

**EVOLUÇÃO DA METODOLOGIA DO DIAGNÓSTICO DE RISCO NO
MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE, MG**

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

Resumo – Desde 1993 a cidade de Belo Horizonte tem realizado diagnóstico de risco geológico nas Zonas Especiais de Interesse Social – ZEIS, quando elaborou o Projeto de Priorização de Intervenção em Áreas de Risco Geológico, com objetivo de intervir nestas áreas no sentido de minimizar as consequências desastrosas durante o período de chuvas. A partir dessa época foi publicado o primeiro diagnóstico de risco em 1994 das vilas, favelas e conjuntos habitacionais de Belo Horizonte. Em 2004 foi realizada a primeira revisão do diagnóstico com base cartográfica mais adequada e a setorização do risco e processos causadores de risco. Em 2009 foi realizada outra atualização do diagnóstico. Em 2012 foi apresentado outro diagnóstico com o refinamento da metodologia, passando aí a incluir o risco de categoria média. O diagnóstico publicado em 2017 adotou nova metodologia, com maior detalhamento na escala de trabalho e proporcionando uma apresentação dinâmica dos resultados através da imagem Google Earth.

Abstract - Since 1993, the city of Belo Horizonte has performed a geological risk assessment in the Zona Especial de Interesse Social - ZEIS, when it elaborated the Project of Prioritization of Intervention in Geological Risk Areas, aiming to intervene in these areas in order to minimize the disastrous consequences during the rainy season. From that time on, the first risk diagnosis was published in 1994 of the villages, favelas and housing complexes of Belo Horizonte. In 2004, the first revision of the diagnosis was carried out with the most adequate cartographic basis and the sectorization of risk and processes that cause risk. In 2009 another update of the diagnosis was made. In 2012 another diagnosis was presented with the refinement of the methodology, including the middle category risk. The diagnosis published in 2017 adopted a new methodology, with greater detail in the work scale and providing a dynamic presentation of the results through the Google Earth image.

Palavras-Chave – Diagnóstico de risco, Metodologia dinâmica, Vila e favelas.

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

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

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

1 - INTRODUÇÃO

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 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).

A Companhia Urbanizadora e de Habitação de Belo Horizonte - URBEL é o órgão responsável pela implementação da Política Municipal de Habitação Popular nas zonas Especiais de Interesse Social - ZEIS em Belo Horizonte. Também é de responsabilidade da URBEL o mapeamento e diagnóstico de risco geológico-geotécnico e a implantação de obras para a mitigação e/ou eliminação do risco nessas ZEIS. Todas essas ações são realizadas pelo Programa Estrutural em Área de Risco – PEAR da Diretoria de Risco e Manutenção - DRA.

2 - JUSTIFICATIVA

Um dos objetivos do diagnóstico de risco é que ele se transforme em instrumento rotineiro das ações públicas no que tange as áreas ocupadas pela população menos favorecida pelo planejamento urbano adequado.

Em Belo Horizonte, os principais perigos naturais recorrentes estão associados a fenômenos morfodinâmicos, hidrológicos e climáticos.

Os riscos geológicos em Belo Horizonte, assim como em outros municípios das regiões Sudeste e Sul do Brasil estão diretamente relacionados à urbanização acelerada, à degradação ambiental, à deficiência da capacidade de resposta do poder público e à pobreza. A falta de infraestrutura, e a falta de políticas pública coerentes com o crescimento do país, aliada à ocupação de espaços expostos a perigos naturais, geraram ambientes de intensa vulnerabilidade e um enfraquecimento da capacidade de resposta da sociedade aos desastres, o que pode ser comprovado com o aumento da frequência e da magnitude das catástrofes nas regiões citadas.

Existe uma forte relação entre o aumento da degradação ambiental, a intensidade das consequências dos desastres naturais e a crescente vulnerabilidade social (pobreza, déficit habitacional, carência de serviços urbanos).

