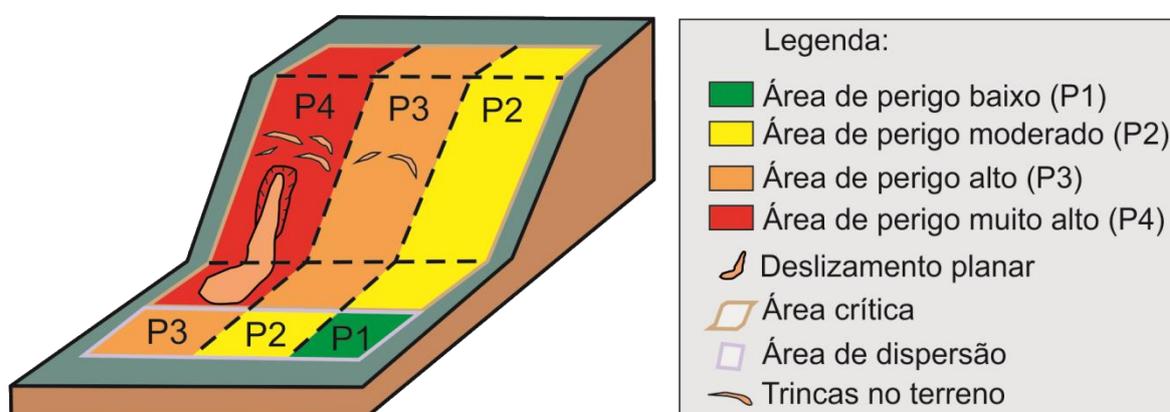
**Figura 2.69** – Aplicação da qualificação de perigo à área crítica.



Fonte: Elaborada por Dario Peixoto, 2017.

A área de dispersão (**AD**) assume a classificação um grau inferior em relação à área crítica, uma vez que essa área pode não apresentar evidências de instabilidade oriundas de desencadeamento do processo de movimento gravitacional de massa (Quadro 2.5). Quando uma área crítica for qualificada com grau muito alto (P4c), por exemplo, a área de dispersão necessariamente receberá o grau imediatamente menor (P3d) (Figura 2.70).

**Figura 2.70** – Qualificação de perigo das áreas crítica e de dispersão, sendo a segunda um grau inferior em relação à área crítica.



Fonte: Elaborada por Dario Peixoto, 2017.

### 2.2.3.1. Índícios de instabilidade

Os indícios de instabilidade do terreno permitem inferir a ocorrência futura de movimentos de massa. Esses indícios, tais como degraus de abatimento, trincas, saturação etc., variam para cada processo.

**IMPORTANTE:** A forma de ocorrência dos indícios de instabilidade em campo pode ser ausente ou presente. Quando presentes, podem ser considerados marcantes em quantidade e/ou dimensão.

**Ausente:** Ausência completa de indícios na área crítica.

**Presente:** Qualquer sinal de indício na área crítica.

**Marcante:** Índícios marcantes tanto em quantidade como em dimensão.

A seguir, são apresentados os quadros de qualificação desenvolvidos para cada tipo de movimento gravitacional de massa. Em sua elaboração, utilizaram-se as mesmas cores do Quadro 2.5, com o objetivo de facilitar a associação entre a forma de ocorrência dos indícios de instabilidade com o grau de perigo.

A qualificação da área crítica deve corresponder ao maior grau de perigo identificado pelos indícios de campo (Apêndice B).

#### 2.2.3.2. Deslizamento planar

É qualificado quanto aos indícios de instabilidade apresentados no Quadro 2.6. Esses indícios são agrupados em ausente, presente e marcante. Se nenhum indício for identificado na área crítica, esta deverá ser considerada como perigo moderado (P2c). Quaisquer indícios presentes relacionados a trincas, árvores inclinadas e grau de saturação do solo caracterizam a área como perigo alto (P3c), enquanto a presença de degraus e cicatrizes determina a área crítica como perigo muito alto (P4c). Qualquer indício, mesmo que seja único, que seja considerado marcante, define a área crítica como perigo muito alto (P4c).

**Quadro 2.6** – Qualificação do grau de perigo, baseada em indícios de instabilidade do terreno, referente ao processo de deslizamento planar.

Indício de instabilidade	Ausente	Presente	Marcante	Fotografia
Trincas no Terreno	P2	P3	P4	
Árvores Inclinadas				
Grau de Saturação/Surgência				
Degrau/Subsidência		P4		
Cicatriz de Deslizamento				

Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

São estes os principais indícios de instabilidade no terreno:

**Trincas/Fissuras:** Fendas no solo que marcam a linha de movimentação. O sentido de deslocamento do terreno é perpendicular à trinca, em direção ao sopé da encosta.

**Árvores Inclinadas:** Árvores inclinadas em direção à base da encosta. Esse indício terá maior relevância quando outras árvores das proximidades não estiverem inclinadas.

**Grau de Saturação/Surgência:** Grau de umidade constante da encosta, inclusive em períodos secos (baixa pluviosidade). Esse indício torna-se marcante com a presença

de surgências, que correspondem a quantidades consideráveis de água minando da encosta.

Degrau de Abatimento: Fenda em estágio avançado, onde houve deslocamento vertical, para baixo, de um nível do terreno em relação ao outro.

Cicatrizes de Deslizamento: Deslizamentos anteriores deixam marcas (cicatrizes) na encosta, na forma de áreas sem vegetação com solo ou rocha exposta. No sopé da encosta pode haver também acúmulo de solo junto de vegetação soterrada.

#### 2.2.3.3. Deslizamento rotacional

É qualificado quanto aos indícios de instabilidade apresentados no Quadro 2.7. Esses indícios são agrupados somente em presente e marcante. A opção ausente não existe, uma vez que o reconhecimento da feição de deslizamento rotacional é realizado somente por meio da identificação de indícios de instabilidade.

**Quadro 2.7** – Qualificação do grau de perigo, baseada em indícios de instabilidade do terreno, referente ao processo de deslizamento rotacional.

Indício de instabilidade	Presente	Marcante	Fotografia
Trincas	P3	P4	
Degrau/Subsidência			
Deformações nas Estruturas de Rodovias e Ferrovias (sopé da encosta)			
Estreitamento da Margem de Rios (sopé da encosta)			
Intumescência Basal			
Grau de Saturação/Surgência			

Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

A simples presença de indícios já torna a área crítica passível de qualificação mínima como perigo alto (P3c). Qualquer indício que seja considerado marcante, seja por sua quantidade ou dimensão, caracteriza a área crítica com grau de perigo muito alto (P4c).

São estas as principais características dos indícios de instabilidade no terreno:

Trincas/Fissuras: Fendas no solo que marcam a linha de movimentação. O sentido de deslocamento do terreno é perpendicular à trinca, em direção ao sopé da encosta.

Grau de Saturação/Surgência: Grau de umidade constante da encosta, inclusive em períodos secos (baixa pluviosidade). Esse índice torna-se marcante com a presença de surgências, que correspondem a quantidades consideráveis de água minando da encosta.

Degrau de Abatimento: Fenda em estágio avançado, onde houve deslocamento vertical, para baixo, de um nível do terreno em relação ao outro.

Intumescência Basal: Uma das características do movimento rotacional é a formação de uma projeção de solo na parte inferior da encosta, associada ao degrau de abatimento acima da encosta. Essa projeção é chamada de intumescência, e é essa feição que causa deformações nas estruturas e estreitamentos nas margens dos rios.

Deformações nas Estruturas: A geometria do deslocamento da massa na característica circular causa elevação local das cotas altimétricas imediatamente à jusante da encosta, sendo notada pela deformação visível nas construções que existirem nesses locais.

Estreitamento da Margem dos Rios: Os rios que passam na base de deslizamentos rotacionais podem apresentar estreitamento das margens, em função de deslocamento lento do material. Essa feição pode ser observada também por registros fotográficos e sensores remotos.

#### 2.2.3.4. Fluxo de detritos

A presença de depósitos de fluxo de detritos pretéritos é um índice de campo que confirma a condição de perigo (Figura 2.71). Esses depósitos podem estar mascarados por vegetação ou construções e talvez sejam necessárias investigações mais detalhadas para detectar sua presença na área crítica. Os depósitos pretéritos evidenciam a ocorrência de fluxos no passado, o que indica maior possibilidade de ocorrência de novo fenômeno no futuro. Essa informação já é suficiente para definir a área crítica como perigo muito alto (P4c) e, conseqüentemente, a área de dispersão como perigo alto (P3c) (Quadro 2.8).

**Figura 2.71** – Porção média de um depósito de fluxo de detritos (Santa Bárbara do Tugúrio/MG).



Fotografia: Heródoto Góes, 2016.

**Quadro 2.8** – Qualificação do grau de perigo, baseada em indícios de instabilidade do terreno, referente ao processo de fluxo de detritos.

Indício de Campo	Ausente	Presente	Fotografia
Depósitos Pretéritos	Usar Quadros 2.9 e 2.10	P4	

Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

Na ausência de depósito pretérito, a classificação do vale deve levar em consideração a área da bacia, a inclinação do leito do canal (Quadro 2.9) e a espessura média do material depositado no canal (Quadro 2.10).

**Quadro 2.9** – Classificação do vale em função de área da bacia e inclinação do leito do canal.

Classe	Inclinação do Leito do Canal
A1	Área da bacia de contribuição <b>maior</b> que 5 ha e com inclinação média ( <b>PI-PE</b> ) maior que 15°.

<b>A2</b>	Área da bacia de contribuição <b>menor</b> que 5 ha e com inclinação maior que 15°.
<b>B</b>	Inclinação do leito do canal entre 10° e 15°.

Fonte: MINISTRY OF LAND..., 1988.

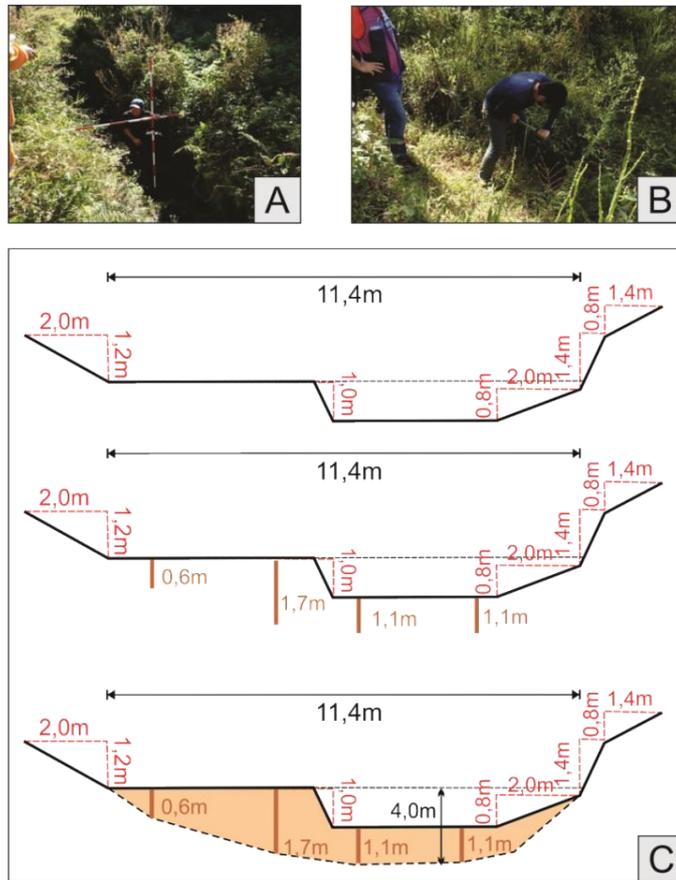
**Quadro 2.10** – Classificação do vale em função da espessura média do material depositado no canal.

<b>Classe</b>	<b>Espessura Média do Material Depositado no Canal (Inclinação <math>\geq 10^\circ</math>)</b>
<b>A</b>	Superior a 2,0 m
<b>B</b>	Entre 0,3 a 2,0 m
<b>C</b>	Inferior a 0,3 m

Fonte: MINISTRY OF LAND..., 1988.

O cálculo da espessura média do material depositado nas margens e no fundo do canal – material que pode ser transportado durante um processo de fluxo de detritos – é demonstrado na Figura 2.72. Estima-se a profundidade do material com auxílio de um trado manual. É aconselhável que essa informação seja obtida em vários pontos ao longo do trecho confinado do canal de drenagem

**Figura 2.72** – Etapa de campo para medição da largura e da espessura média do material depositado nas margens e no fundo do canal.



Fonte: Elaborada por Tomohiro Nishimura, 2017.

**Nota:** (A) Procedimento para confirmação da profundidade do canal, para cálculo do volume de material passível de mobilização durante o fluxo de detritos; (B) Cálculo da espessura média do material depositado no canal; (C) Perfil transversal ao canal indicando as sondagens para cálculo da espessura média do material depositado.

A correlação das informações contidas nos quadros 2.9 e 2.10 indica a qualificação do grau de perigo quando não houver indício de instabilidade do terreno (Quadro 2.11). Por exemplo, um canal que apresenta uma inclinação geral maior que 15° em uma bacia de contribuição com área maior que 5 ha e espessura de solo das margens do canal variando entre 1 e 2 m, será classificado como grau de perigo muito alto (P4c).

**Quadro 2.11 – Matriz de avaliação do grau de perigo.**

Espessura Média do Material Passível de Mobilização		Avaliação da Inclinação do Leito do Canal		
		A1	A2	B
Espessura do Material ao Longo do Canal	A	P4c	P4c	P3c
	B	P4c	P3c	P3c
	C	P3c	P3c	P2c

Fonte: MINISTRY OF LAND..., 1988.

#### 2.2.3.5. Queda de blocos

A qualificação do grau de perigo referente ao processo de queda de blocos é baseada em indícios de instabilidade do terreno, os quais são agrupados em: ausente, presente e marcante. Se nenhum indício de campo for identificado na área crítica, esta deverá ser considerada como grau de perigo moderado (P2c). A presença de blocos na encosta eleva a área crítica para o grau de perigo muito alto (P4c). Já a presença dos demais indícios caracteriza a área crítica como grau de perigo alto (P3c). Qualquer indício, mesmo que seja apenas um que seja considerado marcante, define a área crítica como perigo muito alto (P4c) (Quadro 2.12).

**Quadro 2.12** – Qualificação do grau de perigo, baseada em indícios de instabilidade do terreno, referente ao processo de queda de blocos.

Indício de Instabilidade no Terreno	Ausente	Presente	Marcante	Fotografias
Bloco na Encosta	P2	P4	P4	
Lasca na Encosta		P3		
Descontinuidade Mergulhando Favoravelmente em Direção à Face da Encosta				
Presença de Blocos na Rampa				
Descontinuidade Aberta na Encosta				
Cicatriz de Desprendimento de Lascas e/ou Blocos da Encosta				
Raiz de Vegetação no Interior de Descontinuidade				
Água no Interior da(s) Descontinuidade(s)				

Fonte: Elaborada por Rafael Ribeiro, 2017.

As características dos indícios de instabilidade no terreno são apresentadas a seguir.

Lascas: Fragmentos rochosos, geralmente angulosos, em que pelo menos uma das dimensões (largura, altura ou comprimento) possui medida bem diferente das outras.

Descontinuidade: Qualquer feição geológica que interrompa a continuidade física de um dado meio rochoso, a exemplo das superfícies de foliação, acamamento, fraturas, juntas-falhas etc. (OLIVEIRA; BRITO, 1998).

Mergulho da descontinuidade: Ângulo de inclinação do plano da descontinuidade com o plano horizontal.

Cicatrizes: Marcas na encosta na forma de áreas com pouca ou nenhuma vegetação ou com rocha exposta, que são originadas por movimentos gravitacionais de massa. No sopé da encosta pode haver acúmulo de solo e/ou rocha.

Descontinuidade aberta: A abertura é o espaço, vazio ou preenchido, que separa as paredes de uma descontinuidade (OLIVEIRA; BRITO, 1998). Dessa forma, a descontinuidade pode ser aberta ou não.

#### 2.2.3.6. Obras de Engenharia no Terreno

Obras de engenharia construídas para aumentar a segurança da encosta contra movimentos de massa podem atuar na prevenção da deflagração e/ou na redução do impacto na área de atingimento. As obras de contenção com laudo técnico podem diminuir consideravelmente o grau de perigo de um terreno.

Entretanto, a simples presença de uma obra de engenharia sem laudo técnico ou obras inacabadas não alteram a qualificação do grau de perigo do terreno. Para que haja mudança na qualificação da área crítica, a obra deve atender aos seguintes quesitos:

- Estar aplicada ao terreno e não às construções.
- Estar certificada como obra de prevenção ao tipo de movimento gravitacional de massa mapeado no local.

Como o Projeto GIDES contempla outros manuais além deste, adota-se a premissa de que o órgão responsável pelo Manual para Elaboração de Plano de

Medidas Estruturais Contra Rupturas em Encostas deve avaliar o grau de impacto das obras na redução do grau de perigo do terreno.

**IMPORTANTE:** O produto final da segunda etapa é a Carta de Perigo a Movimentos Gravitacionais de Massa (ver Capítulo 4), com a delimitação dos polígonos das áreas de perigo validada e qualificada quanto ao seu grau.

### 2.3. Terceira Etapa: Análise de Risco na Área de Estudo

Até a segunda etapa, o foco dos estudos estava voltado para a caracterização dos indícios de instabilidade no terreno e compreensão do perigo frente aos processos naturais.

Já na terceira etapa, voltada à análise de risco, o foco da análise são as consequências dos movimentos gravitacionais de massa para a sociedade. Para tanto, avaliam-se as condições das construções frente aos processos com potencial de ocorrência. Ressalta-se que o termo ‘construções’ abrange edificações comerciais (públicas e privadas), industriais e residenciais.

No Brasil, não existem estudos sistemáticos que possam ser utilizados para determinar quantitativamente a resistência das estruturas a movimentos gravitacionais de massa nem apoiar a determinação de graus de vulnerabilidade frente a determinado tipo de evento. A solução aplicada neste manual é a avaliação do parâmetro ‘vulnerabilidade’ a partir da observação do material empregado nas construções – de alvenaria a madeira – e a presença de danos estruturais.

A descrição do parâmetro ‘vulnerabilidade’ foi baseada em informações do Ministério das Cidades (BRASIL, 2007). Contudo, procedeu-se a adaptações, tais como não considerar a relação da distância da edificação da área-fonte do processo e a necessidade de apresentação de laudo técnico para que a edificação possa assumir a classe de baixa vulnerabilidade.

#### 2.3.1. Classificação da vulnerabilidade

Neste manual, empregam-se quatro classes de vulnerabilidade, as quais são classificadas desde muito alta (V4), que considera edificações precárias associadas a assentamentos não legalizados espalhados pelas várias regiões brasileiras, até as construções que apresentam laudo técnico que assegure a integridade da edificação para determinado tipo de movimento gravitacional de massa (V1). Assim, toma-se como premissa que a classe de vulnerabilidade mais baixa (V1) somente será fornecida às construções que apresentem o referido laudo técnico (Quadro 2.13).

**Quadro 2.13 – Classes de vulnerabilidade.**

	<p><b>Baixa Vulnerabilidade (V1)</b> Construções de alvenaria bem construídas, sem danos estruturais, e que apresentam laudo técnico específico de engenharia comprovando sua resistência frente ao movimento gravitacional de massa identificado.</p>
	<p><b>Média Vulnerabilidade (V2)</b> Construções de alvenaria visualmente bem construídas, sem danos estruturais (provocados por movimentações no terreno). Não necessitam de laudo técnico especializado.</p>
	<p><b>Alta Vulnerabilidade (V3)</b> Construções de alvenaria com danos estruturais presentes (provocados por movimentações no terreno), ou construções mistas (alvenaria e madeira) ou totalmente de madeira, visualmente bem construídas.</p>
	<p><b>Muito Alta Vulnerabilidade (V4)</b> Construções de alvenaria com danos estruturais marcantes, ou construções mistas danificadas (com trincas e danos estruturais), casa de madeira, casas de pau a pique ou de taipa em condições construtivas precárias.</p>

Fonte: Thiago Dutra, Dario Peixoto e Diogo Silva, 2017.

O laudo técnico deve ser elaborado com o objetivo de mostrar claramente que determinada construção, ou conjunto de construções, tem condições de conter o avanço de determinado movimento gravitacional de massa sem ser destruída. É essencial que esse laudo seja assinado por profissional de engenharia devidamente certificado, e que seu conteúdo esteja associado, especificamente, ao movimento identificado no setor de perigo. Se, por exemplo, uma região recebeu a identificação e delimitação para fluxo de detritos, o laudo a ser produzido deve demonstrar a capacidade da construção de resistir à ação do processo de fluxo de detritos.

Decorrente da necessidade desse laudo para a vulnerabilidade baixa, todas as avaliações de vulnerabilidade realizadas em campo devem ser registradas a partir do

grau moderado (V2). Ou seja, mesmo na ausência completa de informações que justifiquem graus mais elevados de vulnerabilidade, a construção observada deve ser considerada como grau moderado.

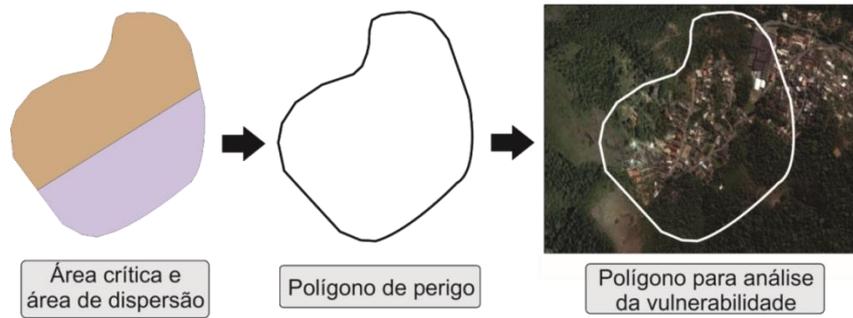
A análise de vulnerabilidade é baseada no tipo de construção das moradias e nos danos estruturais. Ressalta-se que caberá ao proprietário do imóvel mostrar ao poder público municipal que sua moradia é menos vulnerável e capaz de resistir ao movimento gravitacional de massa identificado na região de sua construção (Quadro 2.14).

**Quadro 2.14 – Classificação da vulnerabilidade das construções.**

Tipo	Danos Estruturais		
	Sem Danos	Danos Presentes	Danos Marcantes
Alvenaria (com laudo técnico)	V1	V3	V4
Alvenaria (sem laudo técnico)	V2	V4	V4
Madeira	V3	V4	V4
Mista	V3	V4	V4

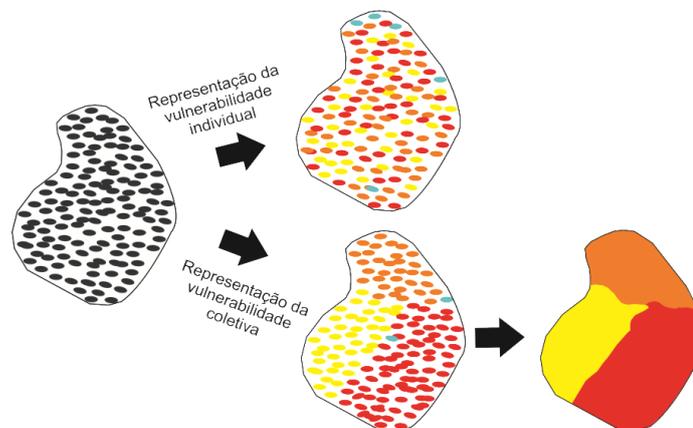
Fonte: Thiago Dutra, Dario Peixoto e Diogo Silva, 2017.

A análise da vulnerabilidade será realizada apenas no interior das áreas delimitadas e qualificadas quanto ao grau de perigo (produto final da segunda etapa); portanto, todas as construções presentes nas áreas crítica e de dispersão devem ser classificadas quanto ao grau de vulnerabilidade (Figura 2.73). Essa análise deve ser realizada em escala de detalhe – 1:2.500 ou melhor – e as observações e descrições técnicas só podem ser realizadas *in loco*, visitando-se as construções dentro dos polígonos de perigo para a fundamentação necessária à qualificação do risco.

**Figura 2.73** – Área de análise do grau de vulnerabilidade das construções.

Fonte: Elaborada por Dario Peixoto, 2017.

A variação da vulnerabilidade dentro do setor pode ocorrer de modo muito heterogêneo ou de forma que seja possível definir grupos com o mesmo grau. Assim, procede-se à definição do grau de vulnerabilidade de forma individual ou por amostragem de construções, a depender da densidade de construções na área de estudo. A representação gráfica do resultado pode ser diferenciada, conforme o que for verificado em campo. Caso sejam observadas construções com vulnerabilidades iguais, a representação gráfica deverá ser realizada de forma a facilitar a visualização e interpretação das informações (Figura 2.74).

**Figura 2.74** – Propostas para representação da vulnerabilidade.

Fonte: Elaborada por Dario Peixoto, 2017.

Uma vez que a análise da vulnerabilidade das construções está associada ao fator físico, ou seja, à resistência que elas oferecem ao avanço do movimento gravitacional de massa, as edificações podem exercer influência sobre o resultado final dos efeitos adversos.

Em caso de deslizamentos planar e rotacional, pode haver um resultado final menos destrutivo, se na área de atingimento existirem construções de menor

vulnerabilidade ou um conjunto de ocupações que ofereça alguma resistência ao movimento.

Contudo, em caso de fluxo de detritos e queda de blocos, eventos que possuem alta energia destrutiva, devido à carência de estudos que mensurem a resistência frente a esses processos, assume-se que a vulnerabilidade será desconsiderada até que existam parâmetros de quantificação.

### 2.3.2. Qualificação do risco

A qualificação do grau de risco está fundamentada em (i) histórico de ocorrências, (ii) identificação dos tipos de movimento gravitacional de massa, (iii) delimitação da estimativa de alcance dos eventos, (iv) reconhecimento de feições de instabilidade no terreno e (v) resistência das construções.

As classes de risco (Quadro 2.15) são expressas nas cores semafóricas: verde para risco baixo (R1); amarelo para risco médio (R2); laranja para risco alto (R3); vermelho para risco muito alto (R4).

**Quadro 2.15 – Classes de risco.**

Risco	Descrição
Baixo (R1)	Ausência de indícios de instabilidade no terreno; alto nível de resistência das construções. Mantidas as condições médias de chuvas para o local, é baixa a possibilidade de destruição das construções por movimento gravitacional de massa.
Moderado (R2)	Há indícios pouco claros de instabilidade no terreno; alto a moderado nível de resistência das construções. Mantidas as condições médias de chuvas para o local, é moderada a possibilidade de destruição das construções por movimento gravitacional de massa.
Alto (R3)	Indícios claros de instabilidade no terreno; baixo a moderado nível de resistência das construções. Mantidas as condições médias de chuvas para o local, é alta a possibilidade de destruição das construções por movimento gravitacional de massa.
Muito Alto (R4)	Presença marcante de indícios de instabilidade no terreno; baixo nível de resistência das construções. Mantidas as condições médias de chuvas para o local, é muito alta a possibilidade de destruição das construções por movimento gravitacional de massa.

Fonte: Adaptado de BRASIL, 2007.

Depois do levantamento da vulnerabilidade, procede-se à qualificação do grau de risco, por meio de uma matriz de correlação entre a vulnerabilidade das construções (V) e o grau de perigo do terreno (P) (Quadro 2.16).

**Quadro 2.16 – Matriz de correlação do grau de risco.**

Análise de Risco			Vulnerabilidade			
			V1	V2	V3	V4
Análise de Perigo APE [AC/AD] + APC [P1-P4]	P4	P4c	R4	R4	R4	R4
	P3	P3c	R3	R4	R4	R4
		P3d	R3	R4	R4	R4
	P2	P2c	R2	R3	R4	R4
		P2d	R2	R3	R4	R4
P1	P1d	R1	R2	R3	R4	

Fonte: Elaborado por Dario Peixoto, Diogo Silva e Thiago Dutra, 2017.

Essa matriz é sugerida como referência aos municípios que ainda não possuem amadurecimento dos fatores envolvidos no desenvolvimento dos processos analisados. Entretanto, as localidades que tiverem histórico de ocorrência e experiência no gerenciamento de perigo e risco podem considerar suas próprias matrizes, desde que explicitadas na produção da memória escrita que acompanha a produção das cartas.

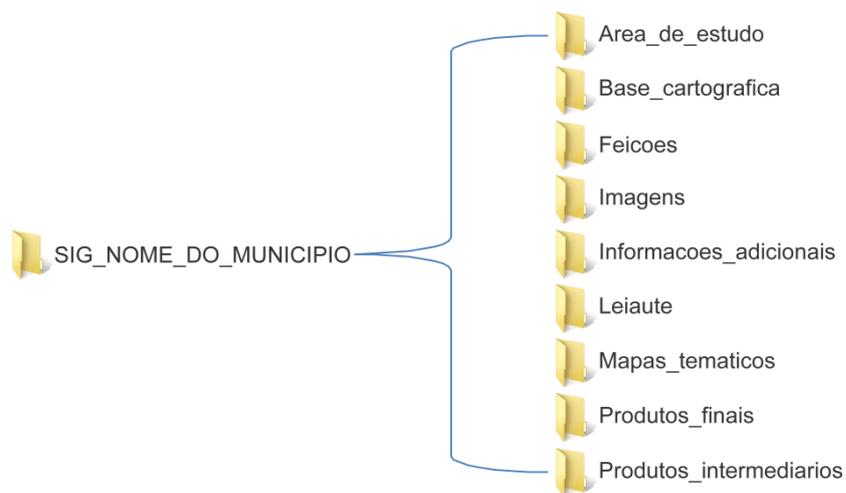
**IMPORTANTE:** O produto final da segunda etapa é a Carta de Risco a Movimentos Gravitacionais de Massa (ver Capítulo 4), com a delimitação dos polígonos das áreas de risco qualificadas quanto ao seu grau.

### 3. ORGANIZAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)

No mapeamento de perigo e risco, para identificação, delimitação e representação dos processos de movimentos gravitacionais de massa são utilizadas ferramentas de geoprocessamento.

Nesse contexto, a utilização de informações de diferentes fontes, juntamente com o volume de dados gerados e analisados nas diferentes etapas, torna necessária a organização e padronização dos arquivos em pastas, de modo a se garantir melhor controle sobre esses dados (Figura 3.1).

**Figura 3.1 – Pastas para organização dos dados.**



Fonte: Elaborada por Ítalo Menezes, 2017.

**IMPORTANTE:** Ressalta-se que apenas o título da pasta SIG\_NOME\_DO\_MUNICIPIO será escrito em caixa alta (letras maiúsculas). Todos os demais nomes de arquivos, pastas e subpastas não têm acento ou cedilha, somente a primeira letra é maiúscula e o espaço entre as palavras é preenchido por sublinha (\_).

Os dados utilizados devem adotar o sistema Universal Transversa de Mercator (UTM), com o fuso específico do município. No caso de municípios localizados em dois fusos, é selecionado aquele que abrange a maior parte do território municipal.

**IMPORTANTE:** O conceito de fuso horário é basicamente a delimitação de zonas por dois meridianos consecutivos da superfície terrestre, cuja hora legal, por convenção, é a mesma. Já os fusos do sistema UTM são diferentes e estão relacionados às convenções da Carta Internacional ao Milionésimo (CIM), ou seja, de 60 zonas ou fusos com 6° de amplitude cada, vinculando-se ao período de rotação do planeta.

Os arquivos *shapefile*, obrigatoriamente, devem apresentar como sistema de referência geodésico o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas do ano 2000 (SIRGAS 2000). Conforme a Resolução nº 1/2005 do IBGE, este é o sistema de referência a ser usado no Sistema Geodésico Brasileiro e no Sistema Cartográfico Nacional.

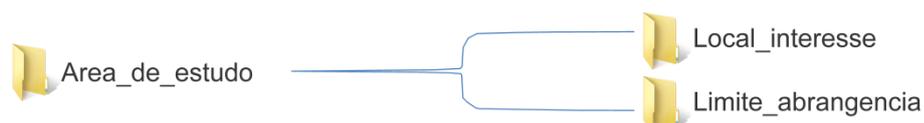
Nesse contexto, deve-se atentar para a compatibilidade dos sistemas Geodésico e Cartográfico com os regulamentos nacionais sobre o tema, visando aos produtos que serão disponibilizados à sociedade. As informações sobre as normas de cartografia estão agrupadas no portal da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) ([www.inde.gov.br](http://www.inde.gov.br)), órgão que cataloga, integra e harmoniza dados geoespaciais de instituições do governo brasileiro.

A seguir, são apresentadas as regras de padronização dos nomes de subpastas, arquivos *shapefile* e tabelas de atributos, como também orientações para o seu preenchimento.

### 3.1. Pasta Area\_de\_estudo

A pasta *Area\_de\_estudo* deve conter os arquivos *shapefile* das subpastas *Local\_interesse* e *Limite\_abrangencia* (Figura 3.2). O preenchimento das tabelas de atributos dos referidos arquivos será demonstrado a seguir.

**Figura 3.2** – Estruturação da pasta *Area\_de\_estudo*.



Fonte: Elaborada por Ítalo Menezes, 2017.

### 3.1.1. Subpasta Local\_interesse

O arquivo *shapefile* Local\_interesse deve ser do tipo polígono. As orientações de preenchimento da tabela de atributos são apresentadas no Quadro 3.1. Em municípios que apresentarem mais de um local de interesse, devem-se adotar polígonos independentes, identificados segundo o nome do bairro, distrito ou estrutura a ser avaliada.

**IMPORTANTE:** Nos quadros são apresentados, em **negrito**, alguns exemplos de preenchimento para as tabelas de atributos.

**Quadro 3.1** – Normas de preenchimento da tabela de atributos para Local\_interesse.

Denominação do arquivo <i>shapefile</i> : Local_interesse					
Primitiva geométrica: Polígono					
Atributo	Tipo	Número de Caracteres	Descrição	Preenchimento	Observações sobre o Preenchimento
FID	Gerado automaticamente				
Shape	Gerado automaticamente				
GEOMETRIA	Texto	5	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico	Obrigatório. Preencher com <b>Sim</b>	Primeira letra maiúscula
MUNICIPIO	Texto	50	Nome do município	Obrigatório	Em maiúsculo. Pode acentuar. Ex.: <b>MAGÉ</b>
UF	Texto	2	Sigla da Unidade Federativa	Obrigatório	Em maiúsculo. Ex.: <b>RJ</b>
NOME	Texto	50	Nome da localidade, bairro, estrutura ou qualquer que seja o alvo a ser estudado	Obrigatório	Ex.: <b>Bairro Esplanada, Distrito de Santa Rita de Ouro Preto, Rodovia 381</b>
AREA_KM2	Duplo	-	Calculado por meio de ArcGIS	Obrigatório	Ex.: <b>511,37</b>
OBS	Texto	200	Observações relevantes apontadas pelo usuário referentes às características do local de interesse	Opcional	Áreas de loteamento, expansão residencial e/ou industrial, hospitais, escolas

Fonte: Elaborado por Ítalo Menezes e Rafael Ribeiro, 2017.

### 3.1.2. Subpasta Limite\_abrangencia

O arquivo *shapefile* Limite\_abrangencia deve ser do tipo polígono. As orientações de preenchimento da tabela de atributos são apresentadas no Quadro 3.2. Em municípios que apresentarem mais de um local de interesse, devem-se adotar polígonos independentes, identificados segundo o nome do bairro, distrito ou estrutura a ser avaliada.

