



Mapeamento de Riscos  
de Movimentos de  
Massa e Inundações do  
Município de

**EMBU DAS  
ARTES**

(2020)

PREVENÇÃO

# DESASTRES NATURAIS



Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente | Casa Militar e Defesa Civil | Secretaria de Logística e Transportes

# Mapeamento de Riscos de Movimentos de Massa e Inundações do Município de

# EMBU DAS ARTES

(2020)

## Relatório Técnico

Agosto 2020



## APRESENTAÇÃO

O presente Relatório Técnico inclui os resultados dos mapeamentos de riscos de Movimentos de Massa e Inundações do **Município de Embu das Artes**, obtidos no desenvolvimento o projeto “Avaliação e Mapeamento de Risco (Escalas Regional e Local) de parte da RMSP - Região Metropolitana de São Paulo (Trechos Norte/Oeste/Sudoeste/Sudeste) e do Litoral Norte”, como parte do Programa Transporte, Logística e Meio Ambiente do Projeto Transporte Sustentável de São Paulo (PTLMA), implementado pelo Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo (DER/SP), com aporte de recursos junto ao Banco Internacional para a Reconstrução e o Desenvolvimento - BIRD (Contrato de Empréstimo nº 8272 - BR).

O **Relatório Técnico Executivo** é composto por **Texto e Anexos**. O texto foi elaborado de forma a permitir a leitura e o entendimento por especialistas e não-especialistas, com enfoque ao Poder Público Municipal (gestores, corpo técnico e administrativo, em particular, aqueles relacionados aos setores de Defesa Civil, Planejamento e Desenvolvimento Urbano, Obras e Engenharia, Habitação, Saneamento e Abastecimento Público). O Relatório inclui **Introdução** (contextualização do projeto); **Metodologia** (onde são apresentados de forma sucinta a base conceitual e procedimentos utilizados para a execução do trabalho, e a elaboração da cartografia de risco); e apresentação dos **Resultados** da avaliação e mapeamento de riscos no **Município de Embu das Artes** nas escalas 1:25.000 (regional), 1:10.000 (semirregional), e 1:3.000 (local). Os Anexos contêm, além dos respectivos Mapas de Risco do município, tabelas e equações relativas à metodologia, as fichas técnicas (formulários) respectivas às Áreas e Setores de Risco identificados no município (com descrições detalhadas acerca da localização, características gerais do terreno e do uso e ocupação do solo, processos geodinâmicos observados, avaliação e classificação do grau de risco), e tabelas com síntese dos resultados e das recomendações técnicas para cada área identificada.

## **EQUIPE TÉCNICA**

### **INSTITUTO GEOLÓGICO**

#### **Coordenação**

Cláudio José Ferreira

#### **Equipe Técnica**

Adriano Jorge Abdalla	Maria José Brollo
Antônio Carlos Moretti Guedes	Lídia Keiko Tominaga
Denise Rossini Penteadó	Paulo César Fernandes da Silva
Eduardo de Andrade	Pedro Carignato Basílio Leal
Elaine Viana Vaz Martins	Ricardo Vedovello
Francisneide Soares Ribeiro	Rogério Rodrigues Ribeiro.

### **CONSÓRCIO REGEA - NIPPON KOEI LAC**

#### **Coordenação**

Adalberto Aurélio Azevedo

#### **Equipe Técnica**

Adão Aparecido Lanzieri Modesto	Oswaldo Yujiro Iwasa
Caio Christofolletti	Pedro Machado Simões
Fernando Machado Alves	Tobias Rehder da Cunha Patuci
Guilherme Nunes Fernandez	Vital Yuiti Assano
Mariana Guarnier Fagundes	Winston Hisasi Kanashiro

#### **Citação:**

INSTITUTO GEOLÓGICO. Mapeamento de Riscos de Movimentos de Massa e Inundações do Município de **Embu das Artes** (2020): Relatório Técnico. São Paulo, 2020.

## RELAÇÃO DE FIGURAS E TABELAS

### FIGURAS

**Figura 1-01.** Municípios abrangidos pelo projeto com destaque para o município de **Embu das Artes**. Imagem: Google Earth.

**Figura 2-01.** Estrutura metodológica para análise de risco (IG 2015).

### TABELAS

**Tabela 2-01.** Fatores e respectivas classes e notas utilizados para o Mapeamento de Perigo de Escorregamento, Erosão e Solapamento de Margens Fluviais.

**Tabela 2-02.** Fatores relacionados ao meio físico utilizados no cálculo da variável Perigo de inundação (P) na escala local (Adaptado de (Fernandes da Silva et al. 2014). Atributos derivados dos dados levantados em trabalhos de campo.

**Tabela 2-03.** Fatores e respectivas classes e notas utilizados para análise e classificação da Vulnerabilidade para processos de escorregamentos e movimentos de massa em geral em áreas R/C/S. Atributos derivados dos dados levantados em trabalhos de campo.

**Tabela 2-04.** Fatores de uso e ocupação do solo, classes e notas ponderadas relativas aos atributos utilizados para o cálculo da variável Vulnerabilidade ( $V_{RCS\_INU}$ ) (Adaptado de (Fernandes da Silva et al. 2014). Atributos derivados dos dados levantados em trabalhos de campo.

**Tabela 2-05.** Equações de perigo para processos geodinâmicos em escala 1:3.000.

**Tabela 2-06.** Equações de perigo preliminar para processos de escorregamento em escala 1:25000 e 1:10000.

**Tabela 2-07.** Classificação do Perigo Preliminar (Pp) de inundação em função do nível de atingimento (NAt) (Adaptado de Fernandes da Silva et al. 2014).

**Tabela 2-08.** Potencial de Indução para os processos de escorregamento, em função da classe de Uso e Cobertura da Terra.

**Tabela 2-09.** Potencial de Indução de inundação local, em função da classe de Uso e Cobertura da Terra.

**Tabela 2-10.** Potencial de Indução de inundação da bacia de contribuição relacionado à impermeabilização/infiltração, em função da classe de Uso e Cobertura da Terra.

**Tabela 2-11.** Equações para o Cálculo do Índice de Dano Potencial para perdas materiais na escala 1:10.000. Processos de escorregamentos e movimentos de massa em geral, inundações graduais e inundações rápidas.

**Tabela 2-12.** Valores máximos e mínimos dos intervalos de classificação dos índices normalizados para os cálculos de Risco, Perigo e Vulnerabilidade.

**Tabela 2-13.** Classes de índices de Perigo, Vulnerabilidade, Risco e Dano Potencial nas unidades de análise SBH, após reamostragem das classes obtidas nas OBH.

**Tabela 2-14.** Valores máximos e mínimos das classes, obtidos por quebras naturais, para o Perigo de Escorregamento nas UTB\_25K e 10K.

**Tabela 2-15.** Valores máximos e mínimos das classes, obtidos por quebras naturais, para o Perigo de Inundação Gradual nas UTB\_25K e UTB\_10K.

**Tabela 2-16.** Valores máximos e mínimos das classes, obtidos por quebras naturais, para o Perigo de Inundação Rápida ou Brusca nas OBH\_10K.

**Tabela 2-17.** Valores máximos e mínimos das classes, obtidos por quebras naturais, para o Perigo de Corrida de Massa, para as OBH\_10K.

**Tabela 2-18.** Critérios de reclassificação do Perigo de Corridas de Massa para representação nas unidades SBH.

**Tabela 2-19.** Valores máximos e mínimos das classes, obtidos por quebras naturais, para o Perigo de Escorregamento e de Solapamento de Margens Fluviais na escala 1:3.000.

**Tabela 2-20.** Valores máximos e mínimos das classes para o Perigo de Inundações e Processos Correlatos na escala 1:3.000.

**Tabelas 2-21.** Valores máximos e mínimos das classes (obtidos pelo método de quebras naturais), para a Vulnerabilidade em UTB\_10K no contexto de áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços.

**Tabelas 2-22.** Valores máximos e mínimos das classes, obtidos por quebras naturais, para a Vulnerabilidade em OBH\_10K no contexto de áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços.

**Tabelas 2-23.** Valores máximos e mínimos das classes, obtidos por quebras naturais, para a Vulnerabilidade a escorregamentos e movimentos de massa em geral no contexto de áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços.

**Tabelas 2-24.** Valores máximos e mínimos das classes para a Vulnerabilidade a inundações e processos correlatos no contexto de áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços.

**Tabela 2-25.** Valores máximos e mínimos das classes, obtidos por quebras naturais, para o Dano Potencial, para as UTB\_10K.

**Tabela 2-26.** Variáveis e equações para o cálculo dos Índices de Risco, para as áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços, com Dano Potencial à População.

**Tabela 2-27.** Variáveis e equações para o cálculo dos Índices de Risco, para as áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços, com Dano Potencial Material.

**Tabela 2-28.** Valores máximos e mínimos dos intervalos de classificação dos índices normalizados para os cálculos de Risco.

**Tabela 2-29.** Classes de índices das SBH, após reamostragem das classes obtidas nas OBH.

**Tabela 2-30.** Valores máximos e mínimos das classes, obtidos por quebras naturais, para o Risco de Escorregamentos e Inundação gradual com Dano Potencial à População e Dano Potencial material, nas UTB\_10K, inseridas no contexto das áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços.

**Tabela 2-31.** Valores máximos e mínimos das classes, obtidos por quebras naturais, para o Risco de Inundações Rápidas ou Bruscas e de corridas de massa, com Dano Potencial à População e material nas OBH\_10K.

**Tabela 2-32.** Valores máximos e mínimos das classes, obtidos por quebras naturais, para o Risco de Escorregamentos e Solapamentos nos Setores de Risco do contexto das áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços.

**Tabela 2-33.** Valores máximos e mínimos das classes para o Risco de Inundações e Processos Correlatos nos Setores de Risco do contexto das áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços (Fernandes da Silva et al. 2014).

**Tabelas 3-01.** Resultados obtidos no mapeamento do Perigo para os processos geodinâmicos na escala 1:25.000 - Município de **Embu das Artes**.

**Tabela 3-02.** Resultados obtidos no mapeamento do Perigo para os processos geodinâmicos na escala 1:10.000 - Município de **Embu das Artes**.

**Tabela 3-03.** Resultados obtidos no mapeamento de Vulnerabilidade no município, na escala 1:10.000 - Município de **Embu das Artes**.

**Tabela 3-04.** Resultados obtidos no mapeamento de Dano Potencial à população e material no município, na escala 1:10.000 - Município de **Embu das Artes**.

**Tabela 3-05.** Síntese dos resultados obtidos no mapeamento de Risco para os processos geodinâmicos no município, na escala 1:10.000 - Município de **Embu das Artes**.

**Tabela 3-06.** Síntese dos dados levantados e consolidados, separados por grupos de processos geodinâmicos e origem da informação, para as áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços - Município de **Embu das Artes**.

**Tabela 3-07.** Resultados obtidos no mapeamento do Perigo para os processos geodinâmicos na escala 1:3.000.

**Tabela 3-08.** Número de áreas-alvo selecionadas para mapeamento, separados por grupos de processos geodinâmicos e critérios de seleção, para as áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços - Município de **Embu das Artes**.

**Tabela 3-09.** Resultados obtidos no mapeamento de Vulnerabilidade no município, na escala 1:3.000.

**Tabela 3-10.** Síntese dos resultados obtidos no mapeamento de Risco para os processos geodinâmicos no município, na escala 1:3.000.

**Tabela 3-11.** Síntese dos resultados obtidos no cálculo e classificação de Risco para os processos de Escorregamentos e Movimentos de Massa em Geral e de inundação nas áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços - Município de **Embu das Artes**.

**Tabela 4-01.** Eixos e subeixos de concepção de gestão de risco a desastres naturais (Bongiovanni 2016).

**Tabela 4-02.** Diretrizes e ações recomendadas para a gestão de riscos através de medidas não estruturais.

**Tabela 4-03.** Diretrizes e ações recomendadas para a gestão de riscos através de medidas não estruturais em escala de semidetalhe para movimentos de massa.

**Tabela 4-04.** Diretrizes e ações recomendadas para a gestão de riscos através de medidas não estruturais em escala de semidetalhe para inundação nas drenagens das bacias de contribuição.

**Tabela 4-05.** Diretrizes e ações recomendadas para a gestão de riscos através de medidas não estruturais em escala de semidetalhe para inundação nas áreas de contribuição local pela água pluvial.

**Tabela 4-06.** Sumário das recomendações gerais para os Setores de Risco de inundação, conforme Fernandes da Silva et al. (2014).

**Tabela 4-07.** Sumário das recomendações gerais para os Setores de Risco de inundação, conforme Quadro 3.16 de IG-SMA (2014).

**Tabela 4-08.** Guia de campo para recomendações de obras para processos hidrológicos.

**Tabela 4-09.** Sumário das recomendações gerais para os Setores de Risco de escorregamento, conforme Quadro 3.13 de IG-SMA (2014).

**Tabela 4-10.** Sumário das recomendações gerais para os Setores de Risco de solapamento de margens fluviais, conforme Quadro 3.15 de IG-SMA (2014).

**Tabela 4-11.** Modelo do formulário de apresentação das recomendações das áreas de risco, com a descrição das Características dos serviços a serem executados.

**Tabela 4-12.** Recomendações de planejamento e de caráter preventivo.

## SUMÁRIO

<b>1. Introdução</b>	<b>9</b>
<b>2. Metodologia</b>	<b>11</b>
2.1. Base Conceitual	11
2.2. Procedimentos Metodológicos	15
2.2.1. Unidades Espaciais de Análise	15
2.2.2. Seleção e Obtenção de Atributos e Fatores de Análise de Risco	18
2.2.3. Modelagem e Cálculo dos Índices de Risco e suas Variáveis (Perigo, Vulnerabilidade, Dano Potencial)	22
2.2.4. Cartografia Final	23
A) Normalização e Classificação dos Atributos e Índices	23
B) Cartografia de Risco e suas Variáveis nas Escalas 1:25.000 e 1:10.000	24
C) Cartografia de Riscos e suas Variáveis em Escala 1:3.000	27
<b>3. Resultados</b>	<b>29</b>
3.1. Resultados da Avaliação e Mapeamento Escala 1:25.000	30
3.2. Resultados da Avaliação e Mapeamento Escala 1:10.000	31
3.3. Resultados da Avaliação e Mapeamento Escala 1:3.000	32
3.4. Banco de Dados Geográficos	37
<b>4. Recomendações</b>	<b>38</b>
4.1. Recomendações Gerais de Escalas Semirregionais	39
4.2. Recomendações Gerais de Escala Local	42
4.3. Síntese das Recomendações	49
<b>5. Conclusões e Limitações de Uso</b>	<b>51</b>
<b>6. Bibliografia</b>	<b>54</b>

## ANEXOS

<b>1. ANEXO A - EQUAÇÕES E TABELAS PDF</b>	<b>62</b>
<b>2. ANEXO B - MAPAS EM FORMATO PDF</b>	<b>83</b>
<b>3. ANEXO C - FICHAS DE SETORES DE RISCO ESCALA LOCAL FORMATO PDF</b>	<b>83</b>
<b>4. ANEXO D - ARQUIVOS SIG</b>	<b>83</b>
<b>5. ANEXO E - SÍNTESE DOS SETORES E DAS RECOMENDAÇÕES</b>	<b>83</b>



## 1. INTRODUÇÃO

O presente Relatório Técnico apresenta os resultados dos mapeamentos de riscos de Movimentos de Massa e Inundações do Município de **Embu das Artes** relacionados a escorregamentos (e movimentos de massa em geral) e inundações (e processos correlatos), efetuados em escalas regional e semirregional (1:25.000 e 1:10.000) e em escala local (1:3.000).

O Estado de São Paulo tem implementado políticas públicas e instrumentos voltados ao gerenciamento, prevenção e adaptação aos impactos das mudanças climáticas, tendo como destaques a Política Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC), instituída por meio da Lei Estadual nº 13.798/2009, e o PDN - Programa Estadual de Prevenção de Desastres Naturais e Redução de Riscos Geológicos do Estado de São Paulo (Decreto Estadual Nº 57.512/2011). Neste contexto se insere o Contrato de Empréstimo com o Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD) para execução do Programa de Transporte, Logística e Meio Ambiente (PTLMA), tendo como tomador dos recursos o Departamento de Estradas de Rodagem (DER/SP).

O Programa de Transporte, Logística e Meio Ambiente (PTLMA) inclui três componentes:

- Componente 1 - Melhoria da eficiência e segurança do transporte e logística;
- Componente 2 - Fortalecimento da capacidade de planejamento sustentável ambiental e de uso da terra e de gerenciamento territorial; e
- Componente 3 - Aumento da resiliência do Estado para desastres naturais.

O Componente 3, tem como Gestor Técnico o Instituto Geológico da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SIMA), e visa dar suporte ao desenvolvimento de ações com foco na Gestão de Riscos de Desastres (GRD), as quais incluem a execução de estudos para identificação, gestão e redução de riscos. O projeto “Avaliação e Mapeamento de Risco (Escala Regional e Local) de parte da RMSP - Região Metropolitana de São Paulo (Trechos Norte/Oeste/Sudoeste/Sudeste) e do Litoral Norte” se insere o Componente 3 do Programa, e compreende dois subcomponentes, a saber:

Subcomponente 3.1 - Integração do gerenciamento de risco de desastres no Setor de Logística e Transportes onde o enfoque é a infraestrutura rodoviária;

Subcomponente 3.2 - Aumento da política de gerenciamento de risco de desastres e capacidade institucional, onde o enfoque são os núcleos habitacionais e urbanos, o qual é objeto do presente relatório.

Os resultados do projeto de avaliação e mapeamento de perigos e riscos relacionados a processos geodinâmicos fornecem subsídios técnicos não apenas a novos investimentos, mas, principalmente, à formulação e implementação de Políticas Públicas e instrumentos voltados à gestão de riscos e desastres naturais.

A abrangência temática do projeto compreende: 1) Estudo de processos geodinâmicos perigosos relacionados a escorregamentos e inundações; 2) Avaliação e mapeamentos de riscos associados aos processos geodinâmicos considerados, incluindo a vulnerabilidade de áreas de uso Residencial/Comercial/Serviços e os danos potenciais.

A abrangência geográfica dos serviços referente ao subcomponente 2 engloba 27 municípios das regiões norte, oeste, sudoeste e sudeste da RMSP - Região Metropolitana de São Paulo. Estes 27 municípios são: Barueri, Caieiras, Cajamar, Carapicuíba, Cotia, Diadema, Embu das Artes, Embu-Guaçu, Francisco Morato, Franco da Rocha, Itapeverica da Serra, Itapevi, Jandira, Jujutiba, Mairiporã, Mauá, Osasco, Pirapora do Bom Jesus, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra, Santana de Parnaíba, Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, São Lourenço da Serra, Taboão da Serra e Vargem Grande Paulista (**Figura 1-01**).

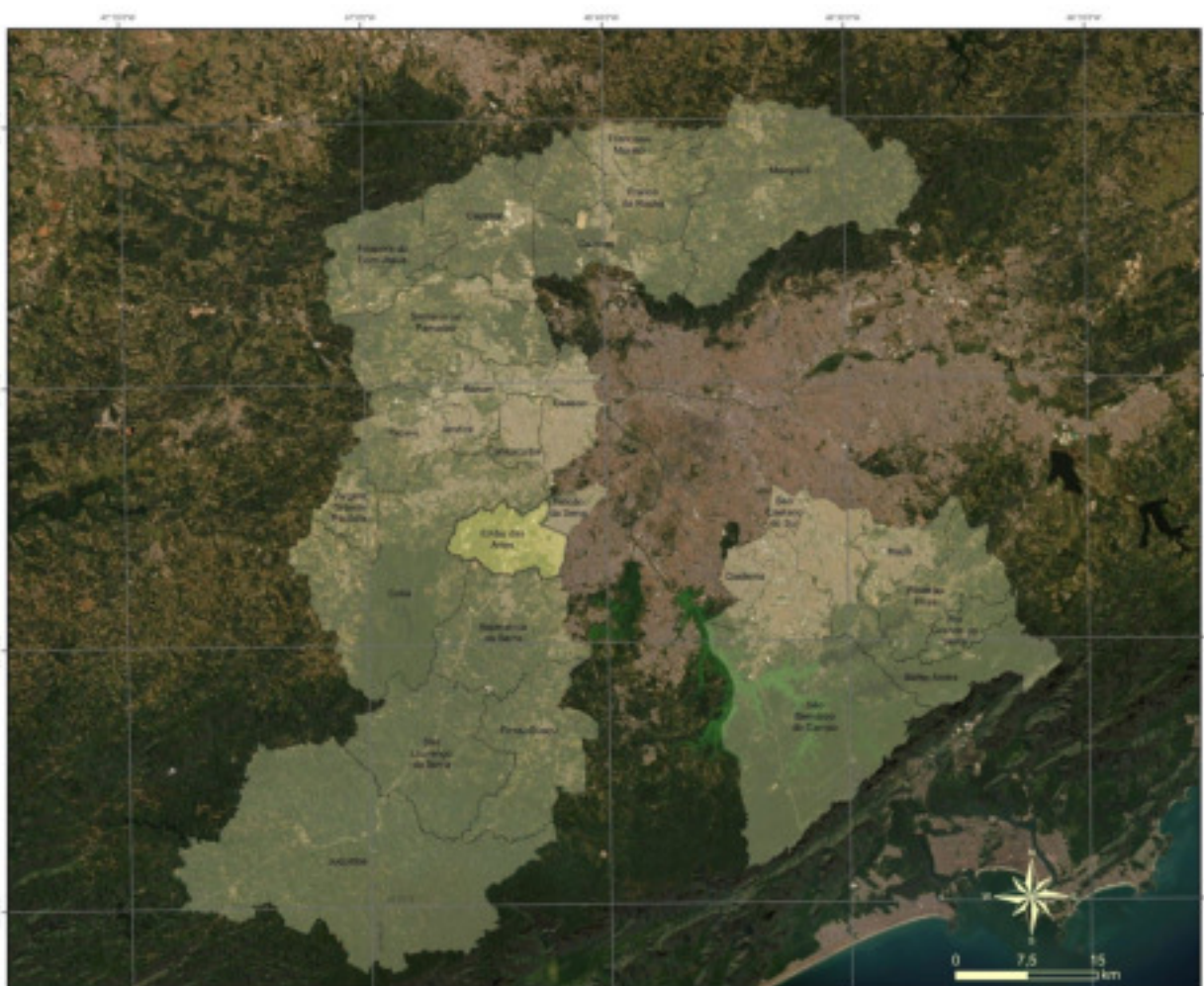


Figura : Municípios abrangidos pelo projeto com destaque para o município de Embu das Artes

Imagem: Google Earth.

**Figura 1-01.** Municípios abrangidos pelo subcomponente 2 do projeto com destaque para o município de **Embu das Artes**. Imagem: Google Earth.

As escalas de mapeamento e a abrangência geográfica do trabalho incluem:

**Escala 1:25.000** – Avaliação e mapeamento de riscos envolvendo a área total dos 27 municípios;

**Escala 1:10.000** – em duas situações:

- a) Avaliação e mapeamento de riscos em áreas edificadas dos 27 municípios;
- b) Avaliação e mapeamento de riscos em sub-bacias dos 27 municípios.

**Escala 1:3.000** – Avaliação e mapeamento de risco relacionadas a escorregamentos (e movimentos de massa em geral) e inundações (e processos correlatos), em áreas-alvo, de núcleos residenciais dos 27 municípios.

## 2. METODOLOGIA

O presente estudo parte da premissa de que a totalidade do território do município deve ser analisado quanto à possibilidade de ocorrência de processos geodinâmicos associados a escorregamentos, inundações, corrida de massa, entre outros, uma vez que a ocupação em áreas sujeitas a estes processos pode desencadear situações de vulnerabilidade e de riscos a pessoas e bens. Esta visão do território, associada ao registro de ocorrências de acidentes, permite a elaboração de uma **cartografia de risco**, abrangendo tanto as áreas já conhecidas, com situações de risco já instalado, como também, as áreas potenciais de risco.

A metodologia de avaliação e mapeamento de riscos relacionados à escorregamentos (e movimentos de massa em geral) e inundações (e processos correlatos), baseou-se no método sintético (integrado ou da paisagem), bem como no uso de sistemas de informações geográficas (SIG) para organização, obtenção, tratamento e análise de dados. Os levantamentos foram realizados a partir de uma abordagem multiescalar, incluindo mapeamentos e cartografia de risco em escala regional ou semirregional (1:25.000 e 1:10.000 respectivamente), além de mapeamento e cartografia de risco em escala local (1:3.000), realizado em áreas consideradas mais críticas, envolvendo áreas urbanas de uso residencial, comercial e de serviços (**Figura 2-01**).

### 2.1. BASE CONCEITUAL

Os procedimentos de análise e mapeamento de riscos envolvem etapas de avaliação dos perigos potenciais e das condições de vulnerabilidade, cuja interação determina a magnitude dos danos às pessoas, propriedades, atividades econômicas e ao meio ambiente.

Os conceitos e terminologia para análise e mapeamento de risco utilizados no presente estudo tem como referência as definições de Varnes (1984), Anbalagan e Singh (1996), BRASIL (2007), AUSTRALIAN GEOMECHANICS (2007), Remondo et al. (2008), UNISDR (2009), apresentados de forma sucinta a seguir.

**Perigo:** fenômeno, substância, atividade humana ou condição que pode causar perda de vidas, ferimentos ou outros impactos na saúde, danos às propriedades, perda de bens e serviços, distúrbios sociais e econômicos e danos ao meio ambiente;

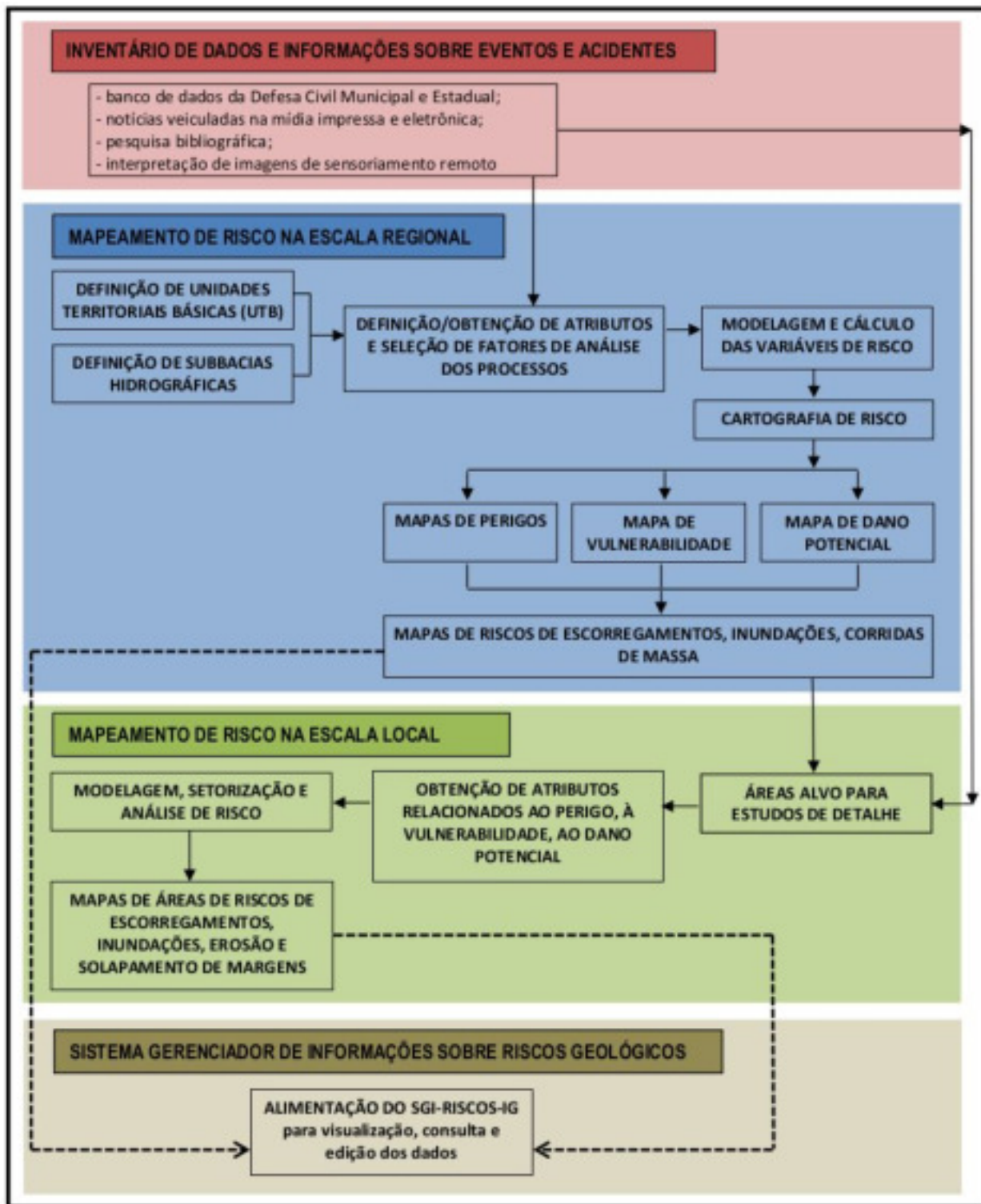


Figura 2-01. Estrutura metodológica para análise de risco (IG 2015).

**Vulnerabilidade:** características e circunstâncias de uma comunidade, sistema ou bem que a fazem suscetível aos efeitos de um perigo;

**Exposição:** pessoas, propriedades, sistemas ou outros elementos presentes em zonas perigosas que estão, portanto, sujeitas a danos potenciais;

**Dano Potencial:** intensidade esperada das perdas humanas, materiais ou ambientais, induzidas às pessoas, comunidades, instituições, instalações e/ou ecossistemas, como consequência de um evento perigoso;

**Valoração do elemento em risco:** estimativa dos custos diretos relacionados à reconstrução das estruturas atingidas, trabalhos de estabilização da área, custos de acomodação temporária entre outros.

