



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ÍNDICE DE RISCO GEOMORFODINÂMICO: UM ESTUDO DE CASO DE OCUPAÇÃO “DESORGANIZADA” EM ÁREA DE ENCOSTA NA SERRA DO VELOSO EM OURO PRETO-MG

Denise Aparecida Antunes ^(a) Fabricio Teixeira de Melo ^(a), Cecília Félix Andrade Silva ^(b)
Jairo Rodrigues Silva ^(b)

^(a) Mestrandos do Programa de Pós-graduação em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do Instituto Federal de Educação e Tecnologia de Minas Gerais, daa21@hotmail.com; e fabricio.melo@av.eng.br

^(b) Professores Doutores em Geografia do Programa de Pós-graduação em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do Instituto Federal de Educação e Tecnologia de Minas Gerais, cecilia.andrade@ifmg.edu.br e jairo.rodrigues@ifmg.edu.br

Eixo: Riscos e desastres naturais

Resumo

As ocupações desordenadas do solo, nos últimos tempos, mudaram drasticamente a paisagem, como também desencadeando o aceleramento dos processos erosivos e acarretando em impactos negativos no meio ambiente. Nesse contexto, a importância de técnicas de melhoramento e detecção, análise e monitoramento da evolução dos processos erosivos (WOLFF, 2010). O objetivo do trabalho foi identificar geoindicadores que podem indicar os riscos de movimentos de massa na área de estudo, vistas a mitigação dos prejuízos socioambientais. O estudo foi pautado na metodologia de análise geomorfológica apresentada por Ab'Saber (1969) sistematizada em três níveis: compartimentação topográfica; estrutura superficial; e fisiologia da paisagem, que compuseram de forma quali-quantitativa o índice de risco geomorfodinâmico para cada ponto de coleta. Os índices de risco geomorfodinâmico dos pontos coletados na encosta do bairro São Francisco em Ouro Preto/ MG foram “Alto”. Assim, aumenta-se a probabilidade de ocorrência de movimentos de massa, principalmente por deslizamentos de terra.

Palavras chave: processos erosivos, geoindicadores, movimento de massa

1. Introdução

Os indicadores geológicos naturais endógenos (litológicas, estruturais, lito-estruturais, etc) e naturais exógenos (eólico, pluvial, vegetação, etc) causam mudanças rápidas no meio ambiente proporcionando uma análise de perigo na evolução da paisagem de um ecossistema (MONECHE, 2012). Mas são as resultantes de ações humanas que nos últimos tempos mudaram drasticamente a paisagem.

Segundo KOBAYAMA *et al* (2006) que classifica os desastres quanto à intensidade, de pequeno a muito significativo através da correlação entre prejuízo e PIB, coloca que o desastre muito significativo, quando o prejuízo é acima de 30% do PIB do município, não será superado sem que receba ajuda externa.

Daí a importância de técnicas de melhoramento e detecção, análise e monitoramento da evolução das erosões (WOLFF, 2010), para isso é necessário um estudo multifocal para detectar, analisar áreas com processos erosivos, levando em consideração os elementos geológicos, pedológicos, hidrogeológicos, climáticos e biológico da região.

No município de Ouro Preto, Minas Gerais, a ocupação desordenada do solo é um problema detectado por anos em diversas literaturas. Segundo Ferreira (2011), a partir de 1960 a expansão da população para bairros de periferia da cidade ocasionou os primeiros registros de movimento de massa, principalmente os escorregamentos, ocorridos em períodos chuvosos. Silva. (2012) observa que a falta de um planejamento adequado, que leva em consideração as particularidades do meio físico, as condições socioeconômicas e as tendências de desenvolvimento da área urbana, propicia as erosões urbanas.

Uma forma de identificar e quantificar os efeitos das ações antrópicas derivadas da expansão urbana é a utilização de geoindicadores, estes são medidas de superfície ou próximo da superfície de fenômenos e processos geológicos que variam significativamente no período de 100 anos ou menos e que proveem de informações para avaliações ambientais (BERGER,1997).

Nesse contexto, esse trabalho teve como objetivo identificar nas áreas de riscos através da utilização de geoindicadores, principalmente relacionados aos movimentos de massa (deslizamento), aquelas que possuem maior índice geomorfodinâmico resultantes das ações antrópicas sobre o relevo de encosta. Dessa forma, propiciar a tomada de decisões técnicas, públicas e institucionais vistas a mitigação dos prejuízos socioambientais.).