**Quadro 3.2** – Normas de preenchimento da tabela de atributos para Limite\_abrangencia.

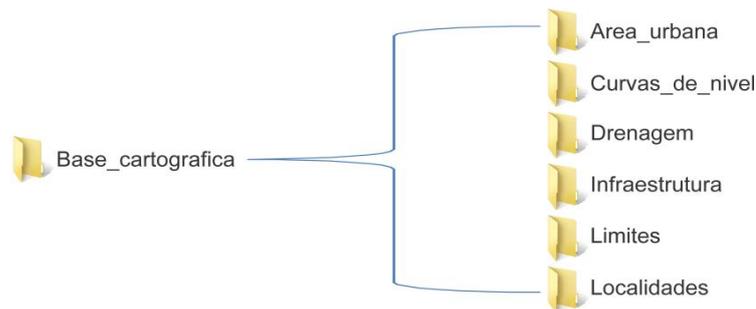
Denominação do arquivo <i>shapefile</i> : Limite_abrangencia					
Primitiva geométrica: Polígono					
Atributo	Tipo	Número de Caracteres	Descrição	Preenchimento	Observações sobre o Preenchimento
FID	Gerado automaticamente				
Shape	Gerado automaticamente				
GEOMETRIA	Texto	5	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico	Obrigatório. Preencher com: <b>Sim</b>	Primeira letra maiúscula
MUNICIPIO	Texto	50	Nome do município	Obrigatório	Em maiúsculo. Pode acentuar. Ex.: <b>MAGÉ</b>
UF	Texto	2	Sigla da Unidade Federativa	Obrigatório	Em maiúsculo. Ex.: <b>RJ</b>
NOME	Texto	50	Nome da localidade, bairro, estrutura ou qualquer que seja o alvo a ser estudado	Obrigatório	Ex.: <b>Bairro Ideal, Distrito de Jamapará, Estação de Tratamento de Esgoto</b>
AREA_KM2	Duplo	-	Calculado por meio de ArcGIS	Obrigatório	Ex.: <b>21,73</b>
OBS	Texto	200	Observações relevantes apontadas pelo usuário referentes às características do limite de abrangência	Opcional	Campo de blocos, área com recorrência de movimentos gravitacionais de massa

Fonte: Elaborado por Ítalo Menezes e Rafael Ribeiro, 2017.

### 3.2. Pasta Base\_cartografica

A pasta Base\_cartografica é composta pelos elementos essenciais à localização e representação espacial da área de estudo: área urbana, curvas de nível, drenagem, infraestrutura, limites e localidades. A estruturação das subpastas é apresentada na Figura 3.3, enquanto as orientações de preenchimento das tabelas de atributos para cada item serão apresentadas nos quadros a seguir.

**Figura 3.3 – Estruturação da pasta Base\_cartografica.**



Fonte: Elaborada por Ítalo Menezes, 2017.

#### 3.2.1. Subpasta Area\_urbana

O arquivo *shapfile* Area\_urbana deve ser do tipo polígono e conter informações referentes às áreas urbanizadas e edificadas do município. A obtenção desse plano de informações dar-se-á por meio de fotointerpretação e/ou levantamento de campo. Residências localizadas na zona rural não deverão ser incluídas nessa delimitação, exceto quando forem classificadas como local de interesse. Nesse caso, o campo “Tipo” será preenchido com “Zona rural”. Quando a área urbana se referir a uma localidade específica (por exemplo, bairro), o nome da localidade será inserido no campo “Localidade”. As orientações de preenchimento da tabela de atributos para essa subpasta são demonstradas no Quadro 3.3.

**Quadro 3.3 – Normas de preenchimento da tabela de atributos para Area\_urbana.**

Denominação do arquivo <i>shapfile</i> : Area_urbana Primitiva geométrica: Polígono					
Atributo	Tipo	Número de Caracteres	Descrição	Preenchimento	Observações sobre o Preenchimento
FID	Gerado automaticamente				
Shape	Gerado automaticamente				
GEOMETRIA	Texto	5	Indica que a geometria adquirida é	Obrigatório. Preencher com <b>Sim</b>	Primeira letra maiúscula

			aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico		
MUNICÍPIO	Texto	50	Nome do município	Obrigatório	Em maiúsculo. Pode acentuar. Ex.: <b>UBÁ</b>
UF	Texto	2	Sigla da Unidade Federativa	Obrigatório	Em maiúsculo. Ex.: <b>MG</b>
LOCALIDADE	Texto	50	Nome da localidade	Obrigatório	Primeira letra maiúscula. Pode ser acentuado. Ex.: <b>Ibiaí</b>
TIPO	Texto	20	Tipo de localidade	Obrigatório	Primeira letra maiúscula. Pode ser acentuado. Ex.: <b>Sede municipal, Distrito, Vila, Zona rural</b>

Fonte: Elaborado por Ítalo Menezes e Rafael Ribeiro, 2017.

### 3.2.2. Subpasta Curvas\_de\_nivel

A subpasta *Curvas\_de\_nivel* deve conter arquivos *shapefile* do tipo polilinha. Essa subpasta deve apresentar, ao menos, um plano de informação obrigatório, nomeado *Curv\_nivel\_5*, com espaçamento de 5 em 5 m. As instruções de preenchimento da tabela de atributos encontram-se no Quadro 3.4.

**Quadro 3.4** – Normas de preenchimento da tabela de atributos das *shapefiles* para curvas de nível.

Denominação do arquivo <i>shapefile</i> : <i>Curv_nivel_5</i> Primitiva geométrica: Polilinha					
Atributo	Tipo	Número de Caracteres	Descrição	Preenchimento	Observações sobre o Preenchimento
FID				Gerado automaticamente	
Shape				Gerado automaticamente	
GEOMETRIA	Texto	5	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico	Obrigatório. Preencher com <b>Não</b>	Primeira letra maiúscula. Acentuado.
MUNICÍPIO	Texto	50	Nome do município	Obrigatório	Em maiúsculo. Pode acentuar. Ex.: <b>MAGÉ</b>
UF	Texto	2	Sigla da Unidade Federativa	Obrigatório	Em maiúsculo. Ex.: <b>RJ</b>
CONTOUR	Duplo	-	Gerado automaticamente	-	-
FONTE	Texto	250	Fonte a partir da qual foram	Obrigatório	Ex.: <b>Geradas automaticamente a</b>

			criadas as curvas de nível		partir do MDE, Geradas automaticamente a partir do MDT, Geradas a partir de levantamento topográfico
--	--	--	----------------------------	--	--

Fonte: Elaborado por Ítalo Menezes e Rafael Ribeiro, 2017.

**IMPORTANTE:** Com o intuito de auxiliar a elaboração do leiaute, essa subpasta pode conter planos de informações adicionais de curvas de nível. Os arquivos *shapefile* desse plano de informação devem ser inseridos nessa pasta e nomeados *Curv\_nivel\_X*, onde X representa o valor do espaçamento entre as curvas (por exemplo: curvas de nível de 1 em 1 m deverão se chamar *Curv\_nivel\_1*).

### 3.2.3. Subpasta Drenagem

A subpasta Drenagem contém informações referentes à rede de drenagem do município. Essa subpasta pode conter um ou dois arquivos *shapefile*. O primeiro, obrigatório, representa os cursos d'água perenes ou intermitentes, como também as drenagens onde ocorre concentração de fluxo de água durante as chuvas. Esse arquivo é representado por polilinhas e é denominado *Drenagem\_L* (Quadro 3.5). O segundo arquivo existirá somente no caso de haver corpos de massa d'água, tais como barramentos, lagos, lagoas e cursos d'água. Nesse caso, os arquivos *shapefile* serão representados por polígonos e serão denominados *Drenagem\_A* (Quadro 3.6).

É importante observar que os arquivos *shapefile* devem ser adaptados à escala de mapeamento. Para isso, utilizam-se ortofotografias ou imagens aéreas.

A coluna NOME na tabela de atributos deve ser preenchida em conformidade com o nome do curso d'água fornecido nas folhas topográficas do município disponíveis no IBGE.

**Quadro 3.5** – Normas de preenchimento da tabela de atributos para *Drenagem\_L*.

Denominação do arquivo <i>shapefile</i> : <i>Drenagem_L</i> Primitiva geométrica: Polilinha					
Atributo	Tipo	Número de Caracteres	Descrição	Preenchimento	Observações sobre o Preenchimento
FID				Gerado automaticamente	
Shape				Gerado automaticamente	
GEOMETRI A	Texto	5	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala	Obrigatório. Preencher com <b>Não</b>	Primeira letra maiúscula. Acentuado

			prevista para o produto cartográfico		
MUNICÍPIO	Texto	50	Nome do município	Obrigatório	Em maiúsculo. Pode acentuar. Ex.: <b>MAGÉ</b>
UF	Texto	2	Sigla da Unidade Federativa	Obrigatório	Em maiúsculo. Ex.: <b>RJ</b>
TIPO	Texto	50	Classificação do curso d'água	Obrigatório	Primeira letra em maiúsculo. Pode acentuar. Ex.: <b>Rio, Riacho, Córrego</b>
NOME	Texto	100	Nome do curso d'água	Opcional (Preencher, se existir)	Primeira letra em maiúsculo. Pode acentuar. Ex.: <b>Rio Bengalas</b>
FONTE	Texto	200	Fonte dos dados obtidos	Obrigatório	Ex.: <b>Levantamento de campo, IBGE (2010), Fotointerpretação</b>

Fonte: Elaborado por Ítalo Menezes e Rafael Ribeiro, 2017.

**Quadro 3.6 – Normas de preenchimento da tabela de atributos para Drenagem\_A.**

Denominação do arquivo <i>shapfile</i> : Drenagem_A					
Primitiva geométrica: Polígono					
Atributo	Tipo	Número de Caracteres	Descrição	Preenchimento	Observações sobre o Preenchimento
FID	Gerado automaticamente				
Shape	Gerado automaticamente				
GEOMETRIA	Texto	5	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico	Obrigatório. Preencher com <b>Sim</b>	Primeira letra maiúscula
MUNICÍPIO	Texto	50	Nome do município	Obrigatório	Em maiúsculo. Pode acentuar. Ex.: <b>UBÁ</b>
UF	Texto	2	Sigla da Unidade Federativa	Obrigatório	Em maiúsculo. Ex.: <b>RJ</b>
TIPO	Texto	50	Classificação do curso d'água	Obrigatório	Primeira letra em maiúsculo. Pode acentuar. Ex.: <b>Rio, Barragem, Lago</b>
NOME	Texto	100	Nome do curso d'água	Opcional (Preencher, se existir)	Primeira letra em maiúsculo. Pode acentuar. Ex.: <b>Rio Amazonas, Barragem Santa Lúcia</b>
FONTE	Texto	200	Fonte dos dados obtidos	Obrigatório	Ex.: <b>Levantamento de campo, IBGE (2014), Fotointerpretação</b>

Fonte: Elaborado por Ítalo Menezes e Rafael Ribeiro, 2017.

### 3.2.4. Subpasta Infraestrutura

A subpasta Infraestrutura é composta pelas malhas rodoviária e ferroviária da região. Deve apresentar arquivo *shapefile* do tipo polilinha, nomeado Infra\_transp. Nesse arquivo, será possível identificar outros tipos de acessos.

O preenchimento da tabela de atributos é demonstrado no Quadro 3.7. A coluna NOME na tabela de atributos será preenchida em conformidade com o nome do curso d'água fornecido nas folhas topográficas do município disponíveis no IBGE.

**Quadro 3.7 – Normas de preenchimento da tabela de atributos para Infra\_transp.**

Denominação do <i>shapefile</i> : Infra_transp Primitiva geométrica: Polilinha					
Atributo	Tipo	Número de Caracteres	Descrição	Preenchimento	Observações sobre o Preenchimento
FID	Gerado automaticamente				
Shape	Gerado automaticamente				
GEOMETRIA	Texto	5	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico	Obrigatório. Preencher com <b>Não</b>	Primeira letra maiúscula. Acentuado
MUNICIPIO	Texto	50	Nome do município	Obrigatório	Em maiúsculo. Pode acentuar. Ex.: <b>MAGÉ</b>
UF	Texto	2	Sigla da Unidade Federativa	Obrigatório	Em maiúsculo. Ex.: <b>RJ</b>
TIPO	Texto	10	Tipo de acesso	Obrigatório Preencher com: <b>Rodovia</b> ou <b>Ferrovia</b>	-
NOME	Texto	100	Nome da rodovia ou ferrovia	Opcional (Preencher, se possível)	Primeira letra maiúscula. Pode acentuar. Ex.: <b>BR-116, MG-353</b>
FONTE	Texto	200	Fonte dos dados obtidos	Obrigatório	Ex.: <b>Fotointerpretação, Levantamento de campo, IBGE (2012)</b>
OBS	Texto	50	Observações gerais sobre a ferrovia ou rodovia em questão	Opcional	Preencher as características da rodovia ou ferrovia. Ex.: Se a rodovia é ou não pavimentada, se a ferrovia é ativa ou não etc.

Fonte: Elaborado por Ítalo Menezes e Rafael Ribeiro, 2017.

**IMPORTANTE:** Caso o local de interesse seja outro tipo de infraestrutura, tais como linhas de transmissão, aeroportos ou barragens, ele deve ser especificado. O tipo de arquivo *shapefile* depende da estrutura a ser representada. Assim, em casos de estruturas lineares, como linha de transmissão ou estruturas similares, os arquivos devem ser do tipo polilinha, nomeados Infra\_L. Outras estruturas não lineares, como barragens, devem ser inseridas no arquivo Infra\_A do tipo polígono.

O preenchimento das tabelas de atributos para arquivos *shapefile* dos tipos polilinha e polígono está sintetizado nos quadros 3.8 e 3.9, respectivamente.

Os limites dessas estruturas devem ser ajustados à ortofotografia ou imagem aérea, de modo a representarem, adequadamente, a sua localização.

**Quadro 3.8** – Normas de preenchimento da tabela de atributos para Infra\_L.

Denominação do arquivo <i>shapefile</i> : Infra_L Primitiva geométrica: Polilinha					
Atributo	Tipo	Número de Caracteres	Descrição	Preenchimento	Observações sobre o Preenchimento
FID	Gerado automaticamente				
Shape	Gerado automaticamente				
GEOMETRIA	Texto	5	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico	Obrigatório. Preencher com <b>Não</b>	Primeira letra maiúscula
MUNICIPIO	Texto	50	Nome do município	Obrigatório	Em maiúsculo. Pode acentuar. Ex.: <b>MIRÁI</b>
UF	Texto	2	Sigla da Unidade Federativa	Obrigatório	Em maiúsculo. Ex.: <b>MG</b>
TIPO	Texto	50	Tipo de infraestrutura	Obrigatório	Primeira letra maiúscula. Pode acentuar. Ex.: <b>Oleoduto, Linhas de transmissão, Rede de abastecimento</b>
NOME	Texto	100	Nome da barragem	Opcional (Preencher, se possível)	Ex.: <b>Rodovia Fernão Dias</b>
FONTE	Texto	200	Fonte dos dados obtidos	Obrigatório	Ex.: <b>Fotointerpretação, Levantamento de campo, IBGE (2014)</b>
OBS	Texto	200	Observações gerais sobre a infraestrutura	Opcional	-

Fonte: Elaborado por Ítalo Menezes e Rafael Ribeiro, 2017.

**Quadro 3.9 – Normas de preenchimento da tabela de atributos para Infra\_A.**

Denominação do arquivo <i>shapefile</i> : Infra_A Primitiva geométrica: Polígono					
Atributo	Tipo	Número de Caracteres	Descrição	Preenchimento	Observações sobre o Preenchimento
FID	Gerado automaticamente				
Shape	Gerado automaticamente				
GEOMETRIA	Texto	5	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico	Obrigatório. Preencher com <b>Sim</b>	Primeira letra maiúscula
MUNICIPIO	Texto	50	Nome do município	Obrigatório	Em maiúsculo. Pode acentuar. Ex.: <b>MIRÁI</b>
UF	Texto	2	Sigla da Unidade Federativa	Obrigatório	Em maiúsculo. Ex.: <b>MG</b>
TIPO	Texto	50	Tipo de infraestrutura	Obrigatório	Primeira letra maiúscula. Pode acentuar. Ex.: <b>Barragem, Aeroporto, Estação de abastecimento</b>
NOME	Texto	100	Nome da infraestrutura	Opcional (Preencher, se possível)	Primeira letra maiúscula. Pode acentuar. Ex.: <b>Usina Hidrelétrica de Simplício</b>
FONTE	Texto	200	Fonte dos dados obtidos	Obrigatório	Ex.: <b>Fotointerpretação, Levantamento de campo, IBGE (2014)</b>
OBS	Texto	200	Observações gerais sobre a infraestrutura	Opcional	-

Fonte: Elaborado por Ítalo Menezes e Rafael Ribeiro, 2017.

### 3.2.5. Subpasta Limites

A subpasta Limites incorpora dados referentes ao contorno dos limites territoriais municipais e/ou estaduais. Os arquivos *shapefile* são do tipo polígono e representam ambos os limites, sendo nomeados Limite\_municipal e Limite\_estadual, respectivamente. Caso a área de estudo esteja contida em mais de um município ou estado, os arquivos devem incorporar todos os limites territoriais.

O preenchimento das tabelas de atributos para ambos os casos é apresentado nos quadros 3.10 e 3.11.

**Quadro 3.10** – Normas de preenchimento da tabela de atributos para Limite\_municipal.

Denominação do arquivo <i>shapefile</i> : Limite_municipal					
Primitiva geométrica: Polígono					
Atributo	Tipo	Número de Caracteres	Descrição	Preenchimento	Observações sobre o Preenchimento
FID	Gerado automaticamente				
Shape	Gerado automaticamente				
GEOMETRIA	Texto	5	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico	Obrigatório. Preencher com <b>Sim</b>	Primeira letra maiúscula
MUNICIPIO	Texto	50	Nome do município	Obrigatório	Em maiúsculo. Pode acentuar. Ex.: <b>MIRÁI</b>
UF	Texto	2	Sigla da Unidade Federativa	Obrigatório	Em maiúsculo. Ex.: <b>MG</b>
TIPO	Texto	50	Tipo de limite	Obrigatório. Preencher com <b>Limite municipal</b>	-
AREA_KM2	Duplo	-	Calculado por meio de ArcGIS	Obrigatório	-
FONTE	Texto	200	Fonte dos dados	Obrigatório	Ex.: <b>IBGE (2010)</b>

Fonte: Elaborado por Ítalo Menezes e Rafael Ribeiro, 2017.

**Quadro 3.11** – Normas de preenchimento da tabela de atributos para Limite\_estadual.

Denominação do arquivo <i>shapefile</i> : Limite_estadual					
Primitiva geométrica: Polígono					
Atributo	Tipo	Número de Caracteres	Descrição	Preenchimento	Observações sobre o Preenchimento
FID	Gerado automaticamente				
Shape	Gerado automaticamente				
GEOMETRIA	Texto	5	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico	Obrigatório. Preencher com <b>Sim</b>	Primeira letra maiúscula
MUNICIPIO	Texto	50	Nome do município	Obrigatório	Em maiúsculo. Pode acentuar. Ex.: <b>MIRÁI</b>
UF	Texto	2	Sigla da Unidade Federativa	Obrigatório	Em maiúsculo. Ex.: <b>MG</b>
TIPO	Texto	50	Tipo de limite	Obrigatório. Preencher com <b>Limite estadual</b>	-
AREA_KM2	Duplo	-	Calculado por meio de ArcGIS	Obrigatório	-

FONTE	Texto	200	Fonte dos dados	Obrigatório	Ex.: <b>IBGE (2008)</b>
-------	-------	-----	-----------------	-------------	-------------------------

Fonte: Elaborado por Ítalo Menezes e Rafael Ribeiro, 2017.

### 3.2.6. Subpasta Localidades

Essa subpasta se refere às localidades municipais. Os arquivos *shapefile* são do tipo ponto. As localidades podem ser identificadas por meio de folhas topográficas disponibilizadas pelo IBGE, por mapeamentos realizados pela própria prefeitura ou, ainda, por informações de moradores residentes no local. A forma de preenchimento da tabela de atributos para essa subpasta encontra-se descrita no Quadro 3.12.

**Quadro 3.12** – Normas de preenchimento da tabela de atributos para Localidades.

Denominação do arquivo <i>shapefile</i> : Localidades					
Primitiva geométrica: Ponto					
Atributo	Tipo	Número de Caracteres	Descrição	Preenchimento	Observações sobre o Preenchimento
FID	Gerado automaticamente				
Shape	Gerado automaticamente				
GEOMETRIA	Texto	5	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico	Obrigatório. Preencher com <b>Não</b>	Primeira letra maiúscula. Acentuado
MUNICIPIO	Texto	50	Nome do município	Obrigatório	Em maiúsculo. Pode acentuar. Ex.: <b>MIRAÍ</b>
UF	Texto	2	Sigla da Unidade Federativa	Obrigatório	Em maiúsculo. Ex.: <b>MG</b>
TIPO	Texto	50	Tipo de localidade	Obrigatório.	Ex.: <b>Vila, Povoado</b>
NOME	Texto	50	Nome da localidade	Obrigatório	Em maiúsculo. Pode acentuar. Ex. <b>Vila dos Remédios</b>
FONTE	Texto	200	Fonte dos dados obtidos	Obrigatório	Ex.: <b>Levantamento de campo, IBGE (2012)</b>

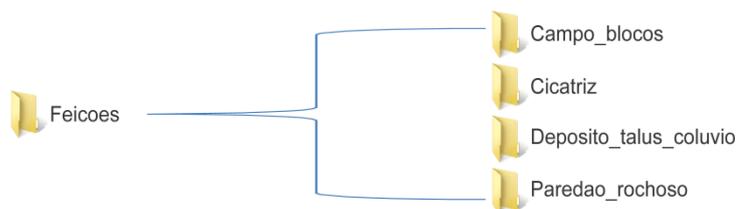
Fonte: Elaborado por Ítalo Menezes e Rafael Ribeiro, 2017.

### 3.3. Pasta Feicoes

A pasta Feicoes apresenta dados relativos ao cadastro dos principais aspectos observados sobre o terreno, tais como evidências dos tipos de movimentos

gravitacionais de massa, campos de blocos, cicatrizes de deslizamento, depósitos de talus e colúvio e paredões rochosos. A estruturação da pasta é exposta na Figura 3.4.

**Figura 3.4** – Estruturação da pasta Feicoes.



Fonte: Elaborada por Ítalo Menezes, 2017.

A forma de preenchimento da tabela de atributos para cada feição será descrita a seguir.

### 3.3.1. Subpasta Campo\_blocos

A subpasta Campo\_blocos refere-se aos campos de blocos identificados na área de estudo, os quais deverão ser delimitados a partir de ortofotografias e imagens aéreas, como também do inventário realizado na etapa de levantamento de campo. O arquivo *shapefile* deve ser do tipo polígono. O preenchimento da tabela de atributos deve seguir as instruções apresentadas no Quadro 3.13.

**Quadro 3.13** – Normas de preenchimento da tabela de atributos para Campo\_blocos.

Denominação do arquivo <i>shapefile</i> : Campo_blocos					
Primitiva geométrica: Polígono					
Atributo	Tipo	Número de Caracteres	Descrição	Preenchimento	Observações sobre o Preenchimento
FID	Gerado automaticamente				
Shape	Gerado automaticamente				
GEOMETRIA	Texto	5	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico	Obrigatório. Preencher com <b>Sim</b>	Primeira letra maiúscula
MUNICIPIO	Texto	50	Nome do município	Obrigatório	Em maiúsculo. Pode acentuar. Ex.: <b>MIRÁI</b>
UF	Texto	2	Sigla da Unidade Federativa	Obrigatório	Em maiúsculo. Ex.: <b>MG</b>
TIPO	Texto	50	Tipo de feição	Obrigatório preencher com <b>Blocos rochosos</b>	-

AREA_KM2	Duplo	-	Calculado por meio de ArcGIS	Obrigatório	-
FONTE	Texto	200	Indica a forma de identificação e delimitação do polígono	Obrigatório	Exemplos: <b>Fotointerpretação</b> , <b>Levantamento de campo</b> , <b>Carta Suscetibilidade de Nova Venécia</b>
OBS	Texto	200	Observações gerais sobre a feição cadastrada	Opcional	-

Fonte: Elaborado por Ítalo Menezes e Rafael Ribeiro, 2017.

### 3.3.2. Subpasta Cicatriz

Essa subpasta refere-se às cicatrizes identificadas no levantamento de campo ou por meio de interpretação de imagens aéreas. Os arquivos *shapefile* são do tipo ponto, marcados no centro das feições. A tabela de atributos deve ser preenchida conforme o Quadro 3.14.

**Quadro 3.14** – Normas de preenchimento da tabela de atributos para Cicatriz.

Denominação do arquivo <i>shapefile</i> : Cicatriz					
Primitiva geométrica: Ponto					
Atributo	Tipo	Número de Caracteres	Descrição	Preenchimento	Observações sobre o Preenchimento
FID	Gerado automaticamente				
Shape	Gerado automaticamente				
GEOMETRIA	Texto	5	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico	Obrigatório. Preencher com <b>Não</b>	Primeira letra maiúscula. Acentuado
MUNICIPIO	Texto	50	Nome do município	Obrigatório	Em maiúsculo. Pode acentuar. Ex.: <b>MIRÁI</b>
UF	Texto	2	Sigla da Unidade Federativa	Obrigatório	Em maiúsculo. Ex.: <b>MG</b>
TIPO	Texto	50	Preencher com o tipo de processo dominante segundo classificação adotada pelo manual	Obrigatório <ul style="list-style-type: none"> <li>● Fluxo de detritos</li> <li>● Deslizamento planar</li> <li>● Deslizamento rotacional</li> <li>● Rolamento/ tombamento de blocos</li> <li>● Não identificado</li> </ul>	-
CONDICION A	Texto	50	Indica o tipo de condicionante dominante	Obrigatório <ul style="list-style-type: none"> <li>● Processo natural</li> <li>● Processo induzido</li> <li>● Não identificado</li> </ul>	-
FONTE	Texto	200	Classifica o polígono quanto à forma de	Obrigatório	Exemplos: <b>Fotointerpretação</b> , <b>Levantamento de</b>

			obtenção da informação		campo, Carta Suscetibilidade de Nova Iguaçu
OBS	Texto	200	Observações sobre o local	Opcional (Preencher, se possível)	Exemplos: <b>MDE, GPS, Levantamento topográfico</b>

Fonte: Elaborado por Ítalo Menezes e Rafael Ribeiro, 2017.

### 3.3.3. Subpasta Deposito\_talus\_coluvio

Os depósitos de tálus e colúvio podem ser obtidos por meio de mapas geomorfológicos, fotointerpretação e/ou levantamento de campo. O arquivo *shapefile* deve ser do tipo polígono e suas informações devem ser preenchidas conforme o Quadro 3.15.

**Quadro 3.15** – Normas de preenchimento da tabela de atributos para Deposito\_talus\_coluvio.

Denominação do arquivo <i>shapefile</i> : Deposito_talus_coluvio					
Primitiva geométrica: Polígono					
Atributo	Tipo	Número de Caracteres	Descrição	Preenchimento	Observações sobre o Preenchimento
FID	Gerado automaticamente				
Shape	Gerado automaticamente				
GEOMETRIA	Texto	5	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico	Obrigatório. Preencher com <b>Sim</b>	Primeira letra maiúscula
MUNICIPIO	Texto	50	Nome do município	Obrigatório	Em maiúsculo. Pode acentuar. Ex.: <b>MIRAI</b>
UF	Texto	2	Sigla da Unidade Federativa	Obrigatório	Em maiúsculo. Ex.: <b>MG</b>
TIPO	Texto	50	Tipo de depósito	Obrigatório • Colúvio • Tálus • Colúvio/tálus indivisos	-
AREA_KM2	Duplo	-	Calculado por meio de ArcGIS	Obrigatório	-
FONTE	Texto	200	Indica a forma de identificação e delimitação do polígono	Obrigatório	Exemplos: <b>Fotointerpretação, Levantamento de campo, Carta Suscetibilidade de Nova Venécia</b>
OBS	Texto	200	Observações gerais sobre o	Opcional	-

			depósito de tálus ou colúvio		
--	--	--	------------------------------	--	--

Fonte: Elaborado por Ítalo Menezes e Rafael Ribeiro, 2017.

### 3.3.4. Subpasta Paredao\_rochoso

Os paredões rochosos podem ser identificados por meio de fotointerpretação ou levantamento de campo. Os arquivos *shapefile* devem ser do tipo polígono. A tabela de atributos deve ser preenchida conforme o Quadro 3.16.

**Quadro 3.16** – Normas de preenchimento da tabela de atributos para Paredao\_rochoso.

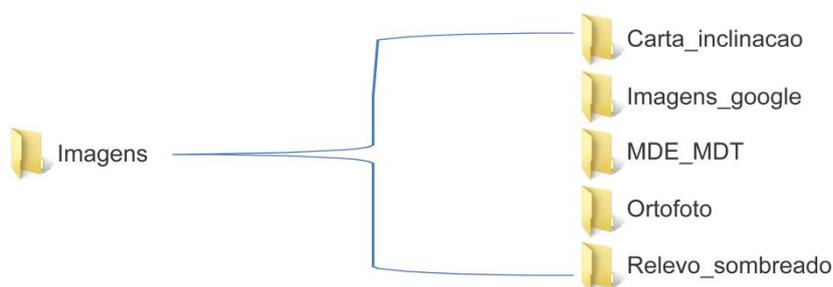
Denominação do arquivo <i>shapefile</i> : Paredao_rochoso					
Primitiva geométrica: Polígono					
Atributo	Tipo	Número de Caracteres	Descrição	Preenchimento	Observações sobre o Preenchimento
FID	Gerado automaticamente				
Shape	Gerado automaticamente				
GEOMETRIA	Texto	5	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico	Obrigatório. Preencher com <b>Sim</b>	Primeira letra maiúscula
MUNICIPIO	Texto	50	Nome do município	Obrigatório	Em maiúsculo. Pode acentuar. Ex.: <b>MIRAI</b>
UF	Texto	2	Sigla da Unidade Federativa	Obrigatório	Em maiúsculo. Ex.: <b>MG</b>
TIPO	Texto	20	Tipo de estrutura cartografada	Obrigatório preencher com <b>Paredão Rochoso</b>	-
AREA_KM2	Duplo	-	Calculado por meio de ArcGIS	Obrigatório	-
FONTE	Texto	200	Indica a forma de identificação e delimitação do polígono	Obrigatório	Exemplos: <b>Fotointerpretação, Levantamento de campo, Carta Suscetibilidade de Unaí</b>
OBS	Texto	200	Observações gerais sobre os paredões rochosos	Opcional	Preencher com informações relevantes, caso sejam observados, por exemplo: grau de fraturamento, grau de resistência e alteração

Fonte: Elaborado por Ítalo Menezes e Rafael Ribeiro, 2017.

### 3.4. Pasta Imagens

A pasta Imagens refere-se aos arquivos do tipo imagem, tais como carta de inclinação, imagens Google, MDE-MDT, ortofotografia e relevo sombreado, disponibilizados em formato *raster*, tif, dentre outros (Figura 3.5). Esses arquivos serão necessários nas etapas de identificação e delimitação das áreas de perigo, como também na representação nas cartas de perigo e risco. Por serem arquivos do tipo *raster*, não possuem uma tabela de atributos. A organização das pastas é apresentada no Quadro 3.17.

**Figura 3.5 – Estruturação da pasta Imagens.**



Fonte: Elaborada por Ítalo Menezes, 2017.

**Quadro 3.17 – Organização da pasta Imagens.**

Nome da Pasta	Nome do Arquivo	Descrição do Arquivo	Observações
Carta_inclinacao	Carta_inclinacao	A carta de inclinação deve ser gerada a partir do modelo digital de elevação (MDE) ou de terreno (MDT).	
Imagens_google	Img_google_01	Com o objetivo de complementar informação da ortofoto, ou caso ela não esteja disponível, podem ser obtidas imagens do Google Earth para compor a imagem da área de estudo.	As imagens do Google Earth devem ser georreferenciadas para eliminar distorções. O nome do arquivo deve seguir uma sequência numérica. Ex.: <b>Img_google_01</b> , <b>Img_google_02</b>

MDE_MDT	MDE ou MDT	Imagem <i>raster</i> contendo os valores de altitude pixel a pixel.	
Ortofoto	Ortofoto	Imagem aérea corrigida. Essa imagem pode ser obtida no portal do IBGE ou em outro órgão.	
Relevo_sombreado	Rel_somb	Imagem gerada a partir de MDE ou MDT, apresentando um modelo 3D da superfície do terreno em escala de cinza.	Devem ser gerados dois arquivos com iluminação a 315/45 e 45/45. São, respectivamente, nomeados como: <b>Rel_somb_315_45</b> e <b>Rel_somb_45_45</b>

Fonte: Elaborado por Ítalo Menezes e Rafael Ribeiro, 2017.

### 3.5. Pasta Informacoes\_adicionais

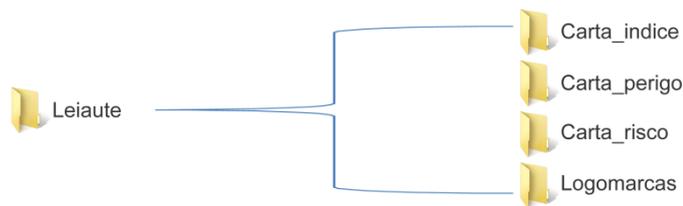
Essa pasta designa as informações gerais que auxiliam na análise de perigo e risco. Entre os arquivos sugeridos, citam-se os relatórios fornecidos pela Defesa Civil, arquivos fotográficos, laudos sobre instabilidade do terreno, plano-diretor, dentre outras informações. Caso haja dados coletados sobre análise de vulnerabilidade das edificações, estes devem ser inseridos nessa pasta, em uma subpasta exclusiva.

### 3.6. Pasta Leiaute

A pasta Leiaute apresenta os arquivos que irão compor a representação final da carta-índice e cartas de perigo e de risco. Esses itens foram individualizados em subpastas (Figura 3.6). Os documentos que compõem essas pastas estão indicados no Quadro 3.18.

**IMPORTANTE:** Neste capítulo, é proposta apenas a estruturação da pasta Leiaute. Os elementos que a compõem serão explicados no Capítulo 4.

**Figura 3.6** – Estruturação da pasta Leiaute.



Fonte: Elaborada por Ítalo Menezes, 2017.

**Quadro 3.18** – Elementos que compõem cada subpasta da pasta Leiaute.

Nome da Subpasta	Nome dos Arquivos	Observações
Carta_indice	Quadro_sintese	Quadro que apresenta de forma sucinta os números de setores de perigo e/ou risco delimitados e a área de abrangência de perigo para cada tipo de movimento de massa dentro da área de estudo.
	Arquivo_fotografico	Pasta destinada a conter as fotografias utilizadas na confecção do quadro-síntese.
	Nota	Conjunto de informações tecnicamente relevantes do projeto GIDES e da carta-índice, cartas de perigo e/ou risco.
	Convencoes_cartograficas	Conjunto de informações referentes aos elementos cartográficos, à escala e ao sistema de projeção da carta-índice.
	Creditos	Relação dos responsáveis pela elaboração das cartas.
	Carta_indice.mxd	Arquivo do tipo mxd (extensão de visualização do ArcGIS), com a organização e apresentação final do leiaute da carta-índice.
	Carta_indice.pdf	Arquivo do tipo pdf, com a apresentação final do leiaute da carta-índice.
Carta_perigo	Quadro_legenda	Quadro informando as principais características de cada classe de perigo, juntamente com a respectiva extensão na área de estudo.
	Nota	Conjunto de informações tecnicamente relevantes do projeto GIDES e da carta de perigo.
	Convencoes_cartograficas	Conjunto de informações referentes aos elementos cartográficos, à escala e ao sistema de projeção da carta de perigo.

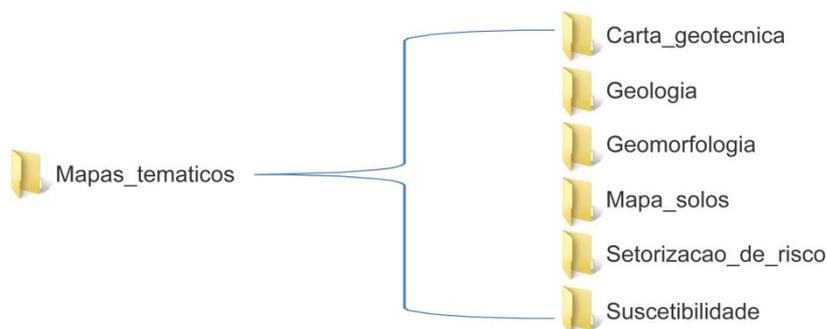
	Carta_perigo.mxd	Arquivo do tipo mxd, com a organização e apresentação final do leiaute da carta de perigo.
	Carta_perigo.pdf	Arquivo do tipo pdf, com a apresentação final do leiaute da carta de perigo.
Carta_risco	Quadro_legenda	Quadro informando as principais características de cada classe de risco, indicando os processos e a quantidade de construções em risco.
	Nota	Conjunto de informações tecnicamente relevantes do projeto GIDES e da carta de risco.
	Convencoes_cartograficas	Conjunto de informações referentes aos elementos cartográficos, à escala e ao sistema de projeção da carta de risco.
	Carta_risco.mxd	Arquivo do tipo mxd, com organização e apresentação final do leiaute da carta de risco.
	Carta_risco.pdf	Arquivo do tipo pdf, com apresentação final do leiaute da carta de risco.
Logomarcas	-	Logomarcas utilizadas na confecção dos leiautes.

