

O USO DAS IMAGENS GOOGLE COMO FERRAMENTA PARA DIAGNÓSTICO DE RISCO GEOLÓGICO E PROGRAMA MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCO DE BELO HORIZONTE

Ruzimar Batista Tavares ¹; Nathan Ribeiro Mac Laren Nogueira ²; Isabel Queirós Volponi ³.

Resumo – O diagnóstico do risco geológico em Belo Horizonte - MG é desenvolvido pela Companhia Urbanizadora e de Habitação de Belo Horizonte - URBEL, empresa da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte – PBH, que tem realizado e aprimorado esse instrumento desde 1994. Os objetivos principais são a ampliação do conhecimento sobre os processos geodinâmicos ocorrentes, riscos e ações efetivas de gerenciamento para enfrentamento dos eventos adversos com a finalidade de se produzir o Plano Municipal de Redução de Risco – PMRR. Este trabalho visa apresentar a metodologia adotada para o diagnóstico de risco de 2015/2016, utilizando o mapeamento de uma vila, Jardim Alvorada, como área piloto para aplicação no universo de 209 vilas, favelas e conjuntos habitacionais atendidos pela URBEL. Ressalta-se que o PMRR é uma importante ferramenta para orientar a implementação de uma política pública de gestão para a redução de riscos e desastres nos município.

Abstract – The diagnosis of geological risk in Belo Horizonte - MG is developed by the Companhia Urbanizadora e de Habitação de Belo Horizonte - URBEL, a company of the Prefeitura de Belo Horizonte - PBH has been developed and improved since 1994. The main objectives are to increase knowledge about the processes geodynamics, risks and effective management actions to cope with adverse events in order to produce the Plano Municipal de Redução de Risco - PMRR. This work aims to present the methodology adopted for the risk diagnosis of 2015/2016, using the mapping of a village, Jardim Alvorada, as a pilot area for application in the universe of 209 villages, housing complexes and settlements served by URBEL. It should be emphasized that the PMRR is an important tool to guide the implementation of a public policy of management for the reduction of risks and disasters in the municipality.

Palavras-Chave – Risco geológico; Mapeamento; Diagnóstico; Gestão de risco.

¹ MSc. Eng. Geólogo - Urbel – Belo Horioznte- MG, (31) 3277 6409, ruzimar@pbh.gov.br

² Geólogo – Urbel - Belo Horioznte- MG, (31) 3277 6409, nathanmac@pbh.gov.br

³ Geóloga – Urbel - Belo Horioznte- MG, (31) 3277 6409, isabelvolponi@pbh.gov.br

1 - INTRODUÇÃO

"Os fenômenos naturais não são riscos... eles tornam-se riscos por causa do homem, de sua ignorância ou sua negligência."

"Risco (geológico ou de outra natureza) é o perigo potencial para a vida do homem e para suas propriedades." (Rahn, 1986)

O mapeamento de áreas com risco geológico é um instrumento básico e essencial para a análise de risco. É o mapa diagnóstico que possibilita a elaboração de medidas preventivas e estabelecer ações conjuntas entre a população em risco e o poder público no sentido de evitar perdas e danos causados por eventos naturais.

As medidas preventivas estão associadas à identificação das áreas com maior potencial de serem afetadas, onde são tipificados os setores de risco e a proposição de ações mitigadoras do risco e obras estruturantes preventivas.

Além do mais, nas ações conjuntas entre comunidade e poder público, pode-se identificar as comunidades mais afetadas e realizar trabalhos de educação, capacitação e conscientização, visando sempre à diminuição do número de pessoas afetadas (KOBAYAMA, 2004).

Um dos desafios para as prefeituras brasileiras realizarem o diagnóstico de risco com a finalidade de implantarem o PMRR - Programa Municipal de Redução de Risco é o custo das imagens e/ou obtenção de mapas básicos recentes que sirvam de plataforma para o diagnóstico de risco com precisão e a baixo custo.

Mesmo cidades que possuem uma boa base cartográfica, têm dificuldades na atualização do diagnóstico de risco, posto que o dinamismo da cidade ao construir-se, principalmente nas periferias, onde o crescimento – rápido, desordenado e geralmente em áreas não propícias à ocupação - é sempre anacrônico em relação à tomada de decisões pelos gestores, ou seja, ocorrem defasados.