2. Definição da Área de Estudo

Foi escolhida a Serra do Veloso (trecho da Serra de Ouro Preto). A Serra de Ouro Preto representa geomorfologicamente o flanco sul da estrutura regional conhecida na literatura como Anticlinal de Mariana (Nalini Jr, 1993). A Serra do Veloso está inserida nos limites geopolíticos do bairro São Francisco e os bairros do entorno: São Cristóvão, Água Limpa, Nossa Senhora do Rosário, Nossa Senhora do Pilar e Centro. Todos pertencentes ao município de Ouro Preto/ MG. Essa área pode ser localizada pela coordenada de referência X

655753 e Y 7746158 (Datum Sirgas 2000, Fuso 23K) (Figura 1 – A). Com recorte espacial para análise geomorfológica foi escolhida uma sub-bacia do curso d’água sem nome da margem esquerda do ribeirão do Funil, cuja área de drenagem é de aproximadamente 244 hectares e com um perímetro 6,59 quilômetros, conforme Figura 1 – B)..

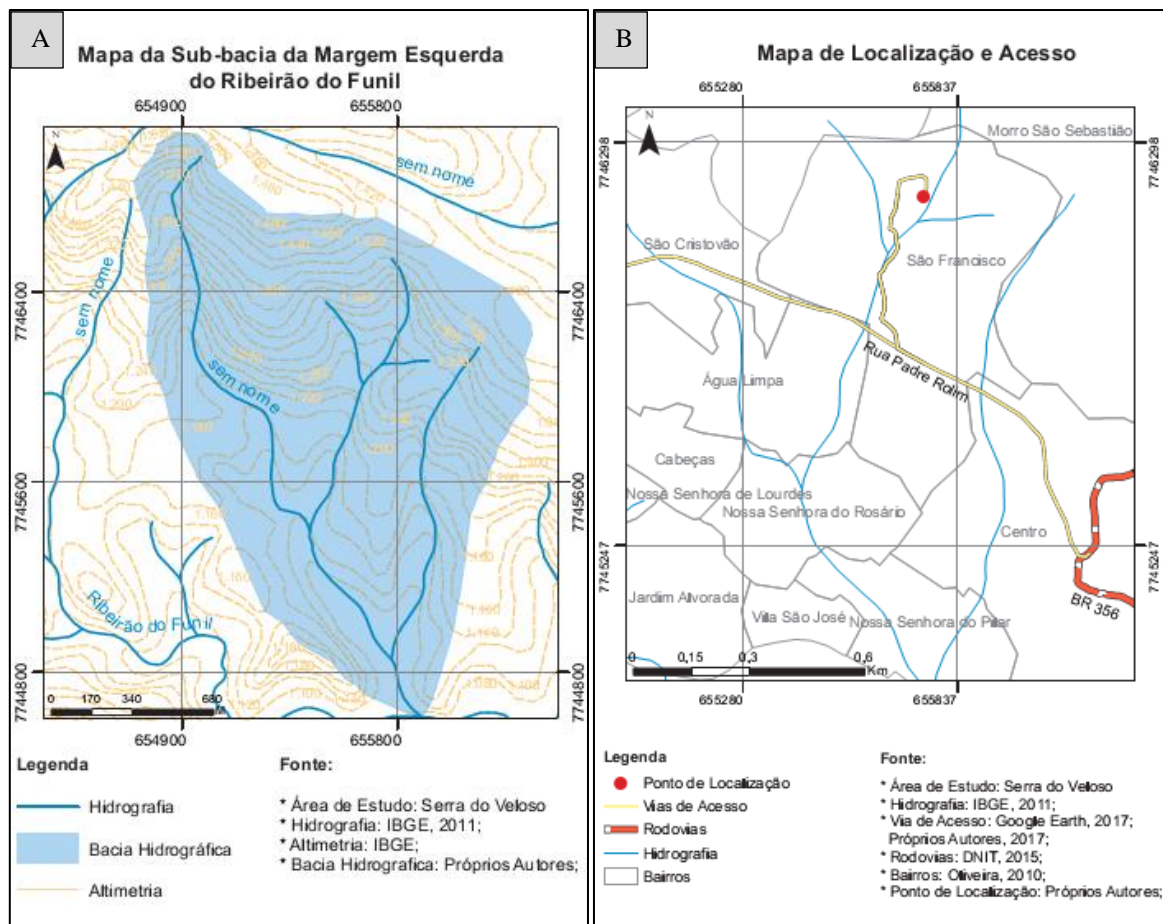


Figura 1: A) Mapa de localização e acesso ao Bairro São Francisco e outros, Ouro Preto/ MG. B) Mapa da sub-bacia da margem esquerda do ribeirão do Funil.

