Quadro-legenda A - Suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa

Classe de suscetibilidade	Foto ilustrativa	Características predominantes	Área		Área urbanizada/ edificada	
			km²	% (*)	km²	% (**)
Alta		• Relevo: serras e morros altos; • Forma das encostas: côncavas e côncavas, com anfiteatros de cabeceiras de drenagem abruptos; • Amplitudes: 80 a 250 m; • Declividades: > 25°; • Litologia: batrito, dolomito, clorita, xisto, metatufo e metagrauvaca; • Densidade de lineamentos/estruturas: alta; • Solos: pouco evolutos e rasos; e • Processos: deslizamento e rastejo.	19.8	4.8	4.4	1.8
Média		• Relevo: morros altos e morros baixos; • Forma das encostas: convexas a retilíneas e côncavas, com anfiteatros de cabeceira de drenagem; • Amplitudes: 40 a 140 m; • Declividades: 10 a 30°; • Litologia: batrito, dolomito, migmatito, clorita, xisto, metatufo e metagrauvaca; • Densidade de lineamentos/estruturas: média; • Solos: evolutos e moderadamente profundos; e • Processos: deslizamento e rastejo.	17.3	5.2	5.3	2.4
Baixa		• Relevo: planícies e terraços fluviais e colinas; • Forma das encostas: convexas suavizadas e topos amplos; • Amplitudes: < 80 m; • Declividades: < 10°; • Litologia: gnaisse, granodiorito e migmatito; • Densidade de lineamentos/estruturas: baixa; • Solos: alvviais evolutos e profundos nas colinas; e • Processos: deslizamento e rastejo.	287.7	80.0	242.8	93.8

(*) Porcentagem em relação à área do município; (**) Porcentagem em relação à área urbanizada/edificada do município.

Quadro-legenda B - Suscetibilidade a inundações

Classe de suscetibilidade	Foto ilustrativa	Características predominantes		Área		Área urbanizada/ edificada	
		Locais	Bacias de drenagem contribuintes	km²	% (*)	km²	% (**)
Alta		• Relevo: planícies aluviais atuais, com amplitudes e declividades muito baixas (< 2°); • Solos: hidromórficos, em terrenos situados ao longo de curso d'água, sujeitos a alagamentos e sob lençol subterrâneo elevante a raso; • Altura de inundação: até 2 m em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; e • Processos: inundação, alagamento e assoreamento.	• Área de contribuição: grande; • Formato: tendendo a circular; • Densidade de drenagem: alta; • Padrão das canais fluviais: tendendo a retilíneo; e • Relação de relevo: amplitudes baixa e canal principal longo.	14.4	4.3	11.8	4.7
Média		• Relevo: planícies aluviais restritas, terraços fluviais baixos e/ou fiancos de vales, com amplitudes e declividades baixas (< 5°); • Solos: hidromórficos e não hidromórficos, em terrenos siltoargilosos e com nível d'água variando de raso a profundo; • Altura de inundação: entre 2 e 4 m em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; e • Processos: inundação, alagamento e assoreamento.	• Área de contribuição: intermediária; • Formato: tendendo a alongado; • Densidade de drenagem: média; • Padrão das canais fluviais: tendendo a retilíneo; e • Relação de relevo: amplitude média e canal principal intermediário.	9.8	2.7	7.5	3.0
Baixa		• Relevo: terraços fluviais altos e/ou fiancos de encostas, com amplitudes e declividades baixas (< 5°); • Solos: não hidromórficos, em terrenos silto-arenosos e com nível d'água variando de profundo a muito profundo; • Altura de inundação: acima de 4 m em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; e • Processos: inundação, alagamento e assoreamento.	• Área de contribuição: pequena; • Formato: tendendo a circular; • Densidade de drenagem: baixa; • Padrão das canais fluviais: tendendo a retilíneo; e • Relação de relevo: amplitude alta e canal principal curto.	17.6	5.3	13.6	5.4

(*) Porcentagem em relação à área do município; (**) Porcentagem em relação à área urbanizada/edificada do município.