Fonte: Elaborado por Ítalo Menezes e Rafael Ribeiro, 2017.

### 3.7. Pasta Mapas\_tematicos

Essa pasta será utilizada para inserir outros produtos derivados de mapeamentos realizados na área de estudo (Figura 3.7).

**Figura 3.7 – Estruturação da pasta Mapas\_tematicos.**



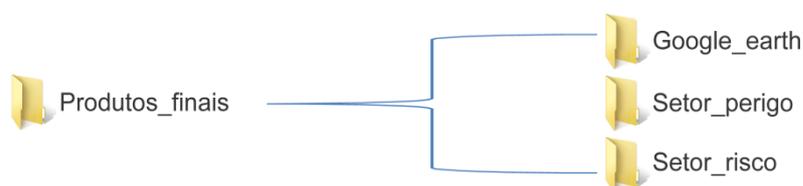
Fonte: Elaborada por Ítalo Menezes, 2017.

### 3.8. Pasta Produtos\_finais

Essa pasta destina-se aos arquivos *shapefile* com as informações relacionadas às cartas de perigo e de risco. As informações geradas para análise de perigo devem ser armazenadas na subpasta Setor\_perigo; já as informações da análise de risco devem ser inseridas na subpasta Setor\_risco (Figura 3.8). As tabelas de atributos devem ser preenchidas segundo os quadros 3.19 e 3.20.

Na subpasta Google\_earth devem constar os arquivos próprios desse programa (extensões dos tipos *.kml* e *.kmz*), onde deverão ser indicadas as áreas e o grau de perigo e/ou risco. Esses arquivos necessitam ser gerados a partir dos arquivos *shapefile* de perigo e/ou risco apresentados anteriormente.

**Figura 3.8** – Estruturação da pasta Produtos\_finais.



Fonte: Elaborada por Ítalo Menezes, 2017.

**Quadro 3.19** – Normas de preenchimento da tabela de atributos para Setor\_perigo.

Denominação do arquivo <i>shapefile</i> : Setor_perigo					
Primitiva geométrica: Polígono					
Atributo	Tipo	Número de Caracteres	Descrição	Preenchimento	Observações sobre o Preenchimento
FID	Gerado automaticamente				
Shape	Gerado automaticamente				
GEOMETRIA	Texto	5	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico	Obrigatório. Preencher com <b>Sim</b>	Primeira letra maiúscula
MUNICIPIO	Texto	50	Nome do município	Obrigatório	Em maiúsculo. Pode acentuar. Ex.: <b>MIRÁI</b>
UF	Texto	2	Sigla da Unidade Federativa	Obrigatório	Em maiúsculo. Ex.: <b>MG</b>
TIPO	Texto	50	Indica o tipo do movimento de massa responsável por gerar a área de perigo	Obrigatório. <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Deslizamento planar</b></li> <li>• <b>Deslizamento rotacional</b></li> <li>• <b>Fluxo de detritos</b></li> <li>• <b>Queda de blocos</b></li> </ul>	-

CLASSE	Texto	10	Indica a classe do perigo do setor indicado	Obrigatório ● <b>Baixo</b> ● <b>Moderado</b> ● <b>Alto</b> ● <b>Muito alto</b>	
AREA_KM2	Duplo	-	Calculado por meio de ArcGIS	Obrigatório	-
FONTE	Texto	200	Indica a forma de identificação e delimitação do polígono	Obrigatório	<b>Produto delimitado por meio dos critérios estabelecidos no Manual de Mapeamento de Perigo e Risco a Movimentos Gravitacionais de Massa</b>
OBS	Texto	200	Observações sobre o setor	Opcional	-

Fonte: Elaborado por Ítalo Menezes e Rafael Ribeiro, 2017.

**Quadro 3.20** – Normas de preenchimento da tabela de atributos para Setor\_risco.

Denominação do arquivo <i>shapefile</i> : Setor_risco					
Primitiva geométrica: Polígono					
Atributo	Tipo	Número de Caracteres	Descrição	Preenchimento	Observações sobre o Preenchimento
FID	Gerado automaticamente				
Shape	Gerado automaticamente				
GEOMETRIA	Texto	5	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico	Obrigatório. Preencher com <b>Sim</b>	Primeira letra maiúscula
MUNICIPIO	Texto	50	Nome do município	Obrigatório	Em maiúsculo. Pode acentuar. Ex.: <b>MIRAÍ</b>
UF	Texto	2	Sigla da Unidade Federativa	Obrigatório	Em maiúsculo. Ex.: <b>MG</b>
TIPO	Texto	50	Indica o tipo movimento de massa responsável por gerar a área de perigo	Obrigatório ● <b>Deslizamento planar</b> ● <b>Deslizamento rotacional</b> ● <b>Fluxo de detritos</b> ● <b>Queda de blocos</b>	-
CLASSE	Texto	10	Indica a classe do perigo do setor indicado.	Obrigatório ● <b>Baixo</b> ● <b>Moderado</b> ● <b>Alto</b> ● <b>Muito alto</b>	-
EDIFICAC	Inteiro curto	-	Indica o número de	Obrigatório	-

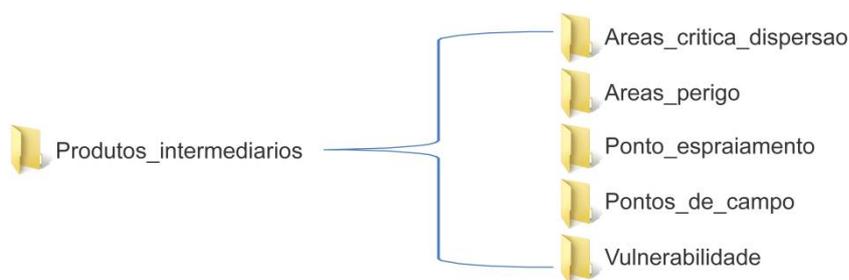
			edificações dentro do setor de risco		
AREA_KM2	Duplo	-	Calculado por meio de ArcGIS	Obrigatório	-
FONTE	Texto	200	Indica a forma de identificação e delimitação do polígono	Obrigatório	<b>Preencher com Produto delimitado por meio dos critérios estabelecidos no Manual de Mapeamento de Perigo e Risco a Movimentos Gravitacionais de Massa</b>
OBS	Texto	200	Observações sobre o setor	Opcional	-

Fonte: Elaborado por Ítalo Menezes e Rafael Ribeiro, 2017.

### 3.9. Pasta Produtos\_intermediarios

A pasta Produtos\_intermediarios representa os arquivos essenciais para delimitação e avaliação das áreas de perigo e risco. Esses arquivos correspondem aos dados gerados e/ou coletados durante as etapas de escritório e de levantamento de campo (Figura 3.9). Essas informações necessitam ser expressas por meio de arquivos vetoriais no formato *shapefile*.

**Figura 3.9** – Estruturação da pasta Produtos\_intermediarios.



Fonte: Elaborada por Ítalo Menezes, 2017.

#### 3.9.1. Subpasta Areas\_critica\_dispersao

Essa pasta refere-se aos arquivos com informações da delimitação das áreas crítica e de dispersão, referentes à análise do perigo potencial. Os arquivos devem ser individualizados por tipo de movimento gravitacional de massa e nomeados conforme nomenclatura apresentada no Quadro 3.21. Esses arquivos deverão ser do

tipo polígono. As orientações para preenchimento de sua tabela de atributos estão especificadas no Quadro 3.22.

**Quadro 3.21 – Nomenclatura empregada nos arquivos da subpasta Areas\_critica\_dispersao.**

Tipo de Movimento Gravitacional de Massa	Nomenclatura
Deslizamento planar	Dis_crit_plan
Deslizamento rotacional	Dis_crit_rota
Fluxo de detritos	Dis_crit_flux
Queda de blocos	Dis_crit_bloc

Fonte: Elaborado por Ítalo Menezes e Rafael Ribeiro, 2017.

**Quadro 3.22 – Normas de preenchimento da tabela de atributos para áreas de perigo crítica e de dispersão.**

Denominação do arquivo <i>shapefile</i> : Dis_crit_plan; Dis_crit_rota; Dis_crit_bloc; Dis_crit_flux Primitiva geométrica: Polígono					
Atributo	Tipo	Número de Caracteres	Descrição	Preenchimento	Observações sobre o Preenchimento
FID	Gerado automaticamente				
Shape	Gerado automaticamente				
GEOMETRIA	Texto	5	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico	Obrigatório. Preencher com <b>Sim</b>	Primeira letra maiúscula.
MUNICIPIO	Texto	50	Nome do município	Obrigatório	Em maiúsculo. Pode acentuar. Ex.: <b>MIRÁI</b>
UF	Texto	2	Sigla da Unidade Federativa	Obrigatório	Em maiúsculo. Ex.: <b>MG</b>
TIPO	Texto	50	Tipo de movimento de massa associado à área de perigo	Obrigatório	Ex.: <b>Deslizamento planar, Deslizamento rotacional, Queda de blocos ou Fluxo de detritos</b>
CLASSE	Texto	10	Preencher se a área de perigo é dispersão ou crítica	Obrigatório	Preencher com <b>Dispersão</b> ou <b>Crítica</b>
AREA_KM2	Duplo	-	Calculado por meio de ArcGIS	Obrigatório	-

Fonte: Elaborado por Ítalo Menezes e Rafael Ribeiro, 2017.

### 3.9.2. Subpasta Areas\_perigo

Essa subpasta corresponde às informações da etapa de delimitação das áreas de perigo. Os arquivos *shapefile* devem ser do tipo polígono e serão utilizados na elaboração do leiaute descrito no Capítulo 4. O arquivo deve apresentar todos os setores de perigo, independentemente das áreas crítica e de dispersão. O preenchimento da tabela de atributos deve seguir as orientações expostas no Quadro 3.23.

**Quadro 3.23** – Normas de preenchimento da tabela de atributos para Areas\_perigo.

Denominação do arquivo <i>shapefile</i> : Areas_perigo					
Primitiva geométrica: Polígono					
Atributo	Tipo	Número de Caracteres	Descrição	Preenchimento	Observações sobre o Preenchimento
FID	Gerado automaticamente				
Shape	Gerado automaticamente				
GEOMETRIA	Texto	5	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico	Obrigatório. Preencher com <b>Sim</b>	Primeira letra maiúscula
MUNICIPIO	Texto	50	Nome do município	Obrigatório	Em maiúsculo. Pode acentuar. Ex.: <b>MIRÁI</b>
UF	Texto	2	Sigla da Unidade Federativa	Obrigatório	Em maiúsculo. Ex.: <b>MG</b>
TIPO	Texto	50	Tipo de movimento de massa associado à área de perigo	Obrigatório	Ex.: <b>Deslizamento planar, Deslizamento rotacional, Queda de blocos ou Fluxo de detritos</b>
AREA_KM2	Duplo	-	Calculado por meio de ArcGIS	Obrigatório	-

Fonte: Elaborado por Ítalo Menezes e Rafael Ribeiro, 2017.

### 3.9.3. Subpasta Ponto\_espraimento

Durante a identificação das áreas de perigo relacionadas a fluxo de detritos, é necessário informar a localização do ponto de espraimento. A representação dessa informação deve ser expressa em arquivo *shapefile* do tipo ponto, referenciado como Pto\_espraimento. O preenchimento da tabela de atributos deve ser realizado conforme as orientações constantes no Quadro 3.24.

**Quadro 3.24 – Normas de preenchimento da tabela de atributos para Pto\_espraiamento.**

Denominação do arquivo <i>shapefile</i> : Pto_espraiamento					
Primitiva geométrica: Ponto					
Atributo	Tipo	Número de Caracteres	Descrição	Preenchimento	Observações sobre o Preenchimento
FID	Gerado automaticamente				
Shape	Gerado automaticamente				
GEOMETRIA	Texto	5	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico	Obrigatório. Preencher com <b>Não</b>	Primeira letra maiúscula. Acentuado
MUNICIPIO	Texto	50	Nome do município	Obrigatório	Em maiúsculo. Pode acentuar. Ex.: <b>MIRÁI</b>
UF	Texto	2	Sigla da Unidade Federativa	Obrigatório	Em maiúsculo. Ex.: <b>MG</b>
UTM_E	Duplo	-	Coordenada UTM leste	Obrigatório	
UTM_N	Duplo	-	Coordenada UTM norte	Obrigatório	
ALT	Duplo	-	Valor da altitude em metros	Obrigatório	
FONTE_ALT	Texto	50	Fonte do valor de altitude	Obrigatório	Exemplos: <b>MDE, GPS, Levantamento topográfico</b>

Fonte: Elaborado por Ítalo Menezes e Rafael Ribeiro, 2017.

### 3.9.4. Subpasta Pontos\_de\_campo

Nessa subpasta devem ser inseridos os registros fotográficos e os arquivos *shapefile* dos pontos realizados durante a etapa de levantamento de campo. Será necessário criar dois arquivos do tipo ponto, relacionados à verificação dos setores de perigo e para as áreas de risco, denominados, respectivamente, Ponto\_perigo e Ponto\_risco. Os quadros 3.25 e 3.26 apresentam as orientações de preenchimento da tabela de atributos desses arquivos.

**Quadro 3.25 – Normas de preenchimento da tabela de atributos para Ponto\_perigo.**

Denominação do arquivo <i>shapefile</i> : Ponto_perigo					
Primitiva geométrica: Ponto					
Atributo	Tipo	Número de Caracteres	Descrição	Preenchimento	Observações sobre o Preenchimento
FID	Gerado automaticamente				
Shape	Gerado automaticamente				
GEOMETRIA	Texto	5	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico	Obrigatório. Preencher com <b>Não</b>	Primeira letra maiúscula. Acentuado
MUNICIPIO	Texto	50	Nome do município	Obrigatório	Em maiúsculo. Pode acentuar. Ex.: <b>MIRÁÍ</b>
UF	Texto	2	Sigla da Unidade Federativa	Obrigatório	Em maiúsculo. Ex.: <b>MG</b>
UTM_E	Duplo	-	Coordenada UTM leste	Obrigatório	Valor obtido pelo registro do aparelho GPS
UTM_N	Duplo	-	Coordenada UTM norte	Obrigatório	Valor obtido pelo registro do aparelho GPS
ALT	Duplo	-	Valor da altitude em metros	Obrigatório	Valor obtido pelo registro do aparelho GPS
DESC_1	Texto	200	Descrição das características observadas no respectivo ponto	Obrigatório	Ex: “Área de perigo próximo a encosta íngreme com cicatrizes de deslizamento...”
DESC_2	Texto	200	Coluna para complementar a “DESC_1” caso o número de caracteres não seja suficiente	Opcional	Ex: “Área de risco próximo a encosta íngreme com cicatrizes de deslizamento...”

Fonte: Elaborado por Ítalo Menezes e Rafael Ribeiro, 2017.

**Quadro 3.26 – Normas de preenchimento da tabela de atributos para Ponto\_risco.**

Denominação do arquivo <i>shapefile</i> : Ponto_risco					
Primitiva geométrica: Ponto					
Atributo	Tipo	Número de Caracteres	Descrição	Preenchimento	Observações sobre o Preenchimento
FID	Gerado automaticamente				
Shape	Gerado automaticamente				
GEOMETRIA	Texto	5	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o	Obrigatório. Preencher com <b>Não</b>	Primeira letra maiúscula. Acentuado.

			produto cartográfico		
MUNICIPIO	Texto	50	Nome do município	Obrigatório	Em maiúsculo. Pode acentuar. Ex.: <b>MIRAI</b>
UF	Texto	2	Sigla da Unidade Federativa	Obrigatório	Em maiúsculo. Ex.: <b>MG</b>
UTM_E	Duplo	-	Coordenada UTM leste	Obrigatório	Valor obtido pelo registro do aparelho GPS
UTM_N	Duplo	-	Coordenada UTM norte	Obrigatório	Valor obtido pelo registro do aparelho GPS
ALT	Duplo	-	Valor da altitude em metros	Obrigatório	Valor obtido pelo registro do aparelho GPS
DESC_1	Texto	200	Descrição das características observadas no respectivo ponto	Obrigatório	Ex: "Área de perigo próximo a encosta íngreme com cicatrizes de deslizamento..."
DESC_2	Texto	200	Coluna para complementar a "DESC_1" caso o número de caracteres não seja suficiente	Opcional	Ex: "Área de risco próximo a encosta íngreme com cicatrizes de deslizamento..."

Fonte: Elaborado por Ítalo Menezes e Rafael Ribeiro, 2017.

### 3.9.5. Subpasta Vulnerabilidade

A subpasta Vulnerabilidade representa a análise de vulnerabilidade das construções realizada na etapa de levantamento de campo. O arquivo *shapefile* deve ser de pontos, onde cada ponto refere-se a uma única edificação avaliada. A tabela de atributos deve ser preenchida conforme orientações constantes no Quadro 3.27.

**Quadro 3.27** – Normas de preenchimento da tabela de atributos para Vulnerabilidade.

Denominação do arquivo <i>shapefile</i> : Vulnerabilidade					
Primitiva geométrica: Ponto					
Atributo	Tipo	Número de Caracteres	Descrição	Preenchimento	Observações sobre o Preenchimento
FID	Gerado automaticamente				
Shape	Gerado automaticamente				
GEOMETRIA	Texto	5	Indica que a geometria adquirida é aproximada em relação à escala prevista para o produto cartográfico	Obrigatório. Preencher com <b>Não</b>	Primeira letra maiúscula. Acentuado
MUNICIPIO	Texto	50	Nome do município	Obrigatório	Em maiúsculo. Pode acentuar. Ex.: <b>MIRAI</b>
UF	Texto	2	Sigla da Unidade Federativa	Obrigatório	Em maiúsculo. Ex.: <b>MG</b>

CLASSE	Texto	10	Preencher com as classes de vulnerabilidade	Obrigatório	Ex.: <b>Baixa, Moderada, Alta, Muito alta</b>
UTM_E	Duplo	-	Coordenada UTM leste	Obrigatório	Valor obtido pelo registro do aparelho GPS
UTM_N	Duplo	-	Coordenada UTM norte	Obrigatório	Valor obtido pelo registro do aparelho GPS
OBS	Texto	200	Observações sobre o local	Opcional (Preencher, se possível)	Preencher com informações relevantes sobre a vulnerabilidade, caso sejam observadas

Fonte: Elaborado por Ítalo Menezes e Rafael Ribeiro, 2017.

## 4. LEIAUTE DAS CARTAS

Neste capítulo, são apresentados os procedimentos para execução de leiaute da Carta-Índice de Perigo e Risco a Movimentos Gravitacionais de Massa, Carta de Perigo a Movimentos Gravitacionais de Massa e Carta de Risco a Movimentos Gravitacionais de Massa.

O modelo proposto estabelece padrões que visam à uniformização dos dados elaborados, de forma a que a informação apresentada seja replicável por várias instituições, tornando as cartas facilmente compreensíveis para todos. Entretanto, cada município possui peculiaridades que podem, eventualmente, ser inseridas nas cartas sem prejuízo do cumprimento dessa etapa. Deve-se ter em mente que o excesso de informações pode poluir a carta e desviá-la de seu propósito. Portanto, sugere-se que somente informações realmente relevantes sejam adicionadas aos modelos apresentados.

As ilustrações apresentadas a seguir são modelos executados com propósito didático e não refletem a realidade das áreas utilizadas como exemplo.

Os leiautes foram elaborados com a utilização de programa de geoprocessamento. A equipe executora pode utilizar qualquer meio disponível para a elaboração das cartas, observando as padronizações ora apresentadas.

### 4.1. Orientações Gerais

Todos os modelos da carta-índice apresentados foram concebidos conforme as orientações contidas no Quadro 4.1.

**Quadro 4.1** – Características gerais.

Item	Características
Tamanho da folha	A3
Orientação da folha	Paisagem
Fonte	Arial
Tamanho da fonte	8 pontos

Fonte: Elaborado por Rafael Ribeiro e Rafael Araújo, 2017.

**Nota:** A folha de impressão deve ter tamanho suficiente para perfeita visualização das informações.

### 4.2. Carta-Índice de Perigo e Risco a Movimentos Gravitacionais de Massa

Com essa carta, tem-se o propósito de espacializar de maneira global as informações de perigo e risco produzidas para determinada área de estudo, o que permite ao leitor identificar rapidamente, por exemplo, quais são as áreas afetadas por movimentos gravitacionais de massa e quais setores de perigo têm setores de risco, zonas e rotas mais seguras. Dessa forma, é indicado que seja elaborada uma carta-índice por cada área de estudo.

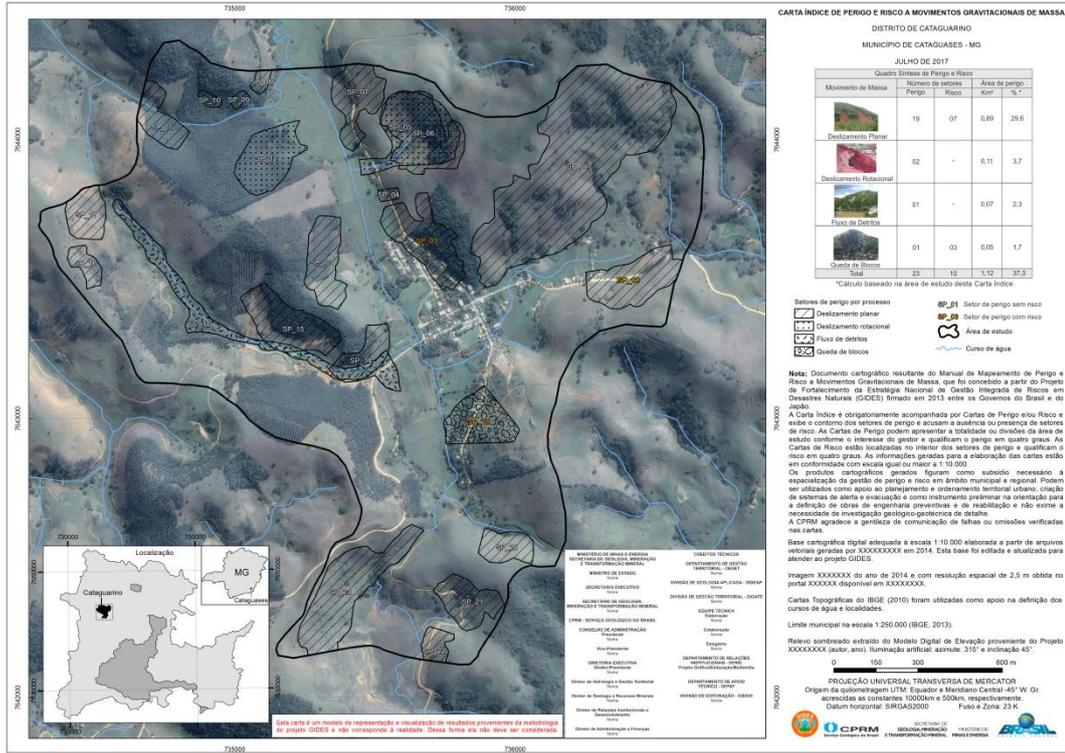
**IMPORTANTE:** Nos casos em que a área de estudo é contínua e grande, é possível fracioná-la e executar quantas cartas-índices forem necessárias para completa exibição da referida área.

O modelo ora proposto é composto por:

- Figura principal.
- Figura de localização.
- Créditos.
- Cabeçalho.
- Quadro-síntese.
- Legendas.
- Nota.
- Convenções cartográficas.
- Logotipos.

A diagramação do leiaute proposto para a carta-índice é apresentada na Figura 4.1. Nos tópicos a seguir, são descritos os elementos que formam a referida carta.

**Figura 4.1 – Modelo de carta-índice de perigo e risco a movimentos gravitacionais de massa.**



Fonte: Elaborada por Rafael Ribeiro e Rafael Araújo, 2017.

**Nota:** Esse modelo não é uma área-piloto e não representa a realidade da área. Sua função é meramente ilustrativa.

**4.2.1. Figura principal**

Consiste na representação da área de estudo, a qual deve ser delimitada em linha preta contínua, com espessura suficiente para perfeita visualização na escala adotada (Figura 4.2).

A ilustração da figura principal deve apresentar os elementos descritos no Quadro 4.2.

**Figura 4.2** – Figura principal de carta-índice de perigo e risco a movimentos gravitacionais de massa.



Fonte: Elaborada por Rafael Ribeiro e Rafael Araújo, 2017.

**Quadro 4.2** – Características da figura principal.

Item	Características
Imagem	Deve ser atual. Exemplo: Imagem de satélite e ortofotos.
Transparência	25%
Resolução espacial	Detalhamento suficiente para identificação das construções existentes na área
Borda externa	Linha contínua
Espessura da borda	2 pontos
Cor da borda	Preta

Fonte: Elaborado por Rafael Ribeiro e Rafael Araújo, 2017.

**Notas:** 1) A borda externa deve conter coordenadas UTM. 2) Sugere-se a inserção do relevo sombreado atrás da imagem. 3) É proposta a adição dos cursos d'água sobre a figura principal.

Sobre a imagem são representados os tipos de movimentos gravitacionais de massa, que são diferenciados por padrões de hachura na cor preta (Quadro 4.3).

**Quadro 4.3 – Padrões de hachura utilizados no modelo.**

Movimento de Massa	Hachura	
	Tipo	Características
Deslizamento planar	10% <i>Simple Hatch</i>	 Borda com 1 ponto de espessura e espaçamento entre as linhas de 8 pontos.
Deslizamento rotacional	10% <i>Ordered Stipple</i>	 Borda com 1 ponto de espessura e escalas X e Y iguais a 2 pontos.
Queda de blocos	605 <i>Breccia, Open</i>	 Borda com 1 ponto de espessura e escalas X e Y iguais a 0,5 ponto.
Fluxo de detritos	'A'A <i>Bedrock</i>	 Borda com 1 ponto de espessura e escalas X e Y iguais a 1 ponto.

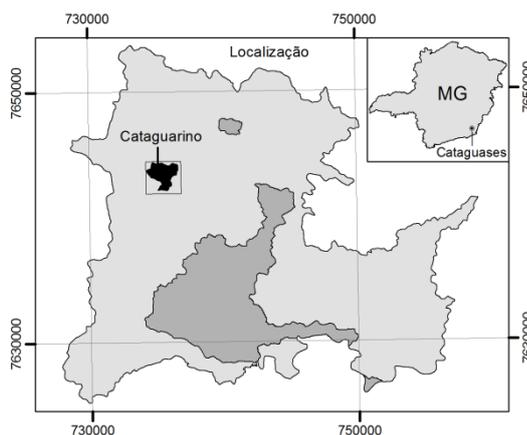
Fonte: Elaborado por Rafael Ribeiro e Rafael Araújo, 2017.

Por fim, são inseridas as nomenclaturas dos setores de perigo nos polígonos de movimentos gravitacionais de massa, conforme descrito a seguir.

- Composição da nomenclatura: Sigla SP mais o símbolo \_ e o número do setor.  
Exemplo: SP\_09.
- Posição: Centralizada no interior dos setores de perigo.
- Fonte: **Negrito**.
- Setor de perigo sem risco: Preenchimento na cor branca e com halo preto.  
Exemplo: **SP\_01**.
- Setor de perigo com risco: Preenchimento na cor laranja e com halo preto.  
Exemplo: **SP\_02**.

#### 4.2.2. Figura de localização

É formada por duas imagens: uma menor, exibindo a localização do município no interior da unidade da federação e uma maior, exibindo a localização das áreas de estudo no município (Figura 4.3). A ilustração da figura de localização deve conter os elementos descritos no Quadro 4.4.

**Figura 4.3 –** Localização da área de estudo no interior da área municipal.

Fonte: Elaborada por Rafael Ribeiro e Rafael Araújo, 2017.

**Nota:** No canto superior direito, encontra-se a localização do município em sua unidade da federação.

**Quadro 4.4 –** Características da figura de localização.

Item	Características
Bordas	Preto, com 0,6 ponto de espessura
Preenchimento da sigla da unidade da federação	Cinza 10%
Preenchimento da área municipal	Cinza 10%
Preenchimento das áreas de estudo	Cinza 30%
Preenchimento da área de estudo destacada	Preta
Retângulo que representa a figura principal	Cinza 60%

Fonte: Elaborado por Rafael Ribeiro e Rafael Araújo, 2017.

**Nota:** A borda externa deve conter coordenadas UTM.

### 4.2.3. Créditos

Os créditos devem ser elaborados para elencar os atores responsáveis pela execução do projeto e variam conforme as instituições envolvidas no mapeamento. Instituições municipais, estaduais, federais ou mesmo particulares terão diferentes maneiras de construir esse item, sem prejuízo ao cumprimento dessa etapa.

No modelo ora apresentado é pressuposto um mapeamento por instituição federal. Desse modo, os créditos foram separados em duas colunas: créditos gerais e créditos técnicos (Figura 4.4).

- Os títulos devem ser escritos em caixa alta e em negrito.
- Os subtítulos devem ser escritos em negrito.
- Os nomes dos ocupantes dos cargos são escritos sem negrito.

**Figura 4.4 – Modelo de créditos de carta-índice de perigo e risco a movimentos gravitacionais de massa.**

<b>MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA</b> <b>SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO</b> <b>E TRANSFORMAÇÃO MINERAL</b>	<b>CRÉDITOS TÉCNICOS</b>
<b>MINISTRO DE ESTADO</b> Nome	<b>DEPARTAMENTO DE GESTÃO</b> <b>TERRITORIAL - DEGET</b> Nome
<b>SECRETÁRIO EXECUTIVO</b> Nome	<b>DIVISÃO DE GEOLOGIA APLICADA - DIGEAP</b> Nome
<b>SECRETÁRIO DE GEOLOGIA,</b> <b>MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL</b> Nome	<b>DIVISÃO DE GESTÃO TERRITORIAL - DIGATE</b> Nome
<b>CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL</b>	<b>EQUIPE TÉCNICA</b> Elaboração Nome
<b>CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO</b> Presidente Nome	<b>Colaboração</b> Nome
<b>Vice-Presidente</b> Nome	<b>Estagiário</b> Nome
<b>DIRETORIA EXECUTIVA</b> Diretor-Presidente Nome	<b>DEPARTAMENTO DE RELAÇÕES</b> <b>INSTITUCIONAIS - DERID</b> Projeto Gráfico/Editoração/Multimídia
<b>Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial</b> Nome	<b>DEPARTAMENTO DE APOIO</b> <b>TÉCNICO - DEPAT</b>
<b>Diretor de Geologia e Recursos Minerais</b> Nome	<b>DIVISÃO DE EDITORAÇÃO - DIEDIG</b> Nome
<b>Diretor de Relações Institucionais e</b> <b>Desenvolvimento</b> Nome	
<b>Diretor de Administração e Finanças</b> Nome	

Fonte: Elaborada por Rafael Ribeiro e Rafael Araújo, 2017.

#### 4.2.4. Cabeçalho

O cabeçalho da carta-índice é composto por quatro linhas espaçadas entre si (Figura 4.5). São elas:

- Título: Deve ser escrito em negrito, caixa alta e centralizado. O título da carta é: **CARTA-ÍNDICE DE PERIGO E RISCO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA.**
- Nome do distrito, povoado ou bairro: Deve ser escrito em caixa alta e centralizado.

- Nome do município seguido pela sigla da respectiva unidade da federação: Deve ser escrito em caixa alta e centralizado.
- Mês e ano da conclusão do mapeamento: Deve ser escrito em caixa alta e centralizado.

**Figura 4.5** – Modelo de cabeçalho de carta-índice de perigo e risco a movimentos gravitacionais de massa.

**CARTA ÍNDICE DE PERIGO E RISCO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA**

DISTRITO DE CATAGUARINO

MUNICÍPIO DE CATAGUASES - MG

JULHO DE 2017

Fonte: Elaborada por Rafael Ribeiro e Rafael Araújo, 2017.

#### 4.2.5. Quadro-síntese de perigo e risco

É formado por uma linha contendo o título “Quadro-Síntese de Perigo e Risco” e outras linhas para cada movimento de massa observado e/ou possível de ocorrer na área de estudo, além de cinco colunas (Figura 4.6). São elas:

- Coluna Movimento de Massa: ilustra o processo, sendo formada por uma fotografia representativa e respectivo nome. Deve-se dar preferência a fotografias de encostas com cicatrizes recentes.
- Colunas Número de Setores e Perigo e Risco: apresentam a quantidade de setores de cada processo.
- Colunas Área de perigo e  $\text{km}^2$  e %\*: quantificam os setores de perigo na área de estudo:
  - Coluna  $\text{km}^2$ : Soma de todas as áreas dos polígonos por movimento de massa.
  - Coluna %\*: Razão entre a área em quilômetros quadrados e a área total da área de estudo apresentada na carta-índice correspondente.

No rodapé do quadro-síntese consta a seguinte sentença: “\*Cálculo baseado na área de estudo desta carta-índice”.

**Figura 4.6** – Modelo de quadro-síntese de carta-índice de perigo e risco a movimentos gravitacionais de massa.

Quadro Síntese de Perigo e Risco				
Movimento de Massa	Número de setores		Área de perigo	
	Perigo	Risco	Km <sup>2</sup>	% *
 Deslizamento Planar	19	07	0,89	29,6
 Deslizamento Rotacional	02	-	0,11	3,7
 Fluxo de Detritos	01	-	0,07	2,3
 Queda de Blocos	01	03	0,05	1,7
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>10</b>	<b>1,12</b>	<b>37,3</b>

\* Cálculo baseado na área de estudo desta Carta Índice

Fonte: Elaborada por Rafael Ribeiro e Rafael Araújo, 2017.

**Nota:** Inserir fotografias da região estudada.

#### 4.2.6. Legendas

Obrigatoriamente, contém todas as informações exibidas na figura principal que precisam de identificação, tais como movimentos gravitacionais de massa, nome do setor de perigo, com o significado das cores estipuladas para presença ou ausência de risco, delimitação da área de estudo e curso d'água (Figura 4.7). Quaisquer informações adicionais, como estradas e área urbanizada, devem constar na legenda.

**Figura 4.7** – Modelo de legendas de carta-índice de perigo e risco a movimentos gravitacionais de massa.

Setores de perigo por processo			
	Deslizamento planar		Setor de perigo sem risco
	Deslizamento rotacional		Setor de perigo com risco
	Fluxo de detritos		Área de estudo
	Queda de blocos		Curso de água

Fonte: Elaborada por Rafael Ribeiro e Rafael Araújo, 2017.

#### 4.2.7. Nota

É o conjunto de informações tecnicamente relevantes do Projeto GIDES, como também da carta-índice e das cartas de perigo e de risco, tais como origem e data do projeto, produtos que compõem o trabalho, suas especificações técnicas e aplicações. Na Figura 4.8 encontra-se sugestão de texto para a referida nota.

**Figura 4.8** – Modelo de nota de carta-índice de perigo e risco a movimentos gravitacionais de massa.

**Nota:** Documento cartográfico resultante do Manual de Mapeamento de Perigo e Risco a Movimentos Gravitacionais de Massa, que foi concebido a partir do Projeto de Fortalecimento da Estratégia Nacional de Gestão Integrada de Riscos em Desastres Naturais (GIDES) firmado em 2013 entre os Governos do Brasil e do Japão.

A Carta Índice é obrigatoriamente acompanhada por Cartas de Perigo e/ou Risco e exibe o contorno dos setores de perigo e acusam a ausência ou presença de setores de risco. As Cartas de Perigo podem apresentar a totalidade ou divisões da área de estudo conforme o interesse do gestor e qualificam o perigo em quatro graus. As Cartas de Risco estão localizadas no interior dos setores de perigo e qualificam o risco em quatro graus. As informações geradas para a elaboração das cartas estão em conformidade com escala igual ou maior a 1:10.000.