A área urbana de Ouro Preto nas últimas décadas avançou sobre os quartzitos, filitos e xisto do Grupo Sabará nos bairros de Santa Cruz e Novo Horizonte e nos bairros São Sebastião, Nossa Senhora da Piedade e São Francisco também nos quartzitos filitos e conglomerados do Grupo Caraça, e sobre as rochas calcissilicáticas, dos metaconglomerados e das formações ferríferas do Grupo Nova Lima nos bairros São Sebastião e Morro São João (Oliveira, 2010). Esses avanços corroboram com o perigo, entre 1988 a 2003, o Corpo de Bombeiros registrou 415 de ocorrências de escorregamento em Ouro Preto resultantes de práticas inadequadas de construção, deposição irregular de lixo, esgoto e água servida sem canalização, entre outros (Castro, 2006). Isto posto, insere-se a área de estudo, que apresenta as características geomorfológicas favoráveis à análise de perigo, resultante da ocupação “desorganizada” que avança sobre a Serra do Veloso.

3. Metodologia

Os trabalhos de estudo foram pautados na metodologia de análise geomorfológica apresentada por Ab'Saber (1969) sistematizada em três níveis: compartimentação topográfica (encosta, bacia hidrográfica, bairros, etc); estrutura superficial (susceptibilidade do solo a erosão); e fisiologia da paisagem (processos geomorfodinâmicos atuais). Esses três níveis de compreensão compuseram de forma quali-quantitativa do índice de risco geomorfodinâmico com resposta numérica e cartográfica. Para os parâmetros qualitativos que fazem parte do índice adotou-se conceitos do Manual de Deslizamento proposto por Highland e Bobrowsky (2008) e para os parâmetros quantitativos que formaram o índice baseou-se em valores de pesos e notas, corrigidos para a geomorfologia da área de estudo.

3.1. Materias e Métodos

De forma a ficarem alinhados com a proposta metodológica, os materiais utilizados para elaboração também foram divididos em três etapas para atender a sistematização proposta por AB'Saber (1969).

1- Compartimentação topográfica da área de estudo a partir de dados geotopográficos tratados em ambiente de Sistema de Informações Geográficas – SIG;

2- O levantamento da composição lito-tectônicas das paisagens geomorfológicas da área de estudo ocorreu através do conhecimento das características físicas e químicas dos solos (tipos de solos) foi possível correlacionar sua suscetibilidade a erosão com a declividade, agravada pela expansão urbana desordenada e ao fator climático das chuvas.

3- A fisiologia da paisagem se deu por meio do levantamento de dados amostral que foi realizado em 31 de julho de 2016 por três grupos que percorreu pelas vias de acessos (ruas e vielas) os terços médio e superior da área de estudo. O caminhamento foi aleatório (sem definição de rota) cada grupo ao percorrer as vias de acesso buscou características que poderiam indicar os movimentos de deslizamentos. Deparada com a situação a equipe marcava o ponto de coordenada, coletava a altitude, capturava fotos e anotava na ficha presença ou não dos indicadores geomorfodinâmicos.

No total foram 34 pontos coletados na sub-bacia da margem esquerda do ribeirão do Funil. Os grupos A, B e C coletaram 15 pontos no terço médio-superior, 9 pontos no terço médio e 10 pontos no terço superior, respectivamente. O terço inferior não foi alvo de esforço nesse trabalho.

3.2. Escolha dos Indicadores Geomorfodinâmicos

A escolha dos indicadores geomorfodinâmicos seguiu orientações do Manual de Deslizamento (2008), conforme mencionado anteriormente. Assim, buscou as características que podem indicar os riscos de movimentos de deslizamentos na área de estudo:

- Cortes e aterros nas vertentes; Proximidades das moradias do corte; Cicatrizes de movimentos de massa; Presença de raízes de árvores expostas; Degraus de abatimentos;
- Árvores, muros, cercas e postes inclinados; Erosões nas margens dos canais fluviais; Movimentos de massas; Plantio de bananeiras; Incidência de erosão nas raízes de vegetação de médio e grande porte nas proximidades das casas

Conforme o mesmo manual, ressalva que algumas das características aqui apresentadas também podem ter outras causas que não deslizamentos, como inchaço de solos.