Feições e processos correlatos

Cicatriz de deslizamento recente indicativa de suscetibilidade local/pontual

Ravinha/borgoroca indicativa de suscetibilidade local/pontual decorrente de processos erosivos, que podem induzir movimentos gravitacionais de massa

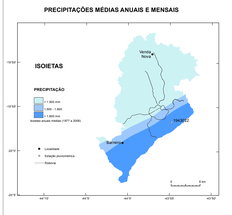
Depósito de acumulação de pé de encosta (talus e/ou colúvio) suscetível a movimentação lenta (rastejo) ou rápida (deslizamento)

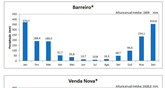
Obs: Feições obtidas por meio de fotointerpretação, projeto IGTEC/Vetoria (escala 1:10.000, produto IGTEC/Ortofoto, 2014), com formação artificial (pilhas superficiais - MDS, projeto IGTEC/Ortofoto, 2014, com formação artificial (pilhas de rejeito e estéril - MT).

Enxurradas

Bacia de drenagem com alta suscetibilidade à geração de enxurrada, que pode atingir trechos planos e distantes situados a jusante, induzindo, ainda, solapamento de talude marginal (incidência: 11,1 km², que corresponde a 3,4% da área do município; e 4,8 km², que corresponde a 1,9% da área urbanizada/edificada do município)

PRECIPITAÇÕES MÉDIAS ANUAIS E MENSAIS





*Médias mensais estimadas a partir das isoietas de médias mensais.

Fontes: Atlas Pluviométrico do Brasil (CNTC/ UFJF et al., 2011).

EQUAÇÃO DE CHUVAS

Equação Intensidade-Duração-Frequência (IDF) adotada para Belo Horizonte a partir da equação definida por Pinheiro (1997):

$$I_{d,T} = 0{,}76134 \, d^{-0{,}7499} \, F^{0{,}2166} \, P_{d,T}$$

Onde:

$I_{d,T}$, (mm/h), a estimativa de intensidade média do local *i*, associada ao período de retorno *T*;

d, (horas), a duração da precipitação;

$P_{d,T}$, (mm), precipitação total anual média;

$\mu_{d,T}$, quantil regional adimensionalizado associado ao período de retorno *T* e à duração da precipitação *d*,

conforme a equação abaixo:

$$\mu_{d,T} = F - \left[0{,}6 \left\{ 0{,}4 + \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right] \right\} \right]$$

onde *F* e os dois parâmetros que variam com a duração da chuva e podem ser obtidos na Tabela 01.

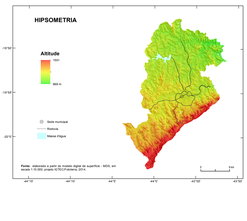
Tabela 01 – Parâmetros *F* e *a*

Duração	10 min	15 min	30 min	45 min	1 h	2 h	3 h	4 h	8 h	14 h	24 h
a	0,205	0,217	0,209	0,191	0,229	0,236	0,235	0,235	0,232	0,259	0,287
F	0,932	0,933	0,936	0,932	0,930	0,931	0,930	0,930	0,929	0,921	0,913

A equação IDF da região metropolitana de Belo Horizonte é válida para tempos de retorno até 200 anos e durações entre 10 minutos e 24 horas.

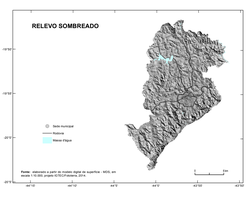
Fonte: elaborado por CPRM, com base em Pinto (2014) e Leite de Pinheiro (1997).

HIPSOMETRIA



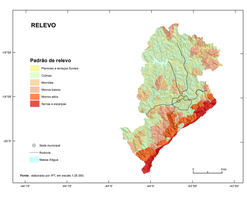
Fonte: elaborado a partir do modelo digital de superfície - MDS, em escala 1:10.000, projeto IGTEC/Vetoria, 2014.