Acrescente-se a falta de aplicação ou o desrespeito à legislação, que prepondera no Brasil e colabora para o aumento da frequência e magnitude dos desastres, e da incapacidade ou condescendência do poder público na gestão do território frente à especulação imobiliária e o predomínio do poder econômico sobre a lei e o poder público.

3 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

Para mapeamento de risco devem-se conhecer as propriedades das rochas e dos solos assim como as características geológicas para se analisar de forma conjunta o comportamento dos citados materiais. O conhecimento e os critérios geológicos fornecem subsídios para a correção dos problemas instalados nas áreas ocupadas e para o planejamento da ocupação futura.

O território do município de Belo Horizonte exibe variada constituição geológica. De acordo com Silva et al. (1995), na área do Município de Belo Horizonte ocorre a distinção entre as rochas do domínio do Complexo Belo Horizonte, as rochas do domínio Metassedimentar e as coberturas e mantos de intemperismo, conforme mapa geológico encontrado na figura 01.

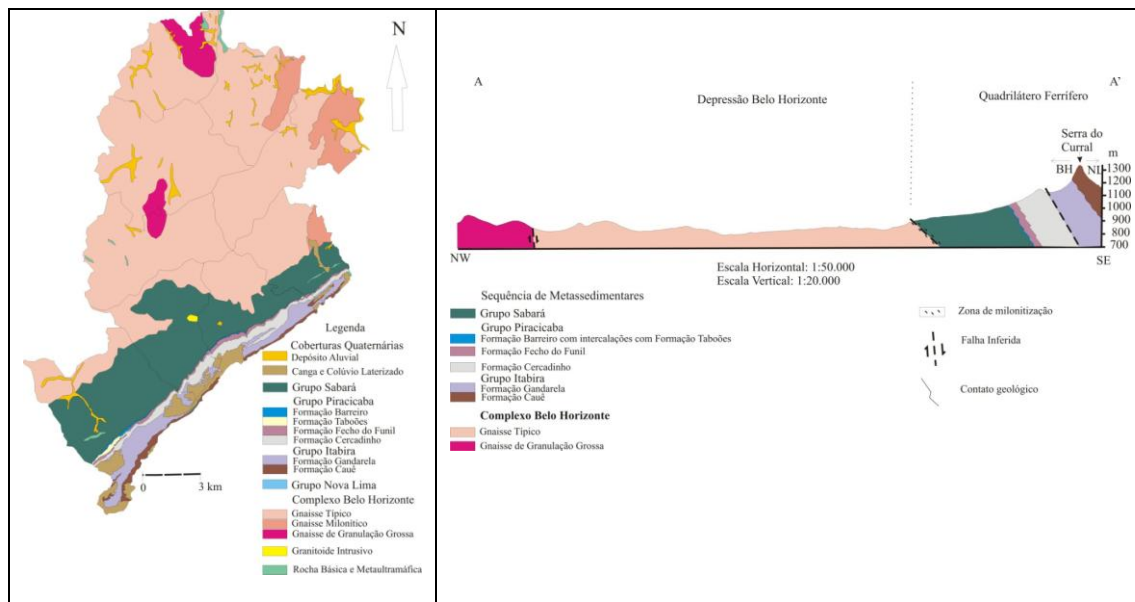


Figura 01 - Mapa e perfil geológico de Belo Horizonte (Viana, 2000, Parizzi, 2004).

3.1 - Complexo Belo Horizonte

Representado por rochas gnáissicas arqueanas, constituindo cerca de 70% do território municipal, têm sua área de maior expressão a norte da calha do Ribeirão Arrudas. (Silva et al., 1995). Feições de migmatização e milonitização são comuns e podem tornar-se predominantes. As formações superficiais são representadas por solos residuais de espessura variada: o solo é delgado ou ausente nas áreas de exposição dos maciços rochosos, e espesso, maduro e silto-argiloso nas áreas de relevo muito suave. (Silva et al. 1995). Esse Domínio integra a unidade geomorfológica.