3.3. Elaboração do Coeficiente de Risco Geomorfodinâmico (f)

O Coeficiente de Risco baseou-se em fatores que causam mudanças rápidas no meio ambiente, em função do risco de deslizamentos. Contudo a maneira que esses fatores influenciam no risco é diferente entre eles e em cada um deles. Fez necessário uma matriz que considerasse a importância do risco sobre cada fator e estratificasse em faixas (baixa, médio e alto) este risco de deslizamento. O resultado foi o coeficiente de risco (f) para cada fator, que nada mais é a resultante da “Importância do Fator” sobre o “Risco de Deslizamento”, conforme Tabela 1.

Tabela 1: Coeficiente de Risco Geomorfodinâmico.

Fatores	Importância (I)	Risco (R)			Coeficiente de Risco (f)		
		Baixo	Médio	Alto	Baixo	Médio	Alto
Ocupação Antrópica (A)	50%	5%	20%	75%	0,0250	0,1000	0,3750
Declividade (B)	20%	5%	30%	65%	0,0100	0,0600	0,1300
Pluviometria (C)	20%	5%	40%	55%	0,0100	0,0800	0,1100
Suscetibilidade do Solo a Erosão (D)	10%	5%	30%	65%	0,0050	0,0300	0,0650
Coeficiente de Risco (f)					= (I) * (R)		

Ocupação Antrópica (A); Declividade (B); Pluviometria (C); e Suscetibilidade do Solo a Erosão (D); Importância do Fator (I); Risco de Deslizamento (R) Coeficiente de Risco (f) = (I) * (R), fator adimensional.

Fonte: Próprios Autores

O resultado do Coeficiente de Risco (f) pode ser representado de outra forma, com base no conhecimento da estrutura superficial da paisagem da área de estudo e dos agentes que as modelam (Tabela 2).

Tabela 2: Classificações do Coeficiente de Risco.

Fatores	Coeficiente de Risco (f)			Coeficiente de Risco (f)		
	Baixo	Médio	Alto	Baixo	Médio	Alto
Ocupação Antrópica (A) (%)	0,0250	0,1000	0,3750	< 50	$50 \leq A < 80$	≥ 80
Declividade (B) (Graus)	0,0100	0,0600	0,1300	< 5	$5 \leq B < 45$	≥ 45
Pluviometria (C) (mm/ano)	0,0100	0,0800	0,1100	< 100	$100 \leq C < 300$	≥ 300
Suscetibilidade do Solo a Erosão (D)	0,0050	0,0300	0,0650	Latossolos	Cambissolos	Argissolos

Ocupação Antrópica (A); Declividade (B); Pluviometria (C); Suscetibilidade do Solo a Erosão (D); e Coeficiente de Risco (f). Fonte: Próprios Autores

Enfim, para escolher qual será o Coeficiente de Risco de cada de fator é necessário buscar o conhecimento da estrutura superficial, ou seja, A) Qual o nível de ocupação antrópica da área de estudo? B) Qual a declividade da área de estudo? C) Quanto de chuva precipita na bacia? D) O tipo de solo para a área de estudo é suscetível à erosão, e quanto é está suscetibilidade?

3.4. Elaboração do Fator de Correção do Índice de Risco Geomorfodinâmico (F)

Estabelecido o Coeficiente de Risco (f), o Fator de Correção (F) é soma dos coeficientes de risco dos fatores: “Ocupação Antrópica”; “Declividade”; “Pluviometria”; e “Suscetibilidade do Solo a Erosão”, cujo resultado corresponde ao aumento do risco em tantos por cento (Tabela 3).

Tabela 3: Fator de Correção do Índice Geomorfodinâmico.

Fator	Coeficiente de Risco (f)			Coeficiente de Risco (f) do Fator
	Baixo	Médio	Alto	
Ocupação Antrópica (A)	0,0250	0,1000	0,3750	A = [Baixo] ou [Médio] ou [Alto]
Declividade (B)	0,0100	0,0600	0,1300	B = [Baixo] ou [Médio] ou [Alto]
Pluviometria (C)	0,0100	0,0800	0,1100	C = [Baixo] ou [Médio] ou [Alto]
Suscetibilidade do Solo a Erosão (D)	0,0050	0,0300	0,0650	D = [Baixo] ou [Médio] ou [Alto]
	Fator de Correção			$= \sum(A + B + C + D) + 1$