**Risco:** combinação da probabilidade de ocorrência de um evento e suas consequências negativas.

Para a avaliação e mapeamento de riscos foram considerados e detalhados os seguintes processos geodinâmicos, subdivididos em dois grupos principais:

**A. Movimentos de Massa:** são os processos de transporte ou movimento de material decorrentes da ação da gravidade, comumente, deflagrados por chuvas intensas. Podem ocorrer em rochas e solos. Estes movimentos incluem:

Quedas: Processo caracterizado por movimentos rápidos, geralmente em queda livre, que podem ocorrer associados a descontinuidades como fraturas e planos de acamamento ou foliação. Estes processos, quando identificados, foram representados no grupo dos Escorregamentos nas escalas 1:25.000, 1:10.000 e 1:3.000;

Tombamentos: Rupturas caracterizadas pelo basculamento do material sobre um eixo basal, e podem estar associadas a descontinuidades verticais, como fraturas e juntas. Estes processos, quando identificados, foram representados no grupo dos Escorregamentos nas escalas 1:25.000, 1:10.000 e 1:3.000;

Escorregamentos (ou deslizamentos): Processo rápido de movimento de massa, quando porções do terreno (volumes de rocha, solo ou aterros) são deslocados sob a ação direta da gravidade, para baixo e para fora de um talude ou vertente, ao longo de uma superfície de ruptura bem definida. Ocorrem quando a resistência de um material é reduzida, seja de forma natural ou induzida, até que ocorra a deflagração da ruptura e movimentação. Podem ser planares, rotacionais ou em cunha. Estes processos foram representados no grupo dos Escorregamentos nas escalas 1:25.000, 1:10.000 e 1:3.000;

Expansão lateral: Ocorrem comumente em taludes de baixa inclinação ou terrenos planos, quando a ruptura ocorre pela liquefação de sedimentos pouco coesos ou supersaturados sob um material mais coeso, causando sua ruptura e expansão. Estes processos, quando identificados, foram representados no grupo dos Escorregamentos nas escalas 1:25.000, 1:10.000 e 1:3.000;

Corridas de massa: São a forma rápida de processos de escoamento, e são formadas pelo movimento de grandes volumes de massa (rocha, solo, detritos) que, ao atingirem a drenagem (cursos d'água ou hídricos) apresentam escoamento rápido em um comportamento fluido, sendo capaz de atingir grandes distâncias em pouco tempo, com alta energia e alto poder destrutivo depositando-se, geralmente, nas áreas de menor inclinação do canal e de seu entorno. Estes

processos são representados em separado nas escalas 1:25.000 e 1:10.000 e de forma agrupada junto com movimentos de massa em geral na escala 1:3.000;

Erosão acelerada: Este processo é caracterizado pelo transporte de massa após desagregação e remoção de partículas ou fragmentos de solo ou rocha, pela ação combinada de gravidade com a água, vento e organismos. Neste projeto, dois tipos principais destes processos foram mapeados na escala 1:3.000:

Erosões lineares: Denominadas sulcos ou ravinas que, quando evoluídos até o atingimento do lençol freático, passam a ser designadas como boçorocas;

Solapamento de taludes fluviais: Causados pela ação erosiva das águas de um curso hídrico ao longo de seus taludes marginais, geralmente associada e/ou acelerada pela ocorrência de processos hidrológicos de enchentes e inundações.

**B. Inundações e processos correlatos**: São os processos hidrológicos de ocorrência ou recorrência, geralmente, deflagrada por chuvas rápidas e fortes, ou intensas e de longa duração, além de outros tipos de eventos climáticos como degelos ou furacões e tornados (também referidos como tempestades). Podem ser intensificados por intervenções antrópicas como impermeabilização do solo, retificação dos cursos hídricos ou redução de vazão em decorrência de obras ou assoreamento. Nas escalas 1:25.000 e 1:10.000, foram individualizados para o mapeamento. Na escala 1:3.000, foram mapeados de forma agrupada em inundações e processos correlatos, sendo individualizados em cada setor mapeado. Dividem-se em:

Inundação gradual: Processo hidrológico caracterizado pelo aumento do volume de água em um curso d'água e ocasionando o seu transbordamento e atingindo, gradativamente, as áreas próximas às margens do corpo hídrico e a sua planície de inundação ou área de várzea (leito maior) ou terraços fluviais antigos;

Inundação rápida (ou brusca/enxurrada): Processo hidrológico com alta velocidade de transbordamento do curso hídrico, geralmente com curta duração, gerando um fluxo de alta energia de transporte de materiais, com grande potencial para deflagração ou aceleração de processos de solapamento de taludes marginais. Pode extravasar ou ficar restrito ao canal do curso hídrico. Pode, ainda, ocorrer em locais em que não está associado à dinâmica fluvial, como vias em declive, onde o sistema de captação e condução das águas pluviais inexistente, é precário ou insuficiente. Nestes locais, ao serem atingidos por chuvas intensas, ocorre um significativo aumento da velocidade de escoamento superficial;

Enchente: Processo em que há elevação do nível d'água do curso hídrico até a cota máxima do canal sem, no entanto, haver extravasamento;

Alagamento: Acúmulo de água em terrenos localmente de baixa declividade, e onde há baixa capacidade de escoamento das águas pluviais em decorrência de deficiência do sistema de drenagem, podendo ou não estar associado aos processos relacionados ao curso hídrico e à dinâmica fluvial.

## 2.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Como mencionado anteriormente, no presente projeto foi aplicada a abordagem sintética ou integrada, tendo sido adotados os conceitos e procedimentos de compartimentação fisiográfica (Vedovello 2000) e de paisagem (Cendrero et al. 1979, 2004; Ferreira e Rossini-Penteado 2011; Ferreira et al. 2013), para a definição de unidades espaciais de análise, também denominadas de Unidades Básicas de Gerenciamento de Banco de Dados - UBGBD (Vedovello et al. 2002).

O método de análise de riscos aos processos geodinâmicos envolve, inicialmente, a identificação e caracterização das variáveis que compõem a Equação de Risco, e que são: o **Perigo**, a **Vulnerabilidade** e o **Dano Potencial**. Entre as etapas metodológicas (Figura 2-1), destacam-se:

- a) Delimitação das unidades espaciais de análise;
- c) Seleção e obtenção dos atributos e fatores de análise de riscos (Perigo, Vulnerabilidade e Dano Potencial);
- d) Modelagem e cálculo dos índices de risco e suas variáveis (Perigo, Vulnerabilidade e Dano Potencial);
- e) Elaboração dos produtos cartográficos.

### 2.2.1. UNIDADES ESPACIAIS DE ANÁLISE

A espacialização do território, baseada em unidades de paisagem com atributos associados, favorece a integração entre os sistemas ambiental, socioeconômico e cultural. A abordagem sintética permite identificar as potencialidades de uso de uma determinada área, suas limitações, vulnerabilidades e fragilidades naturais, bem como os riscos associados. Além disso, a estruturação de bases de dados e a realização de análises temáticas a partir desta abordagem apresenta vantagens em relação a métodos que utilizam o cruzamento de diversos planos de informação para a elaboração de mapas temáticos, uma vez que tais unidades representam limites fixos que guardam correspondência espacial no terreno e na paisagem, e sendo por isso mais facilmente reconhecíveis por usuários não especialistas.

As unidades espaciais de análise são estabelecidas em função da escala de trabalho e do processo geodinâmico em análise. Neste projeto foram definidas as seguintes unidades espaciais de análise:

**A. SBH – Sub-bacias Hidrográficas:** A bacia hidrográfica é definida como uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída, o exutório (Tucci 1997; Porto e Porto 2008). A sub-bacia hidrográfica foi a unidade de análise utilizada para o mapeamento dos processos geodinâmicos de **corridas de massa** e de **inundações rápidas ou bruscas**. Para auxiliar nas análises e cálculos das SBH, foram adotados os planos de informação com unidades de bacias hidrográficas menores, denominadas OBH - Ottobacias hidrográficas (Pfafstetter 1989). Essas Ottobacias representam áreas de tamanho aproximado, que têm como referência central o corpo de água principal do trecho. Para o presente estudo, foram

adotadas Ottobacias disponibilizadas pela ANA (Agência Nacional de Águas) em escala compatível com 1:25.000. Após a realização das análises e cálculos pertinentes, os resultados obtidos para as Ottobacias foram reamostrados e integrados dentro da SBH para a composição e apresentação final dos resultados.

**B. UTB – Unidades Territoriais Básicas:** As UTBs constituem as unidades de paisagem utilizadas para expressar o conceito geográfico de zonalidade. São as menores unidades de análise reconhecíveis no terreno em determinada escala de análise, representativas dos aspectos geológico, geomorfológico, pedológico, climatológico e do uso e cobertura da terra e dos padrões de ocupação urbana. Cada zona é definida por meio de critérios específicos, baseados no agrupamento de componentes ou atributos ambientais com alto grau de associação dentro da paisagem, segundo sua especificidade de estrutura e de funcionamento. Com base nas UTB é possível associar a uma mesma região do espaço, diferentes atributos ou fatores ambientais (físicos e socioeconômicos), que descrevem e qualificam os processos em análise. As UTB foram definidas a partir da intersecção de dois planos de informação intermediários, utilizando de técnicas de geoprocessamento em Sistemas de Informação Geográfica (SIG): 1) Plano de Informação das Unidades Básicas de Compartimentação do Substrato Geológico-Geomorfológico-Pedológico (UBC), conforme Vedovello 2000; Ferreira et al. 2015; e 2) Plano de Informação das Unidades Homogêneas de Cobertura Terra e do Uso e Padrão da Ocupação (UHCT), conforme Rossini-Penteado et. al. 2007a, 2007b; Rossini-Penteado e Giberti 2008; Ferreira e Rossini-Penteado 2011.

UBC – Unidades Básicas de Compartimentação: essas unidades refletem as características do substrato geológico-geomorfológico-pedológico em função dos processos endógenos e exógenos ao qual este substrato foi submetido. A esse conjunto de características corresponde uma resposta geomecânica específica. Dessa forma, a delimitação das UBCs é feita com base no processo de observação e análise de imagens orbitais para interpretação e identificação de elementos texturais de relevo, traçando-se os limites segundo a homogeneidade, anisotropia e assimetria dos elementos, quebras de relevo, rupturas de declividade entre outros critérios (IG 2014b, IG 2017b).

UHCT – Unidade Homogênea de Cobertura da Terra e do Uso e Padrão da Ocupação: são as menores unidades geográficas de análise do uso e cobertura da terra e do padrão de ocupação na escala analisada, sendo resultantes da associação ou combinação de diferentes elementos da paisagem que definem padrões espaciais específicos (IG 2016, IG 2017b). As unidades são delimitadas por meio de interpretação visual dos produtos de sensoriamento remoto, considerando as características homogêneas de aspectos físicos, forma e textura relacionados ao uso e ocupação representativas.

**C. SR – Setores de Risco:** Correspondem às unidades de análise utilizadas nas avaliações e mapeamentos de riscos em escala local (detalhe). Os setores de risco são o resultado da delimitação e classificação de porções do território de acordo com os tipos de processos geodinâmicos (incluindo a magnitude, probabilidade e a frequência de ocorrência), bem como as características do terreno e do uso e ocupação do solo, aspectos estes que se expressam, no



**Perigo** e na **Vulnerabilidade** (ver Item 2.1), parâmetros (ou variáveis) utilizados no presente estudo para a estimativa e o cálculo (numérico) do **Risco**. O setor de risco, em geral, corresponde a uma porção de um bairro, sendo delimitado por um polígono, onde há possibilidade de ocorrência de processos geodinâmicos com potencial para causar danos tangíveis diretos e indiretos (materiais e econômicos) e/ ou intangíveis (população afetada, perda de vidas, problemas de saúde, danos sociais e psicológicos). A identificação, delimitação e caracterização dos setores de risco, utiliza os dados e informações provenientes dos levantamentos em escala regional (1:25.000 e 1:10.000), particularmente no que diz respeito às unidades espaciais de análise (UBC, UHCT e UTB), mas em boa parte, é realizada com base nas observações, dados e informações coletados *in situ*, durante os trabalhos de campo, com algumas variações metodológicas e de procedimentos, dependendo do tipo de processo geodinâmico estudado, como indicado a seguir.

a. No caso dos processos de escorregamentos e movimentos de massa em geral, a setorização de risco relaciona a possibilidade de ocorrência dos processos a aspectos intrínsecos do terreno, tais como: declividade, composição, comportamento geomecânico e condições naturais de saturação do substrato (solo e/ou rocha) e presença de feições de movimentação que podem indicar instabilidade dos taludes (naturais e/ou de corte), considerados determinantes para a estimativa do Perigo no trecho mapeado. A Vulnerabilidade das áreas urbanas, particularmente de uso residencial/comercial/serviços é estimada a partir da observação do conjunto das características relacionadas ao Uso e Ocupação do Solo, tais como: densidade populacional (de habitantes), resistência e padrão construtivo das construções, drenagem urbana, e conservação e tipologia das vias de acesso.

b. No caso de inundações e processos correlatos, a setorização de risco envolve a delimitação e classificação de porções do território segundo as características da dinâmica, abrangência e temporalidade dos eventos (Perigo) e do uso e ocupação do solo (Vulnerabilidade). Dados e informações coletados em campo são utilizados para alimentação de bancos de dados e operações em SIG (análise espacial de dados) que permitem a elaboração de planos de informação referentes ao Perigo e à Vulnerabilidade, e seus respectivos setores. Nesse sentido, os Setores de Risco resultam da intersecção direta, por meio de operações de geoprocessamento, dos referidos planos de informação (Perigo e Vulnerabilidade), com posterior atribuição de escores numéricos e classes (obtidos por meio de cálculos e operações matemáticas em ambiente SIG), como apresentado mais adiante.

i. Os Setores de Perigo são obtidos a partir da interpolação dos dados de Nível de Atingimento da água (**NAt**), observados em trabalhos de campo, definindo assim os limites do Setor de Perigo, ao qual são atribuídos um escore numérico e uma classe de Perigo preliminares. Numa etapa subsequente, os escores e classes preliminares são ajustados, com a aplicação de Fatores de Correção, em função da confiabilidade dos dados de NAt (observados diretamente ou inferidos), bem como à frequência (recorrência) e tipologia dos eventos de inundação e processos correlatos. Nos casos de Inundação Rápida (Enxurrada), aplica-se Fator de Correção adicional e

específico, de forma a incorporar a energia cinética decorrente da velocidade da água, o que eleva o escore numérico (Índice) de Perigo, e em muitos casos eleva também o grau de Perigo respectivo ao setor mapeado;

ii. Os Setores de Vulnerabilidade nas áreas urbanas de uso residencial/ comercial/ serviços são delimitados com base nas observações de campo (detalhando assim as informações derivadas das UHCT obtidas nos levantamentos regionais), a partir da análise *in situ* das características homogêneas relacionadas ao Uso e Ocupação do Solo, tais como resistência e padrão construtivo das edificações, acessibilidade, drenagem de águas pluviais, infraestrutura sanitária e urbana. Com base nessas informações, subsequentemente são atribuídos escores numéricos aos setores delimitados.

### 2.2.2. SELEÇÃO E OBTENÇÃO DE ATRIBUTOS E FATORES DE ANÁLISE DE RISCO

Para cada unidade de análise são selecionados determinados atributos que constituem fatores de análise que, por sua vez, são utilizados para o cálculo dos índices das variáveis **Perigo**, **Vulnerabilidade**, e **Dano Potencial**, que compõem as equações de **Risco**.

#### Atributos

Nos levantamentos em escalas regional e de semirregional (1:25.000 e 1:10.000), elementos fisiográficos, relacionados ao relevo, como: amplitude topográfica, declividade, curvatura vertical e horizontal do terreno, bem como elementos relacionados à geologia, como: tipo de rocha (unidade geológica), presença de estruturas (por ex. fraturas, foliações e descontinuidades em geral), observáveis como lineamentos em imagens de satélite e ortofotos, constituem os atributos das unidades UBC, sendo relacionados à variável **Perigo**. Os elementos relacionados ao uso e ocupação do solo foram obtidos pela interpretação visual de imagens e dados oriundos dos setores censitários do IBGE, constituem os atributos das unidades UHCT que, por sua vez, são relacionados à variável **Vulnerabilidade**. Os atributos derivados dessas unidades foram incorporados às unidades de análise UTB.

Para as unidades SBH, os aspectos fisiográficos analisados foram: (a) circularidade da sub-bacia; (b) Índice de Melton (que utiliza elementos do relevo e parâmetros morfométricos da bacia); (c) declividade do terreno; (d) declividade do canal; (e) amplitude da sub-bacia; (f) outros elementos calculados para as Ottobacias. Estes aspectos fisiográficos foram, posteriormente, reamostrados e classificados para as SBHs. Tal como ocorre nas UBCs, estes aspectos são relacionados à variável **Perigo**. Os aspectos de uso e ocupação do solo, relacionados à variável **Vulnerabilidade**, foram reamostrados e calculados a partir das UHCTs sendo, posteriormente, inseridos no contexto da SBH.

Nos levantamentos em escala local (1:3.000), tanto para os processos de escorregamentos e movimentos de massa em geral, quanto para inundações e processos correlatos, os atributos relacionados à **Vulnerabilidade** dos Setores de Risco foram obtidos a partir da observação em campo dos aspectos de padrão e tipologia construtivos, bem como dos elementos relacionados à

drenagem e saneamento, tipologia de cobertura vegetal e demais elementos de infraestrutura urbana. Para os processos de escorregamentos e movimentos de massa em geral, os elementos fisiográficos relacionados ao **Perigo**, foram obtidos a partir da combinação de dados derivados das unidades UBC (delimitadas nos levantamentos anteriores em escala 1:25.000 e 1:10.000) e da observação em campo das características do solo, contexto geológico e geomorfológico locais, tipologia das encostas e taludes, declividade do terreno e demais elementos geométricos dos taludes. Para inundações e processos correlatos, os atributos relacionados ao **Perigo** incluem: nível de atingimento do processo, sua recorrência, energia do processo hidrológico (no caso de inundação rápida ou enxurrada), além da tipologia, morfologia e geometria do canal de drenagem associado. Estes atributos são derivados de observações de campo.

### **Fatores de Análise de Risco**

No presente estudo, os fatores de análise são entendidos como as características do terreno e do processo geodinâmico estudado (relacionados ao **Perigo**), e as características do uso e ocupação do solo (relacionados à **Vulnerabilidade**), utilizadas para a análise e avaliação do **Risco**. Em geral, os fatores de análise são compostos por mais de um atributo, os quais são obtidos a partir dos dados de campo no mapeamento de detalhe (1:3.000), ou derivados das unidades espaciais de análise (UBC, UHCT, UTB), no caso do mapeamento em escalas regional e semirregional (1:25.000 e 1:10.000, respectivamente). Estes fatores são utilizados para os cálculos dos índices (Perigo e Vulnerabilidade) que compõem a equação de Risco. O cálculo e modelagem - do Risco e suas variáveis ou componentes (Perigo, Vulnerabilidade, e também o Dano Potencial) - correspondem a um método semiquantitativo, que envolve a seleção dos fatores de análise que interferem ou tem influência direta no desencadeamento dos processos, e a aplicação de expressões matemáticas (fórmulas) para estimativa numérica (índices) de cada variável da equação de risco e, por conseguinte, do próprio Risco, resultando também numa estimativa numérica e determinação do grau de risco (classificação). Esta interação (ou expectativa do grau de influência) entre os fatores e os processos geodinâmicos é incorporada e expressa numericamente por meio de regras (condicionais ou heurísticas) e atribuição arbitrada de pesos (ou notas) aos fatores de análise para a estimativa dos índices de cada variável da equação de risco.

As expressões matemáticas (fórmulas) para estimativa numérica de cada uma das variáveis são distintas e podem ser modificadas ou adaptadas de acordo com o tipo de processo geodinâmico estudado e em função dos fatores selecionados e utilizados para a análise. Como mencionado anteriormente, no presente estudo as principais variáveis ou **componentes do Risco** incluem: **Perigo, Vulnerabilidade e Dano Potencial**.

Nos levantamentos em escala regional (1:25.000) e semirregional (1:10.000), estas três variáveis (e respectivos índices) fazem parte da equação de Risco e, portanto, são computados para o cálculo e determinação do grau de risco resultante. Vale destacar que, nas escalas regional e semirregional, utiliza-se também uma variável auxiliar ou intermediária, que é o **Potencial de Indução**, que procura incorporar ao cálculo a influência dos fatores relacionados ao Uso e Ocupação do Solo sobre a deflagração, magnitude e frequência de ocorrência dos processos geodinâmicos (aspectos relacionados ao Perigo). Nos mapeamentos de detalhe local (1:3.000) o **Dano Potencial** não é

utilizado na equação para o cálculo e determinação do risco, sendo computado à parte, e estimado numericamente (em valores monetários, número de pessoas e/ou de edificações por setor de risco) para qualificar o grau de risco resultante.

Para o cálculo dos índices (Perigo, Vulnerabilidade, Dano Potencial, Potencial de Indução e Risco) são considerados **fatores relacionados ao meio físico**, que interferem diretamente na suscetibilidade natural do terreno aos processos geodinâmicos, bem como **fatores relacionados ao padrão de uso e ocupação do solo**, que podem induzir e potencializar a ocorrência dos processos. Como descrito anteriormente no Item 2.2.1 (Unidades Espaciais de Análise), as Unidades Territoriais Básicas (UTB) são obtidas por operações de geoprocessamento, envolvendo a intersecção de dois planos de informação intermediários: um contendo as Unidades Básicas de Compartimentação do Substrato Geológico-Geomorfológico-Pedológico (UBC) e o outro contendo as Unidades Homogêneas de Cobertura da Terra e do Uso e Padrão da Ocupação Urbana (UHCT). Nesse sentido, as UTBs herdam os atributos provenientes daquelas unidades, que passam a ser utilizados, em geral de forma composta ou combinada, como fatores de análise para a modelagem e cálculo dos índices de risco e suas variáveis de acordo com o tipo de processo geodinâmico estudado.

#### Escalas 1:25.000 e 1:10.000

Como apresentado mais adiante, no Item 2.2.3, nos **levantamentos em escala regional (1:25.000) e semirregional (1:10.000)**, os fatores do meio físico são derivados das Unidades Básicas de Compartimentação (UBC), e foram utilizados para o **cálculo dos índices de Perigo** para os processos de **escorregamento e inundação gradual** (incluindo etapa de cálculo de Perigo Preliminar, onde o Potencial de Indução do Uso do Solo ainda não é computado). Conforme demonstrado nas equações apresentadas no Item 2.2.3, de forma geral, estes fatores do meio físico correspondem à uma combinação agregada de valores escalares ponderados (variam de 0 a 1) de atributos que incluem, entre outros, declividade e curvatura do terreno, densidade de lineamentos, relações geométricas e espaciais entre vertente e planos de descontinuidade existentes no maciço rochoso, excedente hídrico e erodibilidade (inferida a partir do tipo de rocha). Para os processos de **inundação rápida e corrida de lama**, as unidades espaciais de análise são as Ottobacias (OBH), cujos dados são reamostrados e ajustados à Sub-bacia hidrográfica (SBH), como indicado no Item 2.2.1. Nestes casos, os fatores do meio físico utilizados para análise e cálculo do Perigo (e Perigo Preliminar) são derivados destas unidades, e agregam atributos morfométricos tais como inclinação, relevo e circularidade da bacia, Índice de Melton, e vazão de pico (em substituição ao excedente hídrico). Os fatores relacionados ao uso e ocupação do solo são derivados das Unidades Homogêneas de Cobertura e Uso da Terra e do Padrão da Ocupação Urbana (UHCT), e foram utilizados para o **cálculo dos índices de Potencial de Indução**, tanto para os processos de **escorregamento** como de **inundação** (gradual e rápida), dos **índices de Vulnerabilidade** (das áreas de uso Residencial/Comercial/Serviços) e **índices de Dano Potencial**.

No caso dos índices da subvariável **Potencial de Indução** (utilizada nas escalas 1:25.000 e 1:10.000), valores escalares ponderados (variando de 0 a 1) são atribuídos em função da classe de Uso e Cobertura da Terra (**ANEXO A - Tabelas 2-08, 2-09 e 2-10**), sendo que para as áreas de uso

Residencial/Comercial/Serviços os valores são calculados através de fórmula que leva em consideração fatores socioeconômicos e também relacionados à infraestrutura sanitária e ocupação urbana. Fatores socioeconômicos e relacionados à infraestrutura sanitária também são utilizados para o cálculo dos índices de **Vulnerabilidade** das áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços (**ANEXO A - Equações 08, 09, 10**). Especificamente para os processos de **inundação (gradual e rápida)**, os índices de **Potencial de Indução** são calculados em função da classe de Uso e Cobertura da Terra, todavia diferindo os fatores de análise (e o cálculo) em duas situações: *i*) em nível local (utilizando fatores socioeconômicos e de infraestrutura sanitária e ocupação urbana com atributos derivados de UHCT/UTB e dados censitários); *ii*) de acordo com as características da bacia hídrica de contribuição (utilizando fatores relacionados à impermeabilização/infiltração com atributos derivados das Ottobacias - OBH, e recalculados em relação à UHCT). Os valores numéricos obtidos para cada uma das situações são agregados para obtenção do índice de Potencial de Indução que, posteriormente, é combinado ao índice de Perigo Preliminar para o cálculo final do Índice de **Perigo** referente aos processos de inundação gradual e inundação rápida. Os índices de **Dano Potencial** para os processos de movimentos de massa (escorregamentos e corridas de massa) e inundação (gradual e rápida) foram calculados na escala 1:1.000, separando os fatores de análise em: *iii*) perdas de vidas humanas, computado pelo número estimado de pessoas por UTB (combinando dados censitários de população com valores derivados da contagem do número de edificações obtido por interpretação visual de imagens como indicado no Item 2.2.1-B); *iv*) perdas materiais tendo como fator de análise o valor monetário (preço) de cada UTB (aferido a partir de dados de renda per capita do Estado de São Paulo e de valores de custo unitário por residência derivados de tabela Sinduscon - Sindicato da Indústria de Construção Civil do Estado de São Paulo ).

#### Escala 1:3.000

Nos levantamentos em escala local (1:3.000), prevalece o uso de dados e informações coletados em campo para atribuição e composição dos Fatores de Análise. Para análise do **Perigo**, os dados coletados em campo referem-se ao meio físico, particularmente relacionados às características fisiográficas locais do Setor avaliado. Para a análise de **Vulnerabilidade** foram realizados levantamentos específicos nas áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços (R/C/S), indicadas nos estudos prévios em escala 1:10.000, sendo que os dados coletados em campo nestas áreas referem-se às características de uso e ocupação do solo. As análises de Tipologia e Padrão Construtivo das edificações e de Pavimentação são derivadas das observações de campo. Para as análises de Infraestrutura Sanitária e Urbana foram utilizados os dados oriundos do mapeamento de unidades UHCTs realizados nas escalas 1:25.000 e 1:10.000.

Nos levantamentos em escala local (1:3.000), os diferentes fatores de análise utilizados para o cálculo dos **índices de Perigo** relacionados aos **movimentos de massa em geral** (escorregamentos, erosão, solapamento de margens fluviais) e à **inundação e processos correlatos**, foram segregados em classes, e cada uma das classes foi arbitrada uma nota ou peso, conforme apresentado na **Tabela 2-01 do ANEXO A**. O mesmo procedimento foi adotado para os fatores de **Vulnerabilidade** das áreas de uso Residencial/Comercial/Serviços, apresentados na **Tabela 2-03 do ANEXO A**.

No caso dos processos de **inundação e correlatos** são utilizados apenas dois fatores do meio físico para cálculo dos **índices de Perigo**, apresentados na **Tabela 2-02 do ANEXO A**. Para a análise e cálculo dos índices de **Vulnerabilidade** à inundação e processos correlatos das áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços na escala 1:3.000, foram definidos quatro fatores relacionados aos aspectos físicos da ocupação (incluindo infraestrutura urbana e sanitária), segregados em classes, e cada uma das classes arbitrada uma nota ou peso, conforme apresentado na **Tabela 2-04 do ANEXO A**.

Nos levantamentos em escala local (1:3.000), a variável **Dano Potencial** tem a função de qualificar o grau de risco atribuído aos setores mapeados (através de modelagem e cálculo a serem apresentados a seguir no Item 2.2.3), estabelecendo assim um critério de hierarquização para ações de prevenção e mitigação de risco. Para o Índice de Dano Potencial das áreas urbanas de uso residencial/comercial/serviços, considerou-se como fator de análise unicamente o **número de moradias em risco**. Seu valor corresponde ao número de edificações contabilizadas para cada Setor de Risco mapeado, e é apresentado em conjunto com o valor calculado para o índice de Risco calculado e respectiva classificação do grau de risco.

### **2.2.3. MODELAGEM E CÁLCULO DOS ÍNDICES DE RISCO E SUAS VARIÁVEIS (PERIGO, VULNERABILIDADE, DANO POTENCIAL)**

A modelagem refere-se à avaliação e caracterização semiquantitativa (expressa em escores numéricos) e qualitativa (expressa pela classificação nominal) de uma determinada área em relação ao Risco e suas variáveis componentes, a saber: Perigo, Vulnerabilidade e Dano Potencial (incluindo ainda variáveis auxiliares ou intermediárias utilizadas para cálculo como o Potencial de Indução, o Perigo Preliminar e o Risco Preliminar). Pressupõem-se que o Risco seja uma função destas variáveis e, portanto, capazes de serem expressos numérica e matematicamente, além de permitir uma classificação com base na probabilidade, magnitude, e exposição dos elementos (particularmente pessoas e bens materiais).

A modelagem envolve dois estágios principais: (a) seleção dos fatores de análise que interferem ou tem influência direta no desencadeamento dos processos geodinâmicos (como apresentado no Item 2.2.2), e (b) aplicação de equações (ou expressões numéricas) aos fatores de análise para obtenção de escores ou valores numéricos para cada uma das variáveis do Risco e do próprio risco resultante. Essas equações ou expressões matemáticas, em geral, incorporam regras (condicionais ou heurísticas) e a atribuição de pesos (atribuídos de forma arbitrária ou empírica para ponderar a interferência ou influência de cada fator de análise). Os índices podem ser simples ou compostos (quando incorporam as variáveis auxiliares e intermediárias), e se traduzem como estimativas numéricas da magnitude/intensidade/criticidade do Risco e de cada uma das suas variáveis, com destaque ao Perigo e Vulnerabilidade (como será apresentada a seguir).

O Anexo A apresenta um conjunto de equações e tabelas utilizados para a modelagem e o cálculo do Risco e cada uma de suas variáveis, nas diferentes escalas de análise, assim distribuídos:

#### ÍNDICES DE RISCO

Equações [01], [02] e [03].

#### ÍNDICES DE PERIGO

Equações [04], [05], [06] e **Tabela 2-05**.

#### ÍNDICES DE PERIGO PRELIMINAR

Equação [07], **Tabelas 2-06 e 2-07**.

#### ÍNDICES DE POTENCIAL DE INDUÇÃO DO USO DO SOLO

**Tabelas 2-08, 2-09, 2-10**.

#### ÍNDICES DE VULNERABILIDADE

Equações [08], [09] e [10].

#### ÍNDICES DE DANO POTENCIAL

**Tabela 2-11**.

### **2.2.4. CARTOGRAFIA FINAL**

#### **A) Normalização e Classificação dos Atributos e Índices**

A normalização implica em converter os valores numéricos absolutos, resultantes do cálculo, para um intervalo escalar, de maneira que possam ser justapostos e comparados em uma mesma escala de grandeza adimensional. Nesse sentido, cada uma das variáveis selecionadas para modelagem são normalizadas para o **intervalo de 0 a 1**, onde 0 (zero) significa que não há influência da variável, e 1 (um) significa a máxima influência da variável no processo.

Para os processos de escorregamentos e inundações graduais, as unidades de análise consideradas foram as UTB - Unidades Territoriais Básicas. Para os processos de inundações rápidas ou bruscas e corridas de massa, as unidades de análise consideradas foram as OBH – Ottobacias Hidrográficas, e posteriormente tendo os valores dos respectivos índices reamostrados e integrados às SBH - Sub-bacias Hidrográficas, como apresentado a seguir. Tomando como referência a unidade espacial de análise (de acordo com tipo de processo geodinâmico estudado), a normalização é feita conforme a equação:

$$v_n = (v_x - v_{\min}) / (v_{\max} - v_{\min})$$

Onde:

- $v_n$  = valor normalizado;

- $v_x$  = valor a ser normalizado;
- $v_{\min}$  = valor mínimo da amostragem;
- $v_{\max}$  = valor máximo da amostragem.