Os produtos cartográficos gerados figuram como subsídio necessário à espacialização da gestão de perigo e risco em âmbito municipal e regional. Podem ser utilizados como apoio ao planejamento e ordenamento territorial urbano, criação de sistemas de alerta e evacuação e como instrumento preliminar na orientação para a definição de obras de engenharia preventivas e de reabilitação e não exime a necessidade de investigação geológico-geotécnica de detalhe.

A CPRM agradece a gentileza de comunicação de falhas ou omissões verificadas nas cartas.

Fonte: Elaborada por Rafael Ribeiro e Rafael Araújo, 2017.

#### 4.2.8. Convenções cartográficas

Aqui são discriminadas informações cartográficas utilizadas para construir e apresentar a carta-índice (Figura 4.9), a qual deve conter:

- Em sua porção superior: bases utilizadas com data, resolução, fonte e demais informações relevantes.
- Em sua porção inferior: escala gráfica, projeção adotada, *datum* horizontal, fuso e zona das coordenadas UTM.

**Figura 4.9** – Modelo de convenções cartográficas de carta-índice.

Base cartográfica digital adequada à escala 1:10.000 elaborada a partir de arquivos vetoriais geradas por XXXXXXXX em 2014. Esta base foi editada e atualizada para atender ao projeto GIDES.

Imagem XXXXXXXX do ano de 2014 e com resolução espacial de 2,5 m obtida no portal XXXXXXXX disponível em XXXXXXXX.

Cartas Topográficas do IBGE (2010) foram utilizadas como apoio na definição dos cursos de água e localidades.

Limite municipal na escala 1:250.000 (IBGE, 2013).

Relevo sombreado extraído do Modelo Digital de Elevação proveniente do Projeto XXXXXXXX (autor, ano). Iluminação artificial: azimute: 315° e inclinação 45°.

0 150 300 600 m

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR  
Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central -45° W. Gr.  
acrescidas as constantes 10000km e 500km, respectivamente.  
Datum horizontal: SIRGAS2000 Fuso e Zona: 23 K

Fonte: Elaborada por Rafael Ribeiro e Rafael Araújo, 2017.

#### 4.2.9. Logotipos

Os logotipos de órgãos e instituições envolvidos no projeto são inseridos após as convenções cartográficas, sendo organizados lateralmente (Figura 4.10).

**Figura 4.10** – Logotipos de carta-índice de perigo e risco a movimentos gravitacionais de massa.



Fonte: Elaborada por Rafael Ribeiro e Rafael Araújo, 2017.

#### 4.3. Carta de Perigo a Movimentos Gravitacionais de Massa

Com essa carta, tem-se o propósito de exibir os polígonos dos setores de perigo e respectivas qualificações. Também são exibidas obras de contenção nas encostas que causem alteração do grau de perigo. Essa carta pode ser representada em maior escala quando comparada à carta-índice, excetuando-se as situações em que as áreas de estudo são pequenas.

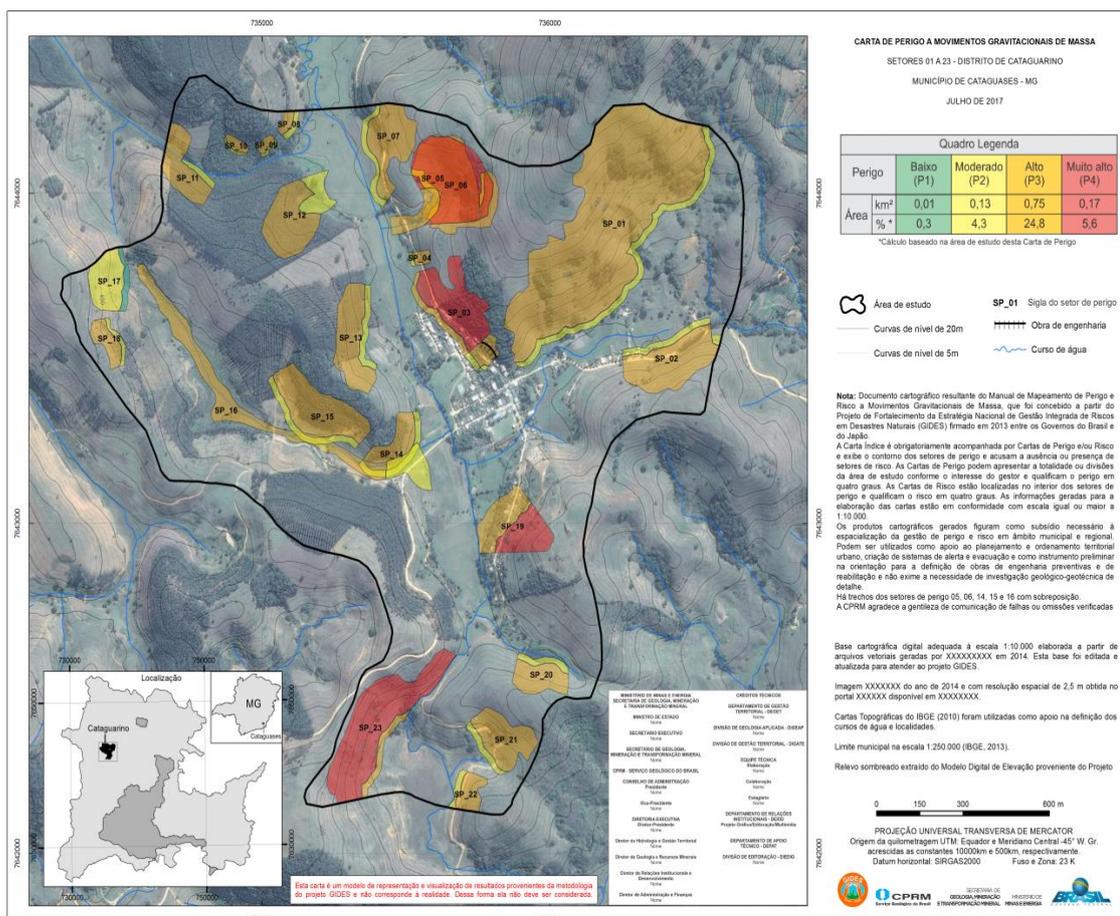
**IMPORTANTE:** Não é obrigatória a apresentação individual dos setores de perigo; porém, as cartas devem ser exibidas em escala adequada, para que as menores unidades de perigo sejam visíveis.

O modelo ora proposto é formado por:

- Figura principal.
- Figura de localização.
- Créditos.
- Cabeçalho.
- Legendas.
- Nota.
- Convenções cartográficas.
- Logotipos.

A diagramação do leiaute proposto para a Carta de Perigo a Movimentos Gravitacionais de Massa é ilustrada na Figura 4.11. Nos tópicos a seguir, são descritos os elementos que a compõem.

Figura 4.11 – Modelo de carta de perigo a movimentos gravitacionais de massa.



Fonte: Elaborada por Rafael Ribeiro e Rafael Araújo, 2017.

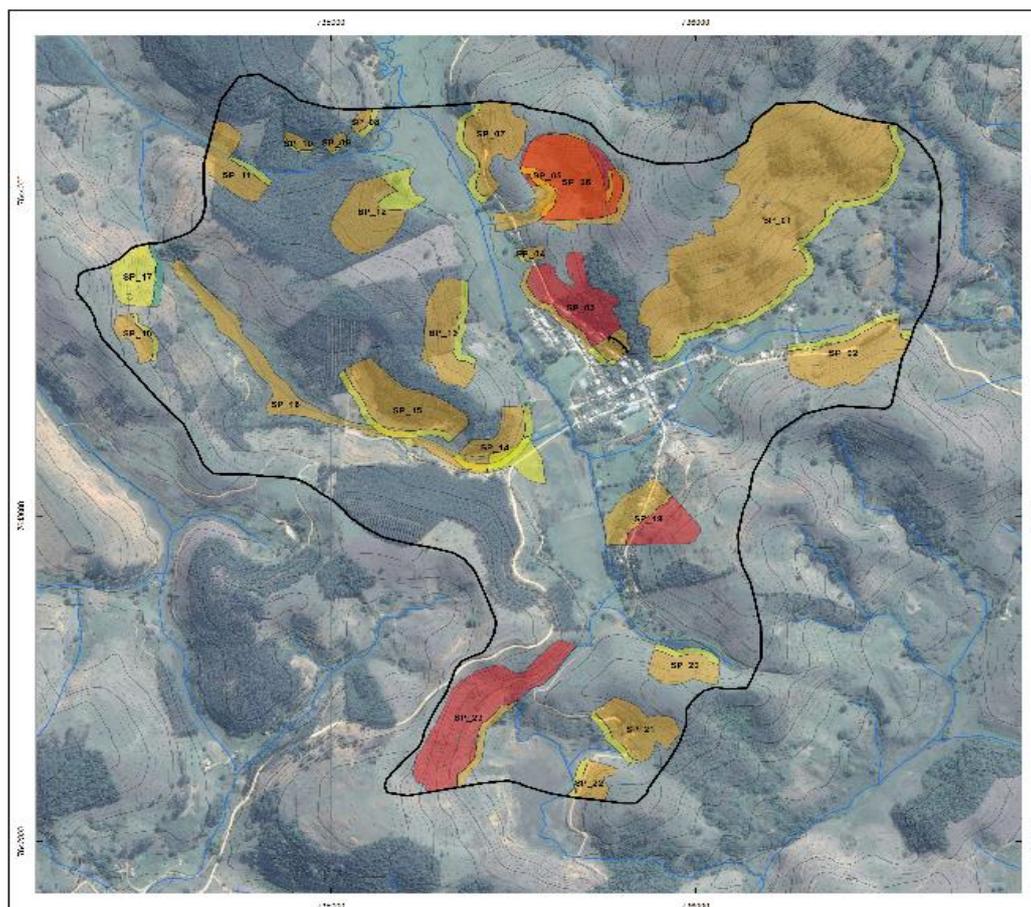
**Nota:** Esse modelo não é uma área-piloto e não representa a realidade da área. Sua função é meramente ilustrativa.

### 4.3.1. Figura principal

Consiste na representação da área de estudo, a qual deve ser delimitada em linha preta contínua e com espessura suficiente para perfeita visualização na escala adotada (Figura 4.12).

A ilustração da figura principal deve apresentar os elementos descritos no Quadro 4.5.

**Figura 4.12 – Modelo de figura principal de carta de perigo a movimentos gravitacionais de massa.**



Fonte: Elaborada por Rafael Ribeiro e Rafael Araújo, 2017.

**Quadro 4.5 – Características da figura principal.**

Item	Características
Imagem	Deve ser atual. Exemplos: imagem de satélite e ortofotografia.
Transparência	25%

Resolução espacial	Detalhamento suficiente para identificação das construções da área.
Borda externa	Linha contínua.
Espessura da borda	2 pontos
Cor da borda	Preta
Curvas de nível	Espaçamento de 5 em 5 m, com curvas mestras de 20 em 20 m.
Espessura das linhas	0,30 ponto para as linhas comuns e 0,60 ponto para as linhas mestras.
Transparência das linhas	75%

Fonte: Elaborado por Rafael Ribeiro e Rafael Araújo, 2017.

**Notas:** 1) A borda externa deve conter coordenadas UTM. 2) Sugere-se a inserção do relevo sombreado atrás da imagem. 3) É proposta a adição dos cursos d'água sobre a figura principal.

Em caso de ausência de imagem satisfatória, é possível elaborar a carta somente com a base topográfica. Propõe-se, nesse caso, adicionar o polígono do local de interesse com 60% de transparência.

Os setores devem ser preenchidos com as cores mostradas no Quadro 4.6.

**Quadro 4.6 – Padrões de hachura utilizados no modelo.**

Perigo	Cor		Características
Baixo	Verde (R=0; G=168; B=132)		Borda na cor preta, com 0,60 ponto de espessura e 60% de transparência.
Médio	Amarela (R=255; G=255; B=0)		Borda na cor preta, com 0,60 ponto de espessura e 60% de transparência.
Alto	Laranja (R=255; G=170; B=0)		Borda na cor preta, com 0,60 ponto de espessura e 60% de transparência.
Muito Alto	Vermelha (R=255; G=0; B=0)		Borda na cor preta, com 0,60 ponto de espessura e 60% de transparência.

Fonte: Elaborado por Rafael Ribeiro e Rafael Araújo, 2017.

As nomenclaturas dos setores são as mesmas apresentadas para a carta-índice; porém, nesta carta, devem estar em negrito e na cor preta.

É possível exibir os setores em conjunto ou separadamente, a depender da conveniência para o executor. A escala adotada deve ser suficientemente detalhada para representar a menor das subdivisões existentes.

**IMPORTANTE:** No caso de ocorrerem sobreposições parciais ou totais dos setores de perigo, podem ser elaboradas duas cartas em separado para cada um dos processos envolvidos.

#### 4.3.2. Figura de localização e créditos

Possuem características análogas às da carta-índice. Dessa forma, devem ser confeccionados conforme orientações constantes nos subitens 4.2.2 e 4.2.3.

#### 4.3.3. Cabeçalho

O cabeçalho é composto por quatro linhas espaçadas entre si (Figura 4.13). São elas:

- Título: Escrito em negrito, caixa alta e centralizado. O título da carta é: CARTA DE PERIGO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA.
- Números dos primeiro e último setores, seguidos do nome do distrito, povoado ou bairro. Deve ser escrito em caixa alta e centralizado.
- Nome do município, seguido pela sigla da unidade da federação: Deve ser escrito em caixa alta e centralizado;
- Mês e ano da conclusão do mapeamento: Deve ser escrito em caixa alta e centralizado.

**Figura 4.13** – Modelo de cabeçalho de carta de perigo a movimentos gravitacionais de massa.



Fonte: Elaborada por Rafael Ribeiro e Rafael Araújo, 2017.

#### 4.3.4. Legendas

A legenda, obrigatoriamente, contém todas as informações exibidas na figura principal que precisam de identificação, como movimentos gravitacionais de massa, limite da área de estudo, curvas de nível, curso d'água e nome do setor de perigo.

Deve conter, também, o quadro-legenda, no qual devem constar os quatro graus de perigo com as respectivas quantificações em quilômetros quadrados e percentuais (Figura 4.14).

**Figura 4.14** – Modelo de legendas de carta de perigo a movimentos gravitacionais de massa.

Quadro Legenda					
Perigo		Baixo (P1)	Moderado (P2)	Alto (P3)	Muito alto (P4)
Área	km <sup>2</sup>	0,01	0,13	0,75	0,17
	% *	0,3	4,3	24,8	5,6

\*Cálculo baseado na área de estudo desta Carta de Perigo

	Área de estudo		SP_01 Sigla do setor de perigo
	Curvas de nível de 20m		Obra de engenharia
	Curvas de nível de 5m		Curso de água

Fonte: Elaborada por Rafael Ribeiro e Rafael Araújo, 2017.

#### 4.3.5. Nota

Além de conter todas as informações indicadas no subitem 4.2.7 (carta-índice), indica quais setores apresentam sobreposição (Figura 4.15).

**Figura 4.15** – Modelo de nota de carta de perigo a movimentos gravitacionais de massa.

**Nota:** Documento cartográfico resultante do Manual de Mapeamento de Perigo e Risco a Movimentos Gravitacionais de Massa, que foi concebido a partir do Projeto de Fortalecimento da Estratégia Nacional de Gestão Integrada de Riscos em Desastres Naturais (GIDES) firmado em 2013 entre os Governos do Brasil e do Japão.

A Carta Índice é obrigatoriamente acompanhada por Cartas de Perigo e/ou Risco e exibe o contorno dos setores de perigo e acusam a ausência ou presença de setores de risco. As Cartas de Perigo podem apresentar a totalidade ou divisões da área de estudo conforme o interesse do gestor e qualificam o perigo em quatro graus. As Cartas de Risco estão localizadas no interior dos setores de perigo e qualificam o risco em quatro graus. As informações geradas para a elaboração das cartas estão em conformidade com escala igual ou maior a 1:10.000.

Os produtos cartográficos gerados figuram como subsídio necessário à espacialização da gestão de perigo e risco em âmbito municipal e regional. Podem ser utilizados como apoio ao planejamento e ordenamento territorial urbano, criação de sistemas de alerta e evacuação e como instrumento preliminar na orientação para a definição de obras de engenharia preventivas e de reabilitação e não exime a necessidade de investigação geológico-geotécnica de detalhe.

Há trechos dos setores de perigo 05, 06, 14, 15 e 16 com sobreposição.

A CPRM agradece a gentileza de comunicação de falhas ou omissões verificadas nas cartas.

Fonte: Elaborada por Rafael Ribeiro e Rafael Araújo, 2017.

#### **4.3.6. Convenções cartográficas e logotipos**

Possuem características análogas às da carta-índice. Dessa forma, devem ser elaboradas conforme as orientações contidas nos subitens 4.2.8 e 4.2.9.

#### **4.4. Carta de Risco a Movimentos Gravitacionais de Massa**

Com essa carta, tem-se o propósito de exibir os polígonos dos setores de risco com as respectivas qualificações. Em comparação com a carta-índice e a carta de perigo, as cartas de risco são apresentadas em maior detalhe, devido ao tamanho normalmente reduzido dos setores.

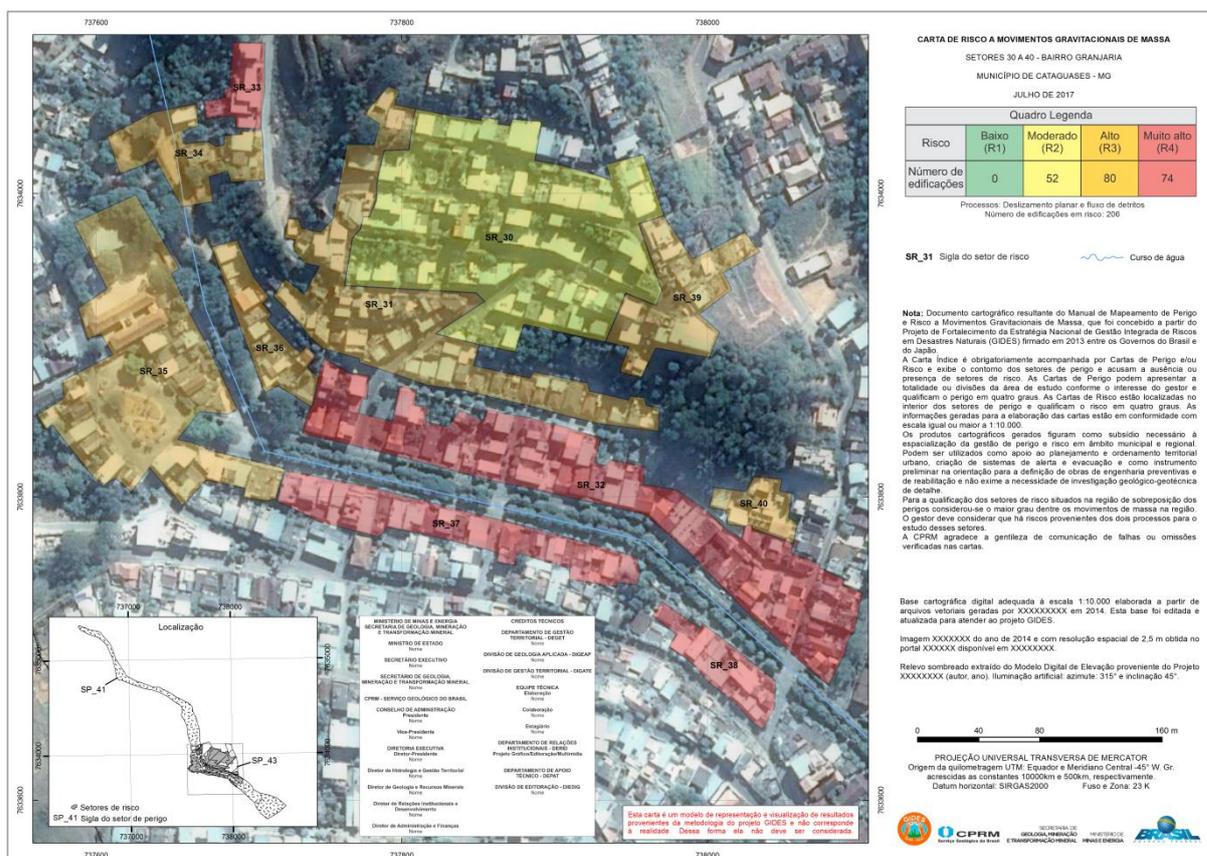
O modelo ora proposto é composto por:

- Figura principal.
- Figura de localização.
- Créditos.
- Cabeçalho.
- Legendas.
- Nota.
- Convenções cartográficas.
- Logotipos.

A diagramação do leiaute proposto para a Carta de Risco a Movimentos Gravitacionais de Massa é apresentada na Figura 4.16. Informações como ruas, pontes e demais estruturas da malha urbana de interesse devem ser visíveis, para que a carta possa servir, também, como apoio à elaboração de planos de contingência para a área.

**IMPORTANTE:** Os setores de risco localizados em um setor de perigo podem ser representados em uma única carta ou individualizados em diferentes cartas, a depender do tamanho dos referidos setores.

Figura 4.16 – Modelo de carta de risco a movimentos gravitacionais de massa.



Fonte: Elaborada por Rafael Ribeiro e Rafael Araújo, 2017.

**Nota:** Esse modelo não é uma área-piloto e não representa a realidade da área. Sua função é meramente ilustrativa.

Nos tópicos a seguir, serão descritos os elementos que compõem a Carta de Risco a Movimentos Gravitacionais de Massa.

4.4.1. Figura principal

Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM)  
 Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial (DHT)  
 Departamento de Gestão Territorial (DEGET)  
 Divisão de Geologia Aplicada (DIGEAP)

A ilustração da figura principal (Figura 4.17) deve apresentar os elementos descritos no Quadro 4.7.

**Figura 4.17** – Modelo de figura principal de carta de risco a movimentos gravitacionais de massa.



Fonte: Elaborada por Rafael Ribeiro e Rafael Araújo, 2017.

**Quadro 4.7** – Itens da figura principal.

Item	Características
Imagem	Deve ser atual. Exemplos: imagem de satélite e ortofotografia.
Transparência	25%
Resolução espacial	Detalhamento suficiente para identificação de ruas e individualização de construções
Borda externa	Linha contínua
Espessura da borda	2 pontos
Cor da borda	Preta
Curvas de nível	Espaçamento de 5 em 5 m com curvas mestras de 20 em 20 m
Espessura das linhas	0,30 ponto para as linhas comuns e 0,60 ponto para as linhas mestras
Transparência das linhas	75%

Fonte: Elaborado por Rafael Ribeiro e Rafael Araújo, 2017.

**Notas:** 1) A borda externa deve conter coordenadas UTM. 2) Sugere-se a inserção do relevo sombreado atrás da imagem. 3) É proposta a adição dos cursos d'água sobre a figura principal.

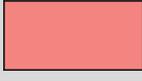
A imagem pode ser substituída por base topográfica que contenha as construções e ruas atualizadas. Nesse caso, é adicionado o polígono do local de interesse, com 60% de transparência.

Sobre a imagem da figura principal são inseridos os setores de risco, representados conforme discriminado a seguir.

- Composição da nomenclatura: Sigla SR mais o símbolo \_ e o número do setor.  
Exemplo: SR\_09.
- Posição: Centralizada no interior dos setores de risco.
- Fonte: **Negrito**.

Os graus de risco são diferenciados segundo os padrões de cor representados no Quadro 4.8.

**Quadro 4.8** – Padrões de hachura utilizados no modelo.

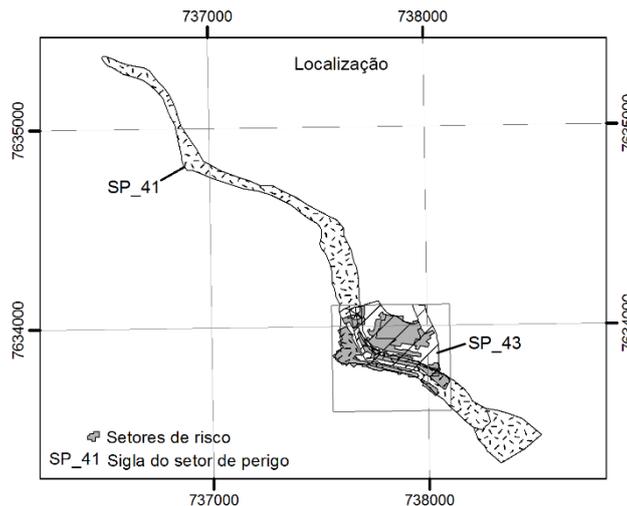
Perigo	Cor		Características
Baixo	Verde (R=0; G=168; B=132)		Borda na cor preta, com 0,60 ponto de espessura e 70% de transparência.
Médio	Amarela (R=255; G=255; B=0)		Borda na cor preta, com 0,60 ponto de espessura e 70% de transparência.
Alto	Laranja (R=255; G=170; B=0)		Borda na cor preta, com 0,60 ponto de espessura e 70% de transparência.
Muito Alto	Vermelha (R=255; G=0; B=0)		Borda na cor preta, com 0,60 ponto de espessura e 70% de transparência.

Fonte: Elaborado por Rafael Ribeiro e Rafael Araújo, 2017.

#### 4.4.2. Figura de localização

É formada pelo(s) setor(es) de perigo dos processos que geraram os setores de risco, além de exibir o contorno dos setores de risco (Figura 4.18). A ilustração da figura de localização deve apresentar os elementos descritos no Quadro 4.9.

**Figura 4.18** – Modelo de localização dos setores de risco com relação aos setores de perigo de uma carta de risco a movimentos gravitacionais de massa.



Fonte: Elaborada por Rafael Ribeiro e Rafael Araújo, 2017.

**Quadro 4.9** – Características da figura de localização.

Item	Características
Bordas	Cor preta, com 0,6 ponto de espessura
Preenchimento dos setores de perigo	Hachurado, conforme os padrões da carta-índice (subitem 4.2.2)
Preenchimento dos setores de risco	Cinza 60%
Retângulo de localização da figura principal	Cinza 60%

Fonte: Elaborado por Rafael Ribeiro e Rafael Araújo, 2017.

**Notas:** 1) A borda externa deve conter coordenadas UTM. 2) Deve constar o código dos setores de perigo.

#### 4.4.3. Créditos

Possuem características análogas às da carta-índice. Dessa forma, devem ser elaborados conforme orientações constantes no subitem 4.2.3.

#### 4.4.4. Cabeçalho

O cabeçalho da carta de risco é composto por quatro linhas espaçadas entre si (Figura 4.19). São elas:

- Título: Deve ser escrito em negrito, caixa alta e centralizado. O título da carta é: CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA.
- Números dos primeiro e último setores, seguidos do nome do distrito, povoado ou bairro: Deve ser escrito em caixa alta e centralizado.
- Nome do município, seguido pela sigla da unidade da federação: Deve ser escrito em caixa alta e centralizado.
- Mês e ano da conclusão do mapeamento: Deve ser escrito em caixa alta e centralizado.

**Figura 4.19** – Modelo de cabeçalho de carta de risco a movimentos gravitacionais de massa.

**CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA**

SETORES 30 A 40 - BAIRRO GRANJARIA

MUNICÍPIO DE CATAGUASES - MG

JULHO DE 2017

Fonte: Elaborado por Rafael Ribeiro e Rafael Araújo, 2017.

#### 4.4.5. Legendas

Em sua porção superior, há o quadro-legenda com as cores atribuídas a cada grau de risco e o número de construções em risco também agrupadas por grau de risco.

Em seguida, tem-se a indicação dos processos e o número total de edificações em risco.

Por fim, há a legenda dos elementos cartográficos que constam na figura principal, como cursos d'água e códigos dos setores de perigo (Figura 4.20). Caso outra informação tenha sido apresentada na carta, sua representação deve ser acrescentada à legenda.

**Figura 4.20** – Modelo de quadro-legendas de carta de risco a movimentos gravitacionais de massa.

Quadro Legendas				
Risco	Baixo (R1)	Moderado (R2)	Alto (R3)	Muito alto (R4)
Número de edificações	0	52	80	74

Processos: Deslizamento planar e fluxo de detritos  
Número de edificações em risco: 206

SR\_31 Sigla do setor de risco  Curso de água

Fonte: Elaborada por Rafael Ribeiro e Rafael Araújo, 2017.

#### 4.4.6. Nota

Além de conter todas as informações indicadas no subitem 4.2.7, informa ao leitor sobre a possibilidade de o risco em uma construção ser diferente quando existir mais de um processo. Como no modelo apresentado foram simulados dois processos sobrepostos, a nota se faz necessária para esclarecer essa questão (Figura 4.21).

**Figura 4.21** – Modelo de nota sobre riscos provenientes de mais de um perigo de carta de risco a movimentos gravitacionais de massa.

**Nota:** Documento cartográfico resultante do Manual de Mapeamento de Perigo e Risco a Movimentos Gravitacionais de Massa, que foi concebido a partir do Projeto de Fortalecimento da Estratégia Nacional de Gestão Integrada de Riscos em Desastres Naturais (GIDES) firmado em 2013 entre os Governos do Brasil e do Japão.

A Carta Índice é obrigatoriamente acompanhada por Cartas de Perigo e/ou Risco e exhibe o contorno dos setores de perigo e acusa a ausência ou presença de setores de risco. As Cartas de Perigo podem apresentar a totalidade ou divisões da área de estudo conforme o interesse do gestor e qualificam o perigo em quatro graus. As Cartas de Risco estão localizadas no interior dos setores de perigo e qualificam o risco em quatro graus. As informações geradas para a elaboração das cartas estão em conformidade com escala igual ou maior a 1:10.000.

Os produtos cartográficos gerados figuram como subsídio necessário à espacialização da gestão de perigo e risco em âmbito municipal e regional. Podem ser utilizados como apoio ao planejamento e ordenamento territorial urbano, criação de sistemas de alerta e evacuação e como instrumento preliminar na orientação para a definição de obras de engenharia preventivas e de reabilitação e não exige a necessidade de investigação geológico-geotécnica de detalhe.

Para a qualificação dos setores de risco situados na região de sobreposição dos perigos considerou-se o maior grau dentre os movimentos de massa na região. O gestor deve considerar que há riscos provenientes dos dois processos para o estudo desses setores.

A CPRM agradece a gentileza de comunicação de falhas ou omissões verificadas nas cartas.

Fonte: Elaborada por Rafael Ribeiro e Rafael Araújo, 2017.

#### 4.4.7. Convenções cartográficas e logotipos

Possuem características análogas às da carta-índice. Dessa forma, devem ser elaboradas conforme orientações constantes nos subitens 4.2.8 e 4.2.9.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABELLÁN, A.; VILAPLANA, J.M.; MARTÍNEZ, J. Application of a long-range terrestrial laser scanner to a detailed rockfall study at Vall de Núria (eastern Pyrenees, Spain). **Engineering Geology**, v. 88, n. 3-4, p. 136-148, 2006.

AGLIARDI, F.; CROSTA, G.B. High resolution three-dimensional numerical modelling of rock falls. **International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences**, v. 40, n. 4, p. 455-471, 2003.

ArcGIS. **Shapefiles**. 2017. Disponível em: <<http://doc.arcgis.com/pt-br/arcgis-online/reference/shapefiles.htm>>. Acesso em: 5 set. 2017.

ASSIS, A. **Gestão de riscos: fundamentos e práticas, sistema integrado de riscos geotécnicos** – Junta de Especialistas. Belo Horizonte, 2013.

AUGUSTO FILHO, O. Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas: uma proposta metodológica. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA SOBRE ESTABILIDADE DE ENCOSTAS, 1., 1992. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: 1992. p. 721-733.

AZZONI, A.; LA BARBERA, G.; ZANINETTI, A. Analysis and prediction of rockfall using a mathematical model. **International Journal of Rock Mech. Min. Sci. & Geotmech.**, v. 32, n. 7, p. 709-724, 1995.

BITAR, O.Y. et al. **Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações: 1:25.000: nota técnica explicativa**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo; Brasília, DF: CPRM, 2014. 42p.

BITAR, O.Y. et al. **Glossário de geotecnologia ambiental: termos básicos referentes a estudos, medidas e obras para abordagem de processos geodinâmicos em práticas de gestão ambiental**. São Paulo: IPT/ABGE, 2008. 42p.

BITAR, O.Y.; CERRI, L.E.S.; NAKAZAWA, V.A. Carta de risco geológico e carta geotécnica: uma diferenciação a partir de casos em áreas urbanas no Brasil. In: SIMPOSIO LATINO AMERICANO SOBRE RIESGO GEOLOGICO URBANO, 2, 1992, Pereira, Colômbia, **Anais...** p. 35-41.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal: Centro Gráfico. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicaocompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm)>. Acesso em: 24 jul. 2017.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em:

<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/LEIS\\_2001/L10257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm)>. Acesso em: 5 set. 2017.

BRASIL. **Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012.** Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as leis nºs 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm)>. Acesso em: 24 jul. 2017.

BRASIL. **Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979.** Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6766.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6766.htm)>. Acesso em: 24 jul. 2017.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Instrução Normativa nº 01, de 24 de agosto de 2012. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 30 ago. 2012. Disponível em: <[http://www.integracao.gov.br/c/document\\_library/get\\_file?uuid=822a4d42-970b-4e80-93f8-dae395a52d1&groupId=301094](http://www.integracao.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=822a4d42-970b-4e80-93f8-dae395a52d1&groupId=301094)>.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Capacitação em mapeamento e gerenciamento de risco.** 2014. Disponível em: <<http://www.defesacivil.mg.gov.br/images/documentos/Defesa%20Civil/manuais/mapeamento/mapeamento-grafica.pdf>>. Acesso em: 4 set. 2017.

BRASIL. Ministério das Cidades. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Mapeamento de risco em encostas e margem de rios.** Brasília: Ministério das Cidades; IPT, 2007. 176p. Disponível em: <<http://planodiretor.mprs.mp.br/arquivos/mapeamento.pdf>>. Acesso em: 24 jul. 2017.

BRESSANI, L.A.; COSTA, E.A. da. Mapeamento geotécnico: suscetibilidade, perigo, vulnerabilidade técnica, risco e risco instalado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 14., 2013, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABGE, 2013. 1 CD-ROM.

BRUNSDEN, D.; PRIOR, D.B. (Ed.). **Slope instability.** Chichester: John Wiley & Sons, 1984. 620p.

CÂMARA, G. et al. **Anatomia de sistemas de informação geográfica.** Campinas: SBC/Escola de Computação, 1996. 205p.

CASTRO, A.L.C. de. **Glossário de defesa civil: estudos de riscos e medicina de desastres**. 5. ed. Brasília, DF: Ministério da Integração Nacional; Secretaria Nacional de Defesa Civil, 1998. 283p. Disponível em: <[http://www.integracao.gov.br/c/document\\_library/get\\_file?uuid=71458606-5f48-462e-8f03-4f61de3cd55f&groupId=10157](http://www.integracao.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=71458606-5f48-462e-8f03-4f61de3cd55f&groupId=10157)>. Acesso em: 24 jul. 2017.

CEMADEN. **Movimentos de massa**. 2017. Disponível em: <<http://www.cemaden.gov.br/deslizamentos/>>. Acesso em: 5 set. 2017.

CENAD. **Apresentação**. 30 jun. 2016. Disponível em: <<http://www.mi.gov.br/defesa-civil/cenad/apresentacao>>. Acesso em: 5 set. 2017.

COPONS LLORENS, R.; TALLADA MASQUEF, A. Movimientos de ladera. **Rev. de la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**, v. 17, n. 3, p. 284-294, 2009.

CORDERO, A.; MEDEIROS, P.A.; TERAN, A.L. **Medidas de controle de cheias e erosões**. 1999. Disponível em: <<file:///C:/Users/user/Downloads/M%C3%A9todos-Controle-Cheias-Ade-1999.pdf>>. Acesso em: 5 set. 2017.

COUTINHO, R.Q. (Coord.). **Parâmetros para a cartografia geotécnica e diretrizes para medidas de intervenção de áreas sujeitas a desastres naturais**. Recife: Ministério das Cidades; Universidade Federal de Pernambuco; Grupo de Engenharia Geotécnica de Encostas e Planícies; DECivil, 2013. 376p. (Documento Técnico).