RELEVO SOMBREADO



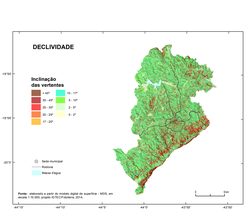
Fonte: elaborado a partir do modelo digital de superfície - MDS, em escala 1:10.000, projeto IGTEC/Vetoria, 2014.

RELEVO



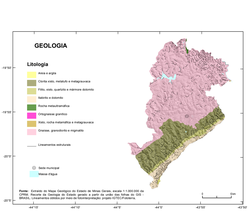
Fonte: elaborado por IPT, em escala 1:25.000.

DECLIVIDADE



Fonte: elaborado a partir do modelo digital de superfície - MDS, em escala 1:10.000, projeto IGTEC/Vetoria, 2014.

GEOLOGIA



Fontes: Fundação Hidroex (Geologia do Estado de Minas Gerais, escala 1:1.000.000) da CPRM; Mapeamento Geológico do Estado de Minas Gerais (escala 1:25.000), elaborado pela Vetoria em parceria com a UFMG.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTRO DE ESTADO
Edison Lobão

SECRETARIA EXECUTIVA
Márcio Pereira Zimmermann

SECRETÁRIO DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
Carlos Nogueira da Costa Júnior

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

DIRETOR-PRESIDENTE
Manoel Barretto da Rocha Neto

DIRETOR DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL
Thales de Queiroz Sampaio

DIRETOR DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS
Roberto Ventura Santos

DIRETOR DE RELAÇÕES INSTITUCIONAIS E DESENVOLVIMENTO
Antônio Carlos Bacelar Nunes

DIRETOR DE ADMINISTRAÇÃO E FINANÇAS
Eduardo Santa Helena de Bonna

Departamento de Gestão Territorial
Cassio Roberto da Silva

Departamento de Hidrologia
Frederico Cláudio Peixinho

Coordenação Nacional do Projeto de Mapeamento Geológico Estadual
Sandra Fernandes da Silva

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT

CENTRO DE TECNOLOGIAS GEOAMBIENTAIS – CTGeo

EQUIPE TÉCNICA

Coordenação
Omar Yazbek Bitar
Sofia Julia Alves M Campos

Execução
Laboratório de Recursos Hídricos e Modelagem Ambiental
Alvaro Carvalho Kuperman
Ana Carolina Melo Cavani Monteiro
Ana Lúcia Silva Souza
Ana Maria de Azevedo Dantas Marino
André Luiz Ferreira
Antonio Carlos Vendrame
Benedito Nachbar
Caio Pompeu Cavalheiro
Carlos Eduardo Morelli Tucci
Caroline Dunie dos Santos Kanieski
Deborah Tarrisi
Fabio Kurt Schneider
Fernando Fernandes
Guilherme da Paula Santos Cortez
Jaqueline Ikeshoji Tanaka Sobral
Luiz Gustavo Fazolo
Maria Cristina Jacinto de Almeida
Mauro Normando Macedo
Nivaldo Paulon
Omar Yazbek Bitar
Paulo Sergio Franco
Priscila Moreira Kapelin
Rodrigo Augusto Stabile
Sofia Julia Alves M Campos
Sofia Julia Alves M Campos

Seção de Investigações, Riscos e Desastres Naturais
Agostinho Tadashi Ogura
Alessandra Cristina Corsi
Celso Santos Carvalho
Claudio Luiz Ridente Gomes
Eduardo Soares de Macedo
Fernando Rocha Francisco
Gerson Salviano de Almeida
Marcela Pereira Pereira Guimarães
Silvia Cristina Vieira
Zeno Hellmeister Júnior

CENTRO DE TECNOLOGIAS DE OBRAS DE INFRAESTRUTURA – CT-OBRAS
Seção de Geotecnia
Alexandre Augusto Pasqualini
Laura Kakuchi Gehling
Seção de Recursos Minerais e Aproveitamento
Carlos Tadeu de Carvalho Gambá

Convenções Cartográficas

- Sede municipal
- Via pavimentada
- Via sem pavimentação
- Ferrovia
- Curva de nível (espaçamento de 20m)
- Curso d'água
- Massa d'água
- Área urbanizada/edificada
- Limite municipal