3.1.1 - Processos geológicos áreas de domínio do Complexo Belo Horizonte

Nas áreas de solo espesso ocorrem voçorocas, estabilizadas ou ativas, e é comum a ocorrência de escorregamentos em suas encostas, ativados pela ocupação (Silva et al. 1995, Viana 2000, Parizzi, 2004).

De acordo com Parizzi (2004), chuvas mais intensas podem induzir escorregamentos circulares de maior porte, envolvendo todas as camadas presentes. É comum a ocorrência de processos erosivos nos solos espessos, principalmente nos gnaisses miloníticos.

Em pedreiras de gnaiss desativadas ocorrem frequentes quedas de blocos que põem em risco as moradias instaladas no interior dessas cavas. A ocupação por residências tende a incrementar a instabilidade pelo lançamento de lixo, águas servidas e instalação de fossas (Silva et al. 1995).

3.2 - Sequência de rochas metassedimentares

O domínio das rochas Metassedimentares tem sua área de ocorrência ao sul da calha do Ribeirão Arrudas, constituindo cerca de 30% do território de Belo Horizonte. Engloba uma sucessão de camadas de rochas de composição variada, representada por itabiritos, dolomitos, quartzitos, filitos e xistos diversos, de direção geral nordeste-sudoeste e mergulho para sudeste (Silva et al., 1995). Subdivide-se da base para o topo:

- Grupo Itabira - Itabiritos da Formação Cauê e rochas dolomíticas da Formação Gandarela.
- Grupo Piracicaba - Filitos da Formação Cercadinho, filitos e quartzitos da Formação Fecho do Funil, quartzitos da Formação Taboões e filitos carbonosos e grafitosos da Formação Barreiro.

- Grupo Sabará - Rochas bastante alteradas representadas por filitos, xistos (Noce 1995). Neste grupo está assentada a maioria das vilas dentro do domínio das rochas metassedimentares.

3.2.1 - Processos geológicos em áreas do domínio das rochas metassedimentares

De acordo com Parizzi (2004) foram observados diferentes mecanismos de ruptura, dependentes da relação entre o corte do talude e as descontinuidades dos maciços, a saber:

- Escorregamentos em cunha e erosão seguidos de escorregamentos planares e tombamentos dos maciços rochosos.
- Tombamentos e queda de blocos.
- Ruptura planar.
- Rastejos, rupturas planares e fluxos dos depósitos de vertentes.
- Escorregamentos circulares com sucessivas superfícies de ruptura.
- Erosão - Com relação aos processos erosivos, é possível observar que, no domínio das rochas metassedimentares, ocorre erosão diferencial, comandada pelo diferente grau de erodibilidade dos maciços presentes.

4 - HISTÓRICO DA GESTÃO DE RISCO EM BELO HORIZONTE

Em 1993, a Prefeitura de Belo Horizonte - PBH elaborou o Projeto de Priorização de Intervenção em Áreas de Risco Geológico, com objetivo de intervir nestas áreas no sentido de minimizar as consequências desastrosas durante o período de chuvas. A partir daí a PBH passou a intervir nestes locais, de forma planejada e organizada, com o propósito de incluí-los à chamada "cidade formal".

O Programa visa diagnosticar, prevenir, monitorar, controlar e minimizar situações de risco geológico, estruturando e revitalizando estas áreas e garantindo proteção às vidas de milhares de famílias que residem em áreas de risco geológico-geotécnico, por meio da execução de ações preventivas, estruturantes e emergenciais.

A redução do risco geológico em Belo Horizonte, pode ser inferida, lato sensu, que 25% se deveu em função das remoções e 43% em função das obras de pequeno e médio porte implantadas pelo PEAR. Das intervenções estruturantes para redução do risco realizadas pelo programa, 80% são executadas com mão de obra do morador e 20% executadas por empreiteiras contratadas pela URBEL. Ressalta-se que outros programas da PBH, como Orçamento Participativo – OP e Projeto Vila Viva foram responsáveis por 32% da redução do risco geológico-geotécnico.

Desde a implantação do PEAR foram obtidos bons resultados ao assegurar proteção para as famílias que moram em locais de risco geológico, o que evita acidentes graves e preserva vidas.