CUSTÓDIO, V. **A persistência das inundações na grande São Paulo**. 2002. 333 f. Tese (Doutorado em Geografia Humana) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

DINIZ, N.C. Cartografia geotécnica por classificação de unidades de terreno e avaliação de suscetibilidade e aptidão. **Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental**, v. 2, p. 29-77, 2012.

DORREN, L.K.A. A review of rockfall mechanics and modeling approaches. **Progress in Physical Geography**, v. 27, n. 1, p. 69-87, 2003.

DORREN, L.K.A. **Rockyfor3D (v5.2) revealed**: transparent description of the complete 3D rockfall model. ecorisQ paper ([www.ecorisq.org](http://www.ecorisq.org)). 2015.

ECIVIL. **Planejamento urbano**. 2017. Disponível em: <[http://www.ecivilnet.com/artigos/planejamento\\_urbano.htm](http://www.ecivilnet.com/artigos/planejamento_urbano.htm)>. Acesso em: 5 set. 2017.

EVANS, S.G.; HUNGR, O. The assessment of rockfall hazard at the base of talus slopes. **Canadian Geotechnical Journal**, v. 30, p. 620-636, 1993.

FARIA, D.G.M. **Mapeamento de perigo de escorregamentos em áreas urbanas precárias brasileiras com a incorporação do processo de análise hierárquica (AHP)**. 2011. 194 f. Tese (Doutorado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

FELL, R. et al. **Diretrizes para o zoneamento da suscetibilidade, perigo e risco de deslizamentos para planejamento do uso do solo**. São Paulo: ABGE/ABMS, 2013. 88p.

FELL, R. et al. On behalf of the JTC-1 Joint Technical Committee on Landslides and Engineered Slopes: guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land use planning. **Eng. Geol.**, v. 102, p. 85-98, 2008.

FRATTINI, P. et al. Assessment of rockfall susceptibility by integrating statistical and physically-based approaches. **Geomorphology**, v. 94, n. 3-4, p. 419-437, 2008.

GERSCOVICH, D. **Estabilidade de taludes**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. 166p.

GRAMANI, M.F. A corrida de massa no córrego Guarda Mão, município de Itaoca (SP): impacto e observações de campo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 15., 2015. Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves, 2015. 1 CD-ROM.

GRUPO REGEA-PANGEA GEOLOGIA, ENGENHARIA E ESTUDOS AMBIENTAIS. **Technical report final report project: survey for the sediment disaster for the project for capacity development for national strategy of comprehensive natural disaster risk reduction (phase of manual establishment, pilot project and conclusion phase) in the federative republic of Brazil**. São Paulo: Japan International Cooperation Agency (JICA), 2015.

GUERRA, A.T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. 6. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1980. 448p.

GUERRA, A.T.; GUERRA, A.J.T. **Novo dicionário geológico e geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997. 648p.

HALL, P. **Urban and regional planning**. 4. ed. London: Routledge, 2002. 248p.

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

HOUAISS, A.; VILLAR, M.S. de. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2009. 1986p.

INFANTI JUNIOR, N.; FORNASARI FILHO, N. Processos de dinâmica superficial. In: OLIVEIRA, A.M.S.; BRITO, S.N.A. (Ed.). **Geologia de engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998. cap. 9, p. 131-152.

JAPAN SOCIETY OF EROSION CONTROL ENGINEERING. **Study work report on methods for setting sediment disaster hazard zones**. Tokyo, 2000.

JULIÃO, R.P. et al. **Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica de base municipal**. Lisboa: ANPC; DGOTDU; IGP, 2009. 91p.

LAN, H. et al. Rockfall hazard analysis using LiDAR and spatial modeling. **Geomorphology**, v. 118, n. 1-2, p. 213-223, 2010.

MACEDO, E.S.; BRESSANI, L.A. (Org.). **Diretrizes para o zoneamento da suscetibilidade, perigo e risco de deslizamentos para planejamento do uso do solo**. São Paulo: ABGE, ABMS, 2013. 88p.

MINISTRY OF CONSTRUCTION. River Bureau. Erosion Control Dept. Sloped Land Conservation Section. Actual conditions of slope failures. **Public Works Research Institute**, 2009. Doc. n. 3651.

MINISTRY OF CONSTRUCTION. River Bureau. Erosion Control Dept. Sloped Land Conservation Section. **Procedures for survey of landslide danger zones**. Tokyo, 1996.

MINISTRY OF LAND, INFRASTRUCTURE, TRANSPORT AND TOURISM. Sabo Department. **Manual concerning survey of valleys where debris flow occurs and dangerous areas of debris flow**. Tokyo, 1988.

NOVO, E.M.L. de M. Ambientes fluviais. In: FLORENZANO, T.G. (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. cap. 8, p. 219-246.

OLIVEIRA, A.M. dos S.; BRITO, S.N.A. **Geologia de engenharia**. São Paulo: ABGE. 1998. p. 211-212.

PEILA, D.; RONCO, C. Technical note: design of rockfall net fences and the new ETAG 027 European guideline. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, v. 9, p. 1291-1298, 2009.

PORTAL DO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO. **Plano diretor: leitura técnica**. Relatório de organização das leituras técnica e comunitária. Rio de Janeiro: Prefeitura de São Gonçalo, 2005. Disponível em:

<[http://www.saogoncalo.rj.gov.br/urbanismo/plano\\_diretor.php](http://www.saogoncalo.rj.gov.br/urbanismo/plano_diretor.php)>. Acesso em: 5 set. 2017.

RIBEIRO, R.S. **Simulação do processo de queda de blocos em encostas com aplicação da mecânica do contato e do método dos elementos discretos**. 2013. 265 f. Tese (Doutorado em Ciências (Geologia)) – Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

SABESP. **Águas pluviais**: diferenças entre água de chuva e esgoto. Folheto. 2014. Disponível em: <[http://site.sabesp.com.br/uploads/file/Folhetos/2014/aguas\\_pluviais.pdf](http://site.sabesp.com.br/uploads/file/Folhetos/2014/aguas_pluviais.pdf)>. Acesso em: 5 set. 2017.

SANTOS, A.R. dos. **Enchentes e deslizamentos**: causas e soluções: áreas de risco no Brasil. São Paulo: Pini, 2012.

SERRA JUNIOR, E.; OJIMA, L.M. Caracterização e classificação de maciços rochosos. In: OLIVEIRA, A.M.S. dos; BRITO, S.N.A. de (Ed.). **Geologia de engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998. cap. 13, p. 211-226.

SHIMA, H. et. al. **Field surveying for civil engineers**. Tokyo, 1981.

SOBREIRA, F.G.; SOUZA, L. de A. Cartografia geotécnica aplicada ao planejamento urbano. **Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental**, v. 2, p. 79-97, 2012.

SUGUIO, K. **Geologia sedimentar**. São Paulo: Blücher, 2003.

TOMINAGA, L.K. Análise e mapeamento de risco. In: TOMINAGA, L.K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. do (Org.). **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. 2. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2012a. cap. 9, p. 147-160.

TOMINAGA, L.K. Desastres naturais: por que ocorrem? In: TOMINAGA, L.K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. do (Org.). **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. 2. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2012c. cap. 1, p. 11-23.

TOMINAGA, L.K. Escorregamentos. In: TOMINAGA, L.K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. do (Org.). **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. 2. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2012b. cap. 2, p. 25-38.

UN-ISDR. **Terminology on disaster risk reduction**. 2009. Disponível em: <<http://www.unisdr.org/we/inform/publications/7817>>. Acesso em: 5 set. 2017.

VARNES, D.J. **Landslide hazard zonation**: a review of principles and practice. Paris: UNESCO, 1984.

VILELA FILHO, L.R.; VITTE, A.C. A utilização de técnicas morfométricas do relevo aplicadas na determinação da fragilidade ambiental: o caso da bacia do córrego Proença, município de Campinas (SP). In: ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 10., 2005, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal10/Procesosambientales/Geomorfologia/15.pdf>>. Acesso em: 5 set. 2017.

WIECZOREK, G.F. et al. Unusual July 10, 1996, rock fall at Happy Isles, Yosemite National Park, California. **Geological Society of America Bulletin**, v. 112, n. 1, p. 75-85, 2000.

WINGE, M. et al. **Glossário geológico ilustrado**. 2017. Disponível em: <<http://sigep.cprm.gov.br/glossario/>>. Acesso em: 5 set. 2017.

YILMAZ, I.; YILDIRIM, M.; KESKIN, I. A method for mapping the spatial distribution of rockfall computer program analyses results using ArcGIS software. **Bulletin of Engineering Geology and the Environment**, v. 67, n. 4, p. 547-554, 2008.

ZUQUETTE, L.V.; GANDOLFI, N. **Cartografia geotécnica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

## GLOSSÁRIO

### A

**Acidente natural:** Acontecimento casual, inesperado; qualquer acontecimento, desagradável ou infeliz, que envolva dano, perda, lesão, sofrimento ou morte; ocorrência causada por fenômenos da natureza (a grande maioria independe de intervenção humana) (HOUAISS; VILLAR, 2009).

**Água pluvial:** Água proveniente das chuvas que é coletada por sistemas urbanos de saneamento básico nas chamadas galerias de águas pluviais ou esgotos pluviais e que pode ter tubulações próprias (SABESP, 2014).

**Água servida:** Termo designativo das águas que, após utilização humana, apresentam suas características naturais alteradas. Conforme o uso predominante – comercial, industrial ou doméstico –, essas águas apresentarão características diferentes; são, genericamente, designadas de esgoto.

**Alúvio:** Sedimento clástico (areia, cascalho e/ou lama) depositado por um sistema fluvial no leito e nas margens da drenagem, incluindo as planícies de inundação e as áreas deltaicas, com material mais fino extravasado dos canais nas cheias; sedimentos clásticos depositados em zonas estuarinas; para alguns autores, sedimentos terrígenos trabalhados diretamente por ondas nas zonas costeiras marinhas ou lacustrinas também são considerados aluviões. Normalmente, são depósitos clásticos malclassificados e malselecionados de cascalho, areia e lama, podendo ocorrer depósitos de blocos maiores, às vezes bem arredondados, nas regiões elevadas das cabeceiras com maior energia fluvial. Apresentam maior desenvolvimento nas planícies de inundação, com lamas (silte e argilas) por extensas áreas, e em sopés de montanhas como leques aluviais, com depósitos comuns de fanglomerados e areias associados que atingem boa expressão areal e grandes espessuras (WINGE et al., 2017).

**Ameaça:** Fenômeno ou processo do meio físico cuja dinâmica pode gerar consequências negativas (perdas e danos) em relação aos elementos expostos (pessoas, edificações, infraestrutura, bens materiais, serviços, recursos naturais); a caracterização da ameaça, existente ou potencial, não inclui qualquer tipo de previsão (FELL et al., 2008; MACEDO; BRESSANI, 2013).

**Antrópico:** Relativo às ações do homem; relativo às modificações provocadas pelo homem no meio ambiente (HOUAISS; VILLAR, 2009).

**Aptidão:** Qualidade, atributo do que é apto; disposição inata ou adquirida. Que tem capacidade natural ou adquirida, próprio, adequado, conveniente ou que apresenta condições legais. (HOUAISS; VILLAR, 2009).

**Área de risco:** Área onde existe a possibilidade de ocorrência de eventos adversos; local passível de ser atingido por fenômenos ou processos naturais e/ou induzidos; as

peças que habitam essas áreas estão sujeitas a danos à integridade física, perdas materiais e patrimoniais (CASTRO, 1998).

**Área-piloto:** Área onde seja desenvolvido projeto-modelo, que propicie o aprendizado e a demonstração, na prática, de conceitos e funções de determinado estudo.

**Assentamento:** Núcleo de povoamento constituído por camponeses ou trabalhadores rurais (HOUISS; VILLAR, 2009).

## B

**Bacia hidrográfica (bacia de contribuição):** Conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes; a noção de bacia hidrográfica inclui, naturalmente, a existência de cabeceiras ou nascentes, divisores d'água, cursos d'água principais, afluentes, subafluentes etc. Os termos bacia, bacia hidrográfica e bacia de contribuição são utilizados como sinônimos neste manual (adaptado de GUERRA, 1980).

## C

**Carta de inclinação:** Carta elaborada para representar a inclinação de um terreno, expressa em porcentagem definida pela razão entre a diferença de altitude e a distância total, projetada em plano horizontal entre dois pontos da encosta, multiplicada por 100 (adaptado de WINGE et al., 2017).

**Carta de risco:** Documento técnico contendo informações sobre as unidades ou formas de uso do solo instaladas em determinada área ou região, como habitações, indústrias e outros tipos de edificações, identificando o grau de risco (por exemplo: alto, médio, baixo, nulo) ao qual estão sujeitas e ameaçadas cada uma dessas unidades em função da probabilidade de ocorrência, deflagração ou aceleração de determinado processo geodinâmico natural ou induzido (afundamento de solo, colapso de solo, erosão, assoreamento, escorregamento, inundação) (adaptado de BITAR et al., 2008).

**Carta de serviço:** Carta preliminar, gerada para identificar locais potenciais à deflagração de movimentos gravitacionais de massa, a partir da aplicação de critérios topográficos e estatísticos. Essa carta necessita de validação da modelagem matemática e da qualificação de perigo definidas por modelos teóricos, o que deverá ser efetuado na etapa de levantamento de campo.

**Carta de suscetibilidade:** Indica a potencialidade de ocorrência de processos geológicos naturais e induzidos em áreas de interesse ao uso urbano do solo, expressando as suscetibilidades segundo classes de possibilidade de ocorrência (BITAR et al., 1992).

**Carta:** Documento cartográfico com representação das informações e associação de dados, ou seja, das interpretações e associações contidas nos mapas (ZUQUETTE; GANDOFI, 2004).

**Cartografia:** Conjunto de estudos e operações científicas, técnicas e artísticas que orienta os trabalhos de elaboração de cartas geográficas; descrição ou tratado sobre mapas (HOUAISS; VILLAR, 2009).

**Catástrofe:** Acontecimento desastroso de grandes proporções, geralmente relacionado a fenômenos naturais, que provoca morte e destruição (HOUAISS; VILLAR, 2009).

**CEMADEN:** O Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais, órgão vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), adota uma estrutura técnico-científica especializada, desenvolvendo capacidade científica, tecnológica e de inovação para continuamente aperfeiçoar os alertas de desastres naturais. O objetivo principal da instituição é realizar o monitoramento e emitir alertas de desastres naturais que subsidiem salvar vidas e diminuir a vulnerabilidade social, ambiental e econômica decorrente desses eventos (CEMADEN, 2017).

**CENAD:** O Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres tem como atribuição gerenciar, com agilidade, ações estratégicas de preparação e resposta a desastres em território nacional e, eventualmente, também no âmbito internacional. Coordenado pela Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil do Ministério da Integração Nacional, cabe a esse órgão consolidar as informações sobre riscos no país, tais como mapas de áreas de risco de deslizamentos e inundações, como também os dados relativos à ocorrência de desastres naturais e tecnológicos e os danos associados (CENAD, 2016).

**Climatologia:** Ciência que descreve, explica e classifica os climas, investigando os seus fenômenos e influências (HOUAISS; VILLAR, 2009).

**Climatológico:** Relativo a ou próprio da climatologia (HOUAISS; VILLAR, 2009).

**Coluvião (colúvio):** Solo de vertentes, parcialmente alóctone, de muito pequeno transporte, misturado com solos e fragmentos de rochas trazidos de zonas mais altas, geralmente malclassificado e malselecionado. A gravidade, as enxurradas e as avalanches com deslizamentos de solos e rochas trazem material que se mistura com o solo local da encosta para formar o coluvião (WINGE et al., 2017).

**Compatibilizar:** Tornar(-se) compatível; conciliar(-se), harmonizar(-se) (HOUAISS; VILLAR, 2009).

**Compilação:** Ato ou efeito de compilar; reunião, coleção de textos, documentos, ou trechos de autores diversos (HOUAISS; VILLAR, 2009).

**Crescimento ordenado:** Desenvolvimento planejado de uma área, no que se refere à forma de ocupação do solo com áreas urbanas, industriais e agrícolas já ocupadas e em fase de expansão ou com previsão de futura ocupação.

**Critério topográfico:** Referência quantitativa empregada para identificação das condicionantes topográficas favoráveis à deflagração de movimentos gravitacionais de massa.

**Curva de nível:** Linhas isométricas que unem pontos de mesma altitude e estão acima do nível do mar. São paralelas entre si e com diferença regular, ou seja, equidistantes. Permite representar em um plano as seções de uma elevação (GUERRA, 1980).

## D

**Datum:** (plural: *data*). Do latim *dado*, detalhe, pormenor. Em cartografia, refere-se ao modelo matemático teórico da representação da superfície da Terra ao nível do mar utilizado pelos cartógrafos em dada carta ou mapa. Devido a haver vários *data* em utilização simultânea, na legenda das cartas está indicado qual o *datum* utilizado. De forma muito simplificada, *datum* providencia o ponto de referência a partir do qual a representação gráfica dos paralelos e meridianos, e, conseqüentemente, de todo o resto que for desenhado na carta, está relacionado e é proporcionado.

**Declividade:** Inclinação da superfície do terreno em relação à horizontal, ou seja, a relação entre a diferença de altura entre dois pontos e a distância horizontal entre esses pontos. É dada pelo ângulo de inclinação (zenital) da superfície do terreno em relação à horizontal. Os valores de declividade podem variar de 0° a 90° e podem também ser expressos em porcentagem.

**Desastre natural:** Ocorre quando um evento físico (tais como sismo, desabamento, furacão, inundação ou outros fenômenos naturais) atinge áreas ou regiões habitadas pelo homem, causando-lhe danos (TOMINAGA, 2012a). Grave perturbação do funcionamento de uma comunidade ou de uma sociedade, envolvendo perdas humanas, materiais, econômicas ou ambientais de grande extensão, cujos impactos excedem a capacidade da comunidade ou da sociedade afetada de arcar com seus próprios recursos (UN-ISDR, 2009).

**Deslizamento em cunha:** A ruptura em cunha é condicionada por estruturas planares de maciços rochosos, apresentando sua direção de movimento ao longo da linha de intersecção das superfícies de ruptura (adaptado de INFANTI JUNIOR; FORNASARI FILHO, 1998).

**Deslizamento induzido:** Causado por ações antrópicas. Sua deflagração é causada por execução de cortes e aterros inadequados, concentração de águas pluviais e servidas, retirada da vegetação etc. Muitas vezes, os deslizamentos induzidos mobilizam materiais produzidos pela própria ocupação, envolvendo massas de solo de dimensões variadas, lixo e entulho.

**Deslizamento planar:** Tipo de escorregamento que ocorre em uma superfície relativamente plana e associada a solos mais rasos; planar (translacional). (CEMADEN, 2017).

**Deslizamento rotacional:** Quando a superfície de ruptura é curvada no sentido superior (em forma de colher), com movimento rotatório em materiais superficiais homogêneos; circular (rotacional) (CEMADEN, 2017).

**Deslizamento:** Movimento caracterizado por velocidade alta, que se desenvolve comumente em encostas com declividade e amplitude média a alta e segundo superfície de ruptura planar (translacional), circular (rotacional) ou em cunha (acompanhando planos de fragilidade estrutural dos maciços terrosos ou rochosos). É geralmente deflagrado por eventos de chuvas de alta intensidade ou com elevados índices pluviométricos acumulados, condicionados por fatores predisponentes intrínsecos aos terrenos. O processo é também denominado escorregamento (BITAR et al., 2014).

**Dispersão lateral:** Desvio da trajetória do bloco na direção do maior gradiente do terreno (AGLIARD; CROSTA, 2003). O bloco atinge a dispersão lateral média de  $\pm 20^\circ$ , ou seja, o bloco desvia lateralmente de seu ponto inicial cerca de  $20^\circ$  para um lado ou para o outro (AZZONI; LA BARBERA; ZANINETTI, 1995).

**Divisor de águas:** Linha separadora de águas pluviais (GUERRA, 1980).

**Drenagem:** escoamento de águas de terreno excessivamente úmido por meio de tubos, valas e/ou fossas instaladas na superfície ou nas camadas subterrâneas; conjunto de operações e instalações destinadas a coletar, retirar e reconduzir a água de percolação de um maciço, estrutura ou escavação, em geral por meio de um sistema de drenagem como forma complementar de estabilização de talude. (adaptado de BITAR et al., 2008).

## E

**Encosta (vertente):** Declive nos flancos de um morro, colina ou serra; planos de declives variados que divergem das cristas ou dos interflúvios, enquadrando o vale (GUERRA, 1980).

**Enxurrada:** Enchente ou inundação brusca e de curta duração, desenvolvida em bacias de drenagem restritas no contexto de relevo serrano ou morros altos, por ocasião de chuvas intensas. Caracteriza-se por alta energia de transporte e capacidade de arraste, com elevado potencial de impacto destrutivo. Pode induzir a instabilização e o solapamento de taludes marginais ao longo do curso d'água (BITAR et al., 2014).

**Erradicar:** Arrancar pela raiz; desarraigar; eliminar, extirpar (HOUAISS; VILLAR, 2009).

**Escala:** Relação entre a configuração ou as dimensões de um desenho e o objeto por ele representado. Por exemplo, em uma escala 1:10.000, cada centímetro na carta representa 100 m no terreno real, enquanto na escala 1:2.500, cada centímetro na carta representa 25 m no terreno real.

**Evento:** Fenômeno com características, dimensões e localização geográfica registradas no tempo, sem causar danos econômicos e/ou sociais (BRASIL, 2007).

## F

**Fenômeno natural:** Catalogado como indutor de desastres, é variado e agrupa-se segundo categorias. No Brasil, são duas as categorias principais – natural e tecnológico –, devidamente organizadas na Instrução Normativa nº 01/2012 (Código Brasileiro de Desastres – COBRADE) (BRASIL, 2012).

**Fluxo de detritos:** Movimento de massa caracterizado pelo deslocamento, encosta abaixo, em alta velocidade, de uma mistura de sólidos (fragmentos e blocos de rocha, areia e silte), detritos vegetais (galhos e troncos) e água em proporções variáveis, na forma de um fluido de alta viscosidade.

**Fluxograma:** Representação gráfica de um procedimento, problema ou sistema, cujas etapas ou módulos são ilustrados de forma encadeada por meio de símbolos geométricos interconectados (HOUAISS; VILLAR, 2009).

## G

**Gabarito:** Medida-padrão a que se devem conformar certas coisas em construção; instrumento que serve para verificar essa medida. Neste manual, adotou-se o termo gabarito como modelo-padrão a ser utilizado para identificar condição topográfica favorável à deflagração de movimentos de massa em representações cartográficas.

**Georreferenciamento:** Georreferenciar uma imagem, um mapa ou qualquer outra forma de informação geográfica é tornar suas coordenadas conhecidas em um dado sistema de referência. Esse processo inicia-se com a obtenção das coordenadas (pertencentes ao sistema no qual se pretende georreferenciar) de pontos da imagem ou do mapa a serem georreferenciados, conhecidos como pontos de controle. Estes são locais que oferecem uma feição física perfeitamente identificável, tais como intersecções de estradas e de rios, represas, pistas de aeroportos, edifícios proeminentes, topos de montanha, entre outros. As coordenadas dos pontos de controle podem ser obtidas em campo (a partir de levantamentos topográficos, Sistema de Posicionamento Global (GPS)), ou por meio de mesas digitalizadoras, ou outras imagens ou mapas (em papel ou digitais) georreferenciados.

**Gestor:** Aquele que gerencia bens ou negócios de outrem; administrador (HOUAISS; VILLAR, 2009).

## H

**Hierarquia fluvial:** Processo de classificação de curso d'água (ou da área drenada que lhe pertence) no conjunto total da bacia hidrográfica na qual se encontra. Isso é realizado com a função de facilitar e tornar mais objetivo os estudos morfométricos (análise linear, areal e hipsométrica) sobre as bacias hidrográficas (VILELA FILHO; VITTE, 2005).

## I

**Inclinação:** Ângulo formado entre a superfície da encosta e um plano horizontal.

**Intumescer:** Aumentar de volume, inchar(-se), dilatar(-se) (HOUAISS; VILLAR, 2009).

**Inundação:** Atingimento e submersão da planície aluvial pelo transbordamento das águas do canal principal do rio, devido à evolução do processo de enchente ou cheia. Caracteriza-se pela elevação temporária do nível d'água relativo ao leito regular do canal em dada bacia de drenagem, comumente em razão do acréscimo de vazão da água ocasionado por eventos chuvosos de longa duração e elevados índices pluviométricos acumulados. Os excessos de água podem alcançar a planície aluvial atual (leito menor, várzea) e os terraços fluviais antigos (leito maior), topograficamente alçados em relação à cota da planície aluvial atual, bem como outros terrenos mais elevados, situados em flancos de encostas adjacentes. Em terrenos ligados a processos litorâneos, sob a influência regular de marés, como mangues, praias, planícies costeiras e terraços marinhos, configura-se a inundação costeira, a qual tende a atuar em conjunto com os processos de origem continental e, assim, determinar a suscetibilidade geral a inundações nessas áreas (BITAR et al., 2014).

## J

**Jusante:** Fluxo normal da água, de um ponto mais alto para um ponto mais baixo. O relevo de jusante é aquele que está em posição mais baixa em relação ao ponto considerado e está mais próximo da foz (GUERRA, 1980).

## L

**Leiaute:** Concepção ou exposição dos traços gerais de algo; delineamento, esboço (HOUAISS; VILLAR, 2009).

**Leque aluvial:** Depósito de sedimentos clásticos depositados no sopé de área montanhosa, distribuindo-se como um grande leque triangular a partir do vale a montante. Os depósitos de leques aluviais são caracterizados por material malclassificado, muitas vezes com níveis grosseiros nos canais fluviais com muita

energia que ocorrem anastomosados (WINGE et al, 2017). O leque aluvial (*aluvial fan*) é considerado sinônimo de cone aluvial (*alluvial cone*) por muitos estudiosos.

**Logotipo:** Símbolo que serve à identificação de uma empresa, instituição, produto, marca etc., e que consiste, geralmente, na estilização de uma letra ou na combinação de um grupo de letras (HOUAISS; VILLAR, 2009).

## M

**Medida estrutural:** É aquela que modifica o sistema fluvial, evitando os prejuízos decorrentes das enchentes e se divide em intensiva e extensiva. As do tipo intensivas são aquelas que agem no rio e objetivam diversas formas de controle, dependendo do tipo da obra; já as do tipo extensivas consistem em intervenções de conservação do solo, com práticas agrícolas corretas e por meio de reflorestamento da bacia (CORDERO; MEDEIROS; TERAN, 1999).

**Medida não estrutural:** As medidas não estruturais, juntamente com as estruturais ou sozinhas, podem minimizar significativamente os danos com um menor custo e consistem, basicamente, em sistema de alertas, sistemas-resposta, mapas de alagamento, seguro contra danos produzidos por enchentes e educação da população (CORDERO; MEDEIROS; TERAN, 1999).

**Mergulho:** Ângulo diedro formado pelo plano da camada com o plano horizontal, tomado perpendicularmente à sua direção. Camadas horizontais apresentam um mergulho de 0°. Corresponde à inclinação dos estratos geológicos em relação ao plano horizontal dado pelo nível desses estratos (GUERRA; GUERRA, 1997).

**Metodologia:** Parte de uma ciência que estuda os métodos aos quais ela própria recorre; corpo de regras e diligências estabelecidas para realizar uma pesquisa (HOUAISS; VILLAR, 2009).

**Montante:** A direção de um ponto mais baixo para o mais alto. Lugar situado acima de outro, tomando-se em consideração a corrente fluvial que passa pela região. O relevo de montante é aquele que está mais próximo das cabeceiras de um curso d'água, enquanto o de jusante está mais próximo da foz (GUERRA, 1980).

**Movimento de massa:** Movimento do solo, rocha e/ou vegetação ao longo da vertente, sob a ação direta da gravidade. A contribuição de outro meio, como água ou gelo, se dá pela redução da resistência dos materiais de vertente e/ou pela indução do comportamento plástico e fluido dos solos (TOMINAGA, 2012b).

**Município:** Divisão administrativa de um estado (no sentido de “divisão territorial de determinados países”), distrito ou região, com autonomia administrativa, e que se constitui de certos órgãos político-administrativos. No Brasil, o município é composto pela Prefeitura e pela Câmara Municipal (HOUAISS; VILLAR, 2009).

## P

**Perigo:** Condição ou fenômeno com potencial para causar uma consequência indesejável dentro de um certo período de tempo. A descrição de perigo de deslizamento deve incluir o local, volume (ou área), classificação (tipo) e velocidade dos deslizamentos em potencial” (Para este manual aplicou-se o conceito também para quedas e fluxos (BRASIL, 2007).

**Planejamento urbano:** Processo de idealização, criação e desenvolvimento de soluções que visam a melhorar ou revitalizar certos aspectos dentro de determinada área urbana ou do planejamento de uma nova área urbana em determinada região, tendo como objetivo principal proporcionar aos habitantes melhoria na qualidade de vida (ECIVIL, 2017).

**Plano-diretor:** Definido no Estatuto das Cidades como instrumento básico para orientar a política de desenvolvimento e de ordenamento da expansão urbana do município, visa a estabelecer e organizar o crescimento, o funcionamento, o planejamento territorial da cidade e orientar as prioridades de investimentos. Tem como objetivo orientar as ações do poder público, visando a compatibilizar os interesses coletivos e garantir de forma mais justa os benefícios da urbanização, garantir os princípios da reforma urbana, direito à cidadania e gestão democrática da cidade (PORTAL DO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO, 2005).

**Pluviometria:** Parte da climatologia que estuda a distribuição das chuvas em determinadas épocas e regiões (HOUAISS; VILLAR, 2009).

**Pluviométrico:** Relativo à pluviometria (HOUAISS; VILLAR, 2009).

**Ponto de espraiamento:** Posição inicial no vale onde o material transportado durante o processo de fluxo de detritos encontra condições de desconfinamento e tende a se depositar dispersamente em forma de leque.

**Precário:** Que não cumpre exigências mínimas e, por isso, não é confiável, de qualidade, bom, seguro; insuficiente, ruim, que tem pouca ou nenhuma estabilidade, incerto, inconsistente; que está em más condições. (HOUAISS; VILLAR, 2009).

**Projeção cartográfica:** Tipo de traçado sistemático de linhas em uma superfície plana, destinado à representação de paralelos de latitude e meridianos de longitude da Terra ou de parte dela, sendo a base para a construção de mapas. A representação da superfície terrestre em mapas será sempre diferente e nunca será verdadeira, pois sempre será possível ser modificada e nunca será isenta de distorções. Nesse sentido, as projeções cartográficas são desenvolvidas para minimizarem as imperfeições dos mapas e proporcionarem maior rigor científico à cartografia.

## Q

**Queda de blocos:** Movimento, geralmente abrupto, de blocos e matacões rochosos, que se desprendem de encostas íngremes, paredões rochosos ou falésias. Tem como

principais fatores predisponentes as descontinuidades litológico-estruturais dos maciços rochosos e a ação do intemperismo físico-químico, podendo ser deflagrado por eventos chuvosos. O material movimentado pode se quebrar com o impacto e rolar pela superfície da encosta até encontrar obstáculo ou atingir terreno plano. Velocidade, trajetória e alcance podem variar muito, pois dependem de fatores diversos, como a declividade da encosta e a forma e dimensão do material mobilizado. Envolve, principalmente, quedas livres, rolamentos, tombamentos e deslocamentos de rochas (BITAR et al., 2014).

## R

**Rampa:** Elemento geomorfológico com inclinação mínima de 20° e máxima de 50°, que pode ser acompanhado ou não de escarpa rochosa.

**Rastejo:** Movimento relativamente lento quando comparado ao processo de deslizamento, que pode ocorrer mesmo em terrenos com baixas declividades, como colúvio ou tálus em depósitos de sopé e/ou meia-encosta. O deslocamento lento da massa possibilita detectar previamente a presença de feições de instabilização, como trincas no solo, degraus de abatimento, deformações na superfície e surgências de água na base da encosta. Pode ser deflagrado por eventos de chuvas de longa duração e altos índices pluviométricos acumulados, que acarretam a elevação progressiva do nível d'água subterrâneo e tendem a instabilizar os terrenos. Desenvolve-se segundo superfícies de ruptura irregulares e pode ser acelerado por intervenções humanas efetuadas no sopé da encosta afetada. Pode ocorrer de modo isolado ou associado a deslizamento (BITAR et al., 2014).

**Regras de delimitação:** Conjunto de instruções empregadas para definir o raio de ação (deflagração e atingimento) dos tipos de movimentos de massa.

**Resiliência:** Capacidade de uma comunidade exposta ao perigo e ao risco em resistir, absorver, adaptar-se e recuperar-se dos efeitos de um evento em tempo adequado e de forma eficaz, o que inclui a preservação e a restauração de suas estruturas e funções básicas (UN-ISDR, 2009).

**Risco:** Relação entre a possibilidade de ocorrência de um dado processo ou fenômeno e a magnitude de danos ou consequências sociais e/ou econômicas sobre um dado elemento, grupo ou comunidade. Quanto maior a vulnerabilidade, maior o risco (BRASIL, 2007).

## S

**Sazonal:** Relativo à estação do ano; próprio de uma estação (HOUAISS; VILLAR, 2009).

**Severidade:** Fenômeno ou processo do meio físico cuja dinâmica pode gerar consequências negativas (perdas e danos) em relação aos elementos expostos

(pessoas, edificações, infraestrutura, bens materiais, serviços, recursos naturais). A caracterização da ameaça, existente ou potencial, não inclui qualquer tipo de previsão (FELL et al., 2008; MACEDO; BRESSANI, 2013).

**Shapefile:** Formato de armazenamento de dados de vetor do Environmental Systems Research Institute (ESRI) para armazenar a posição, a forma e os atributos de feições geográficas. É armazenado como um conjunto de arquivos relacionados e contém uma classe de feição. Os *shapefiles*, frequentemente, contêm feições grandes com muitos dados associados e foram historicamente utilizados em aplicativos de *desktop GIS* como ArcMap (ArcGIS, 2017).

**Sistema de Informação Geográfica:** Sistemas automatizados usados para armazenar, analisar e manipular dados geográficos, ou seja, dados que representam objetos e fenômenos em que a localização geográfica é uma característica inerente à informação e indispensável para analisá-la (CÂMARA et al., 1996).

**Suscetibilidade:** Indica a potencialidade de ocorrência de processos naturais e induzidos em uma dada área, expressando-se segundo classes de probabilidade de ocorrência (BRASIL, 2007).

## T

**Talude natural:** Encosta de maciços terrosos, rochosos ou mistos, de solo e/ou rocha, de superfície não horizontal, originado por agentes naturais (BRASIL, 2007).

**Talude:** Terreno inclinado, escarpa ou rampa. Superfície de uma escavação ou aterro. Inclinação de uma superfície expressa em fração ou porcentagem (CASTRO, 1998).

**Tálus:** Depósito sedimentar clástico de sopé de encosta, malclassificado, geralmente com fragmentos grosseiros e angulosos, sem estratificação regular (WINGE et al., 2017).

**Talvegue:** Linha de maior profundidade no leito fluvial, que une os pontos mais profundos em um vale, e onde se concentram as águas que descem das vertentes (GUERRA, 1980).

**Tombamento:** Tipo de movimento de massa em queda livre de fragmentos rochosos (de volumes variáveis) que se desprendem de taludes íngremes. Quando um bloco rochoso sofre um movimento de rotação frontal para fora do talude, o movimento de massa é classificado como tombamento (CEMADEN, 2017).

## V

**Vulnerabilidade:** Grau de perda para um dado elemento, grupo ou comunidade dentro de uma determinada área passível de ser afetada por um fenômeno ou processo (BRASIL, 2007).