O presente trabalho teve como objetivo realizar o mapeamento de risco de desastres naturais no município de Belo Horizonte - MG, associados às instabilidades causadas pelas chuvas em área com suscetibilidades a escorregamentos e processos causadores do risco geológico.

Considerando tais perspectivas, foi proposto o uso das imagens Google, para a atualização do diagnóstico de risco nas vilas e favelas de Belo Horizonte e desenvolvimento do PMRR – Programa Municipal de Redução de Risco, pelo PEAR – Programa Estrutural em Área de Risco, da URBEL – Companhia Urbanizadora e de Habitação de Belo Horizonte da PBH – Prefeitura Municipal de Belo Horizonte.

2 - HISTÓRICO DA GESTÃO DE RISCO EM BELO HORIZONTE

A URBEL, criada em 1993, é um dos órgãos responsáveis pela implementação da Política Municipal de Habitação Popular. Naquela época, pela primeira vez em sua história, a cidade incluiu entre suas prioridades a habitação para a população de baixa renda ao considerar as vilas e favelas como parte da estrutura urbana. A partir daí a Prefeitura passou a intervir nesses locais, de forma planejada e organizada com o propósito de incluí-los à cidade já legalizada e urbanizada - chamada de cidade formal.

O primeiro diagnóstico de risco geológico foi realizado em 1993/1994 em um universo de 170 vilas e favelas. Foram identificadas 14.856 edificações em risco alto e muito alto. Após a consolidação desse diagnóstico foi criado o PEAR – Programa Estrutural em Áreas de Risco com o objetivo de eliminar e/ou minimizar o risco geológico e prevenir acidentes por desastres naturais assim como conviver com um nível de risco aceitável.

Em 2004 foi realizada a primeira revisão do diagnóstico de risco em um universo de 195 vilas e favelas inseridas em ZEIS- Zona Especial de Interesse Social indicando um número de 10.650 edificações em risco alto e muito alto. Constatou-se um decréscimo de 30 % no número de moradias em risco.

- necessidade de priorizar a solução de problemas instalados nos núcleos urbanos racionalizando recursos e adotando soluções não convencionais de baixo custo que possam ser objeto de larga aplicação, particularmente em razão da escassez de recursos financeiros;
- necessidade de planejar a ocupação de novas áreas visando evitar a instalação de novos problemas no meio ambiente urbano, reconhecendo a continuidade do processo de elevada taxa de ocupação, o que leva à implantação de instalações urbanas em áreas geotecnicamente mais problemáticas do que aquelas já ocupadas e/ou de comportamento ainda desconhecido no nível de detalhe desejado;
- acentuada carência em seus quadros técnicos e de recursos humanos capacitados para a implementação das ações referentes às necessidades descritas anteriormente, seja em termos operacionais seja em termos de solicitar a contratação e de julgar adequadamente os projetos elaborados por empresas privadas;
- necessidade de integrar as ações de planejamento municipal ou local, em um contexto mais amplo e sintonizado com as diretrizes regionais.

3.1 - Cartas de risco geológico

Prepondera a avaliação de dado potencial à ocupação, expresso segundo diferentes graus de riscos resultantes da conjugação da probabilidade de ocorrência de manifestações geológicas naturais e induzidas e das consequências sociais e econômicas decorrentes. (BITAR et al., 1992).

- análise fenomenológica e de desempenho: análise e identificação das causas e do desenvolvimento dos fenômenos ou situações geradoras dos problemas previamente detectados, estabelecendo as características fisiográficas de interesse para a ocupação;
- mapeamento e compartimentação: estabelecimento das principais evidências acessíveis à investigação das características de interesse, fixando critérios de correlação, extrapolação e interpolação das diversas áreas de conhecimento, resultando na configuração espacial da distribuição de tais características. Orientação das informações e expressões geográficas das características de interesse, através de operações de coleta e análise das informações; reconhecimento/mapeamento, por sensoriamento remoto, levantamentos de campo, investigações laboratoriais e in situ; compartimentação homogênea, segundo a maior probabilidade de ocorrência de problemas ou as características de interesse ou as unidades homogêneas, quanto à aptidão a determinada forma de uso e ocupação, bem como a minimização de possíveis efeitos;
- representação: apresentação dos resultados de modo a facilitar o acesso ao público interessado. (Prandini et al, 1995).