Ocupação Antrópica (A) (%): sendo, Baixa: $A < 50$; Média: $50 \leq A < 80$; e Alta: $A \geq 80$; Declividade (B) (Graus): sendo, Baixa: $B < 5^\circ$; Média: $5^\circ \leq B < 45^\circ$; e Alta: $B \geq 45^\circ$; Pluviometria Média Anual (C) (mm/ano): sendo, Baixa: $C < 100$; Média: $100 \leq C < 300$; Alta: $C \geq 300$; Suscetibilidade do Solo a erosão (D): Baixa: Latossolos, etc; Média: Cambissolos, etc e Alta: Argissolos, etc; Coeficiente de Risco (f); Fator de Correção (F) $= \sum(fA + fB + fC + fD) + 1$, fator adimensional. Fonte: Próprios Autores

Fator de Correção (F) do Índice de Risco Geomorfodinâmico para a área de estudo é 1,37, ou seja, 37% a mais de risco Risco Geomorfodinâmico (Tabela 4).

Tabela 4: Fator de Correção do Índice Geomorfodinâmico para a Área de Estudo.

Fator	Coeficiente de Risco (f)			Coeficiente de Risco (f) do Fator
	Baixo	Médio	Alto	
Ocupação Antrópica (A)	0,0250	0,1000	0,3750	A = 0,1 = Médio

Fator	Coeficiente de Risco (f)			Coeficiente de Risco (f) do Fator
	Baixo	Médio	Alto	
Declividade (B)	0,0100	0,0600	0,1300	B = 0,13 = Alto
Pluviometria (C)	0,0100	0,0800	0,1100	C = 0,11 = Alto
Suscetibilidade do Solo a Erosão (D)	0,0050	0,0300	0,0650	D = 0,03 = Médio
Fator de Correção (F) = $\sum(A + B + C + D) + 1$			= $\sum(0,1 + 0,13 + 0,11 + 0,03) + 1 = 1,37$	

Coeficiente de Risco do Fator Ocupação Antrópica (fA) = 0,1; Coeficiente de Risco do Fator Declividade (fB): 0,13; Coeficiente de Risco do Fator Pluviometria (fC) = 0,11; Coeficiente de Risco do Fator Suscetibilidade do Solo a Erosão (fD): 0,03; Fator de Correção (F) para a área de estudo = 1,37 = 37%. Fonte: Próprios Autores

3.5. Elaboração do Índice de Risco Geomorfodinâmico Ajustado (H'')

O Índice de Risco Geomorfodinâmico (H) deve ser entendido como uma resposta geomorfodinâmica entre os fatores de risco as características que indicam deslizamento e as condições sociais da população de um determinado lugar e momento (adaptado de Egler, 1996). É o resultado da presença dos Indicadores Geomorfodinâmicos, através de uma média ponderada do peso (importância) e o grau (avaliação) destes sobre a área de estudo, corrigido e ajustado para os cenários de riscos. O Índice de Risco Geomorfodinâmico Ajustado (H'') é exclusivo para cada ponto de coleta, sendo assim cada ponto representa um índice de criticidade de risco que vai de “Sem Risco”, “Tolerável”, “Alto” e “Crítico” (Tabela 5).

Tabela 5: Índice de Risco Geomorfodinâmico ajustado (H'')

Indicadores Geomorfodinâmicos	Presença do Indicador (A)	Peso do Indicador (B)	Grau do Indicador (C)	Índice de Risco do Indicador (X)
Cortes e aterros nas vertentes	[0] ou [1]	3	[1] ou [2] ou [3]	A * B * C
Proximidades das moradias do corte	[0] ou [1]	3	[1] ou [2] ou [3]	A * B * C
Cicatrizes de movimentos de massa	[0] ou [1]	2	[1] ou [2] ou [3]	A * B * C
Presença de raízes de árvores expostas	[0] ou [1]	1	[1] ou [2] ou [3]	A * B * C
Degraus de abatimentos	[0] ou [1]	2	[1] ou [2] ou [3]	A * B * C
Árvores, muros, cercas e postes inclinados	[0] ou [1]	2	[1] ou [2] ou [3]	A * B * C
Erosões nas margens dos canais fluviais	[0] ou [1]	3	[1] ou [2] ou [3]	A * B * C
Movimentos de massas	[0] ou [1]	2	[1] ou [2] ou [3]	A * B * C
Plantio de bananeiras	[0] ou [1]	1	[1] ou [2] ou [3]	A * B * C
Incidência de erosão nas raízes de vegetação de médio e grande porte nas proximidades das casas	[0] ou [1]	2	[1] ou [2] ou [3]	A * B * C
Índice de Risco Geomorfodinâmico (H'')			= $\sum(X)/\sum(C)*19,8412* F$	