## APÊNDICES

## APÊNDICE A – GABARITOS

### GABARITO I

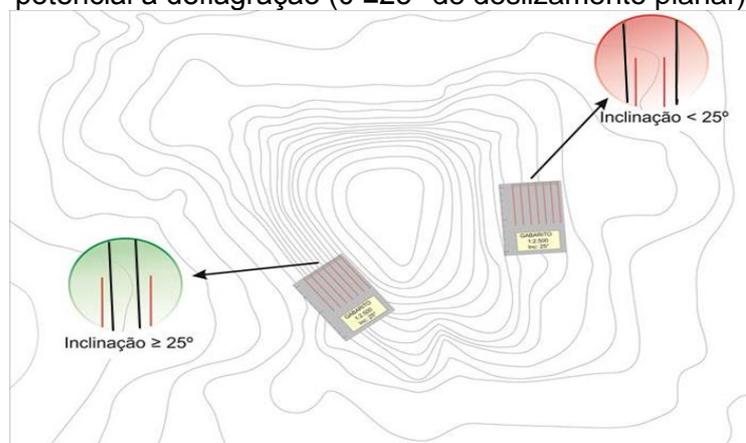
#### Gabarito para Identificação da Inclinação Potencial Mínima na Geração de Deslizamento Planar (Inclinação $\geq 25^\circ$ ) e Queda de Blocos (Inclinação $\geq 50^\circ$ ).

O Gabarito I apresenta a aplicação do gabarito referente ao **Passo 1** da etapa “Análise de Perigo na Área de Estudo” (Capítulo 2), exclusivamente para identificar a condição de inclinação maior ou igual a  $25^\circ$ , no caso de processo de deslizamento planar, e ao Passo 2 (inclinação igual ou superior a  $50^\circ$ ) para o processo de queda de blocos. Os gabaritos foram desenvolvidos para utilização em folhas topográficas nas escalas 1:50.000 a 1:2.000.

A aplicação do gabarito para deslizamento planar é apresentada na Figura A 1. As linhas vermelhas representam o espaçamento mínimo entre duas curvas de nível referentes à inclinação potencial para deflagração do processo ( $\theta \geq 25^\circ$ ).

Assim, quando duas curvas de nível estiverem entre as linhas vermelhas, a inclinação será maior ou igual ao critério adotado (detalhe verde na Figura A.1), ou seja, o trecho deve ser mantido. Consequentemente, quando as linhas vermelhas estiverem entre duas curvas de nível, a inclinação será inferior ao critério adotado (detalhe vermelho na Figura A.1); nesse caso, devemos desconsiderar o trecho. É importante salientar que os espaçamentos serão diferentes, dependendo da escala usada.

**Figura A.1** – Exemplo de aplicação do gabarito para identificar o critério de inclinação potencial à deflagração ( $\theta \geq 25^\circ$  de deslizamento planar).

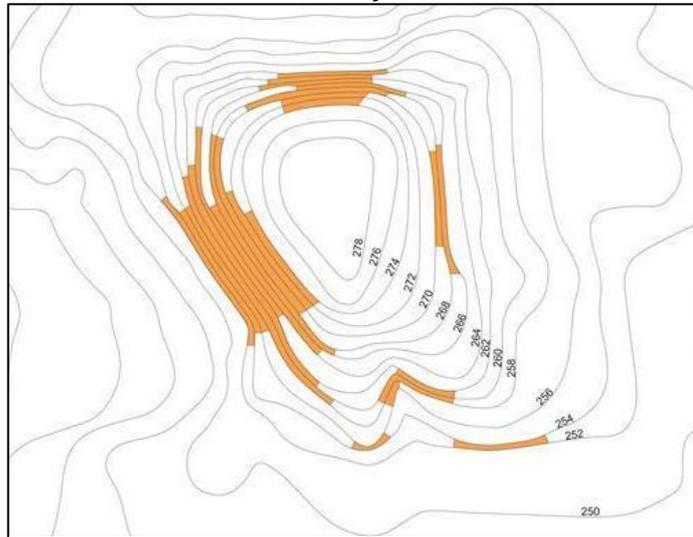


Fonte: Elaborada por Anselmo Pedrazzi, 2017.

**Nota:** No detalhe verde, a inclinação é superior ou igual a  $25^\circ$ ; já no detalhe vermelho, o critério não é atendido.

A união dos trechos considerados com inclinação igual ou maior ao critério adotado pelo município é representada na Figura A.2.

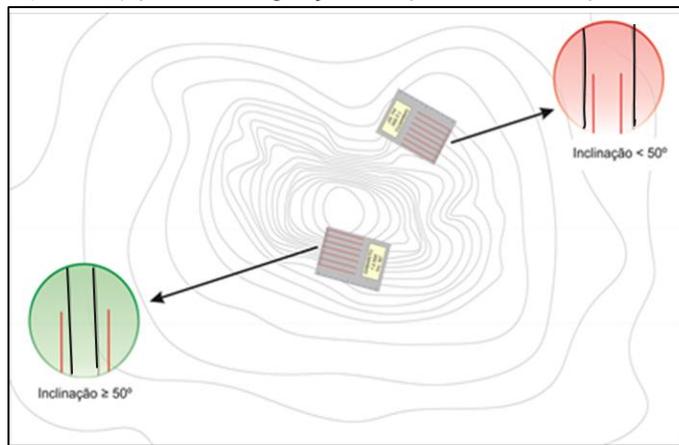
**Figura A.2** – Exemplo de união dos trechos considerados maiores ou iguais a 25° de inclinação.



Fonte: Elaborada por Anselmo Pedrazzi, 2017.

Com relação ao processo de queda de blocos, parte-se da mesma premissa. A única alteração se refere à inclinação potencial de deflagração. No caso, devem-se selecionar encostas com ângulos maiores ou iguais a 50° (Figura A.3). A união dos trechos considerados maiores ou iguais a 50° de inclinação é exibida na Figura A.4.

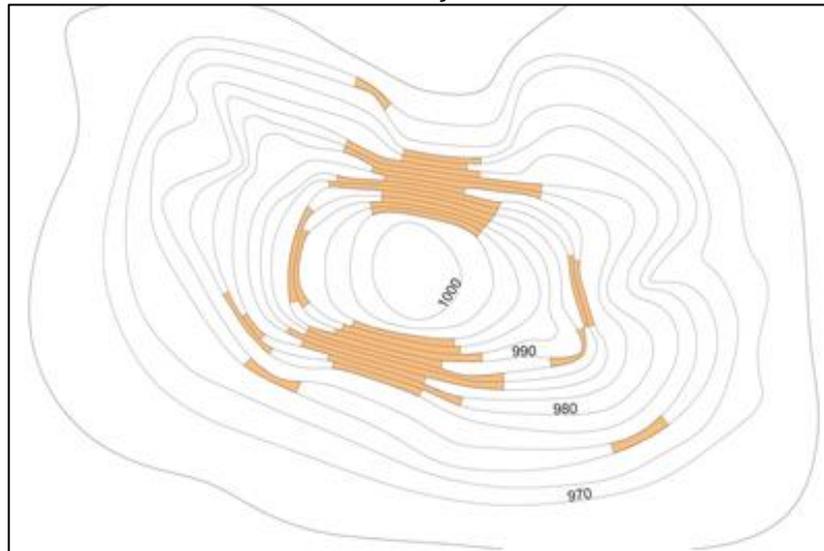
**Figura A.3** – Exemplo de aplicação do gabarito para identificar o critério de inclinação potencial ( $\theta \geq 50^\circ$ ) para deflagração do processo de queda de blocos.



Fonte: Elaborada por Anselmo Pedrazzi, 2017.

**Nota:** No detalhe verde, a inclinação é superior ou igual a 50°; já no detalhe vermelho, o critério não é atendido.

**Figura A.4** – Exemplo de união dos trechos considerados maiores ou iguais a 50° de inclinação.



Fonte: Elaborada por Anselmo Pedrazzi, 2017.

A construção do gabarito para o processo de deslizamento planar em diversas escalas é apresentada no Quadro A.1.

**Quadro A.1** – Construção de gabarito de identificação de inclinação potencial ( $\theta \geq 25^\circ$ ) para o processo de deslizamento planar.

Espaçamento entre curvas de nível	Distância Horizontal $H/\tan\theta(m)$	Distância entre as curvas de nível						
		Escalas	2.000	2.500	5.000	10.000	25.000	50.000
(m)	(m)	L	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	2,14	L1	1,07	0,86	0,43	0,21	0,09	0,04
2	4,29	L2	2,14	1,72	0,86	0,43	0,17	0,09
5	10,72	L5	5,36	4,29	2,14	1,07	0,43	0,21
10	21,45	L10	10,72	8,58	4,29	2,14	0,86	0,43
20	42,89	L20	21,45	17,16	8,58	4,29	1,72	0,86
25	53,61	L25	26,81	21,45	10,72	5,36	2,14	1,07
50	107,23	L50	53,61	42,89	21,45	10,72	4,29	2,14
100	214,45	L100	107,23	85,78	42,89	21,45	8,58	4,29

Fonte: Elaborado por Thiago Dutra, 2017.

A construção do gabarito na escala 1:2.000 para inclinação maior ou igual a 25° é apresentada na Figura A.5. Desse modo, no exemplo da esquerda, quando o

intervalo entre as curvas de nível for de 1 m, a distância entre as linhas L1 será de 1,07 mm (linhas pretas internas); quando o intervalo for igual a 5 m, a distância entre as linhas L5 no gabarito deverá ser de 5,36 mm (linhas vermelhas externas). Já no exemplo da direita, a distância entre as linhas L5 deverá ser de 5,36 mm e entre as linhas L25, de 26,81 mm.

**Figura A.5** – Construção de gabarito na escala 1:2.000 para inclinação maior ou igual a 25°.



Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

**Nota:** A figura não está em escala. O usuário deve aplicar as distâncias fornecidas no quadro A.1.

O gabarito de identificação da inclinação igual ou maior do que 25° em diversas escalas é exibido na Figura A.6.

Versão 1.1

**Figura A.6** – Gabarito para identificação de inclinação potencial para deflagração de processo de deslizamento planar ( $\theta \geq 25^\circ$ ).

Pich: 1.07/5.36mm

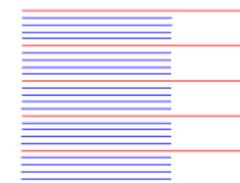
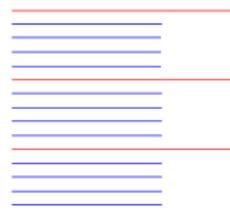
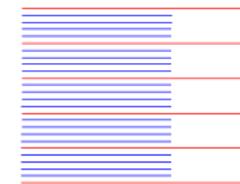
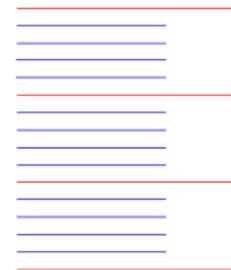
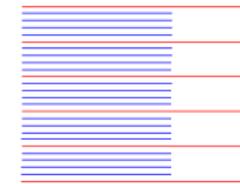
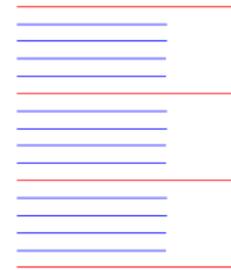
Pich: 1.72/8.58mm

Pich: 2.14/10.72mm

Pich: 0.86/4.29mm

1/2,000 \_1m/5m  
1/10,000 \_5m/25m

1/2,500 \_2m/10m

1/2,000 \_2m/10m  
1/5,000 \_5m/25m  
1/10,000 \_10m/50m1/2,500 \_1m/5m  
1/5,000 \_2m/10m  
1/25,000 \_10m/50m  
1/50,000 \_20m/50m

Test: 100mm

Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

**Nota:** Para utilizar esse gabarito em escala, foi incluída uma régua de confirmação; isto é, após a impressão, a régua de confirmação deve ter 100 mm.

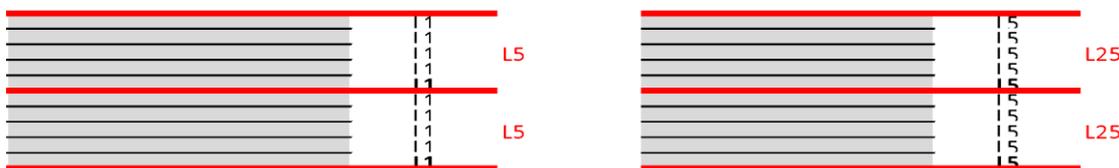
De modo semelhante, o Quadro A.2 apresenta o desenvolvimento do gabarito para o processo de queda de blocos. A Figura A.7 apresenta exemplo na escala 1:10.000 para inclinação maior ou igual a 50°. Desse modo, no exemplo da esquerda, quando o intervalo entre curvas de nível for de 1 m, o valor de L1 será de 0,08 mm (linhas pretas internas); quando o intervalo for igual a 5 m, a distância entre as linhas L5 no gabarito deverá ser de 0,42 mm (linhas vermelhas externas). Já no exemplo da direita, o valor entre as linhas L5 deverá ser de 0,42 mm e o valor entre as linhas L25, de 2,10 mm.

**Quadro A.2** – Construção de gabarito de identificação de inclinação potencial ( $\theta \geq 50^\circ$ ) para o processo de queda de blocos.

Espaçamento entre curvas de nível	Distância Horizontal $H/\tan\theta(m)$	Distância entre as curvas de nível						
		Escalas	2.000	2.500	5.000	10.000	25.000	50.000
(m)	(m)	L	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	0,84	L1	0,42	0,34	0,17	0,08	0,03	0,02
2	1,68	L2	0,84	0,67	0,34	0,17	0,07	0,03
5	4,20	L5	2,10	1,68	0,84	0,42	0,17	0,08
10	8,39	L10	4,20	3,36	1,68	0,84	0,34	0,17
20	16,78	L20	8,39	6,71	3,36	1,68	0,67	0,34
25	20,98	L25	10,49	8,39	4,20	2,10	0,84	0,42
50	41,95	L50	20,98	16,78	8,39	4,20	1,68	0,84
100	83,91	L100	41,95	33,56	16,78	8,39	3,36	1,68

Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

**Figura A.7** – Gabarito para identificação de inclinações maiores ou iguais a 50°.



Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

**Nota:** A figura não está em escala. O usuário deve aplicar as distâncias fornecidas no quadro A.2.

O gabarito de identificação da inclinação igual ou maior do que 50° em diversas escalas é apresentado na Figura A.8.

**Figura A.8** – Gabarito para identificação de inclinação potencial para deflagração do processo de queda de blocos ( $\theta \geq 50^\circ$ ).

Pich:0.42/2.10mm

1/2,000 \_1m/5m  
1/10,000\_5m/25m

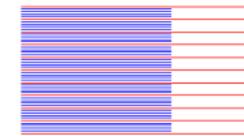
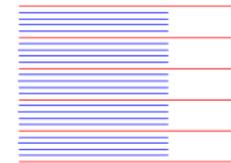
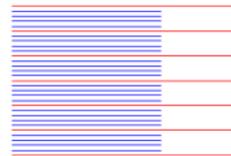
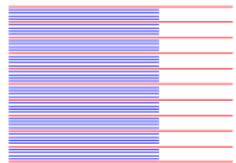
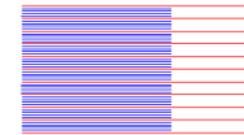
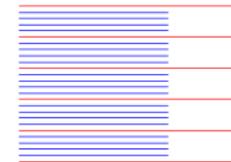
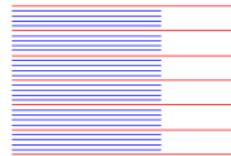
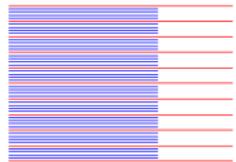
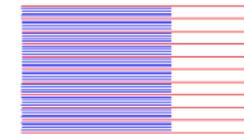
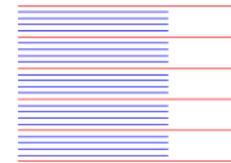
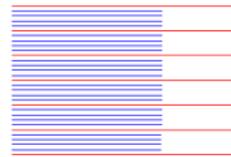
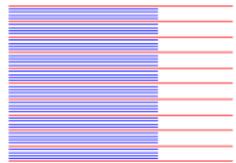
Pich:0.67/3.36mm

1/2,500\_2m/10m

Pich:0.84/4.20mm

1/2,000 \_2m/10m  
1/5,000 \_5m/25m  
1/10,000\_10m/50m

Pich:0.34/1.68mm

1/2,500 \_1m/5m  
1/5,000 \_2m/10m  
1/25,000\_10m/50m  
1/50,000\_20m/50m

Test:100mm

Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

**Nota:** Para utilizar esse gabarito em escala, foi incluída uma régua de confirmação; isto é, após a impressão, a régua de confirmação deve ter 100 mm.

## GABARITO II

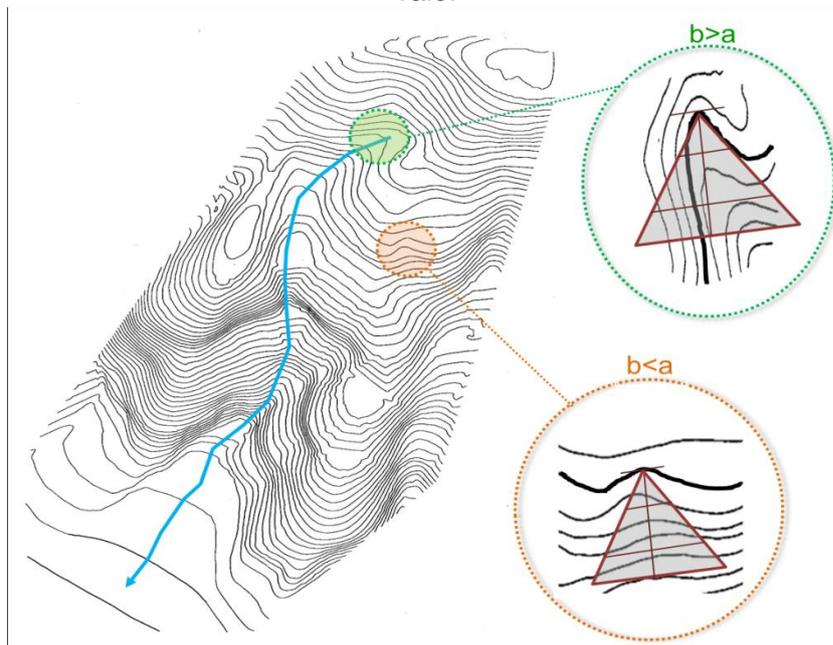
### Gabaritos para Aplicação em Áreas de Processo de Fluxo de Detritos

O gabarito para o processo de fluxo de detritos foi desenvolvido para uso neste manual em tamanho real. Pode ser utilizado nas folhas topográficas nas escalas 1:50.000 a 1:2.000. Contudo, é desejável a sua aplicação nas escalas orientadas nas diversas etapas do manual.

O Gabarito II apresenta a aplicação do gabarito referente ao Passo 2 da etapa “Análise de Perigo na Área de Estudo” (Capítulo 2), exclusivamente para identificar a condição de confinamento do vale em canais de primeira ordem, como também aplicar de forma mais pragmática o ângulo de dispersão para diversas escalas.

O princípio básico para determinar a condição de confinamento é expresso pela fórmula  $b > a$ , onde (a) refere-se à largura do vale e (b) corresponde ao comprimento do vale. A Figura A.9 reproduz a utilização do gabarito.

**Figura A.9** – Condições topográficas para determinação da condição de confinamento no vale.



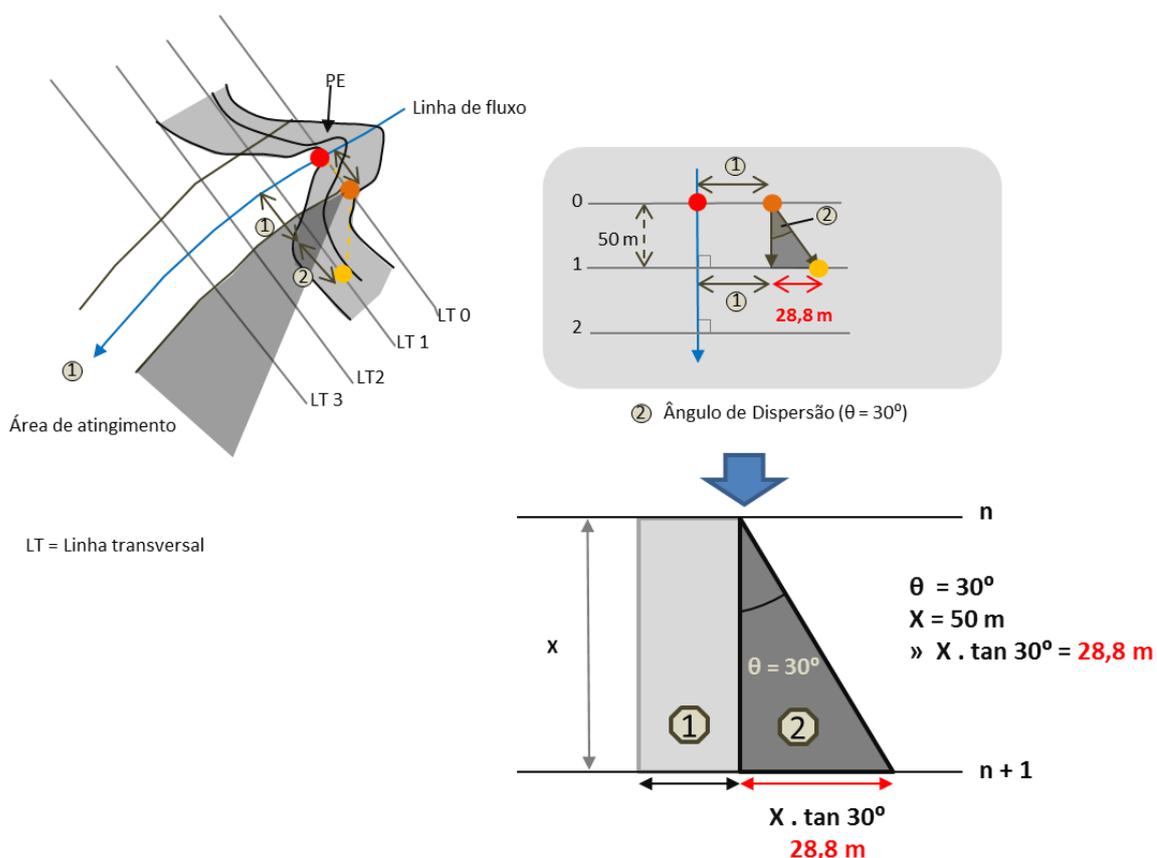
Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

Depois de definir o gabarito da mesma escala indicada na folha topográfica, aplique-o sobre a folha, seguindo as curvas de nível conforme a Figura A.10. O vértice do triângulo deve ser coincidente com a primeira curva de nível que atenda ao critério de confinamento. Esse será o ponto de início teórico para os passos seguintes.

Objetivando facilitar a aplicação do gabarito, incorporou-se a ele a Ação 5 do Passo 11 (Delimitação da área de dispersão) da etapa “Análise de Perigo na Área de Estudo” (Capítulo 2), para representar o rebatimento do ângulo de abertura de 30° para diversas escalas.

Assim, para cada linha transversal equidistante a cada 50 m, entende-se que o ângulo de dispersão corresponda ao valor de 28,89 m, conforme esquematização da Figura A.10.

**Figura A.10** – Esclarecimentos sobre o ângulo de dispersão de 30°.

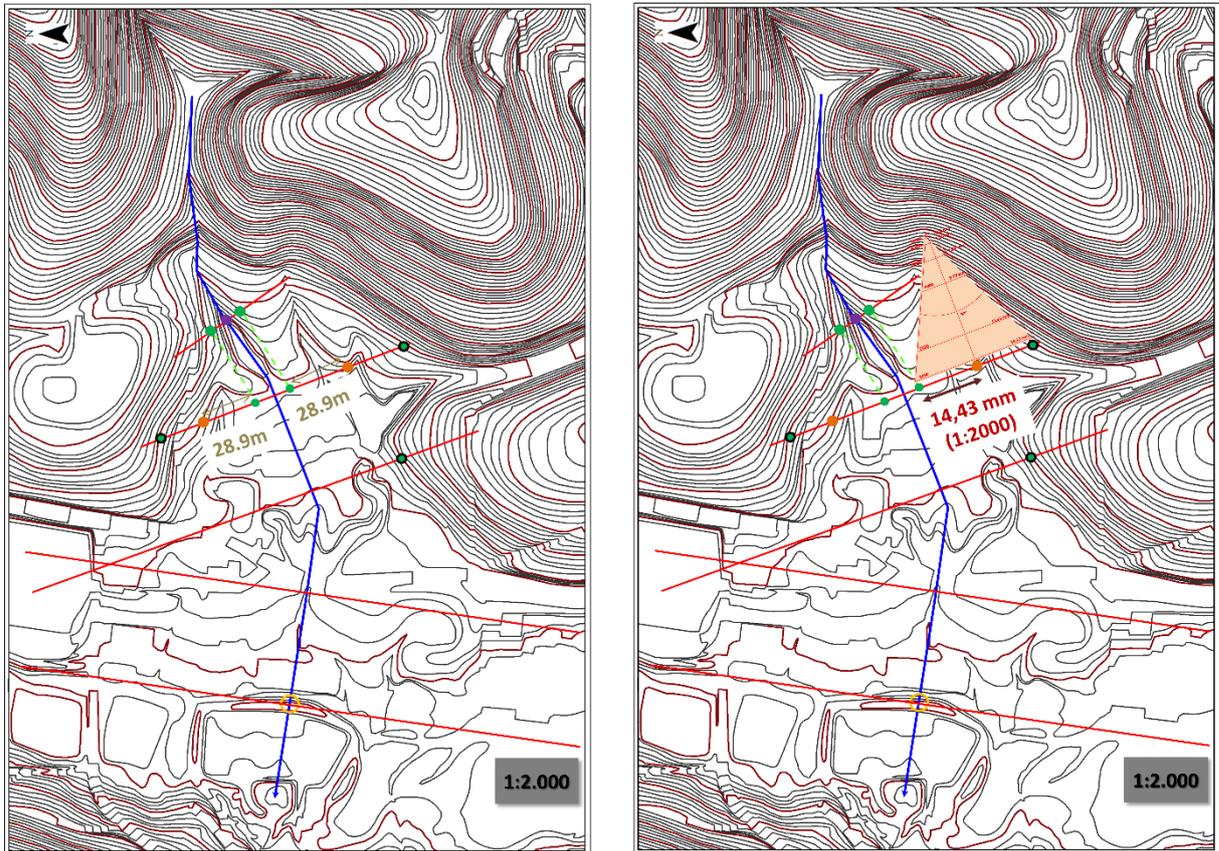


Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

O valor de 28,89 m corresponde ao ângulo de dispersão; entretanto, a sua aplicação no mapa deve ser coincidente com a escala adotada.

No exemplo da Figura A.11, a escala de trabalho equivale a 1:2.000. Assim, deve-se rebater o ponto anterior e utilizar o gabarito conforme demonstrado. O valor de 28,8 m na escala 1:2.000 corresponde a 14,43 mm no mapa.

**Figura A.11** – Exemplo de aplicação do gabarito II para o processo de fluxo de detritos.

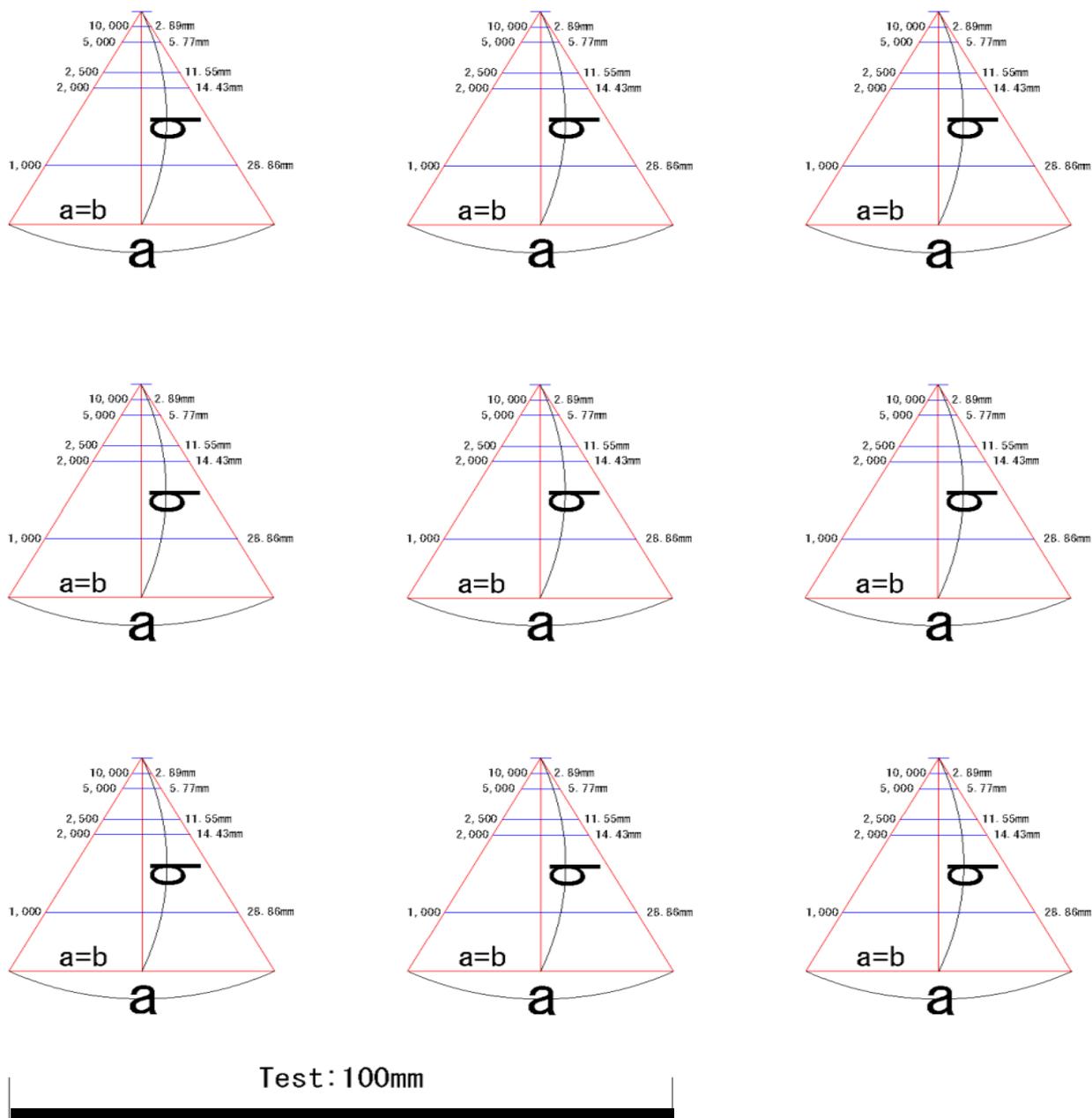


Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

**Nota:** A figura da esquerda representa o valor real do ângulo de dispersão de 30°; a figura da direita corresponde à aplicação do gabarito para a escala 1:2.000, isto é, 14,43 mm.

O gabarito para identificação de vales confinados utilizados na investigação do processo de fluxo de detritos é apresentado na Figura A.12.

**Figura A.12** – Gabarito utilizado para representar o confinamento do vale e o rebatimento do ponto anterior.



Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

**Nota:** Para utilizar esse gabarito em escala, foi incluída uma régua de confirmação; isto é, após a impressão, a régua de confirmação deve ter 100 mm.

## APÊNDICE B – Ficha de Campo

O Formulário de Perigo está dividido em abas (Figura B.1):

➤ Aba Localização

- Preencher com informações de localização do setor de perigo.
- A nomenclatura adotada para os setores será (por exemplo: PER\_UF\_NOMMUNI\_SR\_XX\_YYYY).

Onde:

PER - Mapeamento de Perigo

UF - Unidade da federação

NOMMUNI – Código do município (7 letras)

XX - Número do setor

YYYY - Siglas do órgão executor.

➤ Aba Validação

- Inserir informações para validação dos critérios topográficos de cada processo.
- Informações de qualitativas do setor.

➤ Aba Qualificação

- Indicar os indícios de instabilidade para os MGMs.
- Inserir informações sobre estes indícios no item de Observação.

➤ Aba Descrição

- Descrever e detalhar as principais características naturais do meio físico:

- Indícios de instabilidade
- Histórico de ocorrências
- Características do relvo
- Características da vegetação
- Tipo de ocupação (se houver)
- etc..

➤ Aba Fotos

- Inserir figura de localização do setor.
- Inserir fotos que comprovem a descrição dos indícios de instabilidade no terreno para cada setor.

➤ Aba Referência

- Quadro de Qualificação de Perigo (Quadro 2.5).

Figura B.1 – Abas do Formulário de Perigo

**FORMULÁRIO DE CAMPO - SETOR DE PERIGO**

**Localização**

MUNICÍPIO/UF: Santo Amaro da Imperatriz/SC  
 BAIRRO/DISTRITO: Bairro Fabricio-Centro  
 EQUIPE: Thiago Dutra e José Kappel

LOCALIDADE: \_\_\_\_\_  
 CÓDIGO DO SETOR: PER\_SC\_SAMAMPZ\_SR\_05\_CPRM  
 DATUM: SIRGAS 2000  
 DATA CADASTRO: 18/01/2018  
 UTM N: 6934993  
 ZONA: 22J

---

**VALIDAÇÃO DOS CRITÉRIOS E CONDIÇÕES TOPOGRÁFICAS**

**PLANAR**

★ Inclinação >25°...47 graus...  
 ★ Altura >5 metros 18 metros...  
 Posição do topo (1179775934802)  
 Posição dos limites laterais (1179889934807) e (1179939934838)

**ROTACIONAL**

Posição do topo  
 Posição da base  
 Posição dos limites laterais

**VALIDAÇÃO**

Presença de Valsas contínuas  
 Talvegue com inclinação >10°  
 Localização do porto de espraçamento

UTM E: \_\_\_\_\_  
 UTM N: \_\_\_\_\_

**QUEDA DE BLOCOS**

Inclinação > 50°  
 Altura > 5 metros  
 Presença maciço rochoso  
 Presença de blocos  
 Presença de rampa

---

**INDÍCIOS DE INSTABILIDADE NO TERRENO**

**PLANAR**

Trincas no terreno  Ausente  Presente  Marcante  Quantidade \_\_\_\_\_  Dimensão \_\_\_\_\_  
 Árvores inclinadas  Ausente  Presente  Marcante  Quantidade \_\_\_\_\_  Dimensão \_\_\_\_\_  
 Grau sat./urgência\*  Ausente  Presente  Marcante  Quantidade \_\_\_\_\_  Dimensão \_\_\_\_\_  
 Degraus/subsidência  Ausente  Presente  Marcante  Quantidade \_\_\_\_\_  Dimensão \_\_\_\_\_  
 Cicatriz  Ausente  Presente  Marcante  Quantidade \_\_\_\_\_  Dimensão \_\_\_\_\_

Obs.: DP (16/03/16). L:26m - C:19m - E: 2m .1H. Dentro da AC.

**ROTACIONAL**

Trincas no terreno  Presente  Marcante  Quantidade \_\_\_\_\_  Dimensão \_\_\_\_\_  
 Degraus/subsidência  Presente  Marcante  Quantidade \_\_\_\_\_  Dimensão \_\_\_\_\_  
 Deformação em estruturas  Presente  Marcante  Quantidade \_\_\_\_\_  Dimensão \_\_\_\_\_  
 Estreitamento da margem do rio  Presente  Marcante  Quantidade \_\_\_\_\_  Dimensão \_\_\_\_\_  
 Intumescência basal  Presente  Marcante  Quantidade \_\_\_\_\_  Dimensão \_\_\_\_\_  
 Grau de saturação/urgência  Presente  Marcante  Quantidade \_\_\_\_\_  Dimensão \_\_\_\_\_

Obs.: \_\_\_\_\_

**FLUXO DE DETRITOS**

Presença de depósito préterito  Ausente  Presente  Tamanho dos blocos: \_\_\_\_\_  
 Área do depósito: \_\_\_\_\_

Espessura do material depositado no canal

UTM E: \_\_\_\_\_ UTM N: \_\_\_\_\_  > 2 m  Entre 0,3 e 2 m  < 0,3 m  
 UTM E: \_\_\_\_\_ UTM N: \_\_\_\_\_  > 2 m  Entre 0,3 e 2 m  < 0,3 m  
 UTM E: \_\_\_\_\_ UTM N: \_\_\_\_\_  > 2 m  Entre 0,3 e 2 m  < 0,3 m  
 UTM E: \_\_\_\_\_ UTM N: \_\_\_\_\_  > 2 m  Entre 0,3 e 2 m  < 0,3 m

Inclinação média do leito do canal  <10°  Entre 10° e 15°  >15°

Obs.: \_\_\_\_\_

**QUEDA DE BLOCOS**

Bloco na encosta  Ausente  Presente  Marcante  Quantidade \_\_\_\_\_  Dimensão \_\_\_\_\_  
 Lascas na encosta  Ausente  Presente  Marcante  Quantidade \_\_\_\_\_  Dimensão \_\_\_\_\_  
 Descontinuidade\*  Ausente  Presente  Marcante  Quantidade \_\_\_\_\_  Dimensão \_\_\_\_\_  
 Blocos na rampa  Ausente  Presente  Marcante  Quantidade \_\_\_\_\_  Dimensão \_\_\_\_\_  
 Descontinuidade aberta  Ausente  Presente  Marcante  Quantidade \_\_\_\_\_  Dimensão \_\_\_\_\_  
 Cicatriz de desprendimento  Ausente  Presente  Marcante  Quantidade \_\_\_\_\_  Dimensão \_\_\_\_\_  
 Raiz na descontinuidade  Ausente  Presente  Marcante  Quantidade \_\_\_\_\_  Dimensão \_\_\_\_\_  
 Terra na descontinuidade  Ausente  Presente  Marcante  Quantidade \_\_\_\_\_  Dimensão \_\_\_\_\_

Obs.: Todos os avaliados apenas descontinuidades com mergulho em direção a face da encosta.