3.2 - Área piloto

O local escolhido como área piloto, para teste da proposta, foi o bairro Jardim Alvorada, devido o mesmo estar inserido em ZEIS e apresentar características geológicas/geomorfológicas, densidade populacional e tipologia das ocupações com boa representatividade no que tange ao conceito de risco geológico no município de Belo Horizonte.

A escolha da ferramenta computacional Google Earth se deveu a disponibilidade gratuita das imagens que são atualizadas com regularidade suficiente, permitindo o acompanhamento da evolução do adensamento das áreas ocupadas, assim como, verificar o surgimento de novas ocupações irregulares sem a mínima estrutura urbanística. A percepção dos eventos supracitados em menor tempo possibilita a agilização do processo de tomada de decisões pelos gestores públicos e evitar o agravamento dos problemas urbanos.

Outro fator preponderante no uso da ferramenta Google Earth foi a dificuldade em localizar as moradias em risco nas bases cartográficas utilizadas em diagnósticos anteriores e a defasagem entre a produção dos mapas bases e a dinâmica das ocupações.

Outro facilitador é a existência de equipamentos - telefones celulares, tablets – que permitem a checagem com maior precisão das localizações dos objetos portadores de significados em campo de acordo com o georreferenciamento.

4 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

4.1 - Localização

O bairro Jardim Alvorada, escolhido como área piloto para a aplicação da nova metodologia, está localizado na regional Pampulha da cidade Belo Horizonte – MG, cercado pelos bairros Engenho Nogueira, Ouro Preto, Alípio de Melo, Castelo e São José, conforme mostrado na Figura 2. O local é acessado principalmente pelas avenidas Pedro II e Tancredo Neves.

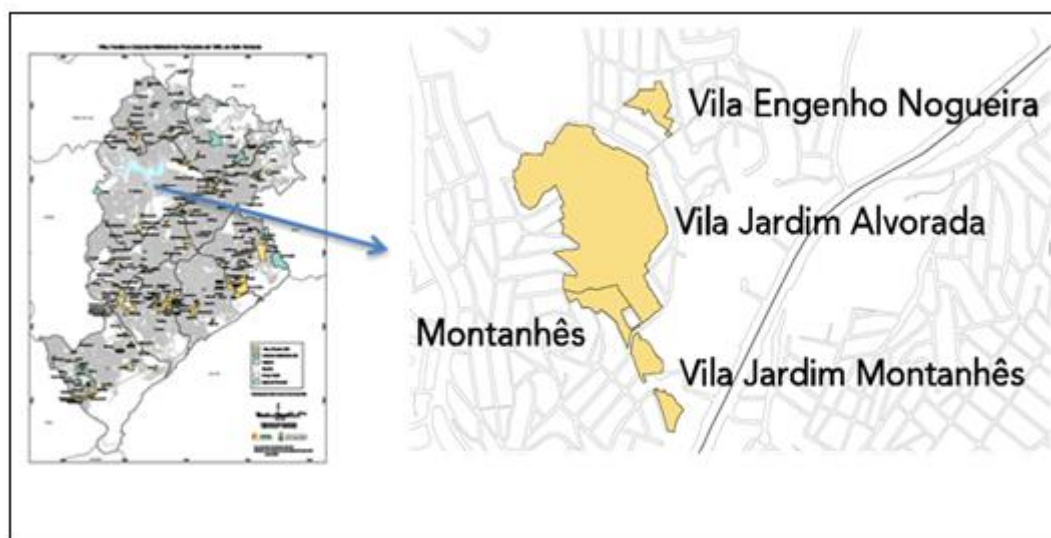


Figura 2: Imagem com localização na Regional Pampulha da Vila Jardim Alvorada.