Após a normalização, os resultados obtidos para cada uma das variáveis (X) calculadas são distribuídos em seis classes de probabilidades, cujos limites são estabelecidos pelo método de quebras naturais, como apresentado na **Tabela 2-12 do Anexo A**, sendo elas:

- $X_0$  = Nulo a Quase Nulo;
- $X_1$  = Muito Baixo;
- $X_2$  = Baixo;
- $X_3$  = Médio;
- $X_4$  = Alto;
- $X_5$  = Muito Alto.

Para as Unidades de Análise SBH, para as quais foram analisados os processos de Inundações Rápidas ou Bruscas e os processos de Corridas de Massa, os índices de Perigo, Vulnerabilidade, Risco e Dano Potencial, obtidos nos cálculos e classificações das Ottobacias foram, em seguida, reamostrados para as Sub-bacias, de acordo com os critérios apresentados na **Tabela 2-13 - Anexo A**.

## B) Cartografia de Risco e suas Variáveis nas Escalas 1:25.000 e 1:10.000

### *Cartografia de Perigo de Escorregamento*

Nas escalas 1:25.000 e 1:10.000, os limites de classes definidos para perigos de escorregamento são apresentados na **Tabela 2-14 - Anexo A**.

Após o cálculo dos índices e distribuição em classes, foram aplicadas as seguintes regras de classificação para *perigo de escorregamento*:

- As unidades (UTB) caracterizadas como planície e com declividade  $< 3^\circ$  foram reclassificadas para a classe de perigo Muito Baixo ou Nulo (P0\_ESC);
- As unidades (UTB) com declividade (DE) variando entre  $3^\circ$  e  $9^\circ$  foram reclassificadas para a classe de perigo Baixo (P1\_ESC);
- Para as unidades (UTB) com declividade (DE) entre  $9^\circ$  e  $17^\circ$  foram mantidos os resultados obtidos pela aplicação da equação do perigo;
- As unidades (UTB) com declividade (DE) entre  $17^\circ$  e  $25^\circ$  foram reclassificadas para a classe de perigo Alto (P3\_ESC) quando apresentavam valor de classe  $< P3\_ESC$ ;



- As unidades (UTB) com declividade (DE) > 25° foram reclassificadas para a classe de perigo Muito Alto (P4\_ESC).

#### *Cartografia de Perigo de Inundação Gradual*

Nas escalas 1:25.000 e 1:10.000, os limites de classes definidos para o perigo de inundação gradual são apresentados na **Tabela 2-15 - Anexo A**.

Após o cálculo dos índices e distribuição em classes, foram aplicadas as seguintes regras de classificação para *Perigo de Inundação Gradual*:

- As unidades (UTB) caracterizadas como encosta foram reclassificadas para a classe de perigo de inundação Muito Baixo ou Nulo (PO\_INUND);
- Para as demais unidades (UTB) foram mantidos os resultados obtidos pela aplicação da equação correspondente.

#### *Cartografia de Perigo de Inundação Rápida ou Brusca*

Nas escalas 1:25.000 e 1:10.000, os limites de classes definidos para o perigo de inundação rápida ou brusca são apresentados na **Tabela 2-16 - Anexo A**. Após a definição dos limites de classes de suscetibilidade nas unidades OBH, os valores obtidos foram reamostrados pelos critérios da **Tabela 2-13 - Anexo A** para adequação às unidades SBH. Deve ser destacado que as inundações rápidas ou bruscas correspondem localmente às enxurradas, particularmente em trechos urbanos. Portanto, os limiares de classe e valores encontrados no cálculo dos índices de perigo não se limitam apenas às unidades de análise localizadas em planície.

Os valores e classes de suscetibilidade das sub-bacias hidrográficas foram mantidos para os índices e classes de perigo (FERREIRA et al. 2016), mas ao invés de abrangerem as áreas totais das sub-bacias, o perigo de inundação rápida foi mapeado em cinco zonas de atingimento paralelas aos canais fluviais, de acordo com a classe de Perigo obtida. Estas zonas de atingimento correspondem à *buffers*, cujas larguras são determinadas a partir do eixo do curso hídrico. Desta forma:

- Perigo Muito Baixo - *buffer* de 25 m a partir do eixo do curso hídrico;
- Perigo Baixo - *buffer* de 50 m a partir do eixo do curso hídrico;
- Perigo Moderado - *buffer* de 75 m a partir do eixo do curso hídrico;
- Perigo Alto - *buffer* de 100 m a partir do eixo do curso hídrico; e
- Perigo Muito Alto - *buffer* de 125 m a partir do eixo do curso hídrico.

#### *Cartografia de Perigo de Corrida de Massa*

Como indicado no Item 2.2.1 (Unidades Espaciais de Análise), para o cálculo e classificação da suscetibilidade à de corrida de massa na escala 1:25.000 a unidade de análise foi a SBH. No entanto, para o cálculo da suscetibilidade de corrida de massa na escala 1:10.000 a unidade de análise foi a OBH, com valores mínimos e máximos de classe obtidos pelo método de quebras naturais como apresentado na **Tabela 2-17 - Anexo A**. Posteriormente, os valores (índices de

suscetibilidade de corrida de massa) obtidos na OBH são reamostrados e representados cartograficamente nas unidades SBH, conforme critérios da **Tabela 2-18 - Anexo A**.

Foram utilizados, para mapeamento do perigo de Corridas de Massa, os mesmo critérios para delimitação de zonas de atingimento definidos para os processos de Inundação Rápida ou Brusca descritos anteriormente para o processo de inundação rápida ou brusca.

#### *Cartografia de Vulnerabilidade em Escala 1:10.000*

Na escala 1:10.000, a Vulnerabilidade foi analisada, em primeira instância, sem diferenciação quanto ao processo geodinâmico e tendo como unidade de análise para derivação dos atributos a UHCT (Plano de Informação UHCT\_10K). Desta forma, foram obtidos os valores de (Índice) Vulnerabilidade diretamente a partir das UTB\_10K. Estes valores compuseram as equações de risco para os processos de escorregamentos e inundações graduais (vide Equações 01, 02 e 08 - Anexo A). No caso específico das unidades OBH e SBH, para os processos de inundação rápida ou brusca e corridas de lama, os valores obtidos por estatística zonal aplicada às unidades UTB\_10K foram reamostrados e recalculados para adequação e representatividade na respectiva unidade de análise, no caso, inseridos nos limites das OBH\_10K. Sucessivamente, os valores então obtidos para as unidades OBH\_10K foram, mais uma vez reamostrados e recalculados para as unidades SBH\_10K.

Os valores máximos e mínimos dos limites de classe de Vulnerabilidade para áreas urbanas de uso residencial/comercial/serviços, derivados a partir das unidades UTB\_10K, são apresentados na **Tabela 2-21 - Anexo A**. Já a **Tabela 2-22 - Anexo A** apresenta os resultados destes limites de classes reamostrados e calculados para as unidades OBH\_10K.

#### *Cartografia de Dano Potencial em Escala 1:10.000*

Para que fosse possível uma abordagem efetiva e abrangente sobre o Dano Potencial no município, optou-se pela estimativa a partir dois tipos de elementos expostos ao risco, sendo: (a) Dano Potencial à População, cujos valores foram obtidos a partir de uma estimativa de número de moradores em cada unidade UHCT\_10K, com base no número de residências contabilizado na respectiva unidade (por meio de interpretação de imagens); (b) Dano Potencial Material, que aborda uma estimativa dos danos materiais de cada uma das unidades mapeadas no município. Em processo similar ao realizado para a cartografia de Vulnerabilidade, os valores calculados para o Dano Potencial são reamostrados e calculados de acordo com a respectiva unidade de análise. Dessa forma, para o Dano Potencial à População os valores foram calculados tendo como referência as unidades UTB\_10K, sem discriminar os processos geodinâmicos. No caso do Dano Potencial Material, os valores foram também calculados a partir das unidades UTB\_10K, todavia levando em consideração o tipo de processo geodinâmico, sendo então reamostrados e reclassificados para as OBH\_10K.

Os intervalos máximo e mínimo de cada classe de Dano Potencial são apresentados na **Tabela 2-25 - Anexo A**. Observar que as colunas representam os intervalos máximo e mínimo de cada classe para o Dano à população, enquanto para o Dano Potencial Material, os valores são discriminados

para os processos de escorregamentos e corridas de massa, inundações graduais e de inundações rápidas ou bruscas, respectivamente.

#### *Cartografia de Riscos em Escala 1:10.000*

No presente verificou-se a necessidade de adoção de índices diferentes de Dano Potencial para os cálculos de Risco, como exposto anteriormente. Desta forma, para cada processo geodinâmico mapeado, foram calculados dois tipos distintos de Risco. O primeiro calculado em relação à população, e o segundo, calculado em relação aos danos materiais.

A **Tabela 2-26 - Anexo A** apresenta as variantes dos cálculos de Risco para os diferentes processos geodinâmicos estudados e para o Dano Potencial à População.

A **Tabela 2-27 - Anexo A** apresenta as variantes dos cálculos de Risco para os diferentes processos geodinâmicos e para o Dano Potencial Material.

Após a elaboração dos cálculos dos índices de Risco, os valores obtidos são normalizados de acordo com sua respectiva classe, obedecendo aos critérios, equações e intervalos de valores apresentados na **Tabela 2-28 - Anexo A**.

Para as Unidades de Análise SBH, para as quais foram analisados os processos de Inundações Rápidas ou Bruscas e os processos de Corridas de Massa, os índices de Perigo, de Vulnerabilidade, de Dano Potencial e de Risco (incluindo Risco Preliminar), foram obtidos nos cálculos e classificações para Ottobacias - OBH, sendo posteriormente reamostrados para as Sub-bacias - SBH e finalmente mapeados em cinco zonas de atingimento, conforme a intensidade do perigo, de acordo com os critérios apresentados na **Tabela 2-29 - Anexo A**.

Para os processos geodinâmicos de escorregamentos e inundação gradual, ambos tendo como referência para cálculo as unidades de análise UTB\_10k, os limites estabelecidos para o Risco com Dano Potencial à População e para o Risco com Dano Potencial Material, são apresentados na **Tabela 2-30 - Anexo A**.

Para os processos geodinâmicos de inundações rápidas ou bruscas e para corridas de massa, ambos tendo como referência para cálculo as unidades de análise OBH, os limites obtidos para o Risco com Dano Potencial à População e para o Risco com Dano Potencial Material são apresentados na **Tabela 2-31 - Anexo A**.

#### C) Cartografia de Riscos e suas Variáveis em Escala 1:3.000

O mapeamento na escala local (1:3.000) utiliza como unidade de análise o Setor de Risco. A definição dos limites de um Setor de Risco deve ser precedida pela delimitação dos limites de um Setor de Perigo e de um setor de Vulnerabilidade cuja sua intersecção define os limites do Setor de Risco.

No caso dos processos de movimento de massa, os setores são delimitados com base nas observações de campo, havendo portanto uma coincidência ou correspondência entre os limites

dos setores de perigo, de vulnerabilidade, e de risco. Por outro lado, a abordagem para os processos de inundação e correlatos é um pouco distinta. Neste caso, os limites dos setores de vulnerabilidade também são obtidos diretamente a partir das observações de campo, enquanto para a delimitação dos setores de perigo os dados coletados em campo, em particular, dos níveis de atingimento (da água), são utilizados para operações de geoprocessamento (interpolação e análise espacial de dados) em gabinete, e posteriormente os setores de riscos são definidos pela intersecção entre os setores de vulnerabilidade e os setores de perigo assim gerados. Dessa forma, os limites dos setores de risco resultantes, em geral, não coincidem com os limites dos setores de perigo. A interpolação e análise espacial de dados, realizada em ambiente SIG, permite a geração de grade numérica contendo valores intermediários aos valores observados em campo, aumentando assim a densidade da malha de amostragem. Tal procedimento denomina-se interpolação assistida, e foi realizado individualmente, ou seja, controlando e restringindo espacialmente a aplicação dos algoritmos de interpolação para cada uma das áreas de risco e suas proximidades.

#### *Cartografia de Perigo de Escorregamento e de Solapamento de Margens Fluviais*

O Perigo para os processos de escorregamentos e solapamentos de margens fluviais, na escala 1:3.000, é calculado pelas equações apresentadas na **Tabela 2-05 - Anexo A**. Estas equações utilizam Fatores (por. ex. resistência ao cisalhamento, saturação), obtidos com base nos atributos coletados em campo. Os resultados obtidos pelas equações (índices de perigo) são classificados conforme os intervalos apresentados na **Tabela 2-19 - Anexo A**. Os limiares de classes são definidos por meio de análise estatística, no caso, pelo método de quebras naturais (baseado na menor variância intraclasse e maior distância entre a média de cada classe).

#### *Cartografia de Perigo de Inundações e Processos Correlatos*

Na escala 1:3.000, os limites de classes para o perigo de inundações e processos correlatos foram definidos com base em Fernandes da Silva et al. (2014), e são calculados segundo a equação apresentada na **Tabela 2-05 - Anexo A** e critérios da **Tabela 2-07 - Anexo A**. Os intervalos dos limites de classes definidos na metodologia são apresentados na **Tabela 2-20 - Anexo A**.

#### *Cartografia de Vulnerabilidade*

Os limiares de classes de Vulnerabilidade para os processos de escorregamentos e movimentos de massa em geral, em áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços, foram definidos pelo método de quebras naturais (baseado na menor variância intraclasse e maior distância entre a média de cada classe), e são apresentados na **Tabela 2-23 - Anexo A**.

De forma similar, foram definidos os limiares de classes de Vulnerabilidade para inundação e processos correlatos, em áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços, apresentados na **Tabela 2-24 - Anexo A**.

#### *Cartografia de Risco*

O cálculo dos Índices de Risco a escorregamento e movimentos de massa para cada Setor utiliza os índices de Perigo e de Vulnerabilidade obtidos anteriormente, utilizando a Equação [03] – Anexo A. Ao valor obtido para o Índice de Risco associa-se o número de moradias, determinado na escala de detalhe (1:3.000) como sendo o Dano Potencial do Setor de Risco e considerado como critério auxiliar para hierarquização e/ou tomada de decisão na gestão do Risco no município. Os limites de classes de Risco de escorregamento e solapamento, obtidos pelo método de quebras naturais, são apresentados na **Tabela 2-32 – Anexo A**.

Para o mapeamento de risco a inundações e processos correlatos na escala de detalhe (1:3.000), foram adotados, no presente estudo, os limites de classes propostos por Fernandes da Silva et al. (2014), conforme transcrito na **Tabela 2-33 – Anexo A**. No entanto, o valor mínimo do Risco Baixo (0,00842) e o valor máximo do Risco Muito Alto (0,90606) foram modificados para 0,00000 e 1,0000, respectivamente, aumentando a abrangência destes intervalos, e de maneira a permitir a incorporação de todos os valores obtidos, considerando que no presente estudo as populações de dados são significativamente maiores que aquelas analisadas e tratadas na metodologia citada.

### 3. RESULTADOS

Os resultados apresentados abrangem as três escalas de abordagem do mapeamento, destinadas à prevenção dos riscos (por intermédio do planejamento territorial) e à gestão das situações de risco já instaladas no município.

Na escala 1:25.000, o mapeamento foi elaborado para toda extensão do município, incluindo os núcleos urbanos bem como a zona rural. Os trechos inseridos no contexto de áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços foram, subsequentemente, mapeados em escala de maior detalhe (1:10.000). Nestas escalas foram mapeados os processos geodinâmicos de escorregamentos, inundações, corridas de massa e inundações rápidas ou bruscas. O principal enfoque de utilização dos resultados obtidos para ambas as escalas deve ser o planejamento regional de uso e ocupação do solo para elaboração ou revisão do Plano Diretor Municipal, bem como para as ações da Coordenadoria Regional e Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil.

O mapeamento na escala 1:3.000 foi elaborado para determinados trechos das áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços, selecionados como áreas-alvo. Em geral, as áreas-alvo correspondem aos locais indicados pela Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil (COMPDEC) como de maior criticidade, considerando a situação de risco já instalado, e com base no histórico de ocorrências. Estas indicações e referências efetuadas pela COMPDEC foram cruzadas com os resultados obtidos na Escala 1:10.000, sobrepostos aos registros contidos no Cadastro Georreferenciado de Eventos Geodinâmicos do Estado de São Paulo (abrangendo período 1993-2013, e atualizado até o ano de 2018). Nesta escala foram mapeados os processos geodinâmicos de escorregamentos e movimentos de massa em geral, que abrangem os processos erosivos e os solapamentos de taludes fluviais, bem como as inundações e processos correlatos, que incluem as enxurradas (inundações rápidas ou bruscas) e alagamentos.

Portanto, a avaliação e mapeamento de risco elaborado para o município de Embu das Artes compreende os seguintes produtos e respectivos resultados:

- **Escala 1:25.000:**

- o Mapas de Perigo aos processos de escorregamentos, inundações e de suscetibilidade a corridas de massa e inundações rápidas ou bruscas;
- o Mapa de Vulnerabilidade das áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços;
- o Mapas de Risco aos processos de escorregamentos e movimentos de massa em geral, e de inundações e processos correlatos, para as áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços.

- **Escala 1:10.000:**

- o Mapas de Perigo aos processos de escorregamentos, inundações e de suscetibilidade a corridas de massa e inundações rápidas ou bruscas;
- o Mapa de Vulnerabilidade das áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços;
- o Mapas de Risco aos processos de escorregamentos e movimentos de massa em geral, e de inundações e processos correlatos, para as áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços.

- **Escala 1:3.000:**

- o Mapas de Perigo aos processos de escorregamentos e movimentos de massa em geral, e de inundações e processos correlatos;
- o Mapas de Vulnerabilidade das áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços aos processos de escorregamentos e movimentos de massa em geral nas, e às inundações e processos correlatos;
- o Mapas de Risco aos processos de escorregamentos e movimentos de massa em geral, e de inundações e processos correlatos, para as áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços;

Os mapas de Risco que sintetizam os resultados do projeto no município estão apresentados no **ANEXO C**.

### **3.1. RESULTADOS DA AVALIAÇÃO E MAPEAMENTO ESCALA 1:25.000**

Nesta escala de mapeamento foram avaliados os processos de escorregamentos, inundações graduais, corridas de massa e inundações rápidas ou bruscas. Os processos de escorregamentos e inundações graduais tiveram como unidade de análise as Unidades Territoriais Básicas - UTB (UTB\_25K) e suas componentes (Unidade Básica de Compartimentação - UBC\_25K e Unidade Homogênea de Uso e Cobertura da Terra e do Padrão da Ocupação - UHCT\_25K), enquanto os

processos de corridas de massa e inundações rápidas ou bruscas tiveram como unidades de análise as Sub-bacias Hidrográficas - SBH\_25K, posteriormente restritas às zonas de atingimento definidas por faixas de distâncias a partir do canal fluvial.

#### *Avaliação e Mapeamento do Perigo*

Para os processos de escorregamentos e de inundações graduais, o Perigo foi avaliado na unidade de análise UBC\_25K, enquanto para os processos de inundação rápida e corrida de massa, o Perigo foi avaliado na unidade de análise SUB-BACIAS (SBH-25K). Os resultados obtidos são apresentados na **Tabela 3-01- ANEXO A**.

### **3.2. RESULTADOS DA AVALIAÇÃO E MAPEAMENTO ESCALA 1:10.000**

Para a escala de mapeamento de 1:10.000, a área de abrangência para análise dos processos geodinâmicos foi definida de acordo com os seguintes critérios:

- Os processos de escorregamentos e inundações graduais foram mapeados utilizando unidades de análise UTB\_10K inseridas no contexto de áreas de uso urbano do tipo Residencial/Comercial/Serviços;
- Os processos de corridas de massa e inundações rápidas ou bruscas foram mapeados nas unidades de análise SBH\_10K.

#### *Perigos geodinâmicos*

Para os processos de escorregamentos e de inundações graduais, o perigo foi avaliado na unidade de análise UBC\_10K, enquanto para os processos de inundação rápida e corrida de massa, o Perigo foi avaliado na unidade de análise SUB-BACIAS (SBH-25K). Os resultados obtidos no mapeamento de Perigo para os processos geodinâmicos de escorregamentos, inundações graduais, inundações rápidas ou bruscas, e corridas de massa são apresentados na **Tabela 3-02 - ANEXO A**.

#### *Vulnerabilidade*

A Vulnerabilidade na escala 1:10.000, teve sua análise elaborada para as áreas urbanas de uso urbano do tipo Residencial/Comercial/Serviços, sendo a unidade de análise utilizada para a obtenção dos atributos da Vulnerabilidade foi a UHCT\_10K. Tal como na escala 1:25.000, os valores obtidos foram reamostrados e recalculados para adequação à sua unidade de análise. Desta forma, foram obtidos os valores de Vulnerabilidade para as UTB\_10K das áreas de uso urbano do tipo Residencial/Comercial/Serviços, que compuseram o risco para os processos de escorregamentos e inundações graduais, bem como foram obtidos os valores para a OBH\_10K por estatística zonal dos valores das UTB\_10K inseridas em seus limites. Os valores de Vulnerabilidade obtidos para as OBH\_10K foram, subsequentemente, reamostrados e calculados para as SBH\_10K.

Os resultados obtidos no mapeamento de Vulnerabilidade no município estão apresentados na **Tabela 3-03 - ANEXO A**.

### *Dano potencial*

Para que fosse possível uma abordagem mais abrangente sobre o Dano Potencial nas áreas de uso urbano do tipo residencial/comercial/serviços no município, optou-se pela estimativa de dois tipos no mapeamento. O primeiro foi denominado Dano Potencial à População, cujos valores foram obtidos a partir de uma estimativa de número de moradores de cada unidade UHCT\_10K, tomando como referência o número de residências contabilizado na respectiva unidade. O segundo tipo, denominado Dano Potencial Material, compreende uma estimativa dos danos materiais em cada uma das UHCT\_10K mapeadas no município. No entanto, para que fosse possível adequar o resultado obtido à unidade de análise determinada para cada um dos processos geodinâmicos mapeados, os valores calculados foram reamostrados e calculados para as unidades de análise UTB\_10K, OBH\_10K e SBH\_10K.

Para o Dano Potencial à População, os valores foram calculados para as UTB\_10K e OBH\_10K, enquanto o Dano Potencial Material foi calculado considerando, ainda, o processo geodinâmico. Os resultados obtidos no mapeamento de Dano Potencial à população e material para a área do município estão sintetizados e apresentados na **Tabela 3-04 - ANEXO A**.

### *Risco*

Para o mapeamento dos riscos do município na escala 1:10.000, inicialmente foi avaliado o Risco Preliminar (Rp) para cada um dos processos geodinâmicos e, subsequentemente, foi realizado o cálculo do Risco como produto do Risco Preliminar pelo Dano Potencial à População, bem como ao Risco como produto do Risco Preliminar pelo Dano Potencial Material.

Desta forma, para cada processo geodinâmico analisado, foram calculados os Riscos Preliminares, os Riscos com Dano Potencial à População, e os Riscos com Dano Potencial Material aos processos geodinâmicos de interesse.

Os resultados obtidos no mapeamento de Risco para a área do município estão sintetizados e apresentados na **Tabela 3-05 - ANEXO A**.

## **3.3. RESULTADOS DA AVALIAÇÃO E MAPEAMENTO ESCALA 1:3.000**

O mapeamento na escala 1:3.000 foi elaborado para as áreas-alvo selecionadas nas áreas de uso urbano do tipo Residencial/Comercial/Serviços do município. A avaliação visa o detalhamento destas áreas mediante setorização do risco para cada os processos geodinâmicos estudados, no caso, escorregamentos e movimentos de massa em geral, que incluem os solapamentos de margens fluviais e os processos erosivos; e as inundações e processos correlatos que, por sua vez, compreendem as enxurradas e alagamentos. Desta forma, a unidade de análise desta escala de mapeamento é o Setor de Risco (SR) que, tal como explanado no Item 2.2, é resultante da intersecção das informações referentes ao Perigo (P) e à Vulnerabilidade (V).

As áreas-alvo foram definidas com base em determinados critérios, de forma que o quantitativo disponível para a execução do mapeamento pudesse ser distribuído de maneira equitativa entre



os municípios abrangidos pelo Programa Transporte, Logística e Meio Ambiente (PTLMA). Para tanto, a seleção de áreas-alvo foi iniciada com levantamento de dados das seguintes fontes:

- A organização e espacialização das informações oriundas dos registros fornecidos pelas Defesas Cíveis municipais e estaduais, bem como registros do Instituto Geológico da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo;
- Integração das informações derivadas do Cadastro Georreferenciado de Eventos Geodinâmicos, que constitui o inventário de dados e informações sobre eventos e acidentes ocorridos entre 1993 e 2013;
- A organização e espacialização de locais apontados pelas Defesas Cíveis Municipais (COMPDEC) dos 27 municípios que foram alvo de mapeamento das áreas urbanas de uso residencial/comercial/serviços em escala de detalhe (1:3.000), cujas informações foram obtidas em reuniões técnicas com as equipes municipais, para complementação dos dados do Cadastro Georreferenciado de Eventos 1993-2013, desta forma atualizando e estendendo o período de abrangência do Cadastro até 2018;
- Consulta ao Sistema Integrado de Defesa Civil (SIDEV) da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Governo do Estado de São Paulo.

Desta forma, visando uma melhor ponderação para a seleção de áreas com ocorrências dos diferentes processos geodinâmicos, foram estabelecidos os seguintes critérios de seleção de Áreas-Alvo:

- **1º Critério:**

- o Áreas com ocorrências recentes e/ou recorrentes, resultantes dos apontamentos das reuniões com as Defesas Cíveis municipais e entidades públicas ou privadas relacionadas com a manutenção das rodovias abrangidas pelo projeto;
- o Áreas indicadas por atendimentos emergenciais recentes do Instituto Geológico da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo;
- o Áreas indicadas por informações oriundas de PMRR – Plano Municipal de Redução de Risco realizados anteriormente nos municípios abrangidos pelo projeto nesta Fase;

- **2º Critério:**

- o Áreas com Risco classificado como Alto ou Muito Alto, resultantes da análise do mapeamento da Fase 02 em Escala 1:10.000, associadas à ocorrência ou recorrência de eventos geodinâmicos indicados pelo Cadastro de Eventos Geodinâmicos ocorridos entre 1993 e 2013 e com grau de confiabilidade 1 (imóveis com endereço

completo, onde consta nome da via e número do imóvel) ou 2 (imóveis com endereço incompleto, onde consta nome da via mas não há número do imóvel);

- **3º Critério:**

- o Áreas com Risco classificado como Médio, resultantes da análise do mapeamento da Fase 02 em Escala 1:10.000, associadas à ocorrência ou recorrência de eventos geodinâmicos indicados pelo Cadastro de Eventos Geodinâmicos ocorridos entre 1993 e 2013 e com grau de confiabilidade 1 (imóveis com endereço completo, onde consta nome da via e número do imóvel) ou 2 (imóveis com endereço incompleto, onde consta nome da via mas não há número do imóvel);
- o Especificamente para inundações e processos correlatos, este critério é complementado pela seleção de áreas derivadas da sobreposição de UTB (Unidade Territorial Básica) à OBH (Ottobacia) com Risco classificado como Muito Alto ou Alto para o processo de enxurrada, resultantes da análise do mapeamento da Fase 02 em Escala 1:10.000, associadas à ocorrência ou recorrência de eventos geodinâmicos indicados pelo Cadastro de Eventos Geodinâmicos ocorridos entre 1993 e 2013 e com grau de confiabilidade 1 (imóveis com endereço completo, onde consta nome da via e número do imóvel) ou 2 (imóveis com endereço incompleto, onde consta nome da via mas não há número do imóvel);

- **4º Critério:**

- o Áreas indicadas por relatos de moradores ou decorrentes de observações dos próprios trabalhos de campo.

A **Tabela 3-06** apresenta a síntese das informações enviadas diretamente pela Defesa Civil Municipal ou adquiridas por consulta ao SIDEC.

**Tabela 3-06.** Síntese dos dados levantados e consolidados, separados por grupos de processos geodinâmicos e origem da informação, para as áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços - Município de **Embu das Artes**.

Municípios/Grupo de Processo Geodinâmico	Cadastro de Eventos Geodinâmicos	Materiais das Defesas Civas (Atualização do Cadastro)	Reunião	Total
<b>Embu das Artes</b>	<b>64</b>	<b>127</b>	<b>31</b>	<b>222</b>
<i>Geológico</i>	46	35	15	<b>96</b>
<i>Hidrológico</i>	18	92	16	<b>126</b>

Ao final, foi obtido um total de 60 áreas-alvo para avaliação, sendo 23 referentes aos processos de escorregamento e 37 áreas-alvo referentes aos processos de inundação. No decorrer do projeto foram mapeadas 36 áreas selecionadas pelo Critério 1, 3 áreas selecionadas pelo Critério 2, e 21 pelos demais critérios, conforme apresentado na **Tabela 3-08**.

**Tabela 3-08.** Número de áreas-alvo selecionadas para mapeamento, separados por grupos de processos geodinâmicos e critérios de seleção, para as áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços - Município de **Embu das Artes**.

Município / Processo Geodinâmico	Critério 1	Critério 2	Crítérios 3 e 4	Total
<b>Embu das Artes</b>	<b>36</b>	<b>3</b>	<b>21</b>	<b>60</b>
Escorregamentos e Movimentos de Massa em Geral	11	2	10	<b>23</b>
Inundações e Processos Correlatos	25	1	11	<b>37</b>

Durante o processo de mapeamento das áreas-alvo selecionadas para os processos de escorregamentos e movimentos de massa em geral, foram obtidos setores que, em decorrência de suas características fisiográficas e de uso e ocupação do solo, não apresentam Risco e, portanto, sua classe foi designada como Risco Nulo ou Quase Nulo. A quantidade de setores de Risco Nulo ou Quase Nulo, bem como sua extensão, está apresentada na **Tabela 3-09**.

**Tabela 3-09.** Quantidade e extensão dos setores de Risco Nulo ou Quase Nulo observados no mapeamento das áreas-alvo selecionadas para os processos de escorregamentos e movimentos de massa em geral, para as áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços - Município de **Embu das Artes**.

CLASSE DE RISCO	SETORES (Nº)	EXTENSÃO (m <sup>2</sup> )	DANO POTENCIAL (Nº DE EDIFICAÇÕES)
Nulo ou Quase Nulo	1	161.121	995

### *Perigos geodinâmicos*

Os resultados obtidos no mapeamento de Perigo para os processos de escorregamentos e movimentos de massa em geral, bem como de inundações e processos correlatos, são apresentados na **Tabela 3-07 – Anexo A**.

### *Vulnerabilidade*

Os resultados obtidos no mapeamento de Vulnerabilidade para o município estão apresentados na **Tabela 3-10 – Anexo A**.

### *Risco e Dano Potencial*

Para a escala local, o Risco foi calculado a partir da intersecção da setorização do Perigo e da Vulnerabilidade, tanto para os processos de escorregamentos e movimentos de massa em geral quanto para inundações e processos correlatos.

O Dano Potencial foi definido como número de moradias em cada Setor de Risco mapeado. Seu valor é apresentado em conjunto com o índice (numérico) de Risco calculado, visando permitir uma hierarquização dos Setores mapeados que possibilite a tomada de decisões com base no maior número de vidas a ser preservado no Setor e nas Áreas de Risco como um todo. Os resultados são apresentados na **Tabela 3-11 - ANEXO A**, diretamente associados às classes de Risco resultantes.