---

**Descrição**

Obs.: O setor compreende encosta com média de 18 metros de altura. O relevo predominantemente forte ondulado a montanhoso (Foto 1). Parcialmente coberta por vegetação (Fotos 2-4). Ocupada parcialmente por construções de alvenaria. A área crítica (Foto 1) com inclinação 47° apresenta diversos indícios de instabilidade, tais como, cicatriz de deslizamento (Fotos 2-4) e árvores inclinadas (Foto 1). Há ocorrência de deslizamento planar no dia 18/01/2016 durante período de chuva. Há presença de estruturas de contenção no setor. Considerando a configuração do meio físico local, a possibilidade de ocorrência de deflagração de novos movimentos gravitacionais de massa em eventos de precipitação pluviométrica e a projeção do material movimentado sobre vias e edificações, pode-se atestar que o local analisado, configura cenário potencial de **PERIGO MUITO ALTO**, para **Deslizamentos Planares**.

**FORMULÁRIO DE CAMPO - SETOR DE PERIGO**

**FOTOS:**



**Fotos**

**QUADRO DE QUALIFICAÇÃO DO PERIGO**

PERIGO	AFR	APC	Descrição
P1	AI	P1a	São atendidas as condições topográficas e/ou aos critérios de delimitação atrelamento dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se apresentar feições de instabilidades, evidentes casos podem ocorrer, de acordo com o tipo de movimento de massa. Não se espera entretanto casos raros podem ocorrer. Mantidas as condições existentes no terreno e baixa a possibilidade de deposição de material transportado através de escoamento normal.
	AI	P1b	Atende a todas as condições topográficas e/ou aos critérios de geração dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a área apresenta feições de instabilidades, mas podem ocorrer casos isolados, de acordo com o tipo de movimento de massa. Não se espera que possam ocorrer casos raros. Mantidas as condições existentes no terreno e moderada a possibilidade de deposição de material transportado através de escoamento normal.
P2	AI	P2a	São atendidas as condições topográficas e/ou aos critérios de delimitação atrelamento dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se apresentar feições de instabilidades evidentes de acordo com o tipo de movimento de massa. Há ocorrência de geração de deslizamentos de massa e alta a possibilidade de ocorrência de deposição de material transportado através de escoamento normal, no período comum.
	AI	P2b	Atende a todas as condições topográficas e/ou aos critérios de geração dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a área apresenta feições de instabilidades evidentes de acordo com o tipo de movimento de massa. Há ocorrência de geração de deslizamentos de massa e alta a possibilidade de ocorrência de deposição de material transportado através de escoamento normal, no período comum.
P3	AI	P3a	São atendidas as condições topográficas e/ou aos critérios de delimitação atrelamento dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se apresentar feições de instabilidades evidentes de acordo com o tipo de movimento de massa. Há ocorrência de geração de deslizamentos de massa e alta a possibilidade de ocorrência de deposição de material transportado através de escoamento normal, no período comum.
	AI	P3b	Atende a todas as condições topográficas e/ou aos critérios de geração dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a área apresenta feições de instabilidades evidentes de acordo com o tipo de movimento de massa. Há ocorrência de geração de deslizamentos de massa e alta a possibilidade de ocorrência de deposição de material transportado através de escoamento normal, no período comum.
P4	AI	P4a	São atendidas as condições topográficas e/ou aos critérios de delimitação atrelamento dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a área apresenta feições de instabilidades evidentes de acordo com o tipo de movimento de massa. Há ocorrência de geração de deslizamentos de massa e alta a possibilidade de ocorrência de deposição de material transportado através de escoamento normal, no período comum.
	AI	P4b	Atende a todas as condições topográficas e/ou aos critérios de geração dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a área apresenta feições de instabilidades evidentes de acordo com o tipo de movimento de massa. Há ocorrência de geração de deslizamentos de massa e alta a possibilidade de ocorrência de deposição de material transportado através de escoamento normal, no período comum.

**Referência**

Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM)  
 Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial (DHT)  
 Departamento de Gestão Territorial (DEGET)  
 Divisão de Geologia Aplicada (DIGEAP)

 <b>FORMULÁRIO DE CAMPO - SETOR DE PERIGO</b> 			
MUNICÍPIO/UF	LOGRADOURO/ Nº		
BAIRRO/DISTRITO	CÓDIGO DO SETOR	UTM E	DATUM
EQUIPE	DATA CADASTRO	UTM N	ZONA

<p><b>VALIDAÇÃO DOS CRITÉRIOS E CONDIÇÕES TOPOGRÁFICOS</b></p> <p><b>PLANAR</b></p> <p><input type="checkbox"/> Inclinação <math>\geq 25^\circ</math> _____</p> <p><input type="checkbox"/> Altura <math>\geq 5</math> metros _____</p> <p>Posição do topo _____</p> <p>Posição da base _____</p> <p>Posição dos limites laterais _____</p> <p><b>ROTACIONAL</b></p> <p><input type="checkbox"/> Posição do topo _____</p> <p><input type="checkbox"/> Posição da base _____</p> <p><input type="checkbox"/> Posição dos limites laterais _____</p> <p><b>FLUXO DE DETRITOS</b></p> <p><input type="checkbox"/> Presença de vale confinado _____</p> <p><input type="checkbox"/> Talvegue com inclinação <math>\geq 10^\circ</math> _____</p> <p><input type="checkbox"/> Localização do ponto de espraiamento _____</p> <p>UTM E: _____</p> <p>UTM N: _____</p> <p><b>QUEDA DE BLOCOS</b></p> <p><input type="checkbox"/> Inclinação <math>\geq 50^\circ</math> _____</p> <p><input type="checkbox"/> Altura <math>\geq 5</math> metros _____</p> <p><input type="checkbox"/> Presença maciço rochoso _____</p> <p><input type="checkbox"/> Presença de blocos _____</p> <p><input type="checkbox"/> Presença de rampa _____</p>	<p><b>INDÍCIOS DE INSTABILIDADE NO TERRENO</b></p> <p><b>PLANAR</b></p> <p>Trincas no terreno <span style="color: yellow;">■</span> Ausente <span style="color: orange;">■</span> Presente Marcante: <span style="color: red;">■</span> Quantidade _____ <span style="color: red;">■</span> Dimensão _____</p> <p>Árvores inclinadas <span style="color: yellow;">■</span> Ausente <span style="color: orange;">■</span> Presente Marcante: <span style="color: red;">■</span> Quantidade _____ <span style="color: red;">■</span> Dimensão _____</p> <p>Grau sat./surgência* <span style="color: yellow;">■</span> Ausente <span style="color: orange;">■</span> Presente Marcante: <span style="color: red;">■</span> Quantidade _____ <span style="color: red;">■</span> Dimensão _____</p> <p>Degrau/subsidência <span style="color: yellow;">■</span> Ausente <span style="color: orange;">■</span> Presente Marcante: <span style="color: red;">■</span> Quantidade _____ <span style="color: red;">■</span> Dimensão _____</p> <p>Cicatriz <span style="color: yellow;">■</span> Ausente <span style="color: orange;">■</span> Presente Marcante: <span style="color: red;">■</span> Quantidade _____ <span style="color: red;">■</span> Dimensão _____</p> <p>Obs: <u>DP (16/03/16). L:26m - C:19m - E: 2m 1H. Dentro da AC</u></p> <p><b>ROTACIONAL</b></p> <p>Trincas no terreno <span style="color: orange;">■</span> Presente Marcante: <span style="color: red;">■</span> Quantidade _____ <span style="color: red;">■</span> Dimensão _____</p> <p>Degrau/subsidência <span style="color: orange;">■</span> Presente Marcante: <span style="color: red;">■</span> Quantidade _____ <span style="color: red;">■</span> Dimensão _____</p> <p>Deformação em estruturas <span style="color: orange;">■</span> Presente Marcante: <span style="color: red;">■</span> Quantidade _____ <span style="color: red;">■</span> Dimensão _____</p> <p>Estreitamento da margem do rio <span style="color: orange;">■</span> Presente Marcante: <span style="color: red;">■</span> Quantidade _____ <span style="color: red;">■</span> Dimensão _____</p> <p>Intumescência basal <span style="color: orange;">■</span> Presente Marcante: <span style="color: red;">■</span> Quantidade _____ <span style="color: red;">■</span> Dimensão _____</p> <p>Grau de saturação/surgência <span style="color: orange;">■</span> Presente Marcante: <span style="color: red;">■</span> Quantidade _____ <span style="color: red;">■</span> Dimensão _____</p> <p>Obs: _____</p> <p><b>FLUXO DE DETRITOS</b></p> <p>Presença de depósito pretérito <span style="color: gray;">■</span> Ausente <span style="color: red;">■</span> Presente { Presença de troncos <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não</p> <p>Tamanho dos blocos: _____</p> <p>Área do depósito: _____</p> <p>EspeSSura do material depositado no canal {</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 20%;">UTM E: _____</td> <td style="width: 20%;">UTM N: _____</td> <td style="width: 10%;"><input type="checkbox"/> <math>\geq 2</math> m</td> <td style="width: 10%;"><input type="checkbox"/> Entre 0,3 e 2 m</td> <td style="width: 10%;"><input type="checkbox"/> <math>\leq 0,3</math> m</td> </tr> <tr> <td>UTM E: _____</td> <td>UTM N: _____</td> <td><input type="checkbox"/> <math>\geq 2</math> m</td> <td><input type="checkbox"/> Entre 0,3 e 2 m</td> <td><input type="checkbox"/> <math>\leq 0,3</math> m</td> </tr> <tr> <td>UTM E: _____</td> <td>UTM N: _____</td> <td><input type="checkbox"/> <math>\geq 2</math> m</td> <td><input type="checkbox"/> Entre 0,3 e 2 m</td> <td><input type="checkbox"/> <math>\leq 0,3</math> m</td> </tr> <tr> <td>UTM E: _____</td> <td>UTM N: _____</td> <td><input type="checkbox"/> <math>\geq 2</math> m</td> <td><input type="checkbox"/> Entre 0,3 e 2 m</td> <td><input type="checkbox"/> <math>\leq 0,3</math> m</td> </tr> <tr> <td>UTM E: _____</td> <td>UTM N: _____</td> <td><input type="checkbox"/> <math>\geq 2</math> m</td> <td><input type="checkbox"/> Entre 0,3 e 2 m</td> <td><input type="checkbox"/> <math>\leq 0,3</math> m</td> </tr> </table> <p>Inclinação média do leito do canal <input type="checkbox"/> <math>\leq 10^\circ</math> <input type="checkbox"/> Entre <math>10^\circ</math> e <math>15^\circ</math> <input type="checkbox"/> <math>\geq 15^\circ</math></p> <p>Obs: _____</p> <p><b>QUEDA DE BLOCOS</b></p> <p>Bloco na encosta <span style="color: yellow;">■</span> Ausente <span style="color: red;">■</span> Presente Marcante: <span style="color: red;">■</span> Quantidade _____ <span style="color: red;">■</span> Dimensão _____</p> <p>Lasca na encosta <span style="color: yellow;">■</span> Ausente <span style="color: orange;">■</span> Presente Marcante: <span style="color: red;">■</span> Quantidade _____ <span style="color: red;">■</span> Dimensão _____</p> <p>Descontinuidade* <span style="color: yellow;">■</span> Ausente <span style="color: orange;">■</span> Presente Marcante: <span style="color: red;">■</span> Quantidade _____ <span style="color: red;">■</span> Dimensão _____</p> <p>Blocos na rampa <span style="color: yellow;">■</span> Ausente <span style="color: orange;">■</span> Presente Marcante: <span style="color: red;">■</span> Quantidade _____ <span style="color: red;">■</span> Dimensão _____</p> <p>Descontinuidade aberta <span style="color: yellow;">■</span> Ausente <span style="color: orange;">■</span> Presente Marcante: <span style="color: red;">■</span> Quantidade _____ <span style="color: red;">■</span> Dimensão _____</p> <p>Cicatriz de desprendimento <span style="color: yellow;">■</span> Ausente <span style="color: orange;">■</span> Presente Marcante: <span style="color: red;">■</span> Quantidade _____ <span style="color: red;">■</span> Dimensão _____</p> <p>Raiz na descontinuidade <span style="color: yellow;">■</span> Ausente <span style="color: orange;">■</span> Presente Marcante: <span style="color: red;">■</span> Quantidade _____ <span style="color: red;">■</span> Dimensão _____</p> <p>Água na descontinuidade <span style="color: yellow;">■</span> Ausente <span style="color: orange;">■</span> Presente Marcante: <span style="color: red;">■</span> Quantidade _____ <span style="color: red;">■</span> Dimensão _____</p> <p>* Devem ser avaliadas apenas descontinuidades com mergulho em direção a face da encosta.</p> <p>Obs: _____</p>	UTM E: _____	UTM N: _____	<input type="checkbox"/> $\geq 2$ m	<input type="checkbox"/> Entre 0,3 e 2 m	<input type="checkbox"/> $\leq 0,3$ m	UTM E: _____	UTM N: _____	<input type="checkbox"/> $\geq 2$ m	<input type="checkbox"/> Entre 0,3 e 2 m	<input type="checkbox"/> $\leq 0,3$ m	UTM E: _____	UTM N: _____	<input type="checkbox"/> $\geq 2$ m	<input type="checkbox"/> Entre 0,3 e 2 m	<input type="checkbox"/> $\leq 0,3$ m	UTM E: _____	UTM N: _____	<input type="checkbox"/> $\geq 2$ m	<input type="checkbox"/> Entre 0,3 e 2 m	<input type="checkbox"/> $\leq 0,3$ m	UTM E: _____	UTM N: _____	<input type="checkbox"/> $\geq 2$ m	<input type="checkbox"/> Entre 0,3 e 2 m	<input type="checkbox"/> $\leq 0,3$ m
UTM E: _____	UTM N: _____	<input type="checkbox"/> $\geq 2$ m	<input type="checkbox"/> Entre 0,3 e 2 m	<input type="checkbox"/> $\leq 0,3$ m																						
UTM E: _____	UTM N: _____	<input type="checkbox"/> $\geq 2$ m	<input type="checkbox"/> Entre 0,3 e 2 m	<input type="checkbox"/> $\leq 0,3$ m																						
UTM E: _____	UTM N: _____	<input type="checkbox"/> $\geq 2$ m	<input type="checkbox"/> Entre 0,3 e 2 m	<input type="checkbox"/> $\leq 0,3$ m																						
UTM E: _____	UTM N: _____	<input type="checkbox"/> $\geq 2$ m	<input type="checkbox"/> Entre 0,3 e 2 m	<input type="checkbox"/> $\leq 0,3$ m																						
UTM E: _____	UTM N: _____	<input type="checkbox"/> $\geq 2$ m	<input type="checkbox"/> Entre 0,3 e 2 m	<input type="checkbox"/> $\leq 0,3$ m																						

Obs: \_\_\_\_\_

V1\_170802

Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

	APE	APC	Descrição
<b>P1</b>	AD	<b>P1d</b>	São atendidas as condições topográficas e/ou aos critérios de delimitação atingimento dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se apresentar feições de instabilidades, entretanto casos raros podem ocorrer, de acordo com o tipo de movimento de massa. Não se espera entretanto casos raros podem ocorrer. Mantidas as condições existentes no terreno é baixa a possibilidade de deposição do material transportado em uma estação chuvosa normal.
<b>P2</b>	AC	<b>P2c</b>	Atende a todas as condições topográficas e/ou aos critérios de geração dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a energia para a ocorrência de feições de instabilidades, mas podem ocorrer casos isolados, de acordo com o tipo de movimento de massa. Não se espera que possam ocorrer casos isolados. Mantidas as condições existentes no terreno é moderada a possibilidade de ocorrência de movimentos gravitacionais em uma estação chuvosa normal.
	AD	<b>P2d</b>	São atendidas as condições topográficas e/ou aos critérios de delimitação atingimento dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que o terreno apresentar feições de instabilidades, mas podem ocorrer casos isolados, de acordo com o tipo de movimento de massa. Não se espera que possam ocorrer casos isolados. Mantidas as condições existentes no terreno é moderada a possibilidade de deposição do material transportado em uma estação chuvosa normal.
<b>P3</b>	AC	<b>P3c</b>	Atende a todas as condições topográficas e/ou aos critérios de geração dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a energia para a ocorrência de feições de instabilidades evidentes de acordo com o tipo de movimento de massa. Podem ocorrer registros de geração ou depósitos de movimentos gravitacionais de massa e/ou deposição do material transportado, no período compreendido pelo estudo.
	AD	<b>P3d</b>	São atendidas as condições topográficas e/ou aos critérios de delimitação atingimento dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que o terreno apresentar feições de instabilidades evidentes de acordo com o tipo de movimento de massa. Podem ocorrer registros de geração ou depósitos de movimentos gravitacionais de massa e/ou deposição do material transportado e/ou ocorrência de movimentos gravitacionais de massa, no período compreendido pelo estudo.
<b>P4</b>	AC	<b>P4c</b>	Atende a todas as condições topográficas e/ou aos critérios de geração dos movimentos gravitacionais de massa. Entende-se que a energia para a ocorrência de feições de instabilidades marcantes de acordo com o tipo de movimento de massa. É comum registros de geração ou depósitos de movimentos gravitacionais de massa e/ou deposição do material transportado, no período compreendido pelo estudo.

Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

## APÊNDICE C – Fundamentação Teórica

### Introdução

Os critérios topográficos apresentados no Capítulo 2 deste manual foram baseados na análise estatística de dados de movimentos gravitacionais de massa ocorridos no Japão e no Brasil. Esses dados estão descritos em relatório técnico (GRUPO REGEA-PANGEA..., 2015) e em manuais japoneses (MINISTRY OF CONSTRUCTION, 1996). À medida que o usuário avance na execução do mapeamento de áreas de perigo e risco, surgirá a necessidade de atualizar os critérios ora definidos.

Ressalta-se que, com o presente manual, não se visa apenas à aplicação de critérios topográficos, mas também capacitar os técnicos municipais no entendimento da dinâmica dos processos, de modo a torná-los aptos a proporem ajustes para melhorar a precisão dos modelos gerados. Objetiva-se, ainda, fomentar a análise constante dos parâmetros e a adequação dos modelos gerados frente às características específicas de cada município. Assim, a efetividade plena do manual se relaciona com o aprofundamento conceitual e estatístico dos critérios adotados pela equipe responsável, o que permitirá orientar possíveis ajustes nos métodos de delimitação e classificação abordados neste manual.

A metodologia desenvolvida por meio do Projeto GIDES é derivada da sistemática japonesa de delimitação de áreas de perigo adaptada ao meio físico brasileiro.

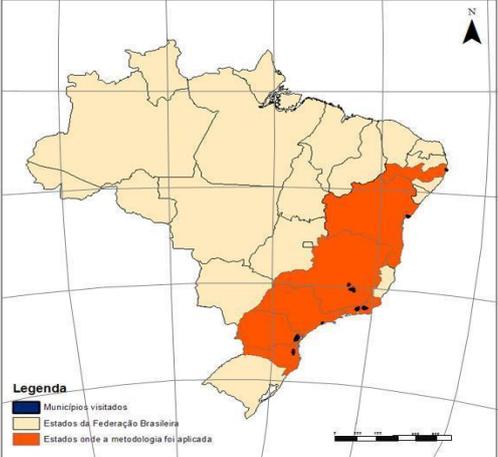
Este apêndice contém a fundamentação conceitual e estatística adotada na elaboração do manual e subsidia a discussão técnica nos ajustes dos critérios topográficos.

### Deslizamento Planar

Para estruturação dos critérios topográficos na delimitação e qualificação de perigo e risco referentes ao processo de deslizamento planar, foram visitados 142 pontos nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul do Brasil, procedendo-se à verificação da amplitude das encostas e à respectiva medição da inclinação de 129 destas (Figura C.1).

**Figura C.1** – Localização dos municípios visitados durante a etapa de aplicação da metodologia japonesa.

Unidade da Federação	Município	Número de Inspeções
Pernambuco	Recife	20
Bahia	Salvador	20
Minas Gerais	Belo Horizonte e Ouro Preto	20
Rio de Janeiro	Nova Friburgo	22
	Petrópolis	20
São Paulo	Cubatão	21
Paraná	Antonina e Morretes	20
Santa Catarina	Blumenau	23
Total	166	

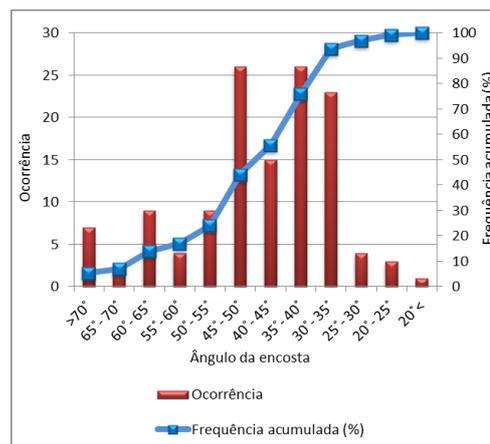


Fonte: Elaborada por Thiago Dutra, 2017.

Na Figura C.2, correlacionam-se o número e a frequência de ocorrência de deslizamento planar com a inclinação da encosta. Conforme se observa, mais de 90% das encostas brasileiras com inclinação igual ou superior a 30° são propícias à deflagração desse tipo de processo. Essa correlação também é observada na análise estatística de casos ocorridos no Japão. Entretanto, a ocupação de encostas em ambos os países ocorre de modo bastante distinto. Em função de adensamento populacional e ausência de planejamento adequado, as encostas brasileiras são ocupadas de forma desordenada. Esse tipo de ocupação, acompanhado por alterações antrópicas do meio físico, tais como desmatamento, modificação na paisagem natural (corte e aterro) e alteração no escoamento natural das drenagens, contribui para a fragilização do terreno (BRASIL, 2007).

**Figura C.2 – Correlação entre a ocorrência de deslizamento planar e a inclinação da encosta.**

Inclinação	Ocorrência	Frequência acumulada	Frequência acumulada (%)
>70°	7	7	5
65°- 70°	2	9	7
60°- 65°	9	18	14
55°- 60°	4	22	17
50°- 55°	9	31	24
45°- 50°	26	57	44
40°- 45°	15	72	56
35°- 40°	26	98	76
30°- 35°	23	121	94
25°- 30°	4	125	97
20°- 25°	3	128	99
20° <	1	129	100

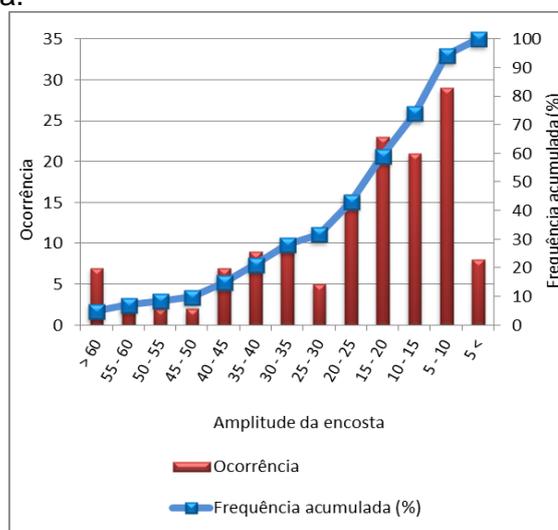


Baseando-se na análise estatística e na influência antrópica no terreno, bem como adotando uma postura conservadora, optou-se pela utilização do ângulo de 25° como inclinação mínima para deflagração de processos de deslizamento planar em encostas.

O resultado da relação entre a ocorrência de deslizamento planar e a amplitude das encostas mostra que aproximadamente 95% desse tipo de processo de movimento gravitacional de massa ocorrem em encostas com no mínimo 5 m de altura. Conforme o critério anterior, observa-se essa relação também em casos japoneses. Assim, a condição necessária para que a encosta seja analisada para processos de deslizamento planar é que ela apresente, no mínimo, 5 m de amplitude altimétrica (Figura C.3).

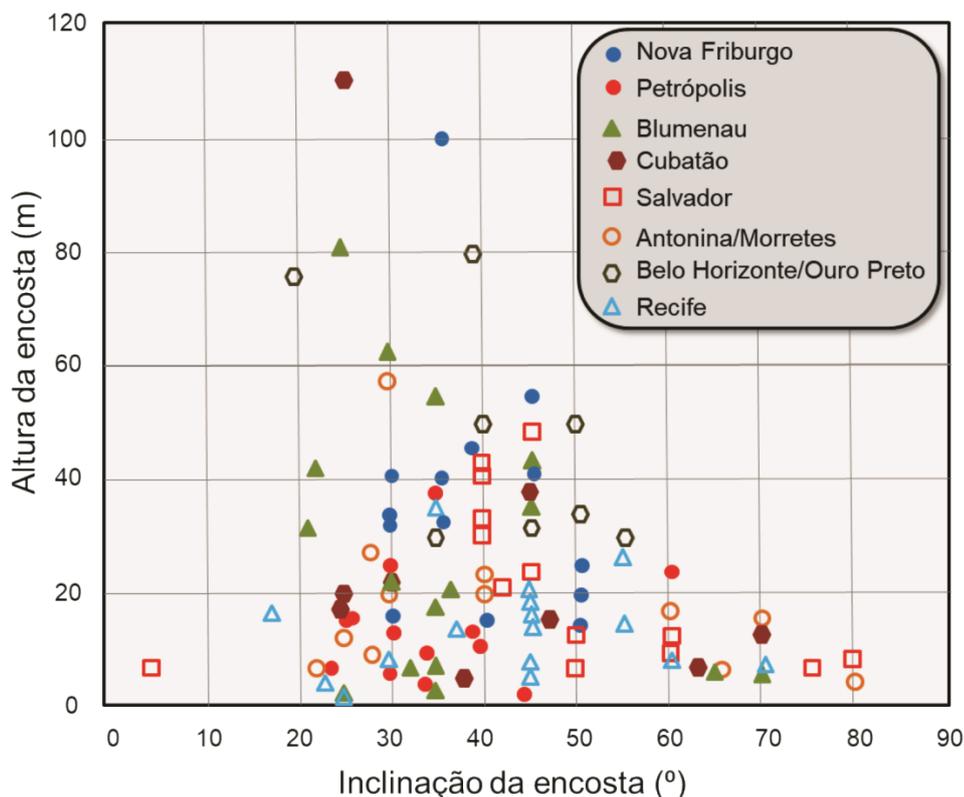
**Figura C.3 – Relação entre a ocorrência de deslizamentos planares e a amplitude da encosta.**

Amplitude (m)	Ocorrência	Frequência acumulada	Frequência acumulada (%)
> 60	7	7	5
55 - 60	3	10	7
50 - 55	2	12	8
45 - 50	2	14	10
40 - 45	7	21	15
35 - 40	9	30	21
30 - 35	10	40	28
25 - 30	5	45	32
20 - 25	16	61	43
15 - 20	23	84	59
10 - 15	21	105	74
5 - 10	29	134	94
5 <	8	142	100



Ao se proceder à correlação entre o ângulo de inclinação e a amplitude da encosta, observa-se que há adensamento das ocorrências entre os ângulos de 20° a 70° em encostas com amplitude altimétrica entre 0 a 50 m (Figura C.4).

**Figura C.4** – Correlação entre o ângulo de inclinação e a altura da encosta nos municípios analisados.

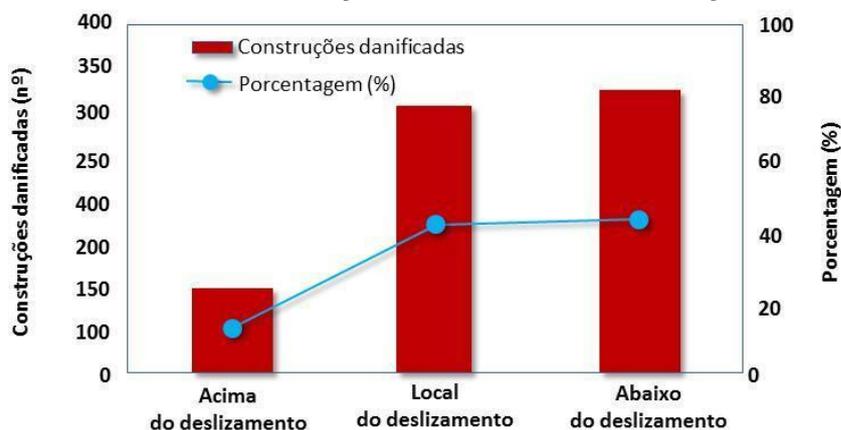


A análise estatística desses dados, complementada por experiências posteriores desenvolvidas no decorrer dos trabalhos de mapeamento nos municípios-piloto, permitiu definir os seguintes parâmetros para altura mínima e inclinação da encosta:

- Amplitude altimétrica igual ou superior a 5 m ( $H \geq 5m$ ).
- Inclinação igual ou superior a 25° ( $\theta \geq 25^\circ$ ).

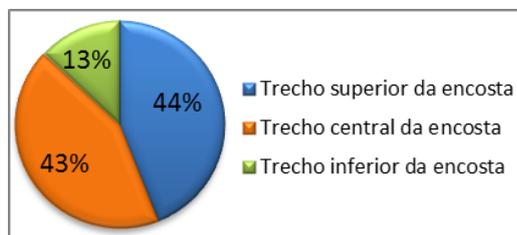
O aumento do número de pessoas e de construções expostas ao risco geológico está intimamente relacionado ao acréscimo de ocupações irregulares nas encostas, situação que foi agravada consideravelmente nas últimas décadas. Observa-se, também, que a maior concentração de danos ocorre na região de deflagração do processo e na região adjacente à jusante (Figura C.5).

**Figura C.5** – Dados relativos a danos causados por eventos de movimentos gravitacionais de massa no Brasil e localização das residências em relação à encosta.



Os deslizamentos planares afetam, principalmente, construções localizadas nas partes central e inferior da encosta (Figura C.6). Na maioria das vezes, essas últimas sofrem danos estruturais parciais (Figura C.7). Ressalta-se que 95% das construções danificadas eram de alvenaria; entretanto, grande parte delas foi construída sem parâmetros técnicos adequados.

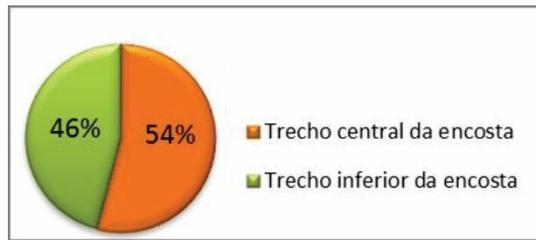
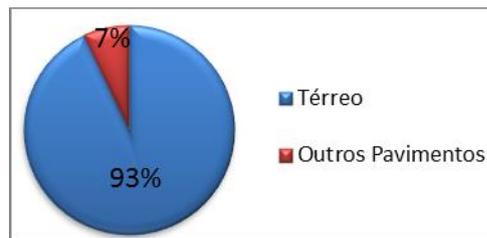
**Figura C.6** – Posição na encosta de edificações que sofreram danos.



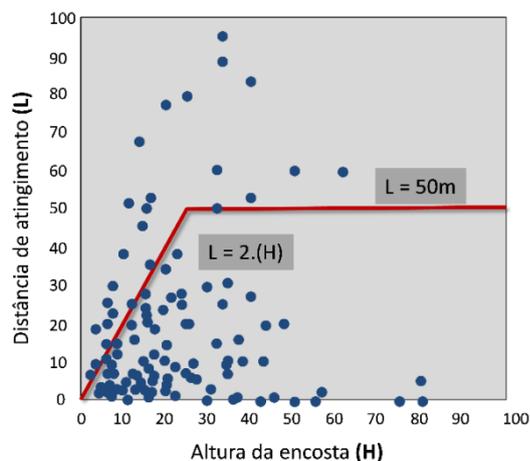
**Figura C.7** – Distribuição do grau de danos provocados nas construções por deslizamentos planares.



O resultado do levantamento de campo apontou o número de óbitos de 281 pessoas provocados por deslizamentos planares, dos quais 93% ocorreram no pavimento térreo das residências (Figura C.9) e exclusivamente em edificações localizadas em meia-encosta ou na porção inferior (Figura C.8).

**Figura C.8 – Distribuição percentual de óbitos em encostas.****Figura C.9 – Distribuição percentual de óbitos nos pavimentos das construções.**

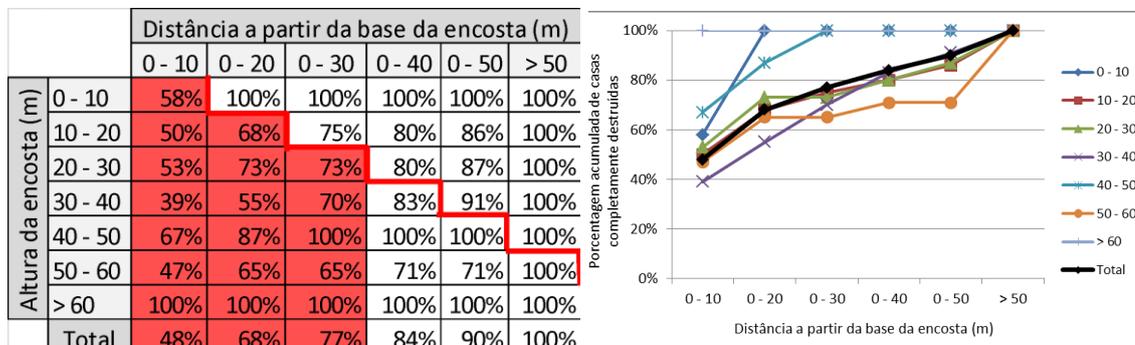
A análise da estimativa da relação entre a altura da encosta e a distância máxima alcançada pelo material mobilizado indica que, em 76% dos casos averiguados, o alcance desse material corresponde, aproximadamente, ao dobro da altura da encosta, contado a partir de sua base. Dessa forma, propõe-se que a área de atingimento para deslizamento planar seja o dobro da altura das encostas ( $2H$ ), limitado ao máximo de 50 m (Figura C.10).

**Figura C.10 – Relação entre a altura da encosta (H) e a distância máxima alcançada por material mobilizado em deslizamento planar (L).**

No Japão, casos em que o material mobilizado por deslizamento planar causa

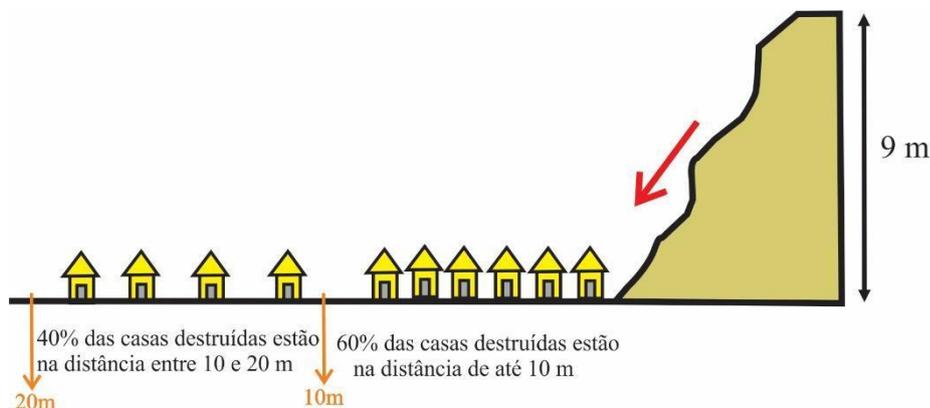
destruição ou danos extremos às construções são definidos em um percentual acumulado de 70% a 80% (MINISTRY OF CONSTRUCTION, 1996) (Figura C.11).