Total dos Indicadores Geomorfodinâmico = 10; Presença do Indicador Geomorfodinâmico (A): sendo, 1 = Presente; 0 Ausente; não classifica Peso e Grau de Geoindicadores “Ausentes”; Peso do Indicador Geomorfodinâmico (B): sendo 1 = Normal; 2 = Alta; e 3 = Muito Alta (pré-definido para a área de estudo); Grau do Indicador Geomorfodinâmico (C), sendo 1 = Baixa; 2 = Normal; 3 = Alta; Índice do Indicador: X. = (A * B * C); Índice de Risco Geomorfodinâmico Ajustado: H'' = $\sum(X)/\sum(C)*F*19,84\%$, sendo $H \leq 25\%$ “Sem Risco”, $25\% < H \leq 50\%$ Tolerável; $50\% < H \leq 75\%$ Alto; e $H \geq 75\%$ Crítico. Fonte: Próprios Autores

3.6. Elaboração do Mapa de Risco Geomorfodinâmico

O mapa de Risco Geomorfodinâmico tratou os dados geotopográficos em ambiente de Sistema de Informações Geográficas – SIG de forma a representar o risco de deslizamento a partir dos Índices de Riscos Geomorfodinâmicos Ajustados (H') para cada ponto de coleta, que na sua distribuição geográfica representa o potencial risco de deslizamentos influenciada pela estrutura superficial da paisagem.

4. Resultados e Discussão

Os Índices de Risco Geomorfodinâmico para todos os Pontos de Coleta na encosta do bairro São Francisco e entorno, inseridos na sub-bacia da margem esquerda do ribeirão do Funil em Ouro Preto/ MG foi “Alto”, tanto no terço médio quanto no terço superior da encosta (Tabela 6).

Tabela 6: Índice de Risco Geomorfodinâmico Ajustado (H).

Ponto de Coleta	Terço médio-superior	Terço médio	Terço superior
	Índice de Risco Ajustado (H'')	Índice de Risco Ajustado (H'')	Índice de Risco Ajustado (H'')
GEO 01	57,76	57,99	57,38
GEO 02	64,55	64,07	63,42
GEO 03	61,61	61,91	67,15
GEO 04	52,55	62,36	67,95
GEO 05	60,4	57,56	67,15
GEO 06	65,69	54,36	63,95
GEO 07	62,72	58,54	71,09
GEO 08	54,36	50,18	66,72
GEO 09	64,07	54,36	52,85
GEO 10	51,16	---	57,99
GEO 11	51,34	---	---
GEO 12	54,36	---	---
GEO 13	62,13	---	---
GEO 14	66,01	---	---
GEO 15	54,36	---	---

Vermelho: Crítico; **Laranja:** Alto; **Amarelo:** Tolerável. Fonte: Próprios Autores

Entretanto dentro das faixas estabelecidas para cada nível de criticidade desse índice, têm-se Indicadores Geomorfodinâmicos que podem tender o índice para Crítico ou tender para o Tolerável, exemplos a seguir: Ponto de Coleta GEO 08: Terço Médio e Ponto de Coleta GEO 07: Terço Superior:

O Ponto de Coleta identificado como GEO 08: Terço Médio tendeu ao nível de criticidade tolerável porque dos 10 geoindicadores listados 04 não estavam presentes, sendo eles: Degraus de abatimentos; Árvores, muros, cercas e postes inclinados; Erosões nas margens dos canais fluviais; e Plantio de bananeiras. Mas, principalmente porque os avaliadores entenderam que o nível do Grau dos Indicadores Geomorfodinâmicos eram na sua maioria Normais (Tabela 7).

Tabela 7: Índice de Risco Geomorfodinâmico Ajustado (H) para o Ponto GEO 08: Terço Médio.

Indicadores Geomorfodinâmicos	Presença do Indicador (A)	Peso do Indicador (B)	Grau do Indicador (C)	Índice de Risco do Indicador (X)
Cortes e aterros nas vertentes	1	3	2	6
Proximidades das moradias do corte	1	3	2	6
Cicatrices de movimentos de massa	1	2	2	4
Presença de raízes de árvores expostas	1	1	2	2
Degraus de abatimentos	0	0	0	0
Árvores, muros, cercas e postes inclinados	0	0	0	0
Erosões nas margens dos canais fluviais	0	0	0	0
Movimentos de massas	1	2	2	4
Plantio de bananeiras	0	0	0	0
Incidência de erosão nas raízes de vegetação de médio e grande porte nas proximidades das casas	1	2	1	2
Índice de Risco Geomorfodinâmico (H'') = $\sum(X)/\sum(C)*19,8412* F$				50,18

Fonte: Próprios Autores

Enquanto o Ponto de Coleta identificado como GEO 07: Terço Superior tendeu ao crítico, mesmo também com a ausência de 04 geoindicadores, porém o peso dos indicadores presentes eram maiores, quando comparados ao GEO 08: Terço Médio e ainda os avaliadores entenderam que o nível do Grau dos Indicadores Geomorfodinâmicos eram mais severos, classificado de Normal à Alta (Tabela 8).