Para as áreas de uso urbano do tipo Residencial/Comercial/Serviços do Município de **Embu das Artes**, mapeado na escala 1:3.000, temos:

- **20 Setores de Risco de Escorregamentos**, que abrangem 0,599 km<sup>2</sup> e 2.759 edificações;
  - 11 Setores apresentaram Risco Alto ou Muito Alto, inseridos em 0,368 km<sup>2</sup>, afetando 1.406 edificações;
- **6 Setores de Risco de Solapamentos de Margens Fluviais**, que abrangem 0,035 km<sup>2</sup> e 203 edificações;
  - 3 Setores apresentaram Risco Alto ou Muito Alto, inseridos em 0,030 km<sup>2</sup>, afetando 174 edificações;
- **46 Setores de Risco de Inundações e Processos Correlatos**, que abrangem 0,327 km<sup>2</sup> e 1.718 edificações;
  - 3 Setores apresentaram Risco Alto ou Muito Alto, inseridos em 0,038 km<sup>2</sup>, afetando 238 edificações;
- **72 Setores no total**, que abrangem 0,961 km<sup>2</sup> e 4.680 edificações;
  - 17 Setores apresentaram Risco Alto ou Muito Alto, inseridos em 0,435 km<sup>2</sup>, afetando 1.818 edificações.

A **Tabela 3-12** apresenta a síntese dos resultados obtidos na setorização de risco para os processos de escorregamentos (e movimentos de massa em geral) e de inundações (e processos correlatos), respectivamente.

**Tabela 3-12.** Síntese dos resultados obtidos no cálculo e classificação de Risco para os processos de Escorregamentos e Movimentos de Massa em Geral e de Inundação e Processos Correlatos nas áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços na escala 1:3000 - Município de **Embu das Artes**.

**Escorregamentos e Movimentos de Massa em Geral nas áreas urbanas de uso residencial/comercial/serviços.**

ITEM	UNIDADE	CLASSE DE RISCO				TOTAL
		Muito Baixo e Baixo	Médio	Alto	Muito Alto	
Setores	(Qtde.)	5	7	5	9	26
	(%)	19,23%	26,92%	19,23%	34,62%	100,00%
Extensão	(m <sup>2</sup> )	121.219	115.336	118.206	279.526	634.287
	(%)	19,11%	18,18%	18,64%	44,07%	100,00%
Dano Potencial (Nº Edificações)	(Qtde.)	619	763	588	992	2.962
	(%)	20,90%	25,76%	19,85%	33,49%	100,00%

**Inundações e Processos Correlatos nas áreas urbanas de uso residencial/comercial/serviços.**

ITEM	UNIDADE	CLASSE DE RISCO				TOTAL
		Baixo	Moderado	Alto	Muito Alto	
Setores	(Qtde.)	20	23	3	0	46
	(%)	43,48%	50,00%	6,52%	0,00%	100,00%
Extensão	(m²)	224.772	64.511	37.722	0	327.005
	(%)	68,74%	19,73%	11,54%	0,00%	100,00%
Dano Potencial (Nº Edificações)	(Qtde.)	1.123	357	238	0	1.718
	(%)	65,37%	20,78%	13,85%	0,00%	100,00%

**Total dos processos nas áreas urbanas de uso residencial/comercial/serviços.**

ITEM	UNIDADE	CLASSE DE RISCO				TOTAL
		Baixo	Moderado	Alto	Muito Alto	
Setores	(Qtde.)	25	30	8	9	72
	(%)	34,72%	41,67%	11,11%	12,50%	100,00%
Extensão	(m²)	345.991	179.847	155.928	279.526	961.292
	(%)	35,99%	18,71%	16,22%	29,08%	100,00%
Dano Potencial (Nº Edificações)	(Qtde.)	1.742	1.120	826	992	4.680
	(%)	37,22%	23,93%	17,65%	21,20%	100,00%

### 3.4. BANCO DE DADOS GEOGRÁFICOS

Os Planos de Informação produzidos ao longo das três fases do desenvolvimento do projeto foram reunidos em um único Banco de Dados Geográfico no formato PostgreSQL, em sistema de projeção UTM, zona 23 Sul, datum SIRGAS 2000, com seus respectivos metadados compatíveis com a Infraestrutura de Dados Espaciais do Estado de São Paulo.

Como cada fase do projeto foi desenvolvida em escala de análise diferente, 1:25.000 (Fase 01), 1:10.000 (Fase 02) e 1:3.000 (Fase 03), foi necessária a criação de 3 estruturas de organização (schemas) no Banco de Dados, com o intuito de reunir, em uma mesma estrutura, todos os Planos de Informação produzidos. Esta organização visa facilitar a busca e utilização posterior por parte dos futuros usuários do Banco de Dados.

Na Fase 03, que compreendeu o mapeamento de risco em detalhe na escala 1:3.000, os dados também são apresentados em um Banco de Dados em formato Geodatabase (Acess®) onde todas as fichas de campo do mapeamento de Risco são compatíveis com o programa MS Acess®. As informações obtidas em campo, nesta fase, foram sistematizadas em fichas de caracterização de áreas de risco, aperfeiçoadas a partir de modelos elaborados e fornecidos pelo Instituto Geológico, para cada processo geodinâmico analisado (escorregamentos e movimentos de massa em geral, e inundações e processos correlatos).

Os resultados obtidos pelo mapeamento de Risco no município, elaborados a partir do Banco de Dados elaborado, compreendem:

- Mapas de Risco do município, em formato digital PDF (**ANEXO B**).
- Formulários das Áreas e Setores de Risco, em formato digital PDF (**ANEXO C**);
- Planos de Informações e demais arquivos espaciais do projeto (**ANEXO D**);
- Sínteses das Recomendações, e formato digital PDF e de planilhas (**ANEXO E**).

#### 4. RECOMENDAÇÕES

Recentemente, transformações de grande magnitude ocorreram nos campos teórico e tecnológico relacionados ao planejamento e gerenciamento de riscos. Conseqüentemente, os próprios conceitos de riscos e de desastres evoluíram ao longo das últimas décadas, refletindo novos modelos conceituais e novas abordagens, levando à proposição de diretrizes administrativas e organizacionais, bem como novas concepções e práticas na gestão de risco (Bongiovanni 2016).

A evolução dos conceitos ocorreu sob o protagonismo da Organização das Nações Unidas (ONU), e suas iniciativas são referências para a atuação das instituições de Proteção e Defesa Civil ao redor do mundo. Em 2015 foi realizada a 3ª Conferência Mundial de Redução de Riscos de Desastres, organizada pela ONU em Sendai, no Japão, onde foi estabelecido o Marco de Ação de Sendai para o período de 2015-2030, com o seguinte plano de ações:

- a) Compreensão do risco de desastres;
- b) Fortalecimento da governança do risco de desastres para sua gestão;
- c) Investimento na redução de risco de desastre para a resiliência;
- d) Melhorar a preparação para desastres a fim de proporcionar uma resposta eficaz e para “reconstruir melhor” em recuperação, reabilitação e reconstrução (UNISDR 2015).

A **Tabela 4-01** apresenta um resumo da concepção atual de gestão de riscos de desastres, de acordo com o plano de ações propostos no Marco de Ação de Sendai. Recomenda-se a adoção e o fortalecimento dos quatro eixos de gestão e das suas atividades correlacionadas, no âmbito da gestão de risco por parte do poder público e demais instituições envolvidas.

**Tabela 4-01.** Eixos e subeixos de concepção de gestão de risco a desastres naturais (Bongiovanni 2016).

Eixos de Gestão	Atividades
1. Conhecimento do Risco	Identificação e caracterização do risco Análise do risco Monitoramento do risco Comunicação do risco
2. Manejo do Risco	Intervenção corretiva ou mitigação dos riscos Intervenção prospectiva ou antecipação aos riscos Proteção financeira ou transferência dos riscos
3. Manejo do Desastre	Preparação e execução da resposta Preparação e execução da recuperação
4. Arranjo Institucional Legal	Articulação intersetorial (público, privado e sociedade civil) Arcabouço legal

Tomando como referência o campo conceitual apresentado na **Tabela 4-01**, em particular, o Eixo 1 - Conhecimento do Risco, efetuou-se a coleta e sistematização de um grande banco de dados e informações sobre as condições naturais que propiciam processos de risco a desastres naturais (Perigo Preliminar), condições de uso e ocupação locais, que propiciam fatores deflagradores (Potencial de Indução) e fatores que caracterizam a exposição, permitindo condições ótimas de ocorrência de eventos (Vulnerabilidade) e, ainda, fatores que qualificam o risco (Dano Potencial).

Desta maneira, as recomendações técnicas decorrentes da avaliação e mapeamento de risco nas escalas 1:25.000 e 1:10.000 dizem respeito, em particular, à gestão e ao planejamento regional ou do município como um todo. Tais recomendações envolvem programas de caráter preventivo e de macrogestão, enquanto que os mapeamentos na escala de detalhe (1:3.000) devem permitir as tomadas de decisões dos programas de redução e mitigação de riscos por medidas estruturais, além de programas de gestão dos riscos por monitoramento, bem como fornecer subsídios os projetos de regularização fundiária.

#### 4.1. RECOMENDAÇÕES GERAIS DE ESCALAS SEMIRREGIONAIS

As recomendações para as escalas de regionais, escala 1:10.000 para as áreas de uso urbano do tipo Residencial/Comercial/Serviços e escala 1:25.000 para as demais áreas do município, visam permitir ações de planejamento e de caráter preventivo, ou não estruturais. De acordo com a *International Strategy for Disaster Reduction* da ONU, medidas não estruturais são aquelas que não empregam obras e serviços de engenharia, aplicando o conhecimento, as práticas e os acordos existentes para reduzir o risco e seus impactos, especialmente através de políticas, leis, normas e regulamentos, assim como o aumento da percepção de risco por meio de programas de disseminação do conhecimento, conscientização pública, de capacitação e de educação.

De acordo com as orientações preconizadas pelo UNDRP (*Office of the United Nations Disasters Relief Co-Ordinator*) em 1991, e pelo “Manual para Apresentação de Propostas” do Ministério das Cidades, as medidas não estruturais destinadas à gestão de riscos nos municípios devem atender às quatro diretrizes e respectivas ações recomendadas na **Tabela 4-02**, aplicando-as em consenso com os Eixos de Gestão de Riscos.

**Tabela 4-02.** Diretrizes e ações recomendadas para a gestão de riscos através de medidas não estruturais.

DIRETRIZ	AÇÕES RECOMENDADAS
Identificação e análise dos riscos	Fatores condicionantes, distribuição espacial e magnitude dos elementos geradores de risco, frente à dinâmica de ocupação urbana.
Prevenção e redução de acidentes	Planejamento para a adoção de medidas estruturais ou não estruturais, hierarquização de áreas de risco, utilização de dados de risco na adoção de políticas públicas integradas.
Planejamento para situações de emergência	Elaboração de Planos Preventivos e de Contingência. Determinação de locais de abrigo, estoques estratégicos de itens de primeira necessidade e fundos de emergência.
Informação pública e capacitação	Capacitação dos agentes públicos e da população exposta ao risco, ações educativas de divulgação, realização de treinamentos e simulados.

O diagnóstico dos parâmetros do uso e ocupação do solo permite o estabelecimento de ações com base em medidas não estruturais que possibilitam a redução do risco, de maneira que possa amparar arranjos institucionais legais (Eixo 4 da gestão de risco) para um manejo do risco. A análise da importância ou grau de influência dos atributos na composição dos índices de risco pode indicar ações públicas com melhor alcance na gestão de risco. Por exemplo, o potencial de indução do perigo pode ser reduzido por meio de melhorias a serem alcançadas com o incremento de fiscalização e consequentes notificações nas áreas de risco, no que tange aos sistemas de drenagens de águas pluviais e de esgoto, verificação de lançamento de resíduos sólidos em taludes, entre outros. Ações de manejo voltadas, por exemplo, para melhorias nos sistemas de abastecimento de água, coleta de esgoto, e coleta de lixo, bem como ações de consolidação e desenvolvimento das áreas ocupadas (pavimentação e drenagem de vias, etc), geram redução de fatores relacionados ao Potencial de Indução, Vulnerabilidade e Dano Potencial das áreas de risco.

As ações nas bacias de contribuição, tais como programas de arborização das cabeceiras das bacias, de forma a atenuar o tempo de concentração da vazão de pico (que retardam a chegada da água de uma pluviosidade intensa no ponto exutório avaliado) permitem a redução do potencial de indução aplicável nas avaliações de perigo, e devem contribuir para a redução dos riscos de inundação. Similarmente, programas de controle de erosão e assoreamento e de limpeza e gestão de resíduos sólidos, que reduzam o entulhamento das calhas dos córregos, mantendo a capacidade de vazão do canal, influenciam de forma positiva os índices de perigo, e consequentemente a redução dos riscos de inundação e processos correlatos

As recomendações gerais em escalas de semidetalhe (1:10.000) para processos de movimento de massa são apresentadas na **Tabela 4-03**, enquanto que, para os processos de inundação, as ações podem ser relacionadas à Bacia de contribuição do corpo de água superficial (drenagem, córrego, ribeirão, rios e etc.) e essas ações resumidas na **Tabela 4-04**, e ainda ações relacionadas a gestão das águas pluviais de contribuição local à microbacia, cujas ações são resumidas na **Tabela 4-05**.

**Tabela 4-03.** Diretrizes e ações recomendadas para a gestão de riscos através de medidas não estruturais em escala de semidetalhe para movimentos de massa.

INDICADOR	AÇÕES RECOMENDADAS
Presença de resíduos em taludes	A presença de resíduos domésticos e de construção civil depositados ou lançados em talude representam um aumento no potencial de indução e, por consequência, no perigo e no risco. Ações de expansão e/ou intensificação da frequência na coleta de lixo podem contribuir com a redução da presença desse condicionante de risco. Localmente, podem ser necessárias ações de saneamento ambiental com fiscalização intensa e, por vezes, medidas de conscientização e educação ambiental que podem constituir, por exemplo, a realização de limpezas amplas por meio de mutirões ou ações pontuais quando estes depósitos antrópicos são diagnosticados. Consiste em uma importante ferramenta para ações amplas de planejamento urbano.
Lançamentos irregulares de esgoto em áreas de talude	Também considerado um importante fator de indução de processos de movimentos de massa. Ações de saneamento ambiental como regularização de ligações de esgoto, bem como notificações aos municípios para sua adequação e manutenção, podem contribuir na gestão do risco de escorregamentos. De maneira análoga, programas de desativação de fossas negras e de ampliação das redes de coleta de esgoto têm o papel de reduzir riscos, e devem ser realizadas em programas regionais junto aos serviços autônomos de água e esgoto ou as concessionárias.
Adequação de sistemas de disciplinamento de águas pluviais	As águas pluviais são consideradas os principais deflagradores (gatilhos) dos eventos de escorregamentos, e podem ser alvos de ações de semidetalhe. Neste sentido, vistorias de técnicos da prefeitura e defesa civil podem percorrer áreas de risco observando telhados sem captação adequada e moradias sem escoamento e direcionamento satisfatório das águas pluviais,



	bem como passagem de servidões nos taludes que, uma vez danificadas, concentram águas pluviais nos taludes. Essas áreas particulares podem ser notificadas a tomar as devidas correções por parte do poder público municipal.
Adequação da cobertura vegetal dos taludes	Em determinadas situações alguns taludes encontram-se com coberturas vegetais inadequadas ao problema de perigos de escorregamentos. Nestes casos, por vezes uma troca da cobertura vegetal pode contribuir para a segurança dos taludes, enquanto em outras ocasiões a retirada da vegetação pode apresentar melhor contribuição. Vegetações com potencial de reter grandes quantidades de água em suas raízes, como bananeiras, podem ser substituídas por espécies de gramínea adequadas. Em taludes rochosos, devido às raízes forçarem a desagregação das rochas, aconselha-se a retirada da vegetação. Outras situações comuns remetem à presença de árvores mortas, doentes ou com estabilidade comprometida, que podem tombar e gerar instabilização dos taludes.
Adoção de materiais para redução de processos erosivos em terrenos de taludes expostos em situações emergenciais	Por vezes, áreas com taludes descobertos na iminência das chuvas podem requerer proteções para prevenir a intensificação de processos erosivos. Uma medida emergencial comum é a instalação de lonas e coberturas plásticas nos taludes, que podem ser fornecidas em momento de iminência das chuvas pelo poder público municipal, após vistorias preventivas nos setores suscetíveis para instalação nos taludes expostos pelos moradores e sob orientação de agentes técnicos municipais. Por vezes, quando sulcos erosivos mais profundos já estão instalados, pode ser necessária a distribuição de sacos plásticos para colocação de cobertura de solo ensacado ou de sacos com solo-cimento (rip-rap) junto às coberturas plásticas.

**Tabela 4-04.** Diretrizes e ações recomendadas para a gestão de riscos através de medidas não estruturais em escala de semidetalhe para inundação nas drenagens das bacias de contribuição.

SOLUÇÃO	AÇÕES RECOMENDADAS
Intervenções e obras para redução e controle da vazão	As intervenções e obras para redução e controle da vazão visam evitar a inundação das áreas de jusante das sub-bacias através da extravasão das águas nas porções de montante que não estão expostas a riscos. Estas intervenções podem incluir a construção de bacias de amortecimento, diques e <i>polders</i> , além da instalação de bombas para esgotamento/retirada de águas. Destaca-se que, nestas situações, é obrigatória a elaboração de estudo de macrodrenagem do curso d'água ou estudos hidrológicos e hidráulicos específicos.
Parques alagáveis	Áreas de risco situadas ao longo de drenagens sujeitas a processos de inundações podem requerer, a fim de evitar seu atingimento, espaços para extravasão de excessos na vazão de pico por conta de chuvas excepcionais. Intervenções que priorizem a infiltração, reservação e evaporação, como <i>Wetlands</i> , jardins filtrantes, cisternas verdes, parques alagáveis, etc., caracterizadas por áreas alagáveis situadas na várzea de rios que possam ser naturalizados em meandros, por exemplo, assumem a função de reduzir a velocidade da água, além de permitir o escoamento mais lento e a utilização destas áreas permeáveis como áreas de recarga para os aquíferos.
Bacias de retenção	Conhecidos amplamente como piscinões, estão inseridos no contexto paulista de combate às enchentes, contudo atualmente vem sendo questionado sobre seus prós e contras. Devem ser adotados ao longo das drenagens em áreas de várzea como forma de proteção de elementos expostos a jusante. Devem necessariamente ser instaladas após detalhados estudos hidrológicos e hidráulicos e por vezes sob necessidade de licenciamento ambiental.
Programas de aumento de vazão da calha, por limpeza e recomposição de margens	Embora obras de aumento de calhas sejam consideradas medidas estruturais, e necessariamente requerem estudos hidrológicos e hidráulicos, obras de recomposição de margens, limpeza e desassoreamento podem ser realizados em programas regionais ao longo de um canal.

**Tabela 4-05.** Diretrizes e ações recomendadas para a gestão de riscos através de medidas não estruturais em escala de semidetalhe para inundação nas áreas de contribuição local pela água pluvial.

INDICADOR	AÇÕES RECOMENDADAS
-----------	--------------------

Praças-piscina	Vindo dos conceitos urbanísticos de “ <i>water-square</i> ”, são praças localizadas em algumas áreas de captação de águas pluviais, na prática devem se comportar como pequenas bacias de retenção das águas pluviais, e devem ser planejados por estudos de microdrenagem urbana em localidades determinadas, onde as águas pluviais em excesso a calha da rua ou sarjeta devem invadir a praça, e nela ficar retido por um tempo suficiente para se diminuir a vazão de pico local da bacia de contribuição de águas pluviais.
Planos locais de arborização urbana	Ao se determinar localidades com escoamento superficial elevado, que contribuem para uma área de inundação, um planejamento de arborização urbana pode contribuir para a diminuição do escoamento superficial, promovendo uma maior infiltração no solo, associado a um aumento do tempo de pico, e consequentemente acarretando em uma redução da vazão de pico.
Sistemas de contenção local de águas pluviais nos imóveis da área	Sistemas de contenção local de águas pluviais nos imóveis da área, com adoção de cisternas associadas à captação dos telhados, podem reduzir a vazão de pico, ao reter volumes de água de situações de precipitação intensa por curtos períodos de tempo.
Programas de limpeza urbana	Por vezes os canais, drenagens e elementos do sistema de drenagem e disciplinamento das águas pluviais perdem sua capacidade de vazão devido ao acúmulo de lodo, sedimentos e lixo, assim programas de limpeza urbana com varrição de ruas e limpeza de bocas de lobo e bueiros podem aumentar as capacidades dos sistemas de drenagem e diminuir o assoreamento dos canais e cursos d’água.
Adoção de coberturas do solo permeáveis	Adoção de coberturas do solo permeáveis, como calçadas de blocos vazados, calçamento e pavimentação permeável, pode aumentar a infiltração de águas pluviais no solo, restando águas na camada vadosa do solo. Reduzindo assim a vazão de pico, contribuindo para a redução de processos de inundação.
Estudo de microdrenagem urbana, para possível redimensionamento de sistemas coletores de águas pluviais urbanas	Por vezes, trechos urbanos sofreu uma intensificação no estágio de consolidação, e o sistema deixou de ser eficiente para chuvas intensas, de maneira que um Estudo de microdrenagem urbana pode indicar uma adequação e redimensionamento de sistemas coletores de águas pluviais urbanas local, com adoção de sistemas redutores de velocidades da água pluvial com caixas dissipadoras, ou simplesmente aumentando as seções de vazão.

## 4.2. RECOMENDAÇÕES GERAIS DE ESCALA LOCAL

As recomendações realizadas por Áreas ou por Setores de risco foram estimadas em campo, com validação e quantificação subseqüentes, quando necessárias, através de procedimentos de SIG. Para inundações e processos correlatos foram contempladas, minimamente, as recomendações apresentadas em Fernandes da Silva et al. (2014), transcritas nas **Tabelas 4-06** e **4-07**, complementadas pela equipe técnica da Contratada, compondo as sugestões de recomendações possíveis. As recomendações de detalhe de cada área ou setor estão apresentadas nas respectivas fichas de campo (**ANEXO D**).

**Tabela 4-06.** Sumário das recomendações gerais para os Setores de Risco de inundação, conforme Fernandes da Silva et al. (2014).

Medidas Estruturais	Medidas Não Estruturais
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Proteção superficial das margens (recuperação e proteção vegetal);</li> <li>● Proteção superficial das margens (intervenções de pequeno porte: gabião, manta, impermeabilização</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Implantação de sistemas de previsão e alerta de cheias;</li> <li>● Implantação de Planos de Contingência e Planos Preventivos de Defesa Civil (PPDC);</li> </ul>

<p>asfáltica, solo- cimento, argamassa, tela, ou outros métodos);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Controle da drenagem superficial e da erosão do solo (melhoria na infiltração, disciplinamento das águas, estabilização de taludes);</li> <li>● Intervenções e obras para redução e controle da vazão, incluindo construção de bacias de amortecimento, diques e <i>polders</i>, instalação de bombas para esgotamento/retirada de águas (demandam estudos hidrológicos e projetos específicos);</li> <li>● Intervenções e obras para aumento da vazão, incluindo recomposição do canal ou modificações na forma e trajeto (demandam estudos hidrológicos e projetos específicos);</li> <li>● Gerenciamento hídrico da microbacia de acordo com estudos hidrológicos, projetos e obras específicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Remoção temporária de moradores em períodos chuvosos de acordo com os procedimentos de operação de Planos Preventivos de Defesa Civil;</li> <li>● Remoção definitiva de edificações e monitoramento dos terrenos de forma a evitar o surgimento de novas ocupações (em áreas de perigo ou áreas em que já houve remoção definitiva);</li> <li>● Realização de inspeções regulares das condições da canalização da drenagem quanto a obstruções e assoreamento;</li> <li>● Serviços de limpeza e recuperação do canal e margens;</li> <li>● Desassoreamento e a manutenção das valas de drenagem paralelas à infraestrutura linear (vias, ferrovias etc.).</li> </ul>
---	---

**Tabela 4-07.** Sumário das recomendações gerais para os Setores de Risco de inundação, conforme Quadro 3.16 de IG-SMA (2014).

<b>Medidas Estruturais</b>	
<b>Recomendações</b>	<b>Descrição</b>
Serviços de limpeza e recuperação do canal e margens	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Realizar serviços de limpeza, inspeção e manutenção periódica dos canais, drenagens e sistemas de esgotos, incluindo a desobstrução do canal por meio da retirada do excesso de sedimentos (desassoreamento) e da remoção de entulho e lixo;</li> </ul> <p><u>Características:</u> em geral, medidas simples e localizadas, envolvem execução de serviços manuais e/ou utilizando maquinários de pequeno porte.</p>
Proteção superficial das margens	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Promover a recuperação e a proteção da vegetação das margens dos canais.</li> <li>● Proteção superficial das margens com instalação de gabião, manta, impermeabilização asfáltica, solo-cimento, argamassa, tela, ou outros métodos, de acordo com as características hidrodinâmicas do canal.</li> </ul> <p><u>Características:</u> em geral, medidas localizadas, serviços envolvendo obras civis demandam estudos e avaliações específicos para determinar a sua adequabilidade e dimensionamento.</p>
Execução de obras de engenharia	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Construção de barreiras (diques e <i>polders</i>) que reduzem a possibilidade de invasão de águas originárias de cheias e inundações em determinados trechos da bacia de drenagem.</li> <li>● Promover medidas de amortecimento de picos de vazão, que podem incluir a construção de reservatórios de amortização (piscinões) e/ou áreas de acumulação local (parques lineares e áreas de lazer) em pontos estratégicos da bacia.</li> </ul> <p><u>Características:</u> demandam estudos hidrológicos e projetos específicos para determinar sua adequabilidade e dimensionamento, podem envolver execução de serviços e obras de médio e grande porte. A construção de barreiras, em geral, aplica-se a grandes rios e planícies (várzeas) extensas.</p>
Medidas de controle da drenagem superficial e da erosão do solo	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Proceder ao disciplinamento (captação, condução e escoamento adequado) das águas pluviais e servidas, em escala local, incluindo loteamentos e lotes individuais.</li> <li>● Promover medidas para melhoria da infiltração das águas de chuva no solo, com o uso de pavimentos permeáveis, ajardinamento, trincheiras, planos e valetas de infiltração.</li> <li>● Promover a estabilização de taludes e cortes e demais áreas com solo exposto, com a execução de recomposição vegetal de áreas degradadas e/ou substituição das espécies vegetais existentes por espécies mais frondosas, de forma a evitar o assoreamento dos cursos d'água, aumentar a capacidade de retenção e reduzir o escoamento superficial das águas pluviais.</li> </ul> <p><u>Características:</u> demandam estudos hidrológicos e projetos específicos para determinar sua adequabilidade e dimensionamento, podem envolver execução de serviços e obras de médio</p>

	e grande porte. Em geral, medidas aplicáveis ao longo de trechos de sub-bacias e microbacias.
Intervenções no canal para redução da vazão	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Recomposição das características naturais do canal (restauração de meandros e desocupação dos terrenos pertencentes à planície de inundação).</li> <li>● Promover modificações na forma e/ou trajeto do canal, incluindo a construção de extravasores e/ou desvios do leito do rio para amortecimento de volume e redução de vazão do canal.</li> </ul> <p><b>Características:</b> demandam estudos hidrológicos e projetos específicos para determinar sua adequabilidade e dimensionamento, em geral, envolvem execução de serviços e obras de médio e grande porte.</p>
Intervenções no canal para aumento da vazão	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Execução de intervenções localizadas ao longo do canal (redução da rugosidade do leito do rio por desobstrução, dragagem para aprofundamento de calha, redimensionamento ou mesmo a remoção de estruturas existentes tais como tubulações, aduelas, pontes, etc), visando o aumento da vazão e a melhoria no escoamento.</li> </ul> <p><b>Características:</b> demandam estudos hidrológicos e projetos específicos para determinar sua adequabilidade e dimensionamento, em geral, envolvem execução de serviços e obras de pequeno e médio porte.</p>
<b>Medidas Não Estruturais</b>	
<b>Recomendações</b>	<b>Descrição</b>
Remoção de moradias e monitoramento das áreas de risco	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Atuação do poder público local com a finalidade de remover e realocar famílias que estejam ocupando áreas de risco.</li> <li>● Realizar monitoramento periódico das áreas onde houve remoção, para impedir reocupação.</li> <li>● Impedir a ocupação e a expansão da ocupação em margens de córregos e rios, em planícies de inundação, em áreas de perigo de inundação e em áreas de risco já identificadas.</li> </ul> <p><b>Características:</b> remoções definitivas, realocações para locais livres de perigos.</p>
Implantação de sistema de previsão e alerta	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Implementação de sistema integrado para obtenção, armazenamento e análise de dados e informações plúvio-fluviométricas contemplando as bacias hidrográficas onde esteja inserido o município, com a finalidade de auxiliar nas ações de Defesa Civil, incluindo a interdição de locais e remoção preventiva de moradores de áreas potencialmente afetadas.</li> <li>● Promover ações de educação ambiental, comunicação e conscientização relativas à prevenção de desastres.</li> </ul>
Implantação de Plano Preventivo de Defesa Civil (PPDC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Implantação de PPDC, como medida de convivência com o risco, a ser implementado em conjunto com as demais medidas, especialmente o sistema de alerta, incluindo o monitoramento das áreas de risco e remoção temporária de moradores (ou definitiva em casos extremos) nos períodos chuvosos.</li> <li>● Promover ações de educação ambiental, comunicação e conscientização relativas à prevenção de desastres.</li> </ul>
Medidas preventivas adicionais	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Implantação de instrumentos legais municipais que promovam a adequação da ocupação e o ordenamento territorial (Plano Diretor Municipal, planos de macrodrenagem, código de obras, etc).</li> <li>● Preservação das áreas de proteção permanente (APP).</li> </ul>

As medidas complementares supracitadas foram sistematizadas para as equipes sob a forma de um guia de campo para recomendações de obras para processos hidrológicos, cujas informações estão apresentadas na **Tabela 4-08**, e aparecem nas fichas de campo dos setores de riscos mapeados. Destaca-se que as recomendações das intervenções são inicialmente listadas em campo, e então consolidadas em escritório.