**Figura C.11** – Relação entre altura, distância da encosta e percentual de casas destruídas no Japão.



Por exemplo, considere que há 10 edificações à jusante de uma encosta de 9 m de altura (Figura C.12). Até a distância de 10 m da encosta, há seis construções, enquanto o restante se encontra entre 10 e 20 m após a base da encosta. Em caso de deslizamento planar, 60% das construções atingidas pelo material mobilizado encontram-se na área de até 10 m e 100% das casas são destruídas quando o deslizamento chega a 20 m. Compara-se tal situação com o contido na Figura C.11, onde se observa relação entre a porcentagem acumulada de construções destruídas ao longo de diferentes alcances para sete categorias de altura de encosta.

**Figura C.12** – Construções situadas abaixo de encosta com 9 m de altura.



A partir dessa análise, conclui-se que:

- Embora haja variações nos dados para cada altura de encosta em que ocorre a

ruptura, de modo geral, quanto maior a altura da encosta, maior é a área em que as construções podem sofrer danos extremos e/ou destruição.

- A quantidade de construções destruídas aumenta com a proximidade destas em relação à encosta. Em caso de encostas com altura entre 10 e 20 m, por exemplo, o material mobilizado pode destruir cerca de 50% das construções que estão até 10 m de distância e 18% (68%-50%) das que estão entre 10 m e 20 m de distância.
- Observa-se que, na faixa entre 70% e 80% dos casos analisados, a força de impacto do material transportado gerou destruição proporcional na mesma altura das encostas, porém, limitado à distância de 30 m a partir da base da encosta.

Baseando-se nessas afirmações, entende-se que as áreas sujeitas a maior impacto a destruição (área crítica) equivalem à distância proporcional da altura da encosta, porém limitado a 30 m contados a partir da base da encosta. Do mesmo modo, a correlação aponta que os danos estruturais significativos estão localizados até 50 m, independentemente da altura das encostas. Neste manual, adotou-se o valor limítrofe de 50 m para definir o alcance máximo (área de dispersão) do material mobilizado.

Em resumo, os dados levantados na etapa de campo apontam que:

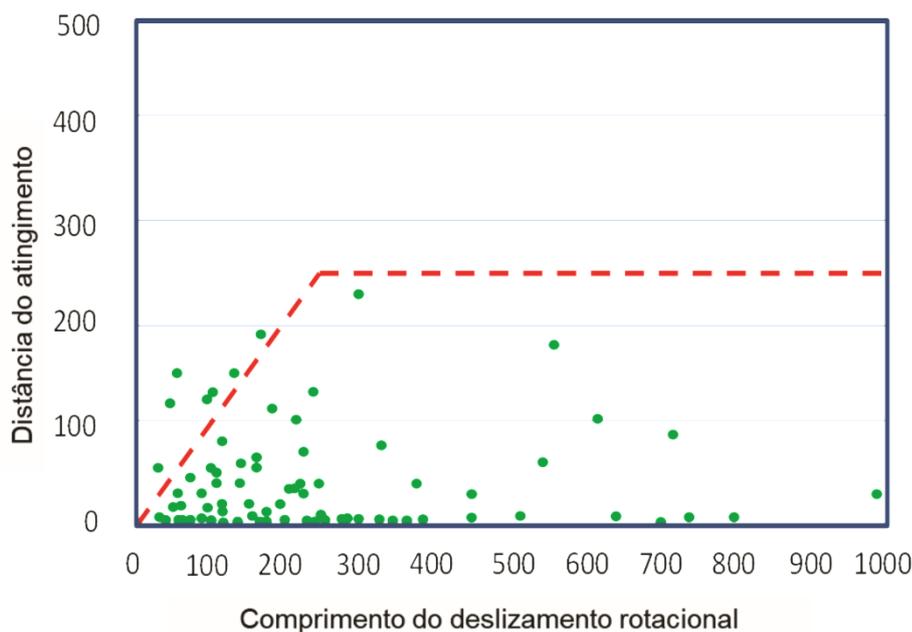
- A força de impacto de deslizamento planar é mais concentrada em regiões localizadas no meio e na base das encostas.
- O material mobilizado atinge cerca de duas vezes a altura das encostas (2H).
- A área com maior força de impacto e maior poder de danificar as construções corresponde à distância de até 30 m a partir da base da encosta, e o alcance máximo do material mobilizado é de 50 m.

Esses dados não devem ser considerados suficientes para abranger todos os casos brasileiros. Ressalta-se que há necessidade de contínuo levantamento dos processos de deslizamento planar, com consequente aumento do número de dados, para que a metodologia possa se adequar melhor à realidade das diversas regiões do Brasil.

## Deslizamento Rotacional

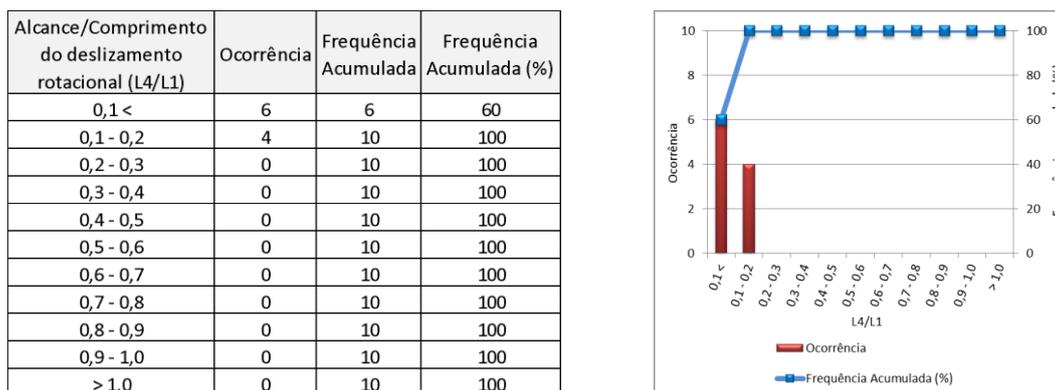
Em 80% dos casos ocorridos no Japão (Figura C.13), a distância alcançada pelo material mobilizado (L2) é igual ao comprimento medido na área de ocorrência do deslizamento rotacional (L1), com atingimento, no máximo, de 250 m (MINISTRY OF CONSTRUCTION, 1996).

**Figura C.13** – Relação entre o comprimento medido na área de ocorrência do deslizamento rotacional e a distância alcançada pelo material mobilizado (Japão).



A análise estatística dos casos brasileiros foi elaborada a partir do levantamento de campo de 10 deslizamentos rotacionais. Os resultados (Figura C.14) mostram que a área de atingimento com poder destrutivo tem razões atingimento/comprimento inferiores a 0,2, quando comparada com a área total de ocorrência do deslizamento rotacional. Assim, neste manual, considera-se como área crítica de atingimento 0,2 vezes o comprimento da área de ocorrência do deslizamento rotacional. Isto é, L1 + 20% L2.

**Figura C.14** – Relação entre o comprimento do deslizamento rotacional (L1) e a distância alcançada pelo material transportado (L4) no Brasil.



**Nota:** A razão L4/L1 expressa a condição atingimento/comprimento do deslizamento.

Ressalta-se que há necessidade de contínuo levantamento dos processos de deslizamento rotacional, com consequente aumento do número de dados, para que a metodologia possa se adequar melhor à realidade das diversas regiões do Brasil.

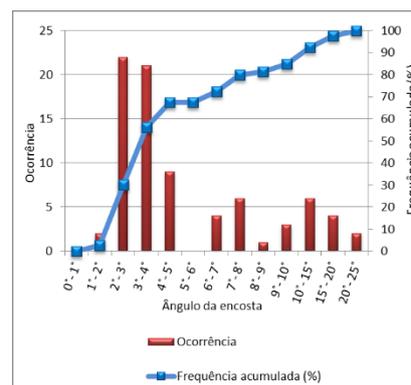
## Fluxo de Detritos

Na pesquisa voltada ao conhecimento das áreas de ocorrência e atingimento de processos de fluxo de detritos, procedeu-se ao estudo de 61 locais nos municípios de Blumenau (SC), Nova Friburgo (RJ) e Petrópolis (RJ), com medições de inclinação do terreno ao longo dos vales em que construções foram danificadas.

A análise dos dados obtidos nos municípios-piloto mostrou que a deposição proveniente dos processos de fluxo de detritos ocorre, em sua maioria, em terrenos com inclinações superiores a 2° (Figura C.15). Esse resultado apresenta relação com os exemplos japoneses. Assim, o limite de atingimento máximo adotado no manual reflete essa condição, isto é, inclinação do terreno igual a 2°. Esse valor representa o limite da área de dispersão de atingimento para o processo de fluxo de detritos.

**Figura C.15** – Relação entre a inclinação da área de deposição e a massa do material mobilizado no vale em função do processo de fluxo de detritos.

Declividade do terreno	Município			Ocorrência	Frequência acumulada	Frequência acumulada (%)
	Blumenau	Nova Friburgo	Petrópolis			
0°- 1°	0	0	0	0	0	0
1°- 2°	0	0	2	2	2	3
2°- 3°	0	9	13	22	24	30
3°- 4°	0	9	12	21	45	56
4°- 5°	0	4	5	9	54	68
5°- 6°	0	0	0	0	54	68
6°- 7°	0	2	2	4	58	73
7°- 8°	2	3	1	6	64	80
8°- 9°	0	1	0	1	65	81
9°- 10°	1	2	0	3	68	85
10°- 15°	0	5	1	6	74	93
15°- 20°	2	2	0	4	78	98
20°- 25°	0	2	0	2	80	100



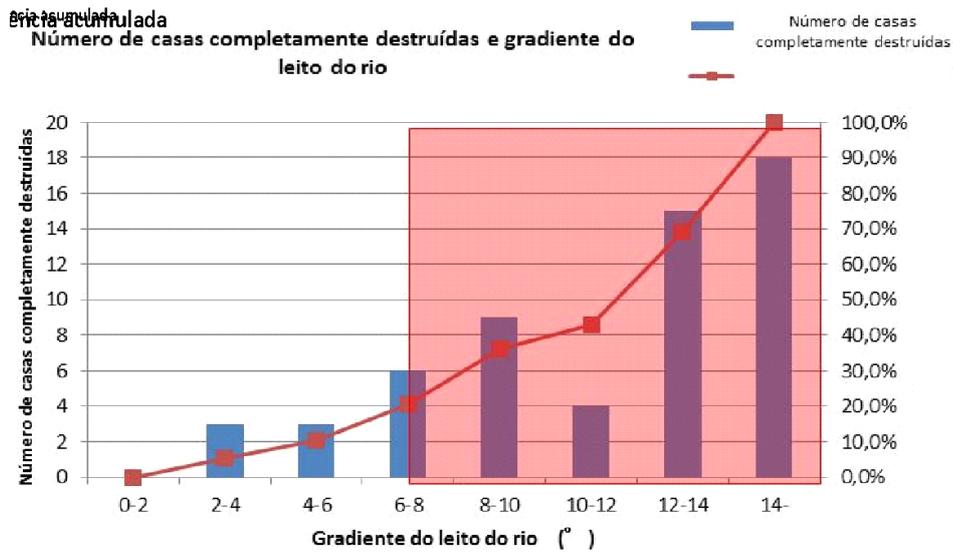
Para utilização da metodologia japonesa adaptada ao território brasileiro para seleção das áreas-alvo, é necessário que vales e/ou drenagens examinados satisfaçam às seguintes condições topográficas:

- Área da bacia de contribuição com pelo menos 1 ha. Bacias menores deverão ser analisadas somente quando tiverem registro de eventos.
- Comprimento do vale (b) maior ou igual à sua largura (a).
- Inclinação média igual ou superior a 10° entre os pontos de início e de espraiamento.

Ressalta-se que foram utilizados dados do Japão para estabelecer o critério relacionado à largura e ao comprimento do vale, uma vez que no Brasil não há dados suficientes que comprovem essa relação.

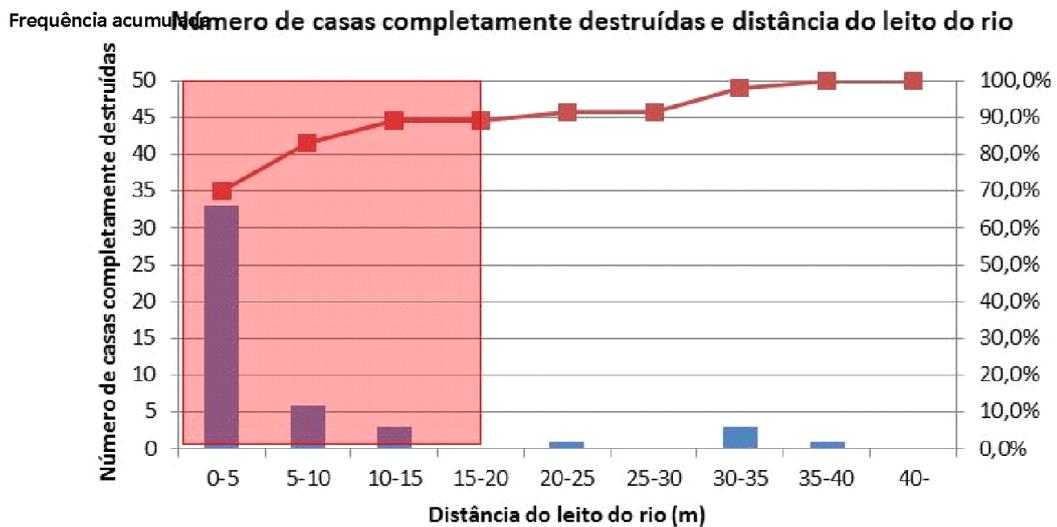
Diante do exposto, entende-se que a energia potencial do processo de fluxo de detritos aumenta proporcionalmente ao aumento da inclinação e da extensão do vale. Por meio de levantamento de campo, procedeu-se a medições de inclinação do terreno ao longo do vale onde as construções foram destruídas (Figura C.16). Como resultado, observou-se que o número de edificações destruídas aumenta proporcionalmente ao aumento da inclinação do vale. Assim, o número de edificações destruídas aumenta consideravelmente a partir de uma inclinação do vale de 6 a 8°. Neste manual, adotou-se o valor de 7° de inclinação do terreno para definir o limite inferior da área crítica de deflagração e atingimento.

**Figura C.16 –** Frequência acumulada de construções destruídas em terreno com declividade maior que 7°.



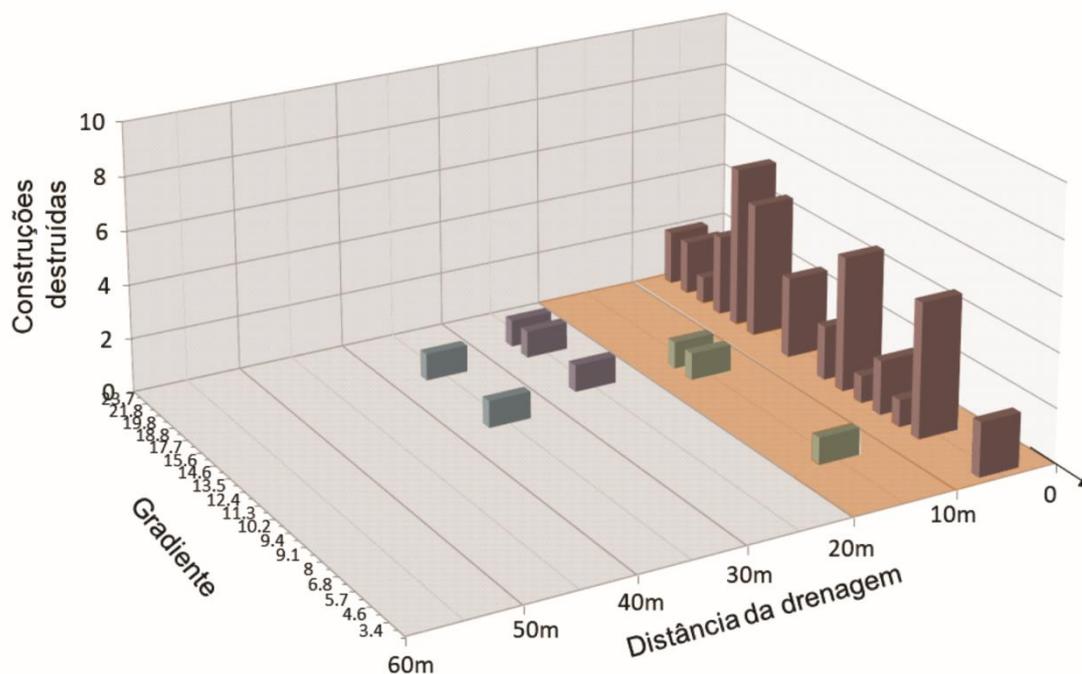
Identificou-se, ainda, que a força de impacto do processo de fluxo de detritos, ou seja, o seu poder de destruição quando o fluxo ocorre confinado no vale, encontra-se altamente concentrado no próprio vale. Entretanto, os registros apontaram que, quando não há mais a condição de confinamento, o poder de destruição permanece concentrado em uma faixa de extensão lateral de 40 m (Figura C.17). Logo, o limite lateral da área crítica foi definido como 20 m para cada lado da direção de fluxo de detritos.

**Figura C.17 –** Relação entre residências destruídas e distância do leito do rio onde ocorreu o fluxo de detritos.



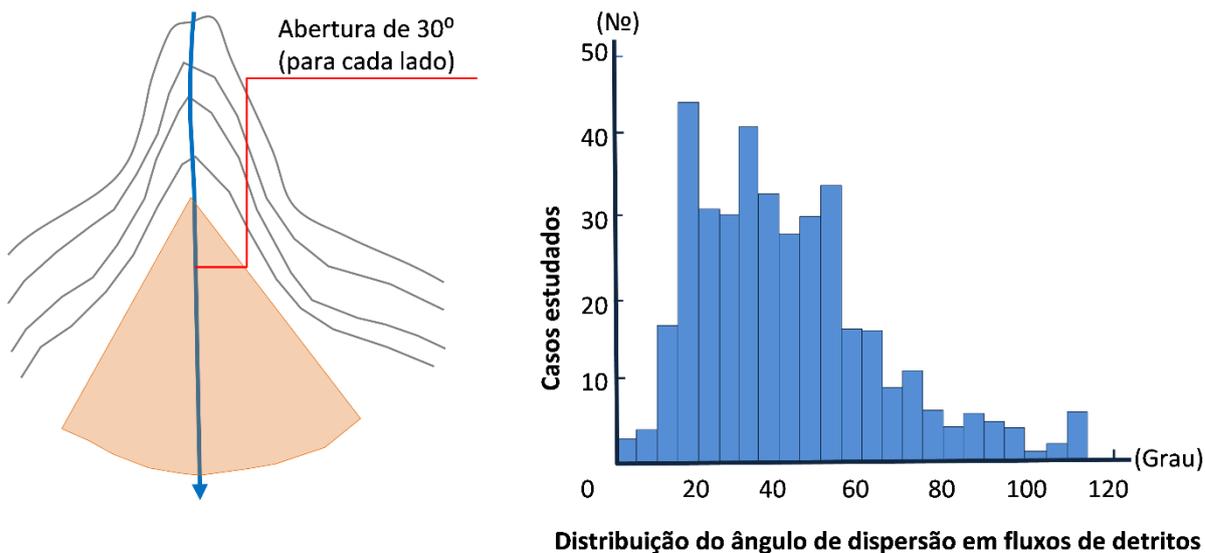
O levantamento de campo (Figura C.18) apontou, também, que, nas áreas planas em que a inclinação do terreno varia de 7° a 2°, a deposição do material transportado não apresentou direções específicas. Inclusive, locais onde foram identificados mais de um registro de fluxo de detritos apresentavam direções de deposição distintas, isto é, não houve uma direção específica, variando a direção de deposição em cada nova ocorrência.

**Figura C.18** – Número de construções destruídas, considerando-se seu posicionamento de acordo com a inclinação do terreno e sua distância até o curso d'água.



Em função da dispersão evidenciada no levantamento de campo e baseados nos estudos realizados no Japão (Figura C.19), adotou-se o ângulo de 60° como representativo da dispersão do fluxo de detritos quando este se encontra em áreas planas e desconfinado. Assim, o limite da área de dispersão corresponde ao ângulo de 30° (para cada lado), a partir da direção do fluxo de detritos.

**Figura C.19** – Distribuição da frequência em relação à dispersão lateral nos depósitos de fluxo de detritos para casos no Japão.



Considera-se a base do canal até 5 m de altura, sendo que essa área representa o local afetado pelo fluxo de detritos. Essa medida é baseada em estudos de processos de fluxo de detritos registrados no Japão, onde se verificou que a maioria dos desastres causados por esse fenômeno ocorreu em áreas com altura inferior a 5 m a partir do fundo do vale.

### Queda de Blocos

São eventos complexos, de alto poder destrutivo, com baixa capacidade preditiva de deflagração do processo. Em função disso, a melhor estratégia é a estimativa da trajetória e do alcance do bloco de rocha, embora seja uma tarefa difícil, por haver poucos estudos científicos nessa área. Somado a isso, os mecanismos de identificação e delimitação das áreas de perigo devem abranger as diversas peculiaridades geológicas e geotécnicas das regiões do Brasil.

Ribeiro (2013) procedeu a estudos detalhados desse processo no município de Petrópolis (RJ), tendo como um dos objetivos verificar a influência das características da encosta e do bloco em seu alcance e trajetória. Para isso, realizou simulações tridimensionais em programa específico, baseadas em levantamento topográfico do terreno em escala de detalhe, quantificação dos parâmetros do programa e determinação da geometria e do volume dos blocos analisados. Devido à complexidade do trabalho e ao tempo de execução, não se pretende aqui adotar a mesma metodologia.

Métodos empíricos, de maneira geral, baseiam-se em correlações entre dados topográficos e posição da zona de deposição de blocos em eventos já ocorridos (DORREN, 2003). Como não permitem a descrição das potenciais trajetórias dos blocos – possibilitam, apenas, a previsão das zonas atingíveis por eventos de quedas de blocos e análises de riscos –, tais métodos devem ser utilizados com cautela. Porém, a tendência indicada por eles, associada ao julgamento de um técnico experiente, constitui importante ferramenta para se avaliar rapidamente, por meio de inspeções e cálculos simples, os riscos envolvidos em determinada encosta.

As pesquisas de campo de áreas afetadas por quedas de blocos no Brasil ainda se encontram em seu estágio inicial, sendo, portanto, difícil chegar a uma interpretação conclusiva sobre os procedimentos para a seleção de áreas-alvo para o fenômeno. Dessa forma, a metodologia adotada propõe um método conservador para seleção inicial e delimitação das áreas de geração e atingimento do processo de quedas de blocos.

A proposta inicial foi elaborada a partir de estudos conduzidos no Japão (JAPAN SOCIETY..., 2000; SHIMA, 1981) e em outros países (DORREN, 2003; EVANS; HUNGR, 1993), bem como pela análise de alguns eventos ocorridos no Brasil (RIBEIRO, 2013). A seleção de áreas-alvo de quedas de blocos é condicionada por características da encosta que levam à ocorrência do fenômeno. A encosta deve ser formada por maciço rochoso e/ou conter blocos de rocha. Quando for possível, as encostas devem ser delimitadas em imagens de satélite ou fotografias aéreas e/ou selecionadas em cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações. Nas referidas cartas, as encostas estão indicadas como feições dos tipos “Paredão rochoso”, “Campo de blocos” e “Depósitos de acumulação de pé de encosta”.

Conforme mapeamentos realizados até o momento em municípios de diferentes unidades da federação, onde já ocorreram ou podem ocorrer quedas de blocos (Quadro C.1), a maioria refere-se a encostas cuja inclinação é igual ou superior a 50° e com, no mínimo, 5 m de altura. Dessa forma, tal condição é adotada para a seleção das encostas.

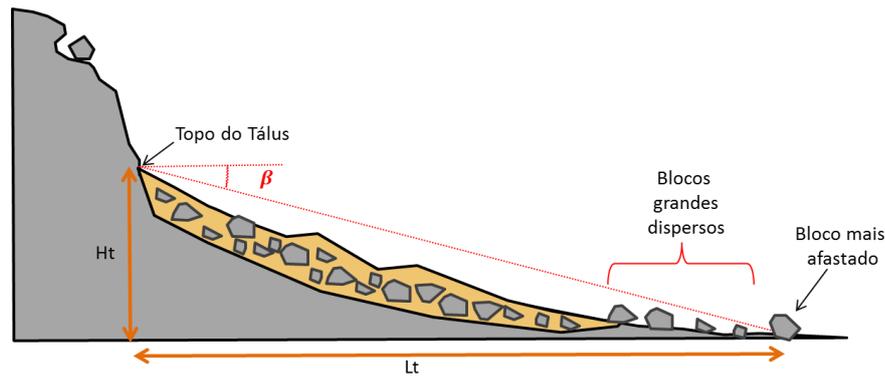
**Quadro C.1** – Municípios com encostas com inclinação igual ou maior que 50° com possibilidade de quedas de blocos.

UF	Município	UF	Município
MG	Ouro Preto	RJ	Sapucaia
	Itambacuri		Petrópolis
	Nanuque		Teresópolis
	Formiga		Rio de Janeiro
	Itabirinha		São Sebastião do Alto
	São João del Rei		Quatis
	Iapu	Nova Friburgo	
	Padre Paraíso	ES	Águia Branca
	São João do Manteninha		Ecoporanga
	Unaí		Vila Velha
	Inhapim		Pancas
	Serro	MS	Corumbá

Na metodologia usada para processos de queda de blocos, as encostas estão divididas em dois tipos: encostas com a presença de rampas e, encostas sem a presença de rampas. Essa distinção se deu em função da diferença do alcance que o bloco atinge nos dois tipos.

A rampa, que tem o topo definido pelo início da encosta e a base definida pelo declive de 20°, faz parte da área crítica. Essa medida está ligada ao conceito de ângulo de sombra. Em seus estudos, Evans e Hungr (1993) chegaram à conclusão de que o alcance dos blocos poderia ser estimado a partir do ângulo de sombra ( $\beta$ ), o qual é obtido após a determinação de dois parâmetros: altura do ponto do topo do tálus (Ht), que é dada pela diferença de elevação entre o topo do depósito de tálus e o ponto onde se encontra o bloco mais afastado, e o comprimento do depósito de tálus (Lt), calculado pela distância horizontal entre o ponto do topo do tálus e o bloco de rocha mais distante da encosta (Figura C.20). Determinados os valores de Ht e Lt, o ângulo de sombra é calculado pela seguinte equação:

$$\beta = \arctg \left( \frac{H_t}{L_t} \right) \quad (1)$$

**Figura C.20** – Esquemática do conceito de ângulo de sombra.

Fonte: Modificado de COPONS LLORENS; TALLADA MASQUEF, 2009.

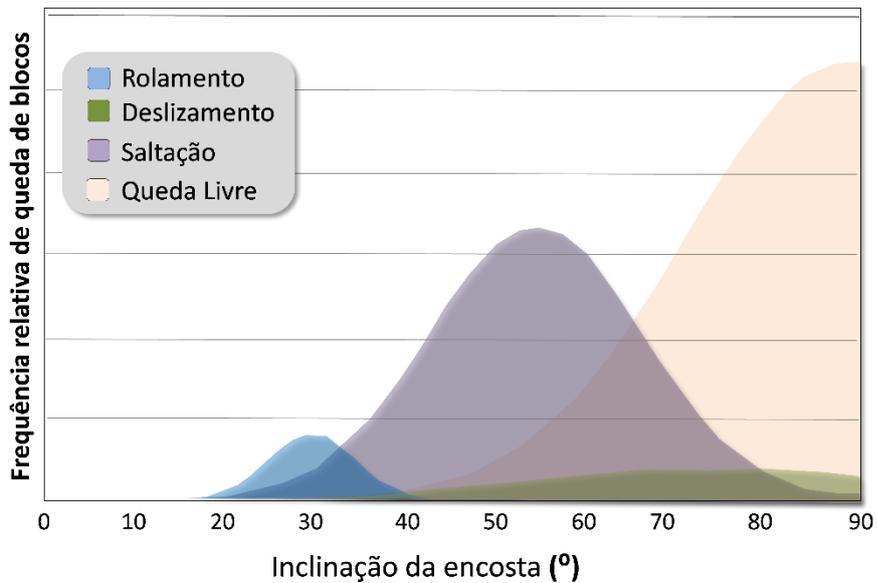
Evans e Hungr (1993) reportaram um ângulo de sombra de  $27,5^\circ$ . Já Wieczorek et al. (2000), que analisaram dados de 25 ocorrências de quedas de blocos nos Estados Unidos da América (EUA), encontraram um valor médio de  $26,1^\circ$  para o ângulo de sombra. Wieczorek et al. (2000) mencionam que os ângulos de alcance e de sombra podem variar entre  $22^\circ$  e  $37^\circ$ . Dessa forma, adotando uma postura conservadora, no manual resolveu-se indicar o limite de  $20^\circ$  como limite da rampa.

Segundo Azzoni et al. (1995), o bloco atinge a dispersão lateral média de  $\pm 20^\circ$ , ou seja, o bloco desvia lateralmente de seu ponto inicial em cerca de  $20^\circ$  para um lado ou para o outro.

No grupo de encostas sem rampa houve uma subdivisão, definida segundo a inclinação da encosta. Isso se deu em função do predomínio de alguns modos de movimentação sobre outros, o que afeta diretamente o alcance dos fragmentos de rocha.

Segundo Dorren (2015), a partir de aproximadamente  $65^\circ$  começa a ocorrer o predomínio das quedas livres em relação à saltação (Figura C.21). Dessa forma, fez-se necessário a subdivisão desse grupo em dois, pois os alcances são contrastantes nesses modos de movimentação. Tomando novamente uma medida conservadora, resolveu-se adotar neste manual o ângulo de  $70^\circ$  como divisor dos subgrupos no caso de encostas sem rampa. No primeiro subgrupo, com encostas de  $50^\circ$  a  $70^\circ$ , onde há predomínio de saltação, o limite estabelecido para o alcance foi de 100 m, enquanto para o subgrupo, com encostas com inclinação superior a  $70^\circ$ , o máximo alcance é de 50 m.

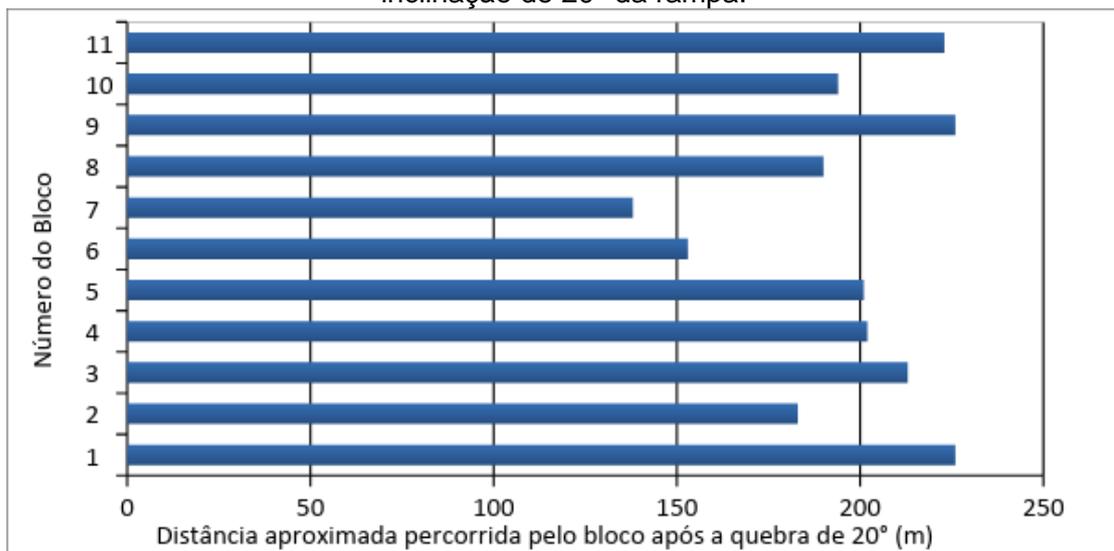
**Figura C.21** – Variação da predominância dos modos de movimentação dos blocos rochosos em função do ângulo da encosta.



Fonte: Modificado de DORREN, 2015.

No caso de encostas com rampa, o limite de até 200 m contados a partir da quebra inferior de 20° da rampa foi estabelecido a partir dos resultados de algumas das simulações realizadas por Ribeiro (2013) em Petrópolis (RJ). Os resultados das medidas das simulações para 11 blocos considerados esféricos mostraram que a distância máxima foi de 226 m, com média de 195 m (Figura C.22). Como essa análise já é conservadora (pois os blocos foram tratados como esféricos), é razoável a adoção do limite de 200 m para quedas com rampa.

**Figura C.22** – Distâncias aproximadas percorridas por blocos rochosos medidas a partir da inclinação de 20° da rampa.







A série “Fortalecimento da Estratégia Nacional de Gestão Integrada de Riscos de Desastres – Projeto GIDES” reúne os manuais elaborados no âmbito da cooperação técnica firmada entre o Governo do Brasil e o Governo do Japão, por meio da Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA) e do Ministério da Terra, Infraestrutura, Transporte e Turismo do Japão.

Os Manuais tratam de temas relacionados ao Projeto Gides com o objetivo de auxiliar técnicos e gestores públicos federais, estaduais e municipais na gestão integrada dos riscos de desastres de sedimentos de massa.

Os Manuais e as instituições responsáveis pela sua elaboração são os seguintes:

- Volume 1 - Manual Técnico para Mapeamento de Perigo e Risco a Movimentos Gravitacionais de Massa – Serviço Geológico do Brasil/Ministério de Minas e Energia;
- Volume 2 - Manual Técnico para Elaboração, Transmissão e Uso de Alertas de Risco de Movimento de Massa – Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais/Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações;
- Volume 3 - Manual Técnico para Planos de Contingência para Desastres de Movimento de Massa – Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil/Ministério da Integração Nacional;
- Volume 4 - Manual Técnico para Intervenções Estruturais para Fluxo de Detritos - Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil/Ministério da Integração Nacional;
- Volume 5 - Manual Técnico para Plano de Intervenção de Ruptura de Encosta – Secretaria Nacional de Desenvolvimento Urbano/Ministério das Cidades.
- Volume 6 - Manual Técnico para Redução de Riscos de Desastres Aplicado ao Planejamento Urbano – Secretaria Nacional de Desenvolvimento Urbano/Ministério das Cidades;

Este volume corresponde ao “Manual Técnico para Mapeamento de Perigo e Risco a Movimentos Gravitacionais de Massa” – e tem como objetivo principal identificar, delimitar e qualificar o terreno frente aos principais processos de movimento de massa registrados no Brasil (deslizamentos planar e rotacional, fluxo de detritos e queda de blocos). A metodologia aqui apresentada foi desenvolvida tomando por base àquela desenvolvida no Japão e está sendo aperfeiçoada para melhor retratar as condições brasileiras. Desta forma, foi realizada a coleta experimental dos dados sobre as características desses movimentos de massa em diferentes núcleos urbanos do país. A partir desta pesquisa foram definidos os ângulos limites e amplitudes de encosta estatisticamente mais propensas a movimentações, e também as distâncias de atingimento. Por fim, o manual traz os procedimentos sugeridos para avaliação, mapeamento das áreas de perigo e risco a movimentos de massa, bem como estruturação do Sistema de Informações Geográficas e instruções para apresentação dos dados obtidos em campo.



MINISTÉRIO DAS CIDADES GOVERNO FEDERAL