4.2 - Caracterização geológica

A área piloto, Jardim Alvorada, insere-se no Domínio do Complexo Belo Horizonte onde se agrupam as rochas gnáissicas arqueanas, parcialmente remobilizadas e migmatizadas no Paleoproterozóico, constituindo cerca de 70% do território de Belo Horizonte. A litologia predominante é um gnaiss cinzento com bandamento composicional e feições de migmatização (Gnaiss Belo Horizonte). Os gnaisses são bandados, de cor cinza, granulação fina a grossa, com bandamento composicional definido por alternâncias de bandas milimétricas a centimétricas de cor clara, quartzo-feldspáticas, e bandas finas, escuras, ricas em biotita e/ou anfibólio.

Feições de migmatização e milonitização são comuns e podem tornar-se predominantes. Estas rochas normalmente apresentam-se saprolitizadas ou muito alteradas e/ou recobertas por manto de intemperismo silto-argiloso de coloração rosa claro a avermelhado. (Campos, 2011)

Silva et al (1995) diferenciaram variações litológicas representadas por gnaisses de granulação grossa a muito grossa e migmatitos milonitizados.

5 - METODOLOGIA

Einstein (1997) e Castro (2003), analisando as relações conceituais entre risco, perigo e desastre, comentam que o desastre é formado por um conjunto de prejuízos, produto de um perigo, derivado de um risco.

ISDR (2002) define risco como a probabilidade de ocorrer danos (as pessoas, bens, atividades econômicas e ao meio ambiente) resultantes da interação entre os perigos naturais ou induzidos pelos homens e as condições de vulnerabilidade de um sistema social.

Numa análise de risco também pode ser levada em consideração a habilidade de uma dada população em resistir e recuperar-se de um perigo natural, denominada como resposta ou resiliência. Assim, quanto maior for a capacidade de resposta de um sistema social, menores serão os danos e prejuízos, o que diminuiria o risco.

Na análise de risco proposta neste trabalho tem como base a equação proposta por ISDR (2002), modificada: $R = (P \times C)/G$, (1) onde, R é o risco; P é o perigo; C é a consequência e G é o gerenciamento de risco. Esta fórmula também é preconizada pelo Ministério das Cidades

O percurso metodológico desse diagnóstico e proposição de obras de eliminação e/ou mitigação de risco consistiu de:

- Definição previa do universo a ser mapeado, embasados nos diagnósticos anteriores.
- Escolha da vila com maior número de áreas de risco, embasado na geologia e geomorfologia e processos.
- Identificação de novas áreas com vulnerabilidade devido a novas ocupações.
- Utilização de bases cartográficas anteriores para comparação com a situação contemporânea.
- Análise das imagens do Google Earth de anos anteriores.
- Reconhecimento geral no campo.
- Levantamento detalhado em campo.
- Análise dos dados.
- Lançamento dos dados coletados nas imagens do Google Earth.

A Figura 3 mostra o fluxograma da metodologia utilizada no diagnóstico.

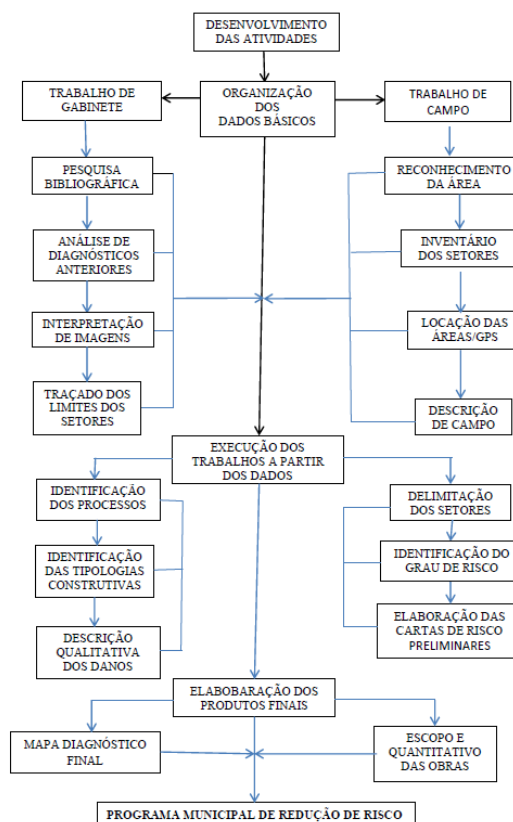


Figura 3: Fluxograma da metodologia proposta para o diagnóstico.