Tabela 8: Índice de Risco Geomorfodinâmico Ajustado (H) para o Ponto GEO 07: Terço Superior.

Indicadores Geomorfodinâmicos	Presença do Indicador (A)	Peso do Indicador (B)	Grau do Indicador (C)	Índice de Risco do Indicador (X)
Cortes e aterros nas vertentes	1	3	3	9
Proximidades das moradias do corte	1	3	3	9
Cicatrices de movimentos de massa	1	2	2	4
Presença de raízes de árvores expostas	0	0	0	0
Degraus de abatimentos	1	2	2	4

Indicadores Geomorfodinâmicos	Presença do Indicador (A)	Peso do Indicador (B)	Grau do Indicador (C)	Índice de Risco do Indicador (X)
Árvores, muros, cercas e postes inclinados	0	0	0	0
Erosões nas margens dos canais fluviais	0	0	0	0
Movimentos de massas	1	2	3	6
Plantio de bananeiras	1	1	2	2
Incidência de erosão nas raízes de vegetação de médio e grande porte nas proximidades das casas	0	0	0	0
Índice de Risco Geomorfodinâmico (H') = $\sum(X)/\sum(C)*19,8412* F$				50,18

Fonte: Próprios Autores

Para finalizar, o resultado qualitativo-quantitativo da análise sistêmica da realidade do bairro São Francisco e entorno desse trabalho culminou no Mapa de Potencial Risco de Movimento de Massas (Figura 2).