**Tabela 4-08.** Guia de campo para recomendações de obras para processos hidrológicos.

<b>OBRA / INTERVENÇÃO</b>	<b>APLICAÇÃO</b>
Serviços de limpeza e recuperação	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Locais com canais naturais ou retificados, com ocupação ou vias próximas, atingidos por processos de solapamento, assoreamento ou erosão.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Taludes, canal ou entorno com presença de lixo, entulho ou outros elementos (incluindo estruturas) que possam gerar obstrução ou diminuição da vazão do canal.</li> </ul>
Proteção superficial das margens (recuperação e proteção vegetal)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Locais com canais naturais ou retificados, com ocupação ou vias próximas, com taludes marginais atingidos por processos de solapamento, assoreamento ou erosão, ou sem elementos de proteção aos taludes marginais, como locais de solo exposto, vegetação rasteira ou canalização danificada.</li> </ul>
Proteção superficial das margens (intervensões de pequeno porte: gabião manta, impermeabilização asfáltica, solo-cimento, argamassa, tela ou outros métodos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Locais com canais naturais ou retificados, com ocupação ou vias próximas, com taludes marginais atingidos por processos de solapamento, assoreamento ou erosão, ou sem elementos de proteção aos taludes marginais, como locais de solo exposto, vegetação rasteira ou canalização danificada. Deve ser aplicada em locais de canais de maior velocidade de fluxo ou cujo talude não permita intervenção de recuperação e proteção vegetal em decorrência de sua declividade ou proximidade de vias ou moradias.</li> </ul>
Controle da drenagem superficial e da erosão do solo (melhoria na infiltração, disciplinamento das águas, estabilização de taludes)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Locais com canais naturais ou retificados, com ocupação ou vias próximas. Presença de vias não pavimentadas e sem disciplinamento de águas pluviais em superfície, geralmente agravando processos erosivos dos taludes marginais e assoreamento dos canais.</li> </ul>
Intervenções no canal para redução da vazão (recomposição do canal ou modificações na forma e trajeto; exige estudos hidrológicos e projetos específicos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Locais com canais retificados ou naturais retilíneos, com ocupação ou vias próximas e atingidos pelos processos hidrológicos. Aplica-se em locais onde não é possível ampliar o canal, locais com necessidade de redução da velocidade do fluxo d'água para reservatórios de amortização e/ou redução da área transversal do canal.</li> </ul>
Intervenções no canal para aumento da vazão (como redução da rugosidade do leito, ou dragagem ou alteração de estruturas; exige estudos hidrológicos e projetos específicos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Locais com canais retificados ou naturais retilíneos, com ocupação ou vias próximas e atingidos pelos processos hidrológicos. Aplica-se em locais onde é possível ampliar o canal, locais com necessidade de aumento da velocidade de escoamento e/ou da área transversal do canal, para aumentar sua capacidade de captação e escoamento sem transbordamento das margens.</li> </ul>
Obras: Construção de diques e <i>polders</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Áreas ocupadas (geralmente, densamente ocupadas) situadas sobre planícies de inundação em que não é possível realizar intervenções de aumento de vazão do canal e que, quando sofrem processo de inundação, ficam submersas por não haver possibilidade de escoamento até diminuição ou encerramento do processo de enchente do canal.</li> </ul>
Obras: Construção de pisciões (reservatórios de amortização) e/ou parques lineares e áreas de lazer (áreas de acumulação local)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Áreas ocupadas próximas a canais cujos trechos de jusante têm baixa capacidade de escoamento, seja decorrente de obstruções ou de características intrínsecas do próprio canal, necessitando da retenção temporária do volume de água para adequação à capacidade de escoamento do canal a jusante.</li> </ul>
Implantação de sistema de previsão e alerta de cheias	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Para todas as áreas atingidas por processos hidrológicos</li> </ul>
Implantação de Plano Preventivo de Defesa Civil e Planos de Contingência	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Para todas as áreas que, quando atingidas por processos hidrológicos, necessitem de remoção temporária de moradores, permitindo a volta às moradias após o encerramento do processo hidrológico.</li> </ul>
Remoção definitiva de moradias e monitoramento de áreas de risco	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Para todas as áreas que, quando atingidas por processos hidrológicos, necessitem de remoção de moradores para abrigos em decorrência do tempo necessário para o escoamento das áreas atingidas.</li> </ul>
Medidas preventivas adicionais	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Monitoramento da área e realização de informes com instruções e exercícios de evacuação com a Defesa Civil.</li> </ul>

As recomendações de medidas estruturais para as áreas de escorregamentos e movimentos de massa em geral foram empregadas, minimamente, as recomendações expostas nos Quadros 3.13

e 3.15 de IG-SMA (2014), transcritas nas **Tabelas 4-09 e 4-10** a seguir. Além da recomendação de medidas, foram realizados croquis esquemáticos de localização das recomendações estruturais em Planos de Informação de ambiente SIG, cujos quantitativos estimados e o modelo dos resultados estão apresentados na **Tabela 4-11**.

**Tabela 4-09.** Sumário das recomendações gerais para os Setores de Risco de escorregamento, conforme Quadro 3.13 de IG-SMA (2014).

<b>Medidas Estruturais</b>	
<b>Recomendações</b>	<b>Descrição</b>
Serviços de limpeza e recuperação	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Serviços de limpeza do terreno, com remoção de entulho, lixo, etc.</li> <li>● Recuperação e/ou limpeza de sistemas de drenagem, esgotos e acessos.</li> <li>● Disciplinamento do escoamento das águas servidas.</li> <li>● Limpeza de canais de drenagem.</li> <li>● Serviços manuais e/ou utilizando maquinários de pequeno porte.</li> <li>● Corte ou poda de árvores.</li> </ul>
Proteção superficial	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Implantação de proteção superficial vegetal (gramíneas) em taludes com solo exposto.</li> <li>● Proteção vegetal de margens de canais de drenagem.</li> <li>● Proteção superficial com instalação de gabião, manta, impermeabilização asfáltica, solo-cimento, argamassa, tela.</li> </ul>
Desmonte de blocos e matacões	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Desmonte de blocos rochosos e matacões manualmente ou com argamassa expansiva.</li> <li>● Desmonte de blocos rochosos e matacões a partir de avaliação geotécnica detalhada.</li> <li>● Pequenas obras de contenção na base de blocos e matacões.</li> </ul>
Obras de drenagem superficial (disciplinamento do escoamento das águas servidas e pluviais)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Implantação de sistemas de drenagem superficial (canaletas, caixas de transição, escadas d'água, guias/sarjetas, galerias de águas pluviais, bocas de lobo, etc.).</li> <li>● Eventual execução de acessos para pedestres (calçadas, escadarias, etc.) integrados ao sistema de drenagem.</li> <li>● Predomínio de serviços manuais e/ou com maquinário de pequeno porte.</li> </ul>
Obras de drenagem de subsuperfície	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Execução de sistema de drenagem de superfície (trincheiras drenagens, drenos horizontais profundos, poços de rebaixamento, etc.).</li> <li>● Serviço parcial ou totalmente mecanizado.</li> </ul>
Obras de terraplenagem de médio a grande porte	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Execução de serviços de terraplenagem (retaludamento, reconformação de bermas, aterros compactados, etc.).</li> <li>● Execução combinada de obras de drenagem superficial e proteção vegetal (obras complementares aos serviços de terraplenagem, drenagem de crista).</li> <li>● Predomínio de serviços mecanizados.</li> </ul>
Obras de proteção contra massas escorregadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Implantação de barreiras vegetais.</li> <li>● Execução de muros de espera.</li> </ul>
Estruturas de contenção localizadas ou lineares	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Implantação de estruturas de contenção localizadas, como chumbadores, tirantes, microestacas e muros de contenção passivos de pequeno porte (altura máxima = 5 m largura máxima = 10 m).</li> <li>● Obras de contenção e proteção de margens de canais (gabiões, muros de concreto, etc).</li> <li>● Serviço parcial ou totalmente mecanizado.</li> </ul>
Estruturas de contenção de médio a grande porte	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Implantação de estruturas de contenção de médio a grande porte (altura maior que 5 m e largura maior que 10 m), envolvendo obras de contenção passivas e ativas (muros de gravidade, cortinas atirantadas, solo armado, etc).</li> <li>● Poderão envolver serviços complementares de terraplenagem.</li> <li>● Predomínio de serviços mecanizados.</li> </ul>
<b>Medidas Não Estruturais</b>	
<b>Recomendações</b>	<b>Descrição</b>
Remoção de moradias	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Definitiva; ou temporária (para implantação de uma obra, por exemplo).</li> <li>● Eventuais realocações devem ser priorizadas dentro da própria área ocupada, em local seguro.</li> </ul>
Monitoramento das áreas de risco	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Vistoria periódica, para identificação e verificação da evolução das feições de instabilidade (trincas em moradias e terreno, muros e paredes embarrigados, cicatrizes de escorregamento, degraus de abatimento, árvores, postes e muros inclinados, feições erosivas em taludes, erosão de margem de córregos, etc).</li> </ul>
Medidas preventivas adicionais	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Impedimento da expansão da ocupação em margens de córregos e rios e em áreas de risco.</li> <li>● Implantação de Plano Preventivo de Defesa Civil.</li> </ul>

**Tabela 4-10.** Sumário das recomendações gerais para os Setores de Risco de solapamento de margens fluviais, conforme Quadro 3.15 de IG-SMA (2014).

<b>Medidas Estruturais</b>	
<b>Recomendações</b>	<b>Descrição</b>
Serviços de limpeza e recuperação;	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Serviços de limpeza de canais de drenagem, com remoção de entulho, lixo, etc.</li> <li>● Recuperação e/ou limpeza de sistemas de drenagem, esgotos e acessos.</li> <li>● Disciplinamento do escoamento das águas servidas.</li> <li>● Característica: Serviços manuais e/ou utilizando maquinários de pequeno porte.</li> </ul>
Proteção superficial contra erosão e estabilização de margens de canais	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Implantação de proteção vegetal de margens de canais de drenagem.</li> <li>● Estudos e execução de obras de engenharia adequadas para instalação de gabião manta, impermeabilização asfáltica, solo-cimento, argamassa, tela.</li> <li>● Característica: estudos especializados e serviços manuais e/ou utilizando maquinários de pequeno porte a médio.</li> </ul>
Obras de pequeno porte em canais	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Implantação de intervenções e obras de drenagem superficial para disciplinamento do escoamento das águas servidas e pluviais.</li> <li>● Implantação de sistemas de drenagem superficial (canaletas, caixas de transição, escadas d'água, guias/sarjetas, galerias de águas pluviais, bocas de lobo, etc.), conforme estudos e projetos de microdrenagem.</li> <li>● Característica: Predomínio de serviços manuais e/ou com maquinário de pequeno porte.</li> </ul>
Obras de médio a grande porte em canais	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Obras de desvio, de canalização de córregos e de aprofundamento ou alargamento de canais, compatíveis com estudos de macro e microdrenagem.</li> <li>● Obras de proteção de margens de canais (gabiões, muros de concreto, etc.), conforme projetos de engenharia;</li> <li>● Característica: estudos especializados e serviço parcial ou totalmente mecanizado.</li> </ul>
<b>Medidas Não Estruturais</b>	
<b>Recomendações</b>	<b>Descrição</b>
Remoção de moradias	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Definitivamente ou temporariamente (para implantação de uma obra, por exemplo);</li> <li>● Eventuais realocações devem ser priorizadas dentro da própria área ocupada, em local seguro.</li> </ul>
Monitoramento das áreas de risco	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Vistoria periódica, para identificação e verificação da evolução das feições de instabilidade.</li> </ul>
Medidas preventivas adicionais	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Impedimento da expansão da ocupação em margens de córregos e rios e em áreas de risco;</li> <li>● Preservação das áreas de proteção permanente (APPs).</li> <li>● Educação e comunicação de risco à população.</li> <li>● Implantação de Plano Preventivo de Defesa Civil.</li> </ul>

**Tabela 4-11.** Modelo do formulário de apresentação das recomendações das áreas de risco, com a descrição das Características dos serviços a serem executados.

<b>ID de intervenção</b>	<b>Descrição das Características dos serviços a serem executados</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>
L1	Remoção de lixo e entulho (12 pessoas, caminhão basculante e pá carregadeira)	hora	-
L2	Remoção de vegetação (12 pessoas, caminhão basculante e pá carregadeira)	hora	-
L3	Remoção de material rompido, acerto de geometria do talude (se executado manualmente)	m <sup>3</sup>	-
L4	Remoção de material rompido, acerto de geometria do talude (Maquinário)	m <sup>3</sup>	-
L5	Remoção de matação	m <sup>3</sup>	-
P1	Plantio de vegetação (árvores e mudas)	m <sup>2</sup>	-
P2	Plantio de vegetação (gramínea)	m <sup>2</sup>	-
P3	Plantio de vegetação (tela biodegradável)	m <sup>2</sup>	-



T1	Execução de revestimento com tela metálica	m <sup>2</sup>	-
T2	Execução de revestimento com concreto projetado	m <sup>2</sup>	-
T3	Reconstituição de talude	m <sup>3</sup>	-
D1	Canaleta de drenagem meia cana	m	-
D2	Caixa de passagem	unidade	-
D3	Escada d'água	m	-
D4	Guia	m	-
D5	Sarjeta	m	-
D6	Rede de Esgoto	m	-
D7	Dreno horizontal profundo (5 m)	unidade	-
D8	Galeria de água pluvial Subterrânea	m	-
D9	Trincheira drenante	m <sup>3</sup>	-
D10	Pavimentação de rua	m <sup>2</sup>	-
D11	Bueiro	unidade	-
C1	Gabião caixa	m <sup>3</sup>	-
C2	Gabião colchão	m <sup>3</sup>	-
E1	Muros de arrimo	m <sup>2</sup>	-
E2	Muro atirantado	m <sup>2</sup>	-
E3	Solo grampeado	m <sup>2</sup>	-
E4	Muro de espera	m <sup>2</sup>	-
N1	Construção de novas moradias	unidade	-
N2	Desmonte de moradias	m <sup>2</sup>	-
R1	Manutenção do plantio por 1 ano (vegetação)	m <sup>2</sup>	-
R2	Manutenção e reparo de obras e equipamentos públicos (escadarias, acessos e pavimentos)	m <sup>2</sup>	-

### 4.3. SÍNTESE DAS RECOMENDAÇÕES

Para o Município de **Embu das Artes**, as recomendações nas escalas de detalhe são apresentadas nas fichas de campo, e resumidas nas **Tabelas** do **ANEXO F** para processos de movimentos de massa e inundações, respectivamente. Para as ações preventivas de ações estruturais e não-estruturais, mas com viés regionalizado (escala 1:10.000) as ações são apresentadas na **Tabela 4-12**.

**Tabela 4-12.** Recomendações de planejamento e de caráter preventivo.

Localidade	Processo	Ação
O bairro Jardim Tomé (EMB/011) pertence à microbacia do Afluente do Alto Juquiá.	O processo de inundação rápida afeta o bairro Jardim Tomé, apresentando riscos baixos e altos, associados ao médio curso do córrego Potium, próximo à zona de confluências.	O bairro Jardim Tomé é medianamente ocupado e apresenta áreas livres à montante. Sendo assim, indicam-se medidas da tabela 4-04 que incluem estudos de macrodrenagem, visando à diminuição da vazão de pico por ações como intervenções na drenagem de controle e redução de vazão. Além de medidas como desassoreamento e limpeza frequentes do canal.

<p>Os bairros Jardim Vista Alegre (EMB/012), Centro (EMB/009), Jardim Castilho (EMB/010), Jardim Colegio (EMB/007), Jardim Fabiana (EMB/008), Jardim Vazame (EMB/006), Jardim da Luz (EMB/004), Jardim Santa Clara (EMB/001), Jardim Santo Eduardo (EMB/002), Parque Fernanda (EMB/003) e Jardim Emílio Carlos (EMB/005) pertencem à microbacia do Afluente do Alto Juquiá.</p>	<p>Os bairros Jardim Fabiana, Jardim Santo Eduardo, Parque Fernanda e Jardim Emílio Carlos são atingidos por inundações do córrego Pirajussara em seu alto e médio curso, próximo a confluências com risco baixo a moderado. No médio curso dos afluentes do córrego Pirajussara nos bairros Jardim Castilho, Jardim Colégio e Jardim Vazame ocorrem inundações lentas de risco baixo a alto, destacando-se a maior severidade do processo no Jardim Colégio. Enquanto nos bairros do Centro e Jardim da Luz ocorrem inundações rápidas cujo risco varia de baixo a moderado. Os processos que afetam os bairros Jardim Vista Alegre e Jardim Santa Clara são, respectivamente, enxurrada e alagamento de risco baixo a moderado, não relacionados diretamente às drenagens.</p>	<p>Os bairros afetados pelas inundações do córrego Pirajussara são altamente ocupadas, apresentando poucos espaços livres. As ações propostas são indicadas na tabela 4-04, as quais se recomendam estudos de macrodrenagem para avaliar intervenções nas drenagens de forma a controlar a vazão do rio, uma vez que as canalizações e pontes podem resultar em estreitamentos bruscos de canal trazendo como consequência a diminuição de vazão do canal. Em relação às inundações dos afluentes do córrego Pirajussara, considerando sua elevada impermeabilização do solo e ocupação próximo as margens das drenagens, indicam-se estudos de macrodrenagem (tabela 4-04) com destaque para medidas de redução na vazão de pico, tal como a implementação de parques alagáveis à montante, bem como alterações nos canais de forma a aumentar a vazão da calha. As ações propostas às inundações rápidas são medidas locais indicadas na tabela 4-05, que incluem estudos de microdrenagem para avaliar a aplicação de ações à montante como praças-piscina, visando a retenção das águas pluviais, além de programas de limpeza e desassoreamento dos canais que entram na categoria de estudos macrodrenagem (tabela 4-04). Já em relação aos processos de alagamento e enxurrada, indicam-se medidas de adequação da drenagem superficial, por meio da instalação e manutenção de estruturas de coleta e direcionamento adequado das águas pluviais, principalmente à montante. Assim como o redimensionamento do sistema coletor de águas pluviais, visando aumentar a vazão.</p>
---	--	---

Destacando que, para todas as ações nos cursos d'água, exceto as que envolvem limpeza e desassoreamento, recomenda-se a realização prévia de estudos hidrológicos e hidráulicos, ou planos de macrodrenagem.

Os resultados das recomendações técnicas são apresentados em um Formulário de Recomendações específico para cada tipo de processo mapeado. Estes Formulários de Recomendações constituem parte dos Formulários das Áreas e Setores de Risco (**ANEXO C**), que são compostos pelos mapas de Setorização de Risco e, especificamente para os processos de escorregamentos e movimentos de massa em geral, ainda contém mapas com a espacialização das Recomendações Técnicas sugeridas.

## **5. CONCLUSÕES E LIMITAÇÕES DE USO**

O desenvolvimento urbano desordenado tem como uma de suas consequências o aumento dos níveis de risco de desastres associados a escorregamentos, inundações, corridas de massa, erosão e solapamento de margens. O instrumento para o planejamento urbano mais utilizado é o Plano Diretor ou Plano de Ordenamento Territorial, que indica o que pode ser realizado em cada área do município, orientando as prioridades de investimentos e os instrumentos urbanísticos que devem ser implementados, tendo como bases, a carta geotécnica e o mapeamento de risco. O enfrentamento das situações de risco, que ocorre nas esferas do planejamento e da gestão, compatibilizando as políticas públicas das diferentes esferas da administração (federal, estadual, municipal), deve ser realizado com a aplicação integrada de diversos instrumentos técnicos e normativos, estando fundamentado em ações e diagnóstico; planejamento; monitoramento e fiscalização; redução, mitigação e erradicação; capacitação, treinamento e disseminação.

No presente estudo a avaliação e mapeamento de riscos nas escalas regional (1:25.000) e semirregional (1:10.000), incluindo os Mapas de Perigos, Vulnerabilidade e Riscos, reveste-se de importância devido a sua aplicação direta no planejamento territorial. O levantamento efetuado na escala 1:25.000 abrange toda a área do município, e oferece uma visão geral dos problemas a serem enfrentados, podendo viabilizar a integração entre instrumentos de planejamento voltados a diferentes setores, tais como habitação, transporte, saúde, educação e proteção civil, permitindo a racionalização dos recursos materiais e financeiros, e em particular, apontando para a redução e mitigação dos eventuais problemas. Os resultados obtidos nestas escalas possibilitam comparar a criticidade entre as diferentes unidades de análise e gestão do território municipal, tal como os distritos, os bairros, as sub-bacias, além de elementos lineares como as estradas.

O levantamento efetuado em escala semirregional (1:10.000) enfoca as áreas edificadas do município (uso urbano do tipo Residencial/Comercial/Serviços) e sub-bacias hidrográficas, que juntamente com os mapas de perigos em escala regional (1:25.000) podem ser aplicados no direcionamento da expansão urbana, bem como o adensamento de áreas já ocupadas, e também no planejamento da implantação de infraestrutura viária. O mapa de vulnerabilidade em escala 1:10.000, por sua vez, além de permitir uma visão socioeconômica relacionada às situações de risco potenciais e de risco já instalados no município, aplica-se também ao planejamento e implantação de políticas públicas sociais, como por exemplo, melhoria ou implantação de

infraestrutura sanitária, programas de saúde, programas de geração de emprego e renda combinados às questões de mobilidade urbana, entre outros. Os mapas de risco em escala semirregional podem ser aplicados na implantação de políticas para convivência e redução do risco, incluindo o planejamento de obras civis e ações de mitigação, redução da vulnerabilidade (como indicado acima), implantação de planos de contingência ou a priorização de estudos de detalhe local, como foi feito no presente projeto para a escolha de áreas-alvo destinadas ao levantamento na escala 1:3.000. Estes mapas refletem as variações nos cenários de perigo, vulnerabilidade e dano (expressos pela densidade populacional). As UTBs e as sub-bacias hidrográficas como unidades de análise, bem como os mapas derivados, são especialmente úteis e aplicáveis no gerenciamento, no planejamento e no ordenamento territorial regional e urbano, pois permitem a geração de diversos subprodutos ou mapas temáticos, a partir da caracterização de atributos de diversas naturezas. Tais mapas apresentam grande potencial para orientar a elaboração e/ou atualização de instrumentos de gestão no âmbito municipal, a exemplo dos Planos Diretores.

O mapeamento de áreas de risco em escala local (1:3.000) constitui instrumento fundamental para o gerenciamento das situações de risco já instaladas no município. As ações de gestão de risco de curto e médio prazos por parte do poder público municipal, incluindo a preparação e a capacidade de resposta às emergências, devem estar vinculadas ao fortalecimento da Defesa Civil Municipal, tanto do ponto de vista institucional quanto dos recursos técnicos, humanos, e operacionais envolvendo equipamentos e infraestrutura logística. Nesse sentido, recomenda-se, de forma geral, a capacitação constante de técnicos municipais e a disseminação de conhecimento no ambiente interno da Administração Pública e nas instituições educacionais, nos temas relacionados à prevenção e gestão de riscos de desastres. O presente Relatório Técnico constitui importante instrumento para o controle e redução dos riscos por parte do Poder Público Municipal e, supletivamente pelos Poderes Estadual e Federal, devendo ser, na medida do possível, constantemente aprimorado e atualizado por parte da prefeitura municipal, principal agente do ordenamento territorial.

O projeto tem as seguintes limitações:

- A abrangência do mapeamento na escala de detalhe é limitada. Uma vez que o mapeamento de risco na escala 1:3.000 foi realizado apenas nas áreas-alvo selecionadas para os processos de escorregamentos e movimentos de massa em geral, quanto para inundações e processos correlatos, não se pode garantir que todas as áreas de risco existentes no município foram contempladas no mapeamento. O trabalho não pode ser caracterizado como um PMRR - Plano Municipal de Redução de Riscos, pois não contempla uma estimativa econômica das intervenções e eventualmente uma avaliação da totalidade das áreas do município;
- O mapeamento da escala de semidetalhe obtém como resultado o apontamento de áreas em que o contexto fisiográfico, combinado com suas condições de uso e ocupação do solo, tornam propícia a condição para a existência de Risco nesta área. No entanto, seu resultado deve ser utilizado apenas como um indicativo para a gestão de Risco no

município ou, ainda, quando associado a uma cartografia geotécnica de aptidão urbana, pode ser utilizado plenamente para o planejamento urbano e revisão do Plano Diretor;

- As recomendações indicadas neste mapeamento devem ser adotadas apenas como proposições e como um primeiro elemento de gestão e tomada de decisões para hierarquização e priorização. Cabe ao município a contratação e/ou elaboração de projetos básicos e executivos que contemplem as medidas estruturais necessárias para as áreas mapeadas neste projeto, bem como a realização de ações de monitoramento e manutenção, bem como a elaboração de Plano de Contingência e de Plano Preventivo de Defesa Civil, além da adoção de outras medidas não-estruturais porventura não contempladas nas proposições ora apresentadas;
- Os resultados obtidos e apresentados neste mapeamento de Risco devem considerar o período da análise, uma vez que ele retrata os aspectos fisiográficos e de uso e ocupação do solo no momento em que foi elaborado e, esta dinâmica pode evoluir ou se alterar rapidamente em decorrência de alterações naturais ou induzidas do terreno, bem como mudanças no uso e ocupação do solo. Por consequência, estas alterações ao longo do tempo podem interferir nos Índices de Risco calculados e mudar significativamente suas características, devendo haver atualização ou adequação deste mapeamento para usos futuros.

## 6. BIBLIOGRAFIA

ACSELRAD, H. Vulnerabilidade Ambiental, processos e relações. Comunicação ao II Encontro Nacional de Produtores e Usuários de Informações Sociais, Econômicas e Territoriais, FIBGE, Rio de Janeiro, 2006.

ALVES, F.M., FLORES, M., IWASA, O.Y., ALVES, C.F.C., FERNANDES, G.N., SILVA, L.H., GOTO de PAULA, CMM, MAGRO, S.A., BONGIOVANNI, L.A. Plano municipal de redução de riscos do Município de Diadema. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 13, Rio de Janeiro - RJ, Anais..., São Paulo: ABGE, 2013, CD-ROM.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Base Hidrográfica Ottocodificada da Bacia do Rio Tietê [Brasília], 2015.1: 50.000.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Base Hidrográfica Ottocodificada do Rio Paraíba do Sul. [Brasília], 2017 1:50.000.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Base Hidrográfica Ottocodificada Litorâneas SP-RJ. [Brasília], 2017 1:50.000.

ANBALAGAN, R.; SINGH, B. Landslides hazard and risk assessment mapping of mountainous terrains – a case study from Kumaun Himalaya, India. *Engineering Geology*, v.43, p.237-246, 1996.

ANDRADE, E.; DANNA, L.C.; FERNANDES DA SILVA, P.C. Mapeamento de perigos e riscos de inundação no Município de Aparecida (São Paulo). *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ*. ISSN 0101-9759 e-ISSN 1982-3908 - Vol. 35 - 2 / 2012 p.28-42. 2012.

ANDRADE, E.; DANNA, L.C.; SANTOS, M.L.; FERNANDES DA SILVA, P.C. 2010. Levantamento de ocorrências de inundação em registros de jornais como subsídio ao planejamento regional e ao mapeamento de risco. In: ABGE, *Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica*, 7, Maringá-PR, 8 a 11 de agosto de 2010, Anais..., CD-ROOM.

ARMANI, G; TAVARES, R.; SILVA, M. G. Mapeamento digital do balanço hídrico climatológico do município de Ubatuba - SP. In: XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2007, Natal. *Natureza, Geotecnologias, Ética e Gestão do Território*. Natal: Departamento de Geografia / CCHLA / UFRN, 2007. v. 1. p. 747-764.

AUSTRALIAN GEOMECHANICS. Practice Note Guidelines for Landslide Risk Management 2007. Volume 42, Nº 1, 2007.

BIRKMANN, J. *Measuring vulnerability to promote disaster-resilient societies: Conceptual frameworks and definitions*. In: BIRKMANN, J. (ed): *Measuring vulnerability to Natural Hazards. Towards Disaster Resilient Societies*. New Delhi: TERI Press, United Nations University Press, 2006. p. 9-56.

BONGIOVANNI, L. A.; FREITAS, J. O.; ALVES, F. M. Desenvolvimento sustentável e gestão de risco de desastres naturais. III Congresso da Sociedade de Análise de Risco Latino Americana, São Paulo, 2016.

BRASIL (MCIDADES – MINISTÉRIO DAS CIDADES, IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO). Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios. CARVALHO, C.S.; MACEDO, E.S; OGURA, A.T. (orgs.), Brasília, 2007.

BRASIL (MI – MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, SEDEC – SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA CIVIL). Glossário de Defesa Civil, estudos de riscos e medicina de desastres. 3. ed. Brasília, DF: MI 2009.

BRESSANI, L.A.; COSTA, E.A. Cartas geotécnicas aplicadas ao planejamento territorial - alguns ajustes no instrumento. *Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental*. Vol. 5 – Nº 01. 2015.

BRITO, M.M.; EVERS, M.; ALMORADIE, A.D.S. 2018. *Participatory flood vulnerability assessment: a multi-criteria approach*. *Hydrology and Earth System Sciences*. 22:373-390, 2018.

CANIL, K.; MACEDO, E.S.; GRAMANI, M.F.; ALMEIDA FILHO, G.S.; YOSHIKAWA, N.K.; MIRANDOLA, F.A.; VIEIRA, B.C.; BAIDA, L.M.A.; AUGUSTO FILHO, O.; SHINOHARA, E.J. Mapeamento de risco em assentamentos precários nas zonas sul e parte da oeste no município de São Paulo (SP). In: *Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental*, 5, 2004, São Carlos. Anais... São Paulo: ABGE, 2004, p.193-204.

CARDONA, O.D. *La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo: una crítica y una revisión necesaria para la gestión*. In: *INTERNATIONAL WORK-CONFERENCE ON VULNERABILITY IN DISASTER*

- THEORY AND PRACTICE*, 2001, Disaster Studies of Wageningen University and Research Centre, Wageningen, Holanda. 18 p. 2001.
- CARDOSO, D.; RIEDEL, P.S.; VEDOVELLO, R.; BROLLO, M.J.; TOMINAGA, L.K. Compartimentação fisiográfica do município de Peruíbe, litoral de São Paulo - uma abordagem metodológica como subsídio à avaliação geotécnica de terrenos. *Pesquisas em Geociências*, v.36, n.3, p.251-262, 2009. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/igeo/pesquisas/3603/02-3603.pdf>.
- CENDRERO, A., FLOR, G., GANCEDO, R., GONZÁLEZ-LASTRA, J.R., OMENACA, J.S., SALINAS, J.M. Integrated Assessment and Evaluation of the Coastal Environment of the Province of Vizcaya, Bay of Biscay, Spain. *Environmental Geology*, v.2, n.6, p.321-331, 1979.
- CENDRERO, A., FRANCES, A., DEL CORRAL, D. Environmental quality indices: a tool for assessing and monitoring geoenvironmental map units. In: PEJON, O.; ZUQUETTE, L. (eds.): SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA E GEOAMBIENTAL, 5, 2004, São Carlos, Anais... São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2004, p. 525 –564.
- CEPED-UFSC – CENTRO UNIVERSITÁRIO DE PESQUISA E ESTUDOS SOBRE DESASTRES, UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012. 2. ed. rev. ampl. – Florianópolis: CEPED UFSC, 2013. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/paginas/atlas/>.
- CEPED-UFSC – CENTRO UNIVERSITÁRIO DE PESQUISA E ESTUDOS SOBRE DESASTRES, UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Capacitação básica em Defesa Civil. FURTADO, J. OLIVEIRA, M. DANTAS, M. C.; SOUZA, P. P.; PANCERI, R. (orgs). - 5. ed. - Florianópolis: CEPED UFSC, 2014.
- CHOW, V.T.; MAIDMENT, D.R.; MAYS, L.W. *Applied Hydrology*. McGraw Hill, New York. 572 p. 1988.
- COELHO NETTO, A.L.; AVELAR, A.S.; SATO, A.M.; FERNANDES, M.C.; OLIVEIRA, R.R.; CINTRA, R.V.; BARBOSA, L.; LIMA, P.H.; LACERDA, W.A. 2013. Metodologia para Elaboração de Cartas de Suscetibilidade e Risco a Movimentos de Massa (escala 1:5.000): Aplicação na Área Central de Angra dos Reis/ RJ. In: COBRAE, Angra dos Reis, ABMS ABGE, Anais, v.1, p.203-210.
- CORSI, A.C.; GRAMANI, M.F.; OGURA, A.T. (2017). Desenvolvimento de método para delimitação de bacias de drenagem suscetíveis a corrida de massa e enxurrada em regiões serranas. *Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental - RBGEA*, São Paulo, 5:21-35, 2017.
- CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. PROJETO INTEGRAÇÃO GEOLÓGICO-METALOGENÉTICA. Carta Geológica do Estado de São Paulo, Folha SF.23-Y-C. 1:250.000. 1999.
- CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL e IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações, 1:25.000. 2015.
- CROSTA, A.P. Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto. Instituto de geociências. Departamento de Metalogênese e Geoquímica. IG/UNICAMP. Campinas. 1992.
- DAEE – DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. CTH – CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS. Precipitações intensas no Estado de São Paulo. MARTINEZ Jr., F. DAEE/CTH. (Org). 2018.
- DER/SP - DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO. Edital de Solicitação de Propostas SDP nº 0007/2017. Protocolo nº 006468/07/DER/2017. Seleção de Serviços de Consultoria para Avaliação e Mapeamento de Risco (Escala Regional e Local) de parte da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP – Trecho Leste/Sudeste) e da Baixada Santista. São Paulo, emitido em 24 de março de 2017.
- DER/SP - DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO. Volume Diário Médio das Rodovias (VDM). Disponível em <http://www.der.sp.gov.br/WebSite/MalhaRodoviaria/VolumeDiario.aspx>. Acesso em Fevereiro, 2019).
- DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Custo Médio Gerencial. Brasília: DNIT, 2017.