6 - DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES

O desenvolvimento das atividades foi executado em acordo com o exposto no fluxograma, sem seguir a sequência das etapas em ordem cronológicas e sintetizadas na interpretação final. As etapas propostas têm a finalidade de agilizar as tarefas e concatenar as metas estabelecidas.

6.1 - Organização de dados básicos

6.1.1 - Trabalho de gabinete

Esta etapa constou de:

- Pesquisa bibliográfica em livros, artigos, teses e dissertações sobre a área e tema em questão e outras informações pertinentes.
- análise dos diagnósticos anteriores e dados cartográficos – geologia e geomorfologia.
- Interpretação de imagens: fotos oblíquas e imagens do Google Earth.
- Traçado dos setores preliminares baseados nos mapas diagnósticos anteriores.

6.1.2 – Trabalho de campo

Nessa etapa foi realizado o reconhecimento da área e setores específicos, buscando o reconhecimento in situ das informações obtidas em gabinete e atributos reconhecidos em imagens.

- Verificação das interpretações da fase de escritório com localização e delimitação das áreas de intervenções com GPS (Global Positioning System – WGS 84).
- Descrição dos objetos portadores de significados passíveis de identificação e interpretação.
- As tarefas de campo consistiram em observar diretamente cada edificação e seu entorno, enfocando os processos geológicos passíveis de atuação; os processos já instalados; a vulnerabilidade da edificação, os agentes predisponentes ao risco e indicando o escopo da obra e suas dimensões. Esses dados foram anotados em uma ficha padrão.

6.2 - Execuções dos trabalhos a partir dos dados

- As tarefas consistiram em analisar os dados observados em campo
- Marcação de cada moradia com sua devida classificação do risco.
- Agrupamento das edificações com os mesmos níveis de risco, demarcando um setor de risco.
- Marcação de um endereço de referência, com o número de moradias em risco, tipo de obra e totalização das dimensões das obras propostas.
- Elaboração de uma carta de risco preliminar.

6.3 - Elaborações dos produtos finais

- Elaboração do mapa diagnóstico de risco de Belo Horizonte.
- Indicação do escopo e quantitativo da obra

OBS. A contagem das edificações foi realizada em campo, no momento da avaliação e setorização do risco e confirmada em escritório, através das Imagens Google Earth mais recente disponibilizadas, ressaltando cada moradia com o nível de risco definido com um marcador disponível na ferramenta - pinos.

Ressalta-se que para evitar um número exacerbado de setores, algumas moradias, mesmo não apresentando o risco tipificado no setor, são englobadas pelo contorno, porém, somente as edificações marcadas com o nível, de risco dentro da área, ressaltadas com o pino marcador, efetivamente apresentam o nível de risco caracterizado no setor.

7 – RESULTADOS

Os setores de risco foram delimitados com as devidas cores de referência ao grau de risco. Salienta que alguns setores podem conter algumas moradias sem risco, porém só e somente só, as que estão em risco foram assinaladas com um marcador. Isto se deveu para facilitar a delimitação do setor e evitar a criação de um número excessivo de setores.

Foi marcada uma casa com endereço georreferenciado para facilitar a localização tanto na imagem quanto no campo, com o escopo das obras e quantificação aproximada das mesmas.

Os produtos finais foram:

Apresentação da ficha de vistoria com dados do setor de risco com duas fotografias e carta de risco, em formato digital - arquivo PDF. Figura 04 e 05