Fonte: Vetoria; exceto: limites urbanizados/edificados e massa d'água editada por meio de fotointerpretação (escala 1:10.000, produto IGTEC/Ortofoto, 2014) e limites municipais em versão 2014 do Atlas Geográfico das Áreas Susceptíveis a Deslizamentos, Inundações e Processos Hidrológicos Associados no Território Nacional, elaborado pelo Departamento de Monitoramento e Alerta a Desastres Naturais - Cenad/MI/ PEC-CRed, escala 1:10.000 e 1:100.000.

LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO NO ESTADO DE MINAS GERAIS

Nota: Documento cartográfico complementar ao Objeto 0602 do Programa de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais, incluído no Plano Plurianual 2012-2015 do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Sua elaboração considera, entre outras referências, as diretrizes contidas no manual para mapeamento de perigos e riscos em encostas e margens de rios, publicado pelo Serviço Geológico do Brasil – Departamento de Relações Institucionais e Desenvolvimento (DERID/SGB), e pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT (Macedo et al., 2007), e também as recomendações do Glossário Multilíngue de termos técnicos e científicos internacionais de gerenciamento de perigos de engenharia e engenharia geológica (ISSMGE, IAEG e ISRM - JTC-1) e trabalhos em 2013 pela ISSMGE e pela IAEG. Tem como objetivo principal fornecer subsídios técnicos para a gestão territorial municipal, para a gestão do território, apontando áreas quanto ao direcionamento e ocupação de novos focos que podem ocasionar desastres naturais. As informações geradas para a elaboração da carta estão em conformidade com a escala 1:25.000 e a representação cartográfica é feita em meio digital, sendo disponibilizada em meio impresso apenas a convulsa prévia em documento técnico que a acompanhará, denominado "Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações, 1:25.000 - Nota Técnica Explicativa". O documento cartográfico é resultado de um trabalho integrado de equipes técnicas multidisciplinares, composta por especialistas/áreas, obtidos por meio de consolidação e tratamento de dados secundários disponíveis e validação em campo. As zonas ajustadas em carta indicam áreas de predominância quanto ao processo analisado, mas não impedem a ocorrência de eventos em áreas com características distintas daquela do referido processo. A classificação relativa (alta, média, baixa) aponta áreas onde o processo é mais atuante ou menor em comparação a outras. Dentro das zonas pode haver áreas com classes distintas, mas sua representação em escala 1:25.000 não é possível devido à limitação de tamanho mínimo de mapeamento e de apresentar de modo mais gráfico. Suscetibilidade baixa não significa que os processos não poderão ser gerados em seu domínio, pois alocadas humanas podem modificar sua dinâmica. A presença de feições erosivas lineares (ravinas e voçorocas) e áreas de assoreamento devem ser consideradas como um indicativo para avaliar a estabilidade dos terrenos, bem como não se deixou a ocupação em escala que não seja a de origem, sendo que tais usos inapropriados podem resultar em condições incertas. Estudos mais detalhados, em escalas maiores, devem ser executados para avaliação local, principalmente onde forem pretendidos projetos/ limites distintos entre os apontados na carta. Nas áreas urbanizadas/edificadas, ressalva-se o fato de que as classes indicadas podem estar alteradas, para mais ou para menos, a depender do grau de urbanização da ocupação existente. A ocupação de encostas além em áreas urbanizadas pressupõe condições com potencial de risco maior e requer estudos específicos.

CARTA DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA E INUNDAÇÕES

MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE - MG

1:25.000

0 0,5 1 2 3 km

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Origem da quilometragem linear acrescida a constante 10.000km a Oeste e 10.000km a Sul do Equador, acrescidas respectivamente 10.000km e 500km, respectivamente.
Datum Horizontal: SIRGAS2000

DEZEMBRO 2014
Revisão 02 - Março 2015

Ministério de Minas e Energia
Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão
GOVERNO FEDERAL BRASIL PÁTRIA EDUCADORA