EMPLASA - EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO S.A. Carta Geológica da Região Metropolitana da Grande São Paulo. São Paulo. 1:50.000. 1980.

EMPLASA - EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO S.A. Ortofotos do Estado de São Paulo (Projeto Mapeia São Paulo). São Paulo. 1:25.000. 2010/2011

FERNANDES DA SILVA, P.C.; ANDRADE, E.; DANNA, L.C. Mapeamento de risco à inundação/ em municípios do Vale do Paraíba (SP): abordagem metodológica para delimita o e caracteriza o de setores de perigo. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 13, São Paulo-SP, 2 a 6 de novembro de 2011, Anais..., São Paulo: ABGE, 2011, CD-ROM.

FERNANDES DA SILVA, P.C.; ANDRADE, E.; ROSSINI-PENTEADO, D. Mapeamento de perigos e riscos de inunda o: uma abordagem semiquantitativa. Revista do Instituto Geológico, São Paulo, 35 (2), 13-38, 2014.

FERNANDES DA SILVA, P.C.; VEDOVELLO, R.; FERREIRA, C. J.; BROLLO, M. J.; FERNANDES, A.J.; CRIPPS, J.C. *Geo-environmental mapping using physiographic analysis: constraints on the evaluation of land instability and groundwater pollution hazards in the Metropolitan District of Campinas, Brazil*. Environmental Earth Sciences, v. 59, p. 124, 2010. Disponível em: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12665-010-0480-z>

FERNANDES DA SILVA, P.C.; ANDRADE, E.; DANNA, L.C. Mapeamento de risco   inunda o em municípios do Vale do Paraíba (SP): abordagem metodológica para delimita o e caracteriza o de setores de perigo. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 13, São Paulo - SP, 2 a 6 de novembro de 2011, Anais..., São Paulo: ABGE, 2011, CD-ROM. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/271133102\\_MAPEAMENTO\\_DE\\_RISCO\\_\\_INUNDAO\\_EM\\_MUNICIPIOS\\_DO\\_VALE\\_DO\\_PARABA\\_\(SP\)\\_ABORDAGEM\\_METODOLGICA\\_PARA\\_DELIMITAO\\_E\\_CARATERIZAO\\_DE\\_SETORES\\_DE\\_PERIGO](https://www.researchgate.net/publication/271133102_MAPEAMENTO_DE_RISCO__INUNDAO_EM_MUNICIPIOS_DO_VALE_DO_PARABA_(SP)_ABORDAGEM_METODOLGICA_PARA_DELIMITAO_E_CARATERIZAO_DE_SETORES_DE_PERIGO)

FERNANDEZ, G. N. Determina o de limiares críticos de chuva deflagradores de movimentos gravitacionais de massa, município de São Bernardo do Campo, SP. Disserta o de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

FERNANDEZ, G. N.; ALVES, F. M.; MODESTO, A. A. L., PISSATO, E. . Análise espacial e temporal de escorregamentos em São Bernardo do Campo, SP (1993 – 2016). In: 18  CBGE Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2018, São Paulo, SP.

FERREIRA, C.J.; ROSSINI-PENTEADO, D.; GOUV IA, C.R.; ROCHA, G.M.; SOUZA, L.; GUEDES, A.C.M. Integra o de mapeamento de risco e índices pluviométricos no monitoramento e alerta de risco de escorregamentos planares no Litoral Norte do Estado de São Paulo. Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental. Vol. 5 – N  01. 2015.

FERREIRA, C.J.; ROSSINI-PENTEADO, D. Mapeamento de risco a escorregamento e inunda o por meio da abordagem quantitativa da paisagem em escala regional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 11, 2011, São Paulo. Anais... São Paulo: Associa o Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2011. CD-ROM.

FERREIRA, C.J.; ROSSINI-PENTEADO, D.; GUEDES, A.C.M. O uso de sistemas de informa es geográficas na análise e mapeamento de risco a eventos geodinâmicos. In: FREITAS, M.I.C & LOMBARDO, M.A.: Riscos e Vulnerabilidades: Teoria e prática no contexto Luso-Brasileiro. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013.

FERREIRA, C. J. ; ALVES, F. M.; RAFFAELLI, C. B. S.; SOUSA, C. A.. CAUSAS DA REDU O DO RISCO DE ESCORREGAMENTOS E DE INUNDA ES EM NÚCLEOS RESIDENCIAIS DO MUNICÍPIO DE PO , SP, NO PERÍODO 2006-2015. In: III Congresso da Sociedade de Análise de Risco Latino Americana, 2016, São Paulo. Anais do III Congresso da Sociedade de Análise de Risco Latino Americana, 2016.

FERREIRA, C.J.; ROSSINI-PENTEADO, D.; BROLLO, M. J.; PICANÇO, J.L.; SILVA, M.C. da; GUIMARÃES, B.M. Debris Flow Hazard and Susceptibility Zonation in Small Watersheds in Itaoca Municipality, São Paulo State, Brazil. In: Aversa et al. (Eds). Landslide and engineered slopes. Experience, Theory and Practice. Associazione Geotecnica Italiana. Rome, p. 893-900, 2016.



GRAMANI, M.F. 2001 Caracterização geológico-geotécnica das corridas de detritos (“*debris flows*”) no Brasil e comparação com os casos internacionais. Dissertação de Mestrado, Departamento de Estruturas e Fundações, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 385 p.

GRAMANI, M.F. & AUGUSTO FILHO, O. 2004. *Analysis of the triggering of debris flow potentiality and the run-out reach estimative: an application essay in the Serra do Mar mountain range*. In: *International Symposium on Landslides*, 9, Rio de Janeiro. Proceedings... Londres: Balkema, v. 2. p. 1477-1483.

GRAMANI, M.F. & KANJI M.A. 2001. Inventário e análise das corridas de detritos no Brasil. In: III Conferência Brasileira de Estabilidade de Encostas - COBRAE, 3, Rio de Janeiro, Anais, Rio de Janeiro: ABMS - NRRJ.

GOMES, J. V. P. & SILVA de BARROS, R. (2011). A importância das Ottobacias para gestão de recursos hídricos. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, Anais, Curitiba pp.: 1287-1294.

HOEK, E. & BRAY, J. 1974. *Rock Slope Engineering*. Londres, *Institution of Mining and Metallurgy*, 309 p.

HORTON, R. E. *The role of infiltration in the hydrologic cycle*. Transactions, American Geophysical Union, V. 14, ed. 1, p. 446-460. 1933.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo demográfico 2010: Características da população e dos domicílios - resultados do universo, 2011. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/93/cd\\_2010\\_caracteristicas\\_populacao\\_domicilios.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/93/cd_2010_caracteristicas_populacao_domicilios.pdf)>. Acesso em: 03 de junho de 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema de Contas Regionais: Brasil 2016, 2016. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101619\\_informativo.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101619_informativo.pdf)> . Acesso em 03 de junho de 2019.

IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO; CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações: 1:25.000: nota técnica explicativa. Coordenação Omar Yazbek Bittar. São Paulo, SP / Brasília, DF. 2014

ISO 31.000 - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - Gestão de riscos: NBR/ISO 31000, 2009: Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

IG - INSTITUTO GEOLÓGICO DA SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Mapeamento de riscos associados a escorregamentos, inundações, erosão, solapamento, colapso e subsidência - Município de Caçapava - SP. São Paulo: Instituto Geológico. Relatório Técnico, 2 volumes (inédito). Disponível em: [http://www.sidec.sp.gov.br/producao/map\\_risco/pesqpdf3.php?id=42](http://www.sidec.sp.gov.br/producao/map_risco/pesqpdf3.php?id=42). 2012

IG - INSTITUTO GEOLÓGICO DA SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Mapeamento de riscos associados a escorregamentos, inundações, erosão, solapamento, colapso e subsidência - Município de Aparecida - SP. São Paulo: Instituto Geológico. Relatório Técnico, 3 volumes (inédito). 2011a. Disponível em: [http://www.sidec.sp.gov.br/producao/map\\_risco/pesqpdf3.php?id=40](http://www.sidec.sp.gov.br/producao/map_risco/pesqpdf3.php?id=40). Disponível em: <http://igeologico.sp.gov.br/gestao-de-risco-de-desastres/mapeamento-de-areas-de-risco-de-municipios/>

INSTITUTO GEOLÓGICO DA SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO - IG-SIMA-SP. Mapeamento de riscos associados a escorregamentos, inundações, erosão, solapamento, colapso e subsidência - Município de Roseira - SP. São Paulo: Instituto Geológico. Relatório Técnico (inédito). Disponível em: [http://www.sidec.sp.gov.br/producao/map\\_risco/pesqpdf3.php?id=39](http://www.sidec.sp.gov.br/producao/map_risco/pesqpdf3.php?id=39). 2011b. Disponível em: <http://igeologico.sp.gov.br/gestao-de-risco-de-desastres/mapeamento-de-areas-de-risco-de-municipios/>

IG - INSTITUTO GEOLÓGICO DA SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Mapeamento de riscos associados a escorregamentos, inundações, erosão, solapamento, colapso e subsidência - Município de Caçapava - SP. São Paulo: Instituto Geológico. Relatório Técnico, 2 volumes (inédito). Disponível em: [http://www.sidec.sp.gov.br/producao/map\\_risco/pesqpdf3.php?id=42](http://www.sidec.sp.gov.br/producao/map_risco/pesqpdf3.php?id=42). 2012a. Disponível em: <http://igeologico.sp.gov.br/gestao-de-risco-de-desastres/mapeamento-de-areas-de-risco-de-municipios/>

IG - INSTITUTO GEOLÓGICO DA SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Mapeamento de riscos associados a escorregamentos, inundações, erosão, solapamento, colapso e subsidência - Município de Guaratinguetá - SP. São Paulo: Instituto Geológico. Relatório Técnico, 4 volumes (inédito). Disponível em:

[http://www.sidec.sp.gov.br/producao/map\\_risco/pesqpdf3.php?id=32](http://www.sidec.sp.gov.br/producao/map_risco/pesqpdf3.php?id=32). 2012b. Disponível em: <http://igeologico.sp.gov.br/gestao-de-risco-de-desastres/mapeamento-de-areas-de-risco-de-municipios/>

IG - INSTITUTO GEOLÓGICO DA SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Mapeamento de riscos associados a escorregamentos, inundações, erosão, solapamento, colapso e subsidência - Município de Pindamonhangaba - SP. São Paulo: Instituto Geológico. Relatório Técnico, 2 volumes (inédito). Disponível em: [http://www.sidec.sp.gov.br/producao/map\\_risco/pesqpdf3.php?id=36](http://www.sidec.sp.gov.br/producao/map_risco/pesqpdf3.php?id=36). 2012c. Disponível em: <http://igeologico.sp.gov.br/gestao-de-risco-de-desastres/mapeamento-de-areas-de-risco-de-municipios/>

IG - INSTITUTO GEOLÓGICO DA SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Mapeamento de riscos associados a escorregamentos, inundações, erosão, solapamento, colapso e subsidência - Município de Redenção da Serra - SP. São Paulo: Instituto Geológico. Relatório Técnico (inédito). Disponível em: [http://www.sidec.sp.gov.br/producao/map\\_risco/pesqpdf3.php?id=128](http://www.sidec.sp.gov.br/producao/map_risco/pesqpdf3.php?id=128). 2012d. Disponível em: <http://igeologico.sp.gov.br/gestao-de-risco-de-desastres/mapeamento-de-areas-de-risco-de-municipios/>

IG - INSTITUTO GEOLÓGICO DA SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Mapeamento de riscos associados a escorregamentos, inundações, erosão, solapamento, colapso e subsidência - Município de São José do Rio Preto - SP. São Paulo: Instituto Geológico. Relatório Técnico, 2 volumes (inédito). Disponível em: [http://www.sidec.sp.gov.br/producao/map\\_risco/uploads/doc1354635233.pdf](http://www.sidec.sp.gov.br/producao/map_risco/uploads/doc1354635233.pdf). 2012e. Disponível em: <http://igeologico.sp.gov.br/gestao-de-risco-de-desastres/mapeamento-de-areas-de-risco-de-municipios/>

IG - INSTITUTO GEOLÓGICO DA SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Mapeamento de riscos associados a escorregamentos, inundações, erosão, solapamento, colapso e subsidência - Município de Taubaté - SP. São Paulo: Instituto Geológico. Relatório Técnico, 2 volumes (inédito). Disponível em: [http://www.sidec.sp.gov.br/producao/map\\_risco/pesqpdf3.php?id=129](http://www.sidec.sp.gov.br/producao/map_risco/pesqpdf3.php?id=129). 2012f. Disponível em: <http://igeologico.sp.gov.br/gestao-de-risco-de-desastres/mapeamento-de-areas-de-risco-de-municipios/>

IG - INSTITUTO GEOLÓGICO DA SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Mapeamento de riscos associados a escorregamentos, inundações, erosão, solapamento, colapso e subsidência - Município de Tremembé - SP. São Paulo: Instituto Geológico. Relatório Técnico, 2 volumes (inédito). Disponível em: [http://www.sidec.sp.gov.br/producao/map\\_risco/pesqpdf3.php?id=368](http://www.sidec.sp.gov.br/producao/map_risco/pesqpdf3.php?id=368). 2012g. Disponível em: <http://igeologico.sp.gov.br/gestao-de-risco-de-desastres/mapeamento-de-areas-de-risco-de-municipios/>

IG - INSTITUTO GEOLÓGICO DA SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Mapeamento de riscos associados a escorregamentos, inundações, erosão e solapamento de margens de drenagens - Município de Campos do Jordão - SP. São Paulo: Instituto Geológico. Relatório Técnico, 4 volumes (inédito). Disponível em: [http://www.sidec.sp.gov.br/producao/map\\_risco/uploads/doc1402473389.pdf](http://www.sidec.sp.gov.br/producao/map_risco/uploads/doc1402473389.pdf). 2014a. Disponível em: <http://igeologico.sp.gov.br/gestao-de-risco-de-desastres/mapeamento-de-areas-de-risco-de-municipios/>

IG - INSTITUTO GEOLÓGICO DA SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Unidades básicas de compartimentação do meio físico (UBC). São Paulo, 2014b. Disponível em: [https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/233/2017/02/Ficha\\_Tecnica\\_Unidades\\_Basicas\\_Compartimentacao\\_Meio\\_Fisico\\_UBC.pdf](https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/233/2017/02/Ficha_Tecnica_Unidades_Basicas_Compartimentacao_Meio_Fisico_UBC.pdf). Acesso em Janeiro, 2020.

IG - INSTITUTO GEOLÓGICO DA SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Mapeamento de riscos associados a escorregamentos, inundações e corridas de massa - Município de Itaóca, SP. São Paulo: Instituto Geológico, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Relatório Técnico, 2015. 3 volumes. Boletim do Instituto Geológico nº 64. ISSN 0100-431X. Disponível em: [http://www.sidec.sp.gov.br/producao/map\\_risco/pesqpdf3.php?id=417](http://www.sidec.sp.gov.br/producao/map_risco/pesqpdf3.php?id=417). 2015. Disponível em: <http://igeologico.sp.gov.br/gestao-de-risco-de-desastres/mapeamento-de-areas-de-risco-de-municipios/>

IG - INSTITUTO GEOLÓGICO DA SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Sistema de Classificação “Unidades Homogêneas de Cobertura da Terra e do Uso e Padrão da Ocupação Urbana (UHCT). São Paulo, 2016. Disponível em: [https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutogeologico/wp-content/uploads/sites/233/2016/06/Ficha\\_Tecnica\\_UHCT\\_2016.pdf](https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutogeologico/wp-content/uploads/sites/233/2016/06/Ficha_Tecnica_UHCT_2016.pdf). Acesso em Janeiro, 2020.

IG - INSTITUTO GEOLÓGICO DA SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Cadastro Georreferenciado de Eventos Geodinâmicos: 50 Municípios da Região Metropolitana de São Paulo, Baixada

Santista e Litoral Norte. Projeto Transporte Sustentável de São Paulo (P127723). São Paulo, 2017a. Disponível em: <[http://igeologico.sp.gov.br/files/2017/12/Cad\\_Desastres\\_Nota\\_Explicativa.pdf](http://igeologico.sp.gov.br/files/2017/12/Cad_Desastres_Nota_Explicativa.pdf)>. Acesso em: Dezembro, 2018.

IG - INSTITUTO GEOLÓGICO DA SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Sistema de classificação "Unidades Territoriais Básicas" (UTB) e mapeamento de risco de áreas urbanas de uso residencial/comercial/serviços à eventos geodinâmicos do Estado de São Paulo. São Paulo, 2017b. Disponível em: <[https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutogeologico/wp-content/uploads/sites/233/2017/12/Ficha\\_Tecnica\\_UTB\\_SP\\_IG.pdf](https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutogeologico/wp-content/uploads/sites/233/2017/12/Ficha_Tecnica_UTB_SP_IG.pdf)>. Acesso em Janeiro, 2020.

IWASA, O.Y.; ASSANO, V. Y.; ALVES, F.M.; ALVES, C.F.C.; MAGRO, S.A.; FAGUNDES, M.G.; BONGIOVANNI, L.A.; MOREIRA, M.R.; PEIXOTO FILHO, G.E.C.; SCHADECK, R. Vulnerabilidade da ocupação em setores de risco a movimentos gravitacionais de massa e inundação no município de Luiz Alves, Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 2013, Rio de Janeiro - RJ. Anais... São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2013. CD-ROM.

JICA – JAPANESE INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY. 2015. *Guide to landslide inspection form records*. In: *Project of Strengthening the National Strategy about the Risk Management of the Natural Disaster* (GIDES). 2015.

KURKDJIAN, M.L.N.O. Um método para identificação e análise de setores residenciais urbanos homogêneos, através de dados de Sensoriamento Remoto com vistas ao planejamento urbano. Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. 1986.

LOMBARDO, M. A. & FREITAS, M. I. C. Riscos e vulnerabilidades [recurso eletrônico]: teoria e prática no contexto luso-brasileiro. 1. ed. – São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013

MACEDO, E.S.; OGURA, A.T.; CANIL, K.; ALMEIDA FILHO, G.S.; GRAMANI, M.F.; SILVA, F.C.; CORSI, A.C.; MIRANDOLA, F.A. Modelos de fichas descritivas para áreas de risco de escorregamento, inundação e erosão. In: Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, 1, 2004, Florianópolis. Anais... Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004b, p. 892-907, CD-ROM. 2004.

MANSO, A. P.; BARROS, M. S.S.; OLIVEIRA, M. L. N. Determinação de zonas homogêneas através de sensoriamento remoto. São José dos Campos, INPE. 1978.

OLIVEIRA, T.A.; RIEDEL, P. S.; VEDOVELLO, R.; SOUZA, C. R. G.; BROLLO, M. J. Utilização de técnicas de fotointerpretação na compartimentação fisiográfica do município de Cananéia, SP: apoio ao planejamento territorial e urbano. *Geociências (São Paulo)*, v. 26, p. 55-65, 2007. Disponível em: [http://www.revistageociencias.com.br/26\\_1/Art%206%20Thomaz.pdf](http://www.revistageociencias.com.br/26_1/Art%206%20Thomaz.pdf).

PEARSON, D., & LANE, D. *Visual Attention Movements: A Developmental Study*. *Child Development*, 61(6), 1779-1795. doi:10.2307/1130837. 1990.

PFAFSTETTER, O. Classificação de Bacias Hidrográficas – Metodologia de Codificação. Rio de Janeiro, RJ: DNOS, 1989.

PINTO, H.S.; ORTOLANI, A.A.; ALFONSI, R.R. Estimativa das temperaturas médias mensais do Estado de São Paulo em função da altitude e latitude. São Paulo: USP, 1972. 20p.

PORTO, M.F.A.; PORTO, R.L.L. Gestão de bacias hidrográficas. *Estud. av.*, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 43-60, 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142008000200004&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200004&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 15/05/2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142008000200004>.

PNUD - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. Atlas do desenvolvimento humano no Brasil, 2014. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/>>. Acesso em: 03 de junho de 2019.

REMONDO, J.; BONACHEA, J.; CENDRERO, A. Quantitative landslide risk assessment and mapping on the basis of recent occurrences. *Geomorphology*, v.94, p.496 – 507, 2008.

RENNÓ, C.D.; NOBRE, A.D.; CUARTAS, L.A.; SOARES, J.V.; HODNETT, M.G.; TOMASELLA, J; WATERLOO, M.J. *HAND, a new terrain descriptor using SRTM-DEM: Mapping terra-firme rainforest environments, in Amazonia. Remote Sensing of Environment*. New York, v.112, n.9, p.3469-3481, 2008.

- ROSS, J. L. S; MOROZ, I. C. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo, DG-FFLCH-USP, IPT, FAPESP, 1997.
- ROSSI, M. Mapa Pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado. São Paulo: Instituto Florestal, 2017. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutoflorestal/2017/09/mapa-pedologico-do-estado-de-sao-paulo-revisado-e-ampliado/>
- ROSSINI-PENTEADO, D.; GIBERTI, PPC. Uso e ocupação do solo urbano – Abordagem na escala 1:50.000. In: Ferreira, CJ [coord]. 2008. Diretrizes para a regeneração socioambiental de áreas degradadas por mineração de saibro (caixas de empréstimo), Ubatuba, SP. Relatório Técnico 4, FAPESP (processo FAPESP 03/07182-5), 2008.
- ROSSINI-PENTEADO, D.; FERREIRA, C.J.; GIBERTI, P.P.C. Quantificação da vulnerabilidade e dano aplicados ao mapeamento e análise de risco, escala 1:10.000, Ubatuba-SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS E TECNOLÓGICOS, 2, 2007, Santos SP. Anais... São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2007a. CD-ROM.
- ROSSINI-PENTEADO, D; FERREIRA, C.J; GIBERTI, P.P.C. Mapeamento do uso e ocupação do solo urbano aplicado à análise de risco (escala 1:10.000). In: Ferreira CJ [coord]. 2007. Diretrizes para a regeneração socioambiental de áreas degradadas por mineração de saibro (caixas de empréstimo), Ubatuba, SP. Relatório Técnico 3, FAPESP (processo FAPESP 03/07182-5), 2007b.
- SENTELHAS, P.C.; SANTOS, D.L. dos; MACHADO, R.E. *Water deficit and water surplus maps for Brazil, based on FAO Penman-Monteith potential evapotranspiration*. Revista Ambiente e Água, v.3, p.28-42, 2008.
- SCS – SOIL CONSERVATION SERVICE. *A Method for Estimating Volume and Rate of Runoff in Small Watersheds*. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1973.
- SCS – SOIL CONSERVATION SERVICE. *National engineering handbook*. Washington D.C.: U.S. Department of Agriculture, sec. 4. 1972.
- SILVA, A.M. & ALVARES, C.A. Levantamento de informações e estruturação de um banco de dados sobre a erodibilidade de classes de solos no Estado de São Paulo. Revista Geociências, UNESP, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 33-41, 2005.
- SINDUSCON – SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Custo Unitário Básico da Construção Civil. 2018. Consultado em Outubro de 2018. Disponível em: <https://www.sindusconsp.com.br/cub/> e <https://www.sindusconsp.com.br/wp-content/uploads/2018/11/10-Outubro-2018-Desonerado.pdf>.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. *The water balance*. New Jersey: Centerton, 1955. 104p. (Publications in Climatology, v.8, n.1).
- TOMINAGA, L.K.; FERREIRA, C.J.; VEDOVELLO, R.; TAVARES, R.; SANTORO, J. & SOUZA, C.R. de G. Cartas de perigo a escorregamentos e de risco a pessoas e bens do Litoral Norte de São Paulo: conceitos e técnicas. In: PEJON, O.; ZUQUETTE, L. (eds.): SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA E GEOAMBIENTAL, 5, 2004, São Carlos,. Anais... São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2004. CD-ROM, p. 205-216.
- TOMINAGA, L; ROSSINI-PENTEADO, D; FERREIRA, C.J; VEDOVELLO, R. Mapeamento de Risco a Escorregamentos na Escala 1:10.000: Abordagem Metodológica Aplicada em Ubatuba, SP. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia, VII, e Encontro Latino-Americano de Geomorfologia, 2, Belo Horizonte, 01 a 08 de agosto de 2008. Anais..., Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.
- TUCCI, C.E.M. Hidrologia: ciência e aplicação. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997. (Col. ABRH de Recursos Hídricos, v.4), 1997.
- TURCOTTE, R.; FORTIN, J.P.; ROUSSEAU, A.N.; MASSICOTTE, S.; VILLENEUVE, J.P. *Determination of the drainage structure of a watershed using a digital elevation model and a digital river and lake network*. Journal of Hydrology, Amsterdam, v.240, n.3, p.225-242, 2001.

UNDRO - UNITED NATIONS DISASTER RELIEF ORGANIZATION. *Mitigation natural disasters: phenomena, effects and options. A manual for policy makers and planners*, Office of the United Nations Disaster Relief Co-ordinator, Geneva. 1991.

UNISDR – UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION. *International Strategy for Disaster Reduction*. 2009. *Terminology on Disaster Risk Reduction*. Disponível em: <http://www.unisdr.org/we/inform/terminology>.

UNISDR – UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION. *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction — 2015 – 2030*. Geneva. 2015.

UN-SPIDER – SPACE-BASED INFORMATION FOR DISASTER MANAGEMENT AND EMERGENCY RESPONSE. *Disaster Risk Management*. Disponível em <http://www.un-spider.org/risks-and-disasters/disaster-risk-management>.

VALENCIO, N.; SIENA, M.; MARCHEZINI, V.; GONÇALVES, J. C. *Sociologia dos desastres – Construção, interfaces e perspectivas no Brasil*. São Carlos: RiMa Editora, 2009.

VALERIANO, M.M. Dados topográficos. In: FLORENZANO, T.G. (Org.). *Geomorfologia, conceitos e tecnologias atuais*. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 72-104.

VARNES, D.J. *Landslide Hazard Zonation: Review of Principles and Practice*. Paris: UNESCO Press, 56 p., 1984.

VEDOVELLO, R. Modelagem e Arquitetura de um Sistema Gerenciador de Informações Geoambientais (SGIG) como Produto de Avaliações Geológico-geotécnicas. In: 10º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2002, Ouro Preto, MG.

VEDOVELLO, R. Zoneamento geotécnicos aplicados à gestão ambiental, a partir de Unidades Básicas de Compartimentação - UBCs. Rio Claro (SP); 2000. [Tese de Doutorado - Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP]. 154p.

WATT, W.E., & CHOW, K.C. (1985). *A general expression for basin lag time*. Canadian Journal of Civil Engineering, 12, 294-300.

# ANEXO A - EQUAÇÕES E TABELAS CITADAS NO TEXTO.

## EQUAÇÕES

**EQUAÇÃO [01].** Para as escalas 1:25.000 e 1:10.000 o cálculo dos Índices de Risco é aplicado nas UTB, sendo obtido como o produto dos Índices de Perigo, Vulnerabilidade e Dano Potencial:

$$R_{ESC/INUG/INUR/COR} = P_{ESC/INUG/INUR/COR} \times V_{RCS} \times D_{POP/MAT,ESC/INUG/INUR/COR,RCS/ROD}$$

**EQUAÇÃO [02].** Para as escalas 1:25.000 e 1:10.000, calcula-se o Índice de Risco Preliminar -  $Rp_{ESC, INUG, INUR}$  para os processos de Escorregamentos, Inundações Graduais e Inundações Rápidas ou Bruscas, obtido pelo produto dos Índices de Perigo e de Vulnerabilidade:

$$Rp_{ESC/INUG/INUR} = P_{ESC/INUG/INUR} \times V_{RCS}$$

**EQUAÇÃO [03].** Para a escala 1:3.000, os Índices de Risco, são obtidos pelo produto dos Índices de Perigo e de Vulnerabilidade:

$$R_{ESC/INU} = P_{ESC/INU} \times V_{ESC/INU,RCS}$$

**EQUAÇÃO [04].** Escalas 1:25.000 e 1:10.000 para os processos de Escorregamentos, os Índices de Perigo foram calculados a partir da equação:

$$P_{ESC} = (0,7 \times Pp_{ESC}) + (0,3 \times PI_{ESC})$$

Onde: P - Perigo (escorregamento); Pp - Perigo preliminar (escorregamento); e PI - Potencial de indução (escorregamento).

**EQUAÇÃO [05].** Escalas 1:25.000 e 1:10.000 para os processos de Inundações Graduais e Inundações Rápidas ou Bruscas, os Índices de Perigo foram calculados a partir da equação:

$$P_{INUG, INUR} = (0,7 \times Pp_{INUG, INUR}) + (0,15 \times PI_{INU\_LOCAL}) + (0,15 \times PI_{INU\_BC})$$

Onde: P - Perigo (inundações graduais ou inundações rápidas ou bruscas); Pp - Perigo preliminar (inundações graduais ou inundações rápidas ou bruscas); e PI - Potencial de indução para inundações, tanto local (INU\_LOCAL) quanto da bacia de contribuição da UHCT (INU\_BC).

**EQUAÇÃO [06].** Para as Escalas 1:25.000 e 1:10.000, os Índices de Perigo para Corridas de Massa foram calculados a partir da equação:

$$P_{COR} = (0,125 \times D3040_{BC}) + (0,125 \times P_{ESC\_BC}) + (0,25 \times ZCM_{OBH}) + (0,125 \times REL) + [0,125 \times (1 - IC)] + (0,25 \times ME_{BC})$$

Onde:  $P_{COR}$  - Índice de Perigo de Corrida de Massa;  $D3040_{BC}$  - Índice de inclinação entre 30° e 40° da bacia de contribuição da OBH;  $P_{ESC\_BC}$  - Índice de Perigo de Escorregamento na escala 1:25.000 da bacia de contribuição calculado na UTB, no qual aplica-se à OBH por meio de média zonal.  $ZCM_{OBH}$  - Zona do processo de corrida de massa (Considerando a inclinação do canal principal da OBH, são identificadas quatro zonas, quais sejam: Zona de deflagração - quando  $DC > 20^\circ = 0,1$ ; Zona de transporte - quando DC entre 10° e 20° = 0,7; Zona de deposição - quando DC entre 2° e 10° = 0,5; Zona de inundação - quando  $DC < 2^\circ = 0,3$ ).  $REL_{BC}$  - Índice de Relevo da bacia de contribuição da OBH, quociente da amplitude pelo comprimento da bacia; IC - Índice de circularidade da OBH; e  $ME_{BC}$  - Índice de Melton da bacia de contribuição da OBH.