FICHA DE CAMPO				FICHA DE CAMPO			
Vila: JARDIM FELICIDADE	Sector: S13	Regional: N		Vila: JARDIM FELICIDADE	Sector: S14	Regional: N	
Referência: Ruas 21, 17, 19 beco 30 esquina com rua 20				Referência: Rua 21, ao lado do n° 168			
Coordenadas WGS 84	Zona: 23 K	612245 m E	7807623 m S	Coordenadas WGS 84	Zona: 23 K	612172 m E	7807751 m S
Caracterização do setor: Litologia: Gnaissse Grau de alteração: solo residual				Caracterização do setor: Litologia: Gnaissse Grau de alteração: solo residual			
Formações superficiais: aterro				Formações superficiais:			
Morfologia: encosta				Morfologia: encosta			
Agentes potencializadores: concentração de água pluvial				Agentes potencializadores: concentração de água pluvial			
Indicativos de movimentação: feições erosivas				Indicativos de movimentação:			
Processo de instabilização: Tipo: escorregamento				Processo de instabilização: Tipo: escorregamento			
Nível de risco: Médio		N° de edificações expostas: 51		Nível de risco: Alto		N° de edificações expostas: 1	
Indicação de intervenção no setor, detalhando dimensões e outras informações: muro de arrimo - 80 x 3,0 m + 15 x 2,0 m canaleta de drenagem - 95 m limpeza - 42 m²				Indicação de intervenção no setor, detalhando dimensões e outras informações: não há proposta de intervenção, pois existe previsão de obras no setor com os recursos do PAC Encostas			
Equipe: Urbel / Práxis		Data: 30/06/2015		Equipe: Urbel / Práxis		Data: 30/06/2015	
							

Figura 4: Fichas de campo

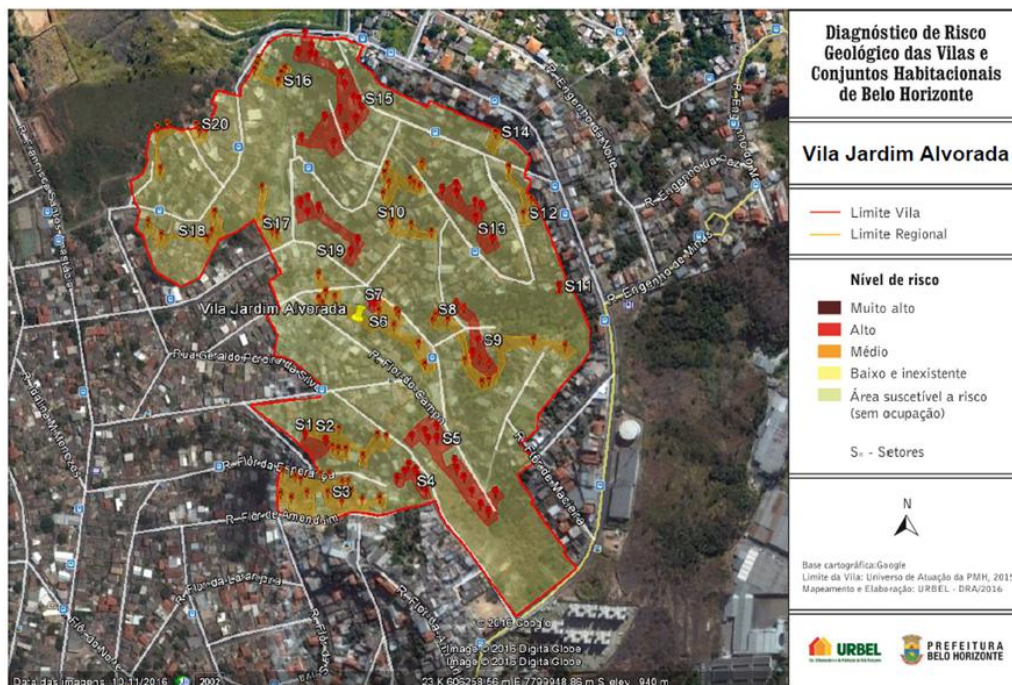


Figura 5: Carta de risco gerada pela metodologia empregada.

Apresentação em arquivo com imagem **Google Earth**, **datum WGS 84**, com cada edificação em risco alto e médio indicada por um marcador, nas respectivas cores vermelha e laranja.



DIAGNÓSTICO 2017.kmz

Figura 08 - arquivo kmz do google earth.