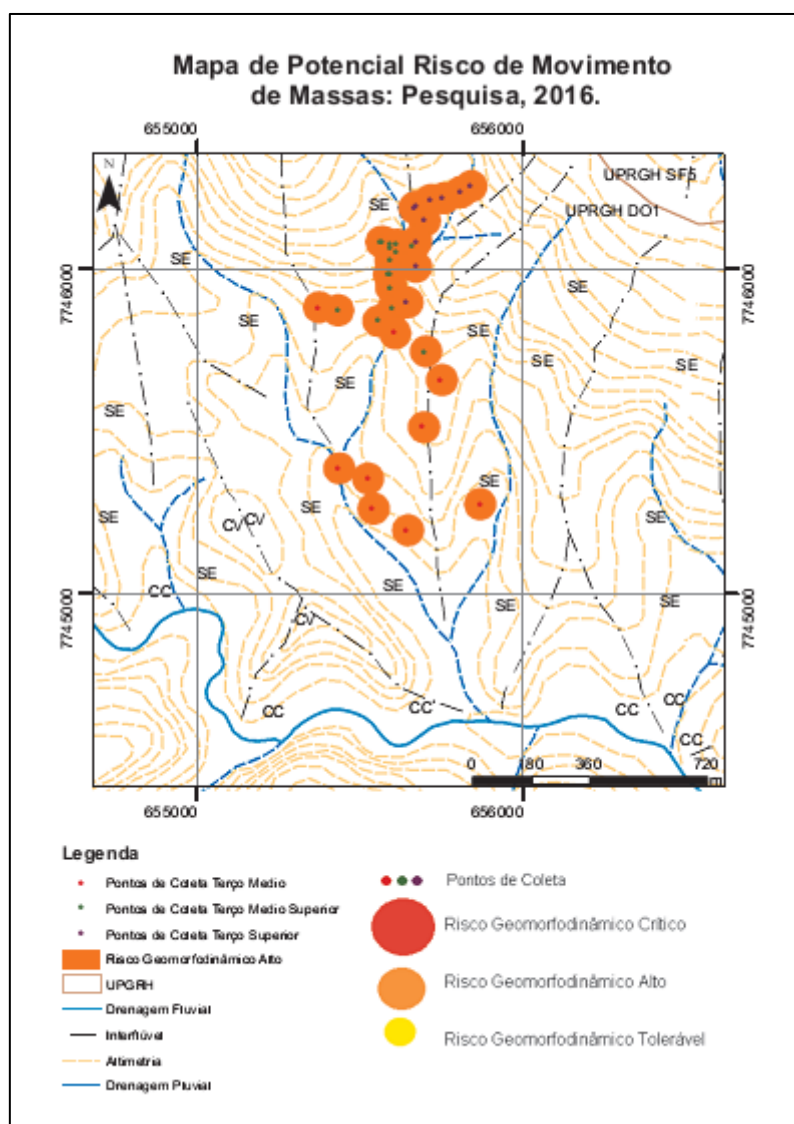


Figura 2: Mapa de Risco Geomorfodinâmico. Fonte: Próprios Autores

5. Considerações Finais

A Lei Complementar Nº 93 de 2011, que estabelece normas e condições para o uso e ocupação dos solos, inclusive parcelamento no município de Ouro Preto, não permite o parcelamento do solo em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas. Como foi apresentado a área de estudo localizada no bairro São Francisco e entorno, está acima dessa declividade, portanto, pode-se inferir que a ocupação ali é antrópica consolidada (sem planejamento/ desordenada) e/ou irregular.

Através dos resultados obtidos, constatou-se que a área em questão foi caracterizada como de alto índice de risco geomorfodinâmico, aumenta-se assim a probabilidade de ocorrência de movimentos de massa, principalmente os relacionados aos deslizamentos de terra. Desta forma, é de fundamental importância que ações governamentais voltadas para o planejamento urbano e relocação destas habitações sejam realizadas afim de evitar e prevenir a ocorrência de novos desastres sócio-ambientais.

Há de considerar também que a ausência de geoindicador não elimina a presença de risco, por esse fato cabe e recomenda-se para a metodologia complementações, vistas a aprimorar sistematicamente o Índice de Risco Geomorfodinâmico, com resposta mais fidedignas a realidade da área estudada.

Referências Bibliográficas

AB'SABER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. Geomorfologia, n18, IG-USP, São Paulo, 1969.

BERGER, A.R. The geoindicador concept and its application: Na introduction. In: Geoindicadores: Assessing rapid environmental changes in Earth systems. Balkema, Rotterdam, Cap.1, p.14.1997.

BRASIL, Lei Complementar Municipal Nº 93 de 20 de janeiro de 2011. Estabelece normas e condições para o parcelamento, a ocupação e o uso do solo urbano no Município de Ouro Preto. Ouro Preto, MG, 20 jan. 2011. Disponível em: http://www.ouropreto.mg.gov.br/uploads/prefeitura_ouro_preto_2015/arquivos_veja_tambem/lei-complementar-93-parcelamento-uso-e-ocupa-o-do-solo.pdf.

CASTRO, J.M.G. Pluviosidade e movimentos de massa nas encostas de Ouro Preto. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2006.

EGLER; C. A. G. Risco Ambiental como critério de Gestão do Território: uma aplicação à Zona Costeira Brasileira. In: Revista Território – UFRJ, 1(1), 1996, Rio de Janeiro, p. 31-41

FERREIRA, T. A. Impactos socioambientais e áreas de risco em Ouro Preto (MG). TGI, Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo (DG/USP), 2011, 115p.

HIGHLAND, L.M., and BOBROWSKY, Peter, 2008, The landslide handbook – A guide to understanding landslides: Reston, Virginia, U.S. Geological Survey Circular 1325, 129p. Tradução. O Manual de Deslizamento. Um Guia para Compreensão de Deslizamentos.

KOBIYAMA, M; Et all. Prevenção de Desastres Naturais: Conceitos Básicos. Curitiba: Ed. Organic Trading, 2006

MONECHE, M. S. F. Análise da distribuição dos fatos geomorfodinâmicos para identificação de zonas de perigos naturais. Dissertação (Pós-Graduação em Geografia) Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória 2012.

Nalini Jr. H. A. Análise estrutural descritiva e cinemática do flanco sul e terminação perclinal do Anticlinal de Mariana e adjacências, região sudeste do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Dissertação de Mestrado, 132p, 1993.

OLIVEIRA, L. D. Ocupação Urbana de Ouro Preto de 1950 a 2004 e atuais tendências. Tese (Mestrado em Ciências Naturais) Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2010.

SILVA, J.R. Conformidades e conflitos ambientais no município de Ouro Preto como apoio à gestão e planejamento municipal. 2012. 242f. Tese (Doutorado em Geografia) Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2012

WOLFF, T.W.R. Contribution à l'analyse de l'érosion intra-urbane à Kinshasa. (RDC). Revue belge de géographie. Belge. v.3. p.293-314, oct.2010.