**EQUAÇÃO [07].** Para as Escalas 1:25.000 e 1:10.000, o perigo preliminar para os processos de inundação gradual (a) e inundação rápida ou brusca (b), os índices são calculados a partir das equações a seguir.

$$(a) \quad Pp_{INUG} = [0,1 \times (1 - DE)] + [0,2 \times (1 - DC)] + (0,2 \times Qp_{720,2}) + (0,2 \times DD_{BC}) + (0,1 \times IC_{UBC}) + (0,2 \times SIN_{UBC})$$

Onde:  $Pp_{INUG}$  - Índice de Perigo Preliminar de Inundação Gradual; DE - Declividade da UBC, média zonal; DC - Declividade do canal, razão entre a amplitude e o comprimento do canal, convertida para graus;  $Qp_{720,2}$  - Vazão de pico de precipitação intensa da UBC, para precipitações intensas de duração 720 minutos e recorrência de 2 anos;  $DD_{BC}$  - Densidade de drenagem da bacia de contribuição;  $IC_{UBC}$  - Índice de Circularidade da UBC - relação perímetro

área;  $SIN_{UBC}$  - Sinuosidade da UBC - quociente do comprimento vetorial de canal pela distância euclidiana entre o início e o fim do canal, para determinada UBC.

$$(b) \quad Pp_{INUR} = (DE_{OBH} + DC_{OBH} + Qp_{60;5} + MEBC + IC_{OBH} + SIN_{OBH}) / 6$$

Onde:  $DE_{OBH}$  - Declividade da Ottobacia, média zonal;  $DC_{OBH}$  - Declividade do canal, razão do comprimento pela amplitude dos vetores do canal principal aplicados a Ottobacia;  $Qp_{60;5}$  - Vazão de pico de precipitação intensa da área de contribuição da Ottobacia para precipitação de duração 60 min e recorrência de 5 anos;  $ME_{BC}$  - Índice de Melton da bacia de contribuição da Ottobacia;  $IC_{OBH}$  - Índice de Circularidade da Ottobacia;  $IN_{OBH}$  - Índice de sinuosidade do canal na Ottobacia.

**EQUAÇÃO [08].** Para a escala 1:10.000, os Índices de Vulnerabilidade da classe de uso e ocupação do solo do tipo residencial/comercial/serviços são calculados pela equação:

$$V_{RCS} = [(AA + CE + CL) / 3] + \{[IN + ID + (1 - RE)] / 3\} / 2$$

Onde: V - Índice de Vulnerabilidade; AA - Índice de abastecimento de água, média da unidade de análise; CE - Índice de coleta de esgoto, média da unidade de análise; CL - Índice de coleta de lixo, média da unidade de análise; IN - Índice de instrução, média da unidade de análise; ID - Índice de idade, proporção de pessoas abaixo de 10 anos e acima de 60 anos. RE - Índice de renda, média da unidade de análise.

**EQUAÇÃO [09].** Para a escala 1:3.000, os Índices de Vulnerabilidade da classe de uso e ocupação do solo do tipo residencial/comercial/serviços, específico para escorregamentos e movimentos de massa em geral são calculados pela equação:

$$V_{RCS\_MM} = (0,10 \times FVI) + (0,10 \times FDU) + (0,10 \times FDH) + (0,35 \times FTR) + (0,35 \times FPC)$$

Onde:  $V_{RCS\_MM}$  - Índice de Vulnerabilidade aos processos de escorregamento e movimentos de massa em geral em áreas urbanas de uso residencial/comercial/ serviços; FVI - Fator Viário; FDU - Fator de Drenagem Urbana; FDH - Fator de Densidade de Habitantes; FTR - Fator de Tipologia de Resistência Construtiva; FPC= Fator de Padrão Construtivo.

**EQUAÇÃO [10].** Para a escala 1:3.000, os Índices de Vulnerabilidade da classe de uso e ocupação do solo do tipo residencial/comercial/serviços, específico para inundações (gradual ou rápida) são calculados pela equação:

$$V_{RCS\_INU} = (0,4 \times TC) + (0,4 \times PC) + (0,05 \times PAV) + (0,15 \times INFRA)$$

Onde:  $V_{RCS\_INU}$  - Índice de Vulnerabilidade à processos de inundação; TC - Tipo Construtivo; PC - Padrão Construtivo; PAV - Pavimentação; INFRA - Infraestrutura Sanitária;

## TABELAS

**Tabela 2-01.** Fatores e respectivas classes e notas utilizados para o Mapeamento de Perigo de Escorregamento, Erosão e Solapamento de Margens Fluviais.

ATRIBUTO	CLASSES PREVISTAS	NOTA	CARACTERÍSTICAS DA CLASSE
<b>Fator de resistência ao cisalhamento (FRC)</b>	Boa resistência ao cisalhamento;	0,1	Maçãos de textura homogênea, sem descontinuidades aparentes que indiquem formação de superfície de rupturas, compostos por: a) Saprolito de material areno-argiloso, areno-siltoso, areno-silto-argiloso, ou ainda silto-arenoso, de compactação dura; e b) Rocha alterada mole (RAM) ou Sedimentos consolidados terciários, de granulometria arenosa, ou silto-arenosa.
	Média resistência ao cisalhamento;	0,3	Textura homogênea, sem descontinuidades aparentes que indiquem formação de superfície de rupturas, com substrato/matriz de solos eluviais ou saprolíticos de consistência dura (argila) ou areias siltosas compactadas. Ou maciços com



			descontinuidades que mergulham favoravelmente ao escorregamento, contudo, sem aflorar (mergulho da descontinuidade maior que o mergulho da encosta/talude), em rocha alterada mole (RAM) ou sedimentos terciários consolidados arenosos.
	Baixa resistência ao cisalhamento;	0,5	Textura homogênea, sem descontinuidades aparentes que indiquem formação de superfície de rupturas, com substrato/matriz de solos eluviais ou saprolíticos de consistência média (argila) ou areias medianamente compactadas. Ou maciços com descontinuidades que mergulham favoravelmente ao escorregamento, contudo, sem aflorar (mergulho da descontinuidade maior que o mergulho da encosta/talude), em rocha alterada mole (RAM) de metassedimentos e metapelitos ou sedimentos terciários consolidados argilosos. Ou em meios de mesma condição de descontinuidade, em solos eluviais e saprolíticos de consistência dura.
	Péssima resistência ao cisalhamento;	0,8	Solos moles (argiloso) ou de consistência fofa (arenosos), ou depósitos de encosta do tipo colúvio. Ou maciços com descontinuidades que mergulham favoravelmente ao escorregamento, contudo, sem aflorar (mergulho da descontinuidade maior que o mergulho da encosta/talude), em solos de consistência mole, fofa e medianos. Ou para maciços com descontinuidades que mergulham favoravelmente ao escorregamento, em situação aflorante (mergulho da descontinuidade menor que o mergulho da encosta/talude).
	Condições nulas de resistência ao cisalhamento.	1,0	a) Massas mobilizadas de processos de movimentação gravitacional; b) Colúvios com processo de rastejo acentuadamente instalado; c) Depósitos antrópicos, ou aterros sem controle geotécnico, composto de solos sem especificação, resíduos de construção civil e/ou resíduos domésticos; d) Corpos de tálus.
<b>Fator de resistência ao solapamento de margens fluviais (FRS)</b>	Boa resistência ao solapamento;	0,1	Talude marginal composto por rocha (sã ou alterada) e por solo residual silto-argiloso.
	Média resistência ao solapamento;	0,3	Talude marginal composto por solo residual, ou sedimentos terciários, de composição argilo-silto-arenosa a arenosa.
	Baixa resistência ao solapamento;	0,5	Talude marginal composto por solo residual, ou sedimentos terciários, ou sedimentos quaternários, de composição argilo-silto-arenosa, argilo-arenosa e silto-arenosa.
	Péssima resistência ao solapamento;	0,8	Talude marginal composto por sedimentos terciários ou sedimentos quaternários, de composição arenosa a areno-siltosa.
	Condições nulas de resistência ao solapamento.	1,0	Talude marginal composto por sedimentos quaternários, de composição arenosa a areno-siltosa.
<b>Fator geométrico para encosta (FGE)</b>	Muito baixa relevância;	0,1	Distância da moradia ao talude com proporção superior a 1,5 vezes a amplitude do talude. Ou encostas com inclinação inferior a 25°. Ou presença de taludes com amplitude inferior a 2 m.
	Baixa relevância;	0,3	Distância da moradia ao talude com proporção entre 0,75 e 1,5 vezes a amplitude do talude. Ou presença de encosta ou talude com inclinação entre 25° e 45° e amplitudes de até 3 m.
	Média relevância;	0,5	Distância da moradia ao talude inferior à proporção de 0,75 vezes a amplitude do talude. Presença de taludes ou encostas com inclinação entre 45° e 60° e amplitudes até 5 m.

	Alta relevância;	0,8	Distância da moradia ao talude inferior à proporção de 0,75 vezes a amplitude do talude. Presença de taludes ou encostas com inclinação acima de 60°. Ou combinação de amplitudes acima de 5 m em encostas ou taludes acima de 45°.
	Muito alta relevância.	1,0	Taludes de corte ou de aterro com inclinação acima de 60° e amplitudes superiores a 10 m.
<b>Fator geométrico para solapamento de margens fluviais (FGS)</b>	Muito baixa relevância;	0,1	Distância da moradia (ou via) ao talude marginal superior a 1,5 vezes a amplitude do talude. Ou presença de talude marginal com inclinação inferior a 25°. Ou, ainda, de talude marginal com amplitude inferior a 1 m.
	Baixa relevância;	0,3	Distância da moradia (ou via) ao talude marginal entre 0,75 e 1,5 vezes a amplitude do talude. Ou presença de talude marginal com inclinação entre 25 e 45° e amplitude de até 2 m.
	Média relevância;	0,5	Distância da moradia (ou via) ao talude marginal inferior a 0,75 vezes a amplitude do talude. Presença de talude marginal de inclinação entre 45° e 60° e amplitude inferior a 2 m.
	Alta relevância;	0,8	Talude marginal com inclinação superior 60°. Ou combinação de talude marginal de inclinação superior a 45° com amplitude entre 2 m e 3 m.
	Muito alta relevância.	1,0	Talude marginal de corte ou de aterro, com inclinação superior 60° e amplitude superior a 3 m.
<b>Fator de saturação natural (FSN)</b>	Insignificante;	0,1	Solo seco, sem sinal de umidade. Solos de composição argilosa deverão apresentar aspecto completamente rígido e/ou empastilhado.
	Significativo;	0,5	Solo com indícios de umidade acentuada, sem histórico de surgência d'água. Sob estas condições hidrogeológicas, a área é sempre considerada como área em condição não saturada, apresentando sinais de umidade oriundos de infiltração local de águas pluviais, podendo apresentar superfície freática na linha da base do talude. Pode corresponder à zona de transição freática vadosa.
	Muito significativo;	0,8	Solo com evidências de umidade acentuada, com histórico de surgência d'água em períodos muito chuvosos. Sob estas condições hidrogeológicas, a área é situada na área de transição para a zona freática (franja capilar) e, embora não sature completamente o maciço (100%), deve ser considerada como zona completamente saturada para eventuais cálculos de estabilidade ou segurança do talude. Ocasionalmente, podem ocorrer surgências no piso próximo à base do talude.
	Muito significativo agravado;	1,0	Solo do talude ou encosta apresenta surgência de água na maior parte do ano, incluindo períodos de estiagem. Sob estas condições hidrogeológicas, a área é considerada como completamente saturada em quaisquer tipos de análise de estabilidade ou segurança do talude.
<b>Fator de instabilização para movimento de massa (FIM)</b>	Inexistente;	0,1	O solo não apresenta quaisquer indícios ou evidências de movimentação, exceto por sulcos de erosão superficial e erosão laminar esparsa.
	Baixo;	0,3	O solo apresenta processos erosivos instalados, em quantidade ou profundidade de sulcos relevantes.
	Médio;	0,5	O solo apresenta evidências de movimentação incipientes e nas áreas mais suscetíveis à observação, como trincas fechadas em pisos e paredes de moradias do topo do talude, ou sinais de recalque de pequeno porte no piso.
	Alto;	0,8	O solo apresenta evidências de instabilização do terreno, tais como: cicatrizes de escorregamentos de pequeno porte e depósitos de escorregamentos pretéritos ou, ainda, evidências de movimentações que indicam a instalação de processo de escorregamento, como: degraus de abatimento de amplitude

			centimétrica, múltiplas trincas ao longo do solo, paredes, muros ou paredões rochosos, além de árvores e muros inclinados.
	Muito alto.	1,0	O solo apresenta múltiplas evidências de movimentação, indicando ativação de processo ou reativação de processo pretérito. Ocorrem evidências como cicatrizes e depósitos de escorregamentos recentes, associados a outras evidências de movimentação, como degraus de abatimento de amplitude centimétrica ou superior, abertura de trincas no solo, paredes, muros ou paredões rochosos ou, ainda, árvores inclinadas e muros embarrigados.
<b>Fator de instabilização para solapamento de margens fluviais (FIS)</b>	Inicial;	0,3	Presença de evidências de movimentação incipientes e nas áreas mais suscetíveis à observação como: trincas fechadas em pisos e paredes de moradias do topo do talude marginal, degraus de abatimento de amplitude milimétrica, ou sinais de dimensões milimétricas a centimétricas de recalques nas paredes, pisos ou pavimentos, além de processos erosivos laminares no talude marginal.
	Intermediário;	0,6	Presença de evidências de instabilização, como: cicatrizes de solapamento de pequeno porte ou solapamentos pretéritos, bem como trincas evidentes em pisos e paredes de moradias do topo do talude marginal, degraus de abatimento de amplitude centimétrica, ou evidências de recalques nas paredes, pisos ou pavimentos, além de processos erosivos com formação de sulcos topo e ao longo do talude marginal.
	Avançado;	1,0	Presença de múltiplas evidências de instabilização, como cicatrizes de solapamento recentes associadas a outras evidências de movimentação em processo instalado, como: degraus de abatimento de amplitude centimétrica ou superior, trincas no solo, paredes, muros ou paredões rochosos ou, ainda, árvores inclinadas e muros embarrigados. Comumente observa-se o remonte do processo associado à evolução das superfícies de ruptura.

**Tabela 2-02.** Fatores relacionados ao meio físico utilizados no cálculo da variável Perigo de inundação (P) na escala local (Adaptado de FERNANDES DA SILVA et al., 2014). Atributos derivados dos dados levantados em trabalhos de campo.

ATRIBUTO	DESCRIÇÃO	FORMA DE OBTENÇÃO
(NA <sub>t</sub> ) Nível de Atingimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Expressa o nível estimado ou efetivamente atingido a) pela água no setor, considerando-se o histórico dos eventos anteriores e a geomorfologia local;</li> <li>Fonte: trabalhos de campo, relatos, bancos de dados, análise geoespacial;</li> <li>Unidade: metros;</li> <li>Classes: 0 a 0,40 m; 0,40 a 0,80 m; 0,80 a 1,20 m; &gt;1,20 m.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Medido: a partir de marcas da água observadas em campo;</li> <li>b) Inferido: a partir de relatos de moradores e agentes municipais, notícias de jornais e/ou análise geoespacial.</li> </ul>
(Rec) Recorrência	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número de eventos registrados no setor, fornecendo uma indicação da probabilidade de eventos futuros;</li> <li>Unidade: adimensional;</li> <li>Fonte: notícias de jornais, bancos de dados, relatos.</li> </ul>	Determinado a partir de notícias de jornais, cadastros de ocorrências e de relatos de moradores e agentes municipais.

**Tabela 2-03.** Fatores e respectivas classes e notas utilizados para análise e classificação da Vulnerabilidade para processos de escorregamentos e movimentos de massa em geral em áreas R/C/S. Atributos derivados dos dados levantados em trabalhos de campo.

<b>ATRIBUTO</b>	<b>CLASSES PREVISTAS</b>	<b>NOTA</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DA CLASSE</b>
<b>Fator viário (FVI)</b>	Acesso muito limitado	1,0	Vias de acesso estreitas ou excessivamente inclinadas, comportando apenas trânsito de pedestres, com escadarias e estruturas de acesso em estado de conservação precário.
	Acesso limitado	0,8	Vias de acesso estreitas ou excessivamente inclinadas, comportando apenas trânsito de pedestres, com escadarias e estruturas de acesso em bom estado de conservação.
	Acesso medianamente limitado	0,5	Durante eventos chuvosos as vias de acesso comportam apenas a circulação de veículos com tração nas 4 rodas ou equivalente.
	Acesso pouco limitado	0,3	Durante eventos chuvosos as vias de acesso comportam apenas a circulação de veículos pequenos, como carros de passeio.
	Acesso sem limitação.	0,1	Durante eventos chuvosos as vias de acesso comportam a circulação de ambulâncias, caminhões e ônibus.
<b>Fator de drenagem urbana (FDU)</b>	Drenagem urbana inexistente	1,0	Residências com lançamento de águas pluviais e/ou servidas diretamente sobre os taludes, com sistema público de drenagem superficial ausente. Presença de evidências de erosão intensa na superfície dos taludes ou nas vias de acesso, formando sulcos e ravinas de dimensões decimétricas.
	Drenagem urbana precária	0,8	Residências com lançamento de águas pluviais e/ou servidas sobre os taludes, com sistema público de drenagem superficial precário. Presença de evidências de erosão na superfície dos taludes ou nas vias de acesso de dimensões centimétricas a decimétricas.
	Drenagem urbana razoável	0,5	Residências com captação insuficiente de águas pluviais e/ou servidas, com presença de sistema público de drenagem superficial. Sem evidências de erosão na superfície dos taludes ou nas vias de acesso.
	Drenagem urbana boa	0,3	Residências com captação de águas pluviais e/ou servidas, conectadas adequadamente ao sistema público de drenagem superficial em bom estado de conservação, porém sem galerias de águas pluviais.
	Drenagem urbana muito boa	0,1	Residências com captação de águas pluviais e/ou servidas, conectadas adequadamente ao sistema público de drenagem superficial em bom estado de conservação, com presença de galerias de águas pluviais.
<b>Fator de densidade de habitantes (FDH)</b>	Densidade muito alta	1,0	Setores contendo mais que 60 Unidades Familiares.
	Densidade alta	0,8	Setores contendo entre 36 e 60 Unidades Familiares.
	Densidade mediana	0,5	Setores contendo entre 21 e 35 Unidades Familiares.

	Densidade baixa	0,3	Setores contendo entre 09 e 20 Unidades Familiares.
	Densidade muito baixa.	0,1	Setores contendo até 08 Unidades Familiares.
<b>Fator de tipologia de resistência construtiva (FTR)</b>	Baixa resistência	1,0	Estruturas da edificação construídas sem uso de alvenaria, restringindo-se apenas ao uso de materiais de menor resistência, como madeira.
	Média resistência	0,5	Estruturas da edificação construídas parcialmente com alvenaria e parcialmente com materiais de menor resistência, como madeira.
	Alta resistência	0,1	Estruturas da edificação construídas exclusivamente com alvenaria.
<b>Fator de padrão construtivo (FPC)</b>	Baixo padrão	1,0	Moradias com fundações inadequadas, inexistentes ou completamente expostas, e/ou apresentam ausência de estruturas como colunas, vigas ou lajes em concreto armado.
	Médio padrão	0,5	Moradias com fundações inadequadas ou parcialmente expostas, e/ou apresentam parte da estrutura da edificação com colunas, vigas ou lajes em concreto armado, com uma parcela da edificação sem uso dessas estruturas.
	Alto padrão	0,1	Moradias com fundações adequadas, e/ou presença de estruturas que aumentam a resistência da edificação, como colunas, vigas e lajes em concreto. Por vezes, apresentam múltiplos pavimentos.

**Tabela 2-04.** Fatores de uso e ocupação do solo, classes e notas ponderadas relativas aos atributos utilizados para o cálculo da variável Vulnerabilidade ( $V_{RCS\_INU}$ ) (Adaptado de Fernandes da Silva et al. 2014). Atributos derivados dos dados levantados em trabalhos de campo.

Atributo	N° de Classes	Classes e notas ponderadas utilizadas no cálculo da variável Vulnerabilidade do elemento Edificações Residenciais/Comércio/Serviços (V RCS)				
		<i>Boa Resistência</i>	<i>Média Resistência</i>	<i>Baixa Resistência</i>		
(TC) Tipo Construtivo	3	<i>Alvenaria - 70% a 100%</i> <i>Madeira / outros – 0% a 30%</i> 0,1667	<i>Alvenaria - 30% a 69%</i> <i>Madeira / outros – 31% a 70%</i> 0,5	<i>Alvenaria - 0% a 29%</i> <i>Madeira / outros – 71% a 100%</i> 0,8333		
(PC) Padrão Construtivo	3	<i>Bom</i> 0,1667	<i>Médio</i> 0,5	<i>Deficiente</i> 0,8333		
(PAV) Pavimentação	5	<i>80 - 100%</i> 0,1	<i>60 - 80%</i> 0,3	<i>40 - 60%</i> 0,5	<i>20 - 40%</i> 0,7	<i>0 - 20%</i> 0,9
(INFRA) Infraestrutura Sanitária	4	<i>Adequada</i> <i>03 infraestruturas de 03 possíveis</i> 0,125	<i>Insuficiente</i> <i>02 infraestruturas de 03 possíveis</i> 0,375	<i>Deficiente</i> <i>01 infraestrutura de 03 possíveis</i> 0,625	<i>Inexistente</i> <i>00 infraestrutura de 03 possíveis</i> 0,875	

**Tabela 2-05.** Equações de perigo para processos geodinâmicos em escala 1:3.000

Processo geodinâmico	Equação e variáveis
	$P_{ESC\_RCS} = (0,10 \times FGE) + (0,15 \times FRC) + (0,50 \times FIM) + (0,15 \times FSN)$
Perigo de escorregamento	Onde: FGE - Fator geométrico para encosta; FRC - Fator de resistência ao cisalhamento; FIM - Fator de instabilização para movimento de massa; FSN - Fator de

	saturação natural.
	$P_{SOL\_RCS} = (0,25 \times FGS) + (0,25 \times FRS) + (0,50 \times FIS)$
Perigo de solapamento	Onde: FGS - Fator geométrico para solapamento de margens fluviais; FRS - Fator de resistência ao solapamento de margens fluviais; FIS - Fator de instabilização para solapamento de margens fluviais.
	$P_{INU\_RCS} = PP_{INU\_RCS} \times Fc\_critério$
Perigo de inundação	Onde: PP - Perigo preliminar; Fc_critério - indicado pela confiabilidade dos dados de nível de atingimento (NAt) – medido ou inferido - conforme metodologia de FERNANDES DA SILVA, 2014.

**Tabela 2-06.** Equações de perigo preliminar para processos de escorregamento em escala 1:25000 e 1:10000.

Características da UBC na classificação preliminar	Cálculo do Índice de Perigo Preliminar na UBC
Declividade Muito baixa (*) Inferiores a 5,40°	$Pp_{ESC} = (0,75 \times DE) + \{0,25 \times [(AM + DL + REL\_DIR\_FOL + REL\_MERG\_FOL + EH + UG + CURV\_V) / 7]\}$
Declividade Baixa (*) Entre 5,40 e 10,74°	$Pp_{ESC} = (0,50 \times DE) + \{0,50 \times [(AM + DL + REL\_DIR\_FOL + REL\_MERG\_FOL + EH + UG + CURV\_V) / 7]\}$
Declividade Média (*) Entre 10,74 e 16,02°	$Pp_{ESC} = (0,25 \times DE) + \{0,75 \times [(AM + DL + REL\_DIR\_FOL + REL\_MERG\_FOL + EH + UG + CURV\_H\_V\_T) / 7]\}$
Declividade Alta (*) Entre 16,02 e 22,04°	$Pp_{ESC} = (0,50 \times DE) + \{0,50 \times [(AM + DL + REL\_DIR\_FOL + REL\_MERG\_FOL + EH + UG + CURV\_V) / 7]\}$
Declividade Muito Alta (*) Maiores que 22,04°	$Pp_{ESC} = (0,75 \times DE) + \{0,25 \times [(AM + DL + REL\_DIR\_FOL + REL\_MERG\_FOL + EH + UG + CURV\_V) / 7]\}$

Onde:  $PP_{ESC}$  - Índice de Perigo de Escorregamento; AM - Amplitude altimétrica da UBC; DE - Declividade, média da UBC; DL - Densidade de lineamentos, média da UBC; REL\_DIR\_FOL - Relação entre direção da foliação e vertente, operação da UBC; REL\_MERG\_FOL - Relação entre mergulho da foliação e declividade da vertente, operação da UBC; EH - Excedente hídrico, média da UBC; UG - Unidade geológica – valores ponderados quanto à erodibilidade; CURV\_V - Índice de Curvatura vertical do terreno, calculado na UBC.

**Tabela 2-07.** Classificação do Perigo Preliminar (Pp) de inundação em função do nível de atingimento (NAt) (Adaptado de Fernandes da Silva et al. 2014)

NAt	Escore Preliminar	Perigo Preliminar (Pp)
NAt < 0,40 m	0,1072	Pp1 - Baixo
0,40 < NAt < 0,80 m	0,4226	Pp2 - Moderado
0,80 < NAt < 1,20 m	0,7042	Pp3 - Alto
NAt > 1,20 m	1,0000	Pp4 - Muito Alto

**Tabela 2-08.** Potencial de Indução para os processos de escorregamento, em função da classe de Uso e Cobertura da Terra.

Classes de Uso e Cobertura da Terra (Nível Hierárquico III)	Potencial de Indução
Corpos d'água	0,1
Vegetação arbórea (Formação florestal / Silvicultura)	0,1
Espaço Verde Urbano (Espaço verde urbano)	0,2
Vegetação Herbáceo-Arbustiva (Área úmida / Pastagem / Agricultura)	0,3
Solo Exposto / Área Desocupada (Solo exposto / Afloramento rochoso)	0,9
Loteamento (Loteamento em implantação)	0,7

atrGrande Equipamento (Grandes equipamentos)	0,5
Residencial / comercial / serviços	Varia entre 0,5 e 1, obtido pela aplicação da fórmula: <b>IF = ((AA + CE + CL +DOEO + OU) / 5)</b>

AA - índice abastecimento de água; CE - índice coleta de esgoto; CL - índice coleta de lixo; DOEO - densidade de ocupação/estágio de ocupação; OU - ordenamento urbano.

**Tabela 2-09.** Potencial de Indução de inundação local, em função da classe de Uso e Cobertura da Terra.

Classes de Uso e Cobertura da Terra (Nível Hierárquico III)	Potencial de Indu�o de Inunda�o local para UHCT
	$PI_{INU\ UHCT}$
Corpo d'�gua	0,9
Vegeta�o arbórea (Forma�o florestal / Silvicultura)	0,1
Espaço Verde Urbano (Espaço verde urbano)	0,3
Vegeta�o Herbáceo-Arbustiva (�rea úmida / Pastagem / Agricultura)	0,3
Solo Exposto / �rea Desocupada (Solo exposto / Afloramento rochoso)	0,5
Loteamento (Loteamento em implanta�o)	0,4
Grande Equipamento (Grandes equipamentos)	0,2
Residencial / comercial / serviços	Varia entre 0,5 e 1, obtido pela aplica�o da fórmula: <b>IF = (CE + CL + DOEO<sub>in</sub> + PA<sub>in</sub>) / 4</b> CE - �ndice de coleta de esgoto; CL - �ndice de coleta de lixo; DOEO <sub>in</sub> - �ndice de densidade/estágio de ocupa�o; PA <sub>in</sub> - �ndice de pavimenta�o.

**Tabela 2-10.** Potencial de Indu o de inunda o da bacia de contribui o relacionado   impermeabiliza o/infiltra o, em fun o da classe de Uso e Cobertura da Terra.

Classes de Uso e Cobertura da Terra (Nível Hierárquico III)	Potencial de Indu�o de Inunda�o das características da bacia de contribui�o aplicado � UHCT
	$PI_{BC\ UHCT}$
Corpo d'�gua	0,1
Vegeta�o arbórea (Forma�o florestal / Silvicultura)	0,1
Espaço Verde Urbano (Espaço verde urbano)	0,3
Vegeta�o Herbáceo-Arbustiva (�rea úmida / Pastagem / Agricultura)	0,2
Solo Exposto / �rea Desocupada (Solo exposto / Afloramento rochoso)	0,5
Loteamento (Loteamento em implanta�o)	0,4
Grande Equipamento (Grandes equipamentos)	0,4
Residencial / comercial / serviços	0,9

$PI_{INU\ BC}$  - Média zonal da  $PI_{BC\ UHCT}$  na bacia de contribui o da Ottobacia.

**Tabela 2-11.** Equa es para o Cálculo do  ndice de Dano Potencial para perdas materiais na escala 1:10.000. Processos de escorregamentos e movimentos de massa em geral, inunda es graduais e inunda es rápidas.

Tipo	Descri�o e equa�o
Preço da UTB	<b>PREÇO da UTB = IDHMunic�pio x ((N� de moradias unifamiliares x valor de referência unifamiliares) + (N� moradias multifamiliares x valor de referência multifamiliares))</b>
Dano potencial para movimentos de massa (escorregamentos e corridas de massa)	<b><math>D_{ESC/COR\ MAT} = (Anos\ UHCT \times PIB \times 0,000122) + (PRE�O\ da\ UTB \times 0,017446)</math></b>
Dano potencial para	<b><math>D_{INUG\ MAT} = (Anos\ UHCT \times PIB \times 7,313\ E-05) + (PRE�O\ da\ UTB \times 0,014480)</math></b>

inundações graduais	
Dano potencial para inundações rápidas	$D_{INUR\ MAT} = (\text{Anos UHCT} \times \text{PIB} \times 7,651 \text{ E-05}) + (\text{PREÇO da UTB} \times 0,01845)$

**Tabela 2-12.** Valores máximos e mínimos dos intervalos de classificação dos índices normalizados para os cálculos de Risco, Perigo e Vulnerabilidade.

Classes	Equação	Intervalos de valores da classe
Nulo a Quase Nulo	$((v_n - v_{\min}) / (v_{\max} - v_{\min})) \times (0,02 - 0,00) + 0,00$	0,0000 - 0,0200
Muito Baixo	$((v_n - v_{\min}) / (v_{\max} - v_{\min})) \times (0,20 - 0,02) + 0,02$	0,0200 - 0,2000
Baixo	$((v_n - v_{\min}) / (v_{\max} - v_{\min})) \times 0,20 + 0,20$	0,2000 - 0,4000
Médio	$((v_n - v_{\min}) / (v_{\max} - v_{\min})) \times 0,20 + 0,40$	0,4000 - 0,6000
Alto	$((v_n - v_{\min}) / (v_{\max} - v_{\min})) \times 0,20 + 0,60$	0,6000 - 0,8000
Muito Alto	$((v_n - v_{\min}) / (v_{\max} - v_{\min})) \times 0,20 + 0,80$	0,8000 - 1,0000

**Tabela 2-13.** Classes de índices de Perigo, Vulnerabilidade, Risco e Dano Potencial nas unidades de análise SBH, após reamostragem das classes obtidas nas OBH.