8 – CONCLUSÕES

O resultado possibilitou apresentar a carta de risco de todas as vilas, favelas e conjuntos habitacionais que compõem as Zonas Especiais de Interesse Social - ZEIS de Belo Horizonte no formato KMZ da imagem Google Earth. Esse produto é disponibilizado em *compact disc* - CD para todos os órgãos e núcleos envolvidos com a defesa civil (Comdec, Nudec, NAC, Corpo de Bombeiros, etc) ou qualquer cidadão que solicitar.

Outra vantagem dessa forma de apresentação é a dinâmica que o produto possibilita tanto para consulta como para atualização. Pode ser atualizado diuturnamente, tanto com a eliminação do risco por obras quanto por remoções, ou seja, as alterações dos setores podem ser corrigidas imediatamente assim como as alterações de setores devido a surgimentos de novas áreas de risco observadas em campo. Esse arquivo pode ser consultado, bastando a pessoa estar conectada a *Internet*.

A nova metodologia utilizada possibilitou a geração de instrumentos para a equipe que a utiliza os seguintes ganhos:

- ✓ Facilidade de visualização e identificação dos setores/moradias em risco.
- ✓ Identificação precisa de cada moradia, o que nos diagnósticos anteriores era muito difícil de identificar em alguns casos.
- ✓ Facilidade de pesquisa pela ferramenta utilizada.
- ✓ Velocidade para pesquisa.
- ✓ Imagem atualizada com certa regularidade.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a URBEL, Companhia Urbanizadora e de Habitação de Belo Horizonte, pelo suporte oferecido e a equipe da Diretoria de Risco e Assistência Técnica – DRA-URBEL pelo apoio na compilação dos mapas.

REFERÊNCIAS

BITAR, O.Y.; CERRI, L.E.S. & NAKAZAWA, V.A. - 1992. Carta de risco geológico e carta geotécnica: uma diferenciação a partir de casos em áreas urbanas no Brasil. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE RISCO GEOLÓGICO URBANO, 2., São Paulo, 1992. Anais ... São Paulo, p.35-41.

CAMPOS, L. C. . Proposta de reanálise do risco geológico-geotécnico de escorregamentos em Belo Horizonte – Minas Gerais - 2011.

CASTRO, A. L. C. Manual de desastres: desastres naturais. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2003. 174 p. EASTERLING, D. R.; MEEHL, G. A.; PARMESAN, C.; CHANGNON, S. A.;

EINSTEIN, H. H. Landslide risk - systematic approaches to assessment and management. In: CRUDEN, D. M.; FELL, R. (Ed.) Landslide risk assessment. Rotterdam: Balkema, 1997. p. 25-50.

ISDR - INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION. Living with risk: a global review of disaster reduction initiatives. Preliminary version. Geneva, Switzerland: UN/ISDR, 2002.

KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D. A.; MARCELINO, I. P. V. O.; MARCELINO, E. V.; GONÇALVES, E. F.; BRAZETTI, L. L. P.; GOERL, R. F.; MOLLERI, G. S. F. Introdução à prevenção de desastres naturais. Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. 57 p.

PRANDINI, F.L.; NAKAZAWA, V.A.; FREITAS, C.G.L. de & DINIZ, N.C. - 1995. Cartografia Geotécnica nos planos diretores regionais e municipais. In: BITAR, O.Y. (coord.). 1995. Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente. ABGE/IPTDIGEO. São Paulo. Série Meio Ambiente. p.187-202.

RANH, P. H. Engineering Gology: na environmental approach. New York: Elsevier Science Publishing Co. 1986. 589p.

SANTOS, A.R. - 1994. Fundamentos filosóficos e metodológicos da geologia de engenharia. São Paulo. Publicação IPT n ° 2088, 5p. (Comunicação Técnica).

SILVA, A.B.; CARVALHO, E.T.; FANTINEL, L.M.; ROMANO, A.W.; VIANA, C.S.. Estudos geológicos, hidrogeológicos, geotécnicos e geoambientais integrados no município de Belo Horizonte – Belo Horizonte: Convênio PBH-IGC-FUNDEP. (Relatório Final). 1995. 375p.

ZAINE, J. E. Mapeamento geológico-geotécnico por meio do método do detalhamento progressivo: ensaio de aplicação na área urbana do município de Rio Claro (SP), Rio Claro: 2000. 149 f.: il.Tese.