Classes	Critérios de separação de classes, com base na porcentagem em área de OBH
Nulo a Quase Nulo	Média Zonal do índice classificado
Muito Baixo	
Baixo	
Médio	
Alto	% em área com classe Alto e Muito Alto > 10%
Muito Alto	% em área com classe Muito Alto > 10%

**Tabela 2-14.** Valores máximos e mínimos das classes, obtidos por quebras naturais, para o Perigo de Escorregamento nas UTB\_25K e 10K.

CLASSE	INTERVALO	VALOR DEFINIDO POR QUEBRA	
		NATURAL (UTB 25k)	NATURAL (UTB 10K)
Nulo a Quase Nulo	Mín.	0,00000	0,00000
	Máx.	0,00000	0,25386
Muito Baixo	Mín.	0,00001	0,25387
	Máx.	0,26767	0,35014
Baixo	Mín.	0,26768	0,35015
	Máx.	0,36599	0,44205
Médio	Mín.	0,36600	0,44206
	Máx.	0,46176	0,55003
Alto	Mín.	0,46177	0,55004
	Máx.	0,57726	0,82700
Muito Alto	Mín.	0,57727	0,82701
	Máx.	0,84073	1,00000



**Tabela 2-15.** Valores máximos e mínimos das classes, obtidos por quebras naturais, para o Perigo de Inundação Gradual nas UTB\_25K e UTB\_10K.

CLASSE	INTERVALO	VALOR DEFINIDO POR QUEBRA NATURAL	
		(UTB_25K)	(UTB_10K)
Nulo a Quase Nulo	Mín.	0,00000	0,00000
	Máx.	0,00000	0,19403
Muito Baixo	Mín.	0,00001	0,19404
	Máx.	0,37274	0,38469
Baixo	Mín.	0,37275	0,38470
	Máx.	0,42457	0,45841
Médio	Mín.	0,42458	0,45842
	Máx.	0,47470	0,53047
Alto	Mín.	0,47471	0,53048
	Máx.	0,53205	0,67472
Muito Alto	Mín.	0,53206	0,67473
	Máx.	0,67461	1,00000

**Tabela 2-16.** Valores máximos e mínimos das classes, obtidos por quebras naturais, para o Perigo de Inundação Rápida ou Brusca nas OBH\_10K.

CLASSE	INTERVALO	VALOR DEFINIDO POR QUEBRA NATURAL
Nulo a Quase Nulo	Mín.	0,00000
	Máx.	0,26267
Muito Baixo	Mín.	0,26268
	Máx.	0,35766
Baixo	Mín.	0,35767
	Máx.	0,44263
Médio	Mín.	0,44264
	Máx.	0,53361
Alto	Mín.	0,53362
	Máx.	0,64489
Muito Alto	Mín.	0,64490
	Máx.	1,00000

**Tabela 2-17.** Valores máximos e mínimos das classes, obtidos por quebras naturais, para o Perigo de Corrida de Massa, para as OBH\_10K.

CLASSE	INTERVALO	VALOR DEFINIDO POR QUEBRA NATURAL
Nulo a Quase Nulo	Mín.	0,00000
	Máx.	0,20516
Muito Baixo	Mín.	0,20517
	Máx.	0,30816
Baixo	Mín.	0,30817
	Máx.	0,41571
Médio	Mín.	0,41572
	Máx.	0,54229
Alto	Mín.	0,54230
	Máx.	0,70306

<b>Muito Alto</b>	<b>Mín.</b>	0,70307
	<b>Máx.</b>	1,00000

**Tabela 2-18.** Critérios de reclassificação do Perigo de Corridas de Massa para representação nas unidades SBH.

<b>Índice de Melton (ME) <math>\leq 0,3</math></b>	
<b>Características da OBH na classificação preliminar</b>	<b>Classificação do Perigo na OBH</b>
Quando resultados da equação apresentam $P_{COR0}$ (Nulo a Quase Nulo), $P_{COR1}$ (Muito Baixo) ou $P_{COR2}$ (Baixo)	Os resultados obtidos na classificação preliminar, pela aplicação da equação do cálculo do perigo de corrida de massa, deverão ser mantidos.
Quando resultados da equação apresentam $P_{COR3}$ (Médio), $P_{COR4}$ (Alto) ou $P_{COR5}$ (Muito Alto)	Deve ser reclassificado para $P_{COR2}$ - Baixo
<b>Índice de Melton (ME) <math>0,3 &lt; ME &lt; 0,6</math></b>	
<b>Características da SBH na classificação preliminar</b>	<b>Classificação do Perigo na SBH</b>
Quando resultados da equação apresentam $P_{COR0}$ (Nulo a Quase Nulo), $P_{COR1}$ (Muito Baixo) ou $P_{COR2}$ (Baixo)	Deve ser reclassificado para $P_{COR3}$ - Médio
Quando resultados da equação apresentam $P_{COR3}$ (Médio), $P_{COR4}$ (Alto) ou $P_{COR5}$ (Muito Alto)	Os resultados obtidos na classificação preliminar, pela aplicação da equação do cálculo do perigo de corrida de massa, deverão ser mantidos.
<b>Índice de Melton (ME) <math>\geq 0,6</math></b>	
<b>Características da SBH na classificação preliminar</b>	<b>Classificação do Perigo na SBH</b>
Quaisquer resultados da equação de cálculo do perigo de corrida de massa	Deve ser reclassificado para $P_{COR5}$ - Muito Alto

**Tabela 2-19.** Valores máximos e mínimos das classes, obtidos por quebras naturais, para o Perigo de Escorregamento e de Solapamento de Margens Fluviais na escala 1:3.000.

<b>CLASSE</b>	<b>INTERVALO</b>	<b>VALOR DEFINIDO POR QUEBRA NATURAL</b>	
		<b>Perigo de Escorregamento</b>	<b>Perigo de Solapamento de Margens Fluviais</b>
<b>Nulo</b>	<b>Mín.</b>	---	---
	<b>Máx.</b>	0,1279	0,2215
<b>Muito Baixo a Baixo</b>	<b>Mín.</b>	0,1280	0,2216
	<b>Máx.</b>	0,3285	0,4964
<b>Moderado</b>	<b>Mín.</b>	0,3286	0,4965
	<b>Máx.</b>	0,5775	0,6851
<b>Alto</b>	<b>Mín.</b>	0,5776	0,6852
	<b>Máx.</b>	0,7102	0,7598
<b>Muito Alto</b>	<b>Mín.</b>	0,7103	0,7599
	<b>Máx.</b>	---	---

**Tabela 2-20.** Valores máximos e mínimos das classes para o Perigo de Inundações e Processos Correlatos na escala 1:3.000.

<b>CLASSE</b>	<b>INTERVALO</b>	<b>VALOR</b>
<b>Muito Baixo a Baixo</b>	<b>Mín.</b>	0,00000
	<b>Máx.</b>	0,10720
<b>Moderado</b>	<b>Mín.</b>	0,10720

	Máx.	0,42260
Alto	Mín.	0,42260
	Máx.	0,70420
Muito Alto	Mín.	0,70420
	Máx.	1,50000

**Tabelas 2-21.** Valores máximos e mínimos das classes (obtidos pelo método de quebras naturais), para a Vulnerabilidade em UTB\_10K no contexto de áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços.

CLASSE	INTERVALO	VALOR DEFINIDO POR QUEBRA NATURAL
Nulo a Quase Nulo	Mín.	0,00000
	Máx.	0,28484
Muito Baixo	Mín.	0,28485
	Máx.	0,37980
Baixo	Mín.	0,37981
	Máx.	0,47664
Médio	Mín.	0,47665
	Máx.	0,56297
Alto	Mín.	0,56298
	Máx.	0,64665
Muito Alto	Mín.	0,64666
	Máx.	1,00000

**Tabelas 2-22.** Valores máximos e mínimos das classes, obtidos por quebras naturais, para a Vulnerabilidade em OBH\_10K no contexto de áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços.

CLASSE	INTERVALO	VALOR DEFINIDO POR QUEBRA NATURAL
Nulo a Quase Nulo	Mín.	0,00000
	Máx.	0,21117
Muito Baixo	Mín.	0,21118
	Máx.	0,46894
Baixo	Mín.	0,46895
	Máx.	0,55592
Médio	Mín.	0,55593
	Máx.	0,63591
Alto	Mín.	0,63592
	Máx.	0,71131
Muito Alto	Mín.	0,71132
	Máx.	1,00000

**Tabelas 2-23.** Valores máximos e mínimos das classes, obtidos por quebras naturais, para a Vulnerabilidade a escorregamentos e movimentos de massa em geral no contexto de áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços.

CLASSE	INTERVALO	VALOR DEFINIDO POR QUEBRA NATURAL
Nulo	Mín.	---
	Máx.	0,1189
Muito Baixo a Baixo	Mín.	0,1190
	Máx.	0,1958
Moderado	Mín.	0,1959
	Máx.	0,2721
Alto	Mín.	0,2722

	Máx.	0,4518
Muito Alto	Mín.	0,4519
	Máx.	---

**Tabelas 2-24.** Valores máximos e mínimos das classes para a Vulnerabilidade a inundações e processos correlatos no contexto de áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços.

CLASSE	INTERVALO	VALOR
Muito Baixo a Baixo	Mín.	0,00000
	Máx.	0,21960
Moderado	Mín.	0,21960
	Máx.	0,32030
Alto	Mín.	0,32030
	Máx.	0,42090
Muito Alto	Mín.	0,42090
	Máx.	1,00000

**Tabela 2-25.** Valores máximos e mínimos das classes, obtidos por quebras naturais, para o Dano Potencial, para as UTB\_10K.

CLASSE	INTERVALO	VALOR DEFINIDO POR QUEBRA NATURAL			
		Dano Potencial à população	Dano Potencial Material para Escorregamentos e Corridas de Massa	Dano Potencial Material para Inundações Graduais	Dano Potencial Material para Inundações Rápidas ou Bruscas
Nulo a Quase Nulo	Mín.	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
	Máx.	0,00000	0,00000	0,00000	0,00006
Muito Baixo	Mín.	0,00001	0,00001	0,00001	0,00007
	Máx.	0,06887	0,06792	0,05421	0,00018
Baixo	Mín.	0,06888	0,06793	0,05422	0,00019
	Máx.	0,21722	0,21185	0,17278	0,00033
Médio	Mín.	0,21723	0,21186	0,17279	0,00034
	Máx.	0,44592	0,43154	0,37447	0,00051
Alto	Mín.	0,44593	0,43155	0,37448	0,00052
	Máx.	0,76865	0,74858	0,71650	0,00073
Muito Alto	Mín.	0,76866	0,74859	0,71651	0,00074
	Máx.	1,00000	1,00000	1,00000	0,00098

**Tabela 2-26.** Variáveis e equações para o cálculo dos Índices de Risco, para as áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços, com Dano Potencial à População.

<b>Riscos de acordo com o processo geodinâmico esperado, para áreas R/C/S, com danos à população</b>			
<b>RISCO</b>	<b>PERIGO</b>	<b>VULNERABILIDADE</b>	<b>DANO POTENCIAL</b>
$R_{RCS\_ESC\_POP}$	$P_{ESC}$	$V_{RCS}$	$D_{POP}$
$R_{RCS\_INUG\_POP}$	$P_{INUG}$	$V_{RCS}$	$D_{POP}$
$R_{RCS\_INUR\_POP}^{(*)}$	$P_{INUR}^{(*)}$	$V_{RCS}$	$D_{POP}$
$R_{RCS\_COR\_POP}^{(*)}$	$P_{COR}^{(*)}$	$V_{RCS}$	$D_{POP}$
<b>EQUAÇÃO DE RISCO PRELIMINAR</b>		<b>EQUAÇÃO DE RISCO</b>	
$R_{RCS\_ESC\_POP} = P_{ESC} \times V_{RCS}$		$R_{RCS\_ESC\_POP} = P_{ESC} \times V_{RCS} \times D_{POP}$	
$R_{RCS\_INUG\_POP} = P_{INUG} \times V_{RCS}$		$R_{RCS\_INUG\_POP} = P_{INUG} \times V_{RCS} \times D_{POP}$	
$R_{RCS\_INUR\_POP} = P_{INUR} \times V_{RCS}$		$R_{RCS\_INUR\_POP} = P_{INUR} \times V_{RCS} \times D_{POP}$	
$R_{RCS\_COR\_POP} = P_{COR} \times V_{RCS}$		$R_{RCS\_COR\_POP} = P_{COR} \times V_{RCS} \times D_{POP}$	

(\*) - índices de riscos calculados em OBH, e apresentados nos formatos OBH e SBH.

Onde: RESC / INUG / INUR / COR - Risco (escorregamento, inundação gradual, inundação rápida, corrida de massa);  
P ESC / INUG / INUR / COR - Perigo (escorregamento, inundação gradual, inundação rápida, corrida de massa);  
VRCS - Vulnerabilidade;  
DPOP / MAT, ESC / INUG / INUR / COR, RCS - Dano Potencial (POP - pessoas, MAT - materiais (escorregamento, inundação gradual, inundação rápida, corrida de massa))

**Tabela 2-27.** Variáveis e equações para o cálculo dos Índices de Risco, para as áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços, com Dano Potencial Material.

<b>Riscos de acordo com o processo geodinâmico esperado, para áreas R/C/S, com danos potenciais materiais</b>			
<b>RISCO</b>	<b>PERIGO</b>	<b>VULNERABILIDADE</b>	<b>DANO POTENCIAL</b>
$R_{RCS\_ESC\_MAT}$	$P_{ESC}$	$V_{RCS}$	$D_{ESC\_MAT}$
$R_{RCS\_INUG\_MAT}$	$P_{INUG}$	$V_{RCS}$	$D_{INUG\_MAT}$
$R_{RCS\_INUR\_MAT}^{(*)}$	$P_{INUR}^{(*)}$	$V_{RCS}$	$D_{INUR\_MAT}$
$R_{RCS\_COR\_MAT}^{(*)}$	$P_{COR}^{(*)}$	$V_{RCS}$	$D_{COR\_MAT}$
<b>EQUAÇÃO DE RISCO PRELIMINAR</b>		<b>EQUAÇÃO DE RISCO</b>	
$R_{RCS\_ESC\_MAT} = P_{ESC} \times V_{RCS}$		$R_{RCS\_ESC\_MAT} = P_{ESC} \times V_{RCS} \times D_{MAT}$	
$R_{RCS\_INUG\_MAT} = P_{INUG} \times V_{RCS}$		$R_{RCS\_INUG\_MAT} = P_{INUG} \times V_{RCS} \times D_{MAT}$	
$R_{RCS\_INUR\_MAT} = P_{INUR} \times V_{RCS}$		$R_{RCS\_INUR\_MAT} = P_{INUR} \times V_{RCS} \times D_{MAT}$	
$R_{RCS\_COR\_MAT} = P_{COR} \times V_{RCS}$		$R_{RCS\_COR\_MAT} = P_{COR} \times V_{RCS} \times D_{MAT}$	

(\*) - índices de riscos calculados em OBH, e apresentados nos formatos OBH e SBH.

Onde: RESC / INUG / INUR / COR - Risco (escorregamento, inundação gradual, inundação rápida, corrida de massa);  
P ESC / INUG / INUR / COR - Perigo (escorregamento, inundação gradual, inundação rápida, corrida de massa);  
VRCS - Vulnerabilidade;  
DPOP / MAT, ESC / INUG / INUR / COR, RCS - Dano Potencial (POP - pessoas, MAT - materiais (escorregamento, inundação gradual, inundação rápida, corrida de massa))

**Tabela 2-28.** Valores máximos e mínimos dos intervalos de classificação dos índices normalizados para os cálculos de Risco.

Classes	Equação	Intervalos de valores da classe
Nulo a Quase Nulo	$((v_n - v_{\min}) / (v_{\max} - v_{\min}) \times (0,02 - 0,00)) + 0,00$	0,0000 - 0,0200
Muito Baixo	$((v_n - v_{\min}) / (v_{\max} - v_{\min}) \times (0,20 - 0,02)) + 0,02$	0,0200 - 0,2000
Baixo	$((v_n - v_{\min}) / (v_{\max} - v_{\min}) \times 0,20) + 0,20$	0,2000 - 0,4000
Médio	$((v_n - v_{\min}) / (v_{\max} - v_{\min}) \times 0,20) + 0,40$	0,4000 - 0,6000
Alto	$((v_n - v_{\min}) / (v_{\max} - v_{\min}) \times 0,20) + 0,60$	0,6000 - 0,8000
Muito Alto	$((v_n - v_{\min}) / (v_{\max} - v_{\min}) \times 0,20) + 0,80$	0,8000 - 1,0000

**Tabela 2-29.** Classes de índices das SBH, após reamostragem das classes obtidas nas OBH.

Classes	Crítérios de separação de classes, com base na porcentagem em área de OBH
Nulo a Quase Nulo	Média Zonal do índice classificado
Muito Baixo	
Baixo	
Médio	
Alto	% em área com classe Alto e Muito Alto > 10%
Muito Alto	% em área com classe Muito Alto > 10%

**Tabela 2-30.** Valores máximos e mínimos das classes, obtidos por quebras naturais, para o Risco de Escorregamentos e Inundação gradual com Dano Potencial à População e Dano Potencial material, nas UTB\_10K, inseridas no contexto das áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços.

CLASSE	INTERVALO	VALOR DEFINIDO POR QUEBRA NATURAL			
		Risco de Escorregamentos com Dano Potencial à População	Risco de Escorregamentos com Dano Potencial Material	Risco de Inundações Graduais com Dano Potencial à População	Risco de Inundações Graduais com Dano Potencial Material
Nulo a Quase Nulo	Mín.	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
	Máx.	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Muito Baixo	Mín.	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001
	Máx.	0,02267	0,01894	0,02826	0,02584
Baixo	Mín.	0,02268	0,01895	0,02827	0,02585
	Máx.	0,07286	0,05865	0,09067	0,07917
Médio	Mín.	0,07287	0,05866	0,09068	0,07918
	Máx.	0,16572	0,12826	0,20856	0,16920
Alto	Mín.	0,16573	0,12827	0,20857	0,16921
	Máx.	0,35012	0,26927	0,47285	0,33942
Muito Alto	Mín.	0,35013	0,26928	0,47286	0,33943
	Máx.	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000

**Tabela 2-31.** Valores máximos e mínimos das classes, obtidos por quebras naturais, para o Risco de Inundações Rápidas ou Bruscas e de corridas de massa, com Dano Potencial à População e material nas OBH\_10K.

CLASSE	INTERVALO	VALOR DEFINIDO POR QUEBRA NATURAL			
		Risco de Inundações Rápidas ou Bruscas com Dano Potencial à População	Risco de Inundações Rápidas ou Bruscas com Dano Potencial Material	Risco de Corridas de Massa com Dano Potencial à População	Risco de Corridas de Massa com Dano Potencial Material
Nulo a Quase Nulo	Mín.	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
	Máx.	0,03722	0,03607	0,02690	0,02602
Muito Baixo	Mín.	0,03723	0,03608	0,02691	0,02603
	Máx.	0,11003	0,10736	0,08354	0,07995
Baixo	Mín.	0,11004	0,10737	0,08355	0,07996
	Máx.	0,18926	0,18596	0,16063	0,15393
Médio	Mín.	0,18927	0,18597	0,16064	0,15394
	Máx.	0,29763	0,29344	0,31237	0,30319
Alto	Mín.	0,29764	0,29345	0,31238	0,30320
	Máx.	0,46344	0,46522	0,56132	0,54980
Muito Alto	Mín.	0,46345	0,46523	0,56133	0,54981
	Máx.	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000

**Tabela 2-32.** Valores máximos e mínimos das classes, obtidos por quebras naturais, para o Risco de Escorregamentos e Solapamentos nos Setores de Risco do contexto das áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços.

CLASSE	INTERVALO	VALOR DEFINIDO POR QUEBRA NATURAL	
		RISCO DE ESCORREGAMENTO	RISCO DE SOLAPAMENTO
Nulo	Mín.	0,0193	0,0489
	Máx.	0,0378	0,0699
Muito Baixo a Baixo	Mín.	0,0379	0,0700
	Máx.	0,0733	0,1243
Moderado	Mín.	0,0734	0,1244
	Máx.	0,1513	0,1972
Alto	Mín.	0,1514	0,1973
	Máx.	0,2719	0,3342
Muito Alto	Mín.	0,2720	0,3343
	Máx.	0,4631	0,5703

**Tabela 2-33.** Valores máximos e mínimos das classes para o Risco de Inundações e Processos Correlatos nos Setores de Risco do contexto das áreas urbanas de uso Residencial/Comercial/Serviços (Fernandes da Silva et al. 2014).

CLASSE	INTERVALO	VALOR
Baixo	Mín.	0,00000
	Máx.	0,08595
Moderado	Mín.	0,08595
	Máx.	0,20919
Alto	Mín.	0,20919
	Máx.	0,33242
Muito Alto	Mín.	0,33242
	Máx.	1,00000

**Tabelas 3-01.** Resultados obtidos no mapeamento do Perigo para os processos geodinâmicos na escala 1:25.000 - Município de Embu das Artes.

Variável	Unidade de Análise	Classe																		Total	
		Nulo ou quase nulo			Muito Baixo			Baixo			Médio			Alto			Muito Alto			Total da quantidade de áreas	Total da Área (km²)
		Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área		
P <sub>ESC</sub>	UTB_25K	371	8,94	13,63	75	5,16	7,87	273	18,96	28,89	427	19,66	29,97	293	12,69	19,34	10	0,20	0,30	1.449	65,60
P <sub>INUG</sub>		1.078	56,66	86,37	11	0,23	0,35	50	1,45	2,20	112	3,70	5,65	89	1,72	2,62	109	1,84	2,81		
P <sub>INUR</sub>	SBH_25K	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	184	35,49	99,92	9	0,03	0,08	193	35,52
P <sub>COR</sub>		0	0,00	0,00	4	9,19	100,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00		

**Tabela 3-02.** Resultados obtidos no mapeamento do Perigo para os processos geodinâmicos na escala 1:10.000 - Município de Embu das Artes

Variável	Unidade de Análise	Classe																		Total	
		Nulo ou quase nulo			Muito Baixo			Baixo			Médio			Alto			Muito Alto			Total da quantidade de áreas	Total da Área (km²)
		Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área		
P <sub>ESC</sub>	UTB_10K	478	11,78	18,29	89	3,73	5,79	386	16,00	24,86	516	17,17	26,67	578	14,33	22,26	67	1,37	2,13	2.114	64,37
P <sub>INUG</sub>		1.636	52,60	81,71	0	0,00	0,00	20	0,54	0,84	127	3,47	5,39	178	5,19	8,06	153	2,58	4,01		
P <sub>INUR</sub>	SBH_10K	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	16	29,84	81,03	12	6,99	18,97	28	36,82
P <sub>COR</sub>		0	0,00	0,00	8	9,19	100,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00		

**Tabela 3-03.** Resultados obtidos no mapeamento de Vulnerabilidade no município, na escala 1:10.000 - Município de Embu das Artes.

Variável	Unidade de Análise	Classe																		Total	
		Nulo ou quase nulo			Muito Baixo			Baixo			Médio			Alto			Muito Alto			Total da quantidade de áreas	Total da Área (km²)
		Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área		
V	UTB_10K	113	2,94	10,68	500	14,48	52,58	300	7,03	25,51	103	2,32	8,41	37	0,68	2,47	6	0,09	0,34	1.059	27,54
V <sub>INUR</sub>	SBH_10K	0	0,00	0,00	8	7,69	50,61	3	0,01	0,05	0	0,00	0,00	2	7,50	49,34	0	0,00	0,00	13	15,19
V <sub>COR</sub>	SBH_10K	0	0,00	0,00	3	1,69	45,58	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	1	2,01	54,42	0	0,00	0,00	4	3,70



Tabela 3-04. Resultados obtidos no mapeamento de Dano Potencial à população e material no município, na escala 1:10.000 - Município de Embu das Artes.

Variável	Unidade de Análise	Tipo	Classe																		Total			
			Nulo ou quase nulo			Muito Baixo			Baixo			Médio			Alto			Muito Alto			Total da quantidade de áreas	Total da Área (km²)		
			Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área				
DP <sub>ESC</sub>	UTB_10K	POP	140	0,84	2,85	634	13,66	46,26	197	5,70	19,28	87	3,35	11,33	43	2,94	9,96	28	3,05	10,32	1.129	29,54		
		MAT	352	5,33	18,03	497	9,10	30,80	173	6,65	22,53	67	4,39	14,86	27	2,73	9,23	13	1,34	4,55				
DP <sub>INUG</sub>	UTB_10K	POP	140	0,84	2,85	634	13,66	46,26	197	5,70	19,28	87	3,35	11,33	43	2,94	9,96	28	3,05	10,32			13	15,19
		MAT	917	25,06	84,82	164	2,53	8,55	40	1,09	3,70	6	0,61	2,05	2	0,26	0,87	0	0,00	0,00				
DP <sub>INUR</sub>	SBH_10K	POP	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	13	15,19	100,00	13	15,19		
		MAT	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	28	36,82	100,00				
DP <sub>COR</sub>	SBH_10K	POP	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	4	3,70	100,00			13	15,19
		MAT	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	8	9,19	100,00				

Tabela 3-05. Síntese dos resultados obtidos no mapeamento de Risco para os processos geodinâmicos no município, na escala 1:10.000 - Município de Embu das Artes

Variável	Unidade de Análise	Tipo	Classe																		Total			
			Nulo ou quase nulo			Muito Baixo			Baixo			Médio			Alto			Muito Alto			Total da quantidade de áreas	Total da Área (km²)		
			Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área				
R <sub>ESC</sub>	UTB_10K	Preliminar	227	4,37	15,85	458	14,37	52,20	245	6,20	22,52	98	2,03	7,37	24	0,47	1,70	7	0,10	0,36	1.059	27,54		
		POP	227	4,37	15,85	458	14,37	52,20	245	6,20	22,52	98	2,03	7,37	24	0,47	1,70	7	0,10	0,36				
		MAT	227	4,37	15,85	511	8,90	32,32	198	7,22	26,21	87	4,74	17,23	31	2,09	7,58	5	0,22	0,80				
R <sub>INUG</sub>	UTB_10K	Preliminar	832	23,17	84,15	92	1,74	6,33	73	1,43	5,20	44	0,81	2,93	11	0,20	0,72	7	0,19	0,68			28	36,82
		POP	832	23,17	84,15	146	2,02	7,33	46	1,29	4,69	21	0,44	1,58	12	0,52	1,89	2	0,10	0,36				
		MAT	832	23,17	84,15	156	2,10	7,63	45	1,27	4,60	19	0,80	2,90	5	0,10	0,36	2	0,10	0,36				
R <sub>INUR</sub>	SBH_10K	Preliminar	0	0,00	0,00	23	15,84	43,02	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	5	20,98	56,98	0	0,00	0,00	28	36,82		
		POP	2	0,00	0,03	4	2,24	14,76	7	12,95	85,21	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00				
		MAT	0	0,00	0,00	6	0,01	0,03	17	15,83	42,99	0	0,00	0,00	5	20,98	56,98	0	0,00	0,00				
R <sub>COR</sub>	SBH_10K	Preliminar	0	0,00	0,00	8	9,19	100,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00			28	36,82
		POP	0	0,00	0,00	4	3,70	100,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00				
		MAT	0	0,00	0,00	8	9,19	100,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00				

Tabela 3-07. Resultados obtidos no mapeamento do Perigo para os processos geodinâmicos na escala 1:3.000.

Variável	Unidade de Análise	Classe															Total	
		Nulo ou quase nulo			Muito Baixo e Baixo			Médio			Alto			Muito Alto			Total da quantidade de áreas	Total da Área (km²)
		Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área		
P <sub>ESC</sub>	SP	0	0,00	0,00	4	0,28	36,38	5	0,11	15,04	4	0,06	8,00	8	0,31	40,58	21	0,76
P <sub>INUG</sub>		Não se aplica			7	0,16	49,57	18	0,10	30,14	9	0,01	4,06	12	0,05	16,23	46	0,33
P <sub>SOL</sub>		0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	3	0,03	85,53	2	0,00	13,15	1	0,00	1,32	3	0,01
P <sub>ERO</sub>		0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00

Tabela 3-10. Resultados obtidos no mapeamento de Vulnerabilidade no município, na escala 1:3.000.

Variável	Unidade de Análise	Classe															Total	
		Nulo ou quase nulo			Muito Baixo e Baixo			Médio			Alto			Muito Alto			Total da quantidade de áreas	Total da Área (km²)
		Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área		
V <sub>ESC</sub>	SP	0	0,00	0,00	3	0,17	22,15	7	0,20	25,85	6	0,24	32,21	5	0,15	19,80	21	0,76
V <sub>INU</sub>		Não se aplica			36	0,22	67,73	9	0,10	30,72	1	0,01	1,56	0	0,00	0,00	46	0,33
V <sub>SOL</sub>		0	0,00	0,00	2	0,00	1,87	1	0,00	12,60	2	0,03	73,96	1	0,00	11,57	0	0,00
V <sub>ERO</sub>		0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00

Tabela 3-11. Síntese dos resultados obtidos no mapeamento de Risco para os processos geodinâmicos no município, na escala 1:3.000.

Variável	Unidade de Análise	Classes															Total	
		Nulo ou quase nulo			Muito Baixo e Baixo			Médio			Alto			Muito Alto			Total da quantidade de áreas	Total da Área (km²)
		Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área	Qtd.	Área (km²)	% da Área		
R <sub>ESC_MM</sub>	Preliminar	1	0,16	21,18	4	0,12	15,91	5	0,11	14,53	3	0,09	12,15	8	0,28	36,22	21	0,76
	DP (Moradias)	995	0,16	21,18	616	0,12	15,91	737	0,11	14,53	427	0,09	12,15	979	0,28	36,22	3.754	0,76
R <sub>INU_PC</sub>	Preliminar	Não se aplica			20	0,22	68,74	23	0,06	19,73	3	0,04	11,54	0	0,00	0,00	46	0,33
	DP (Moradias)	Não se aplica			1.123	0,22	68,74	357	0,06	19,73	238	0,04	11,54	0	0,00	0,00	1.718	0,33
R <sub>SOL</sub>	Preliminar	0	0,00	0,00	1	0,00	0,55	2	0,00	13,92	2	0,03	73,96	1	0,00	11,57	6	0,03
	DP (Moradias)	0	0,00	0,00	3	0,00	0,55	26	0,00	13,92	161	0,03	73,96	13	0,00	11,57	203	0,03
R <sub>ERO</sub>	Preliminar	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00
	DP (Moradias)	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00

**ANEXO B - MAPAS EM FORMATO PDF**

**ANEXO C - FICHAS DE SETORES DE RISCO ESCALA LOCAL  
FORMATO PDF**

**ANEXO D - ARQUIVOS SIG**

**ANEXO E - SÍNTESE DOS SETORES E DAS RECOMENDAÇÕES**

**Disponíveis em:**

- [Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil](#)
- [Instituto Geológico](#)