As áreas de atuação da URBEL se restringem às regiões do município definidas, de acordo com o Plano Diretor de Belo Horizonte, como ZEIS-1 e ZEIS-3. As ZEIS-1 correspondem às vilas e favelas. São constituídas pelos espaços ocupados de forma desordenada por população de baixa renda nos quais existe o interesse do poder público em promover programas habitacionais, intervenções de urbanização e ações de regularização fundiária, com o objetivo de requalificar as comunidades e melhorar a qualidade de vida de seus moradores, integrando-os à cidade. As ZEIS-3 correspondem às áreas edificadas nas quais a Prefeitura tenha implantado conjuntos habitacionais populares com a finalidade de efetivar os processos de regularização urbanística e fundiária em favor dos ocupantes, adequando a propriedade do solo à sua função social e exercer efetivamente o controle da terra urbana.

Resumo dos dados da área de atuação – URBEL, 2017.

- Nº de vilas, favelas, conjuntos habitacionais populares e outros assentamentos irregulares: 209.
- Área de Belo Horizonte: 331 km²
- Área das vilas, favelas, conjuntos habitacionais populares e outros assentamentos irregulares: 16,75 km².
- % da área das vilas favelas, conjuntos habitacionais populares e outros assentamentos irregulares em relação à área total do município: 4,5%.
- População de vilas, favelas, conjuntos habitacionais populares e outros assentamentos irregulares: 361.000 habitantes.
- População de Belo Horizonte – 2.412.937 habitantes.
- % da população de vilas, favelas, conjuntos habitacionais e outros assentamentos irregulares em relação à população total do município: 15%.

4.1 - Diagnóstico da situação de risco das vilas, favelas e conjuntos habitacionais de Belo Horizonte 1994

Resumidamente o primeiro diagnóstico de risco geológico foi realizado em 1993/1994 em um universo de 170 vilas e favelas e identificou 14.856 edificações em risco alto e muito alto e foram contabilizados 12.264 escorregamentos. Após a consolidação desse diagnóstico foi criado o PEAR com o objetivo de eliminar e/ou minimizar o risco geológico e prevenir acidentes por desastres naturais.

Foram utilizados a restituição aerofotogramétrica de 1992 – PRODABEL. Escala 1:2000.

4.1.1 - Resultados

Os resultados foram apresentados em tabela com os processos geológicos e mapa topográfico com as áreas de risco e tipo de processos.

4.2 - Diagnóstico da situação de risco das vilas, favelas e conjuntos habitacionais de Belo Horizonte 2004

Nesse diagnóstico adotaram-se as seguintes modalidades de risco geológico, considerando-se os tipos de processos e matérias envolvidos mais frequentes em Belo Horizonte:

Escorregamento de solo, aterro, rocha, lixo - Erosão - Queda de bloco de rocha - Solapamento - Inundação, e para o grau de risco foi utilizado a classificação em Nível IV (muito Alto) - Nível III (alto) - Nível II (médio) – Nível I (baixo) – Áreas sem risco geológico - Área com predisposição ao risco.

Foram utilizados a restituição aerofotogramétrica de 1989 - PRODABEL, fotografias aéreas de 1999 e levantamentos topográfico a partir de 1998 na escala 1:2.000.

4.2.1 - Resultados

Os produtos gerados foram uma tabela com o número de moradias em risco muito alto e alto e tipos de processos de instabilização por vila dentro das regionais e a carta de risco, com setores de risco, grau de risco e tipo de processos geológicos conforme encontrado na Figura 02 e 03.

Tabela 3 - Moradias em Risco e Processos de Instabilização

BO SOMMER NORDESTE

Vila	Moradias Em Risco Alto	Moradias Em Risco Muito Alto	Processos Presentes	Processos Predominantes
25 de Março	0	0	--	--
Amel Rodoviária	0	0	--	--
Califórnia	55	7	Eso / Q / Er	Eso
Coqueiral	23	0	Eso / m	Eso
Sala	0	0	--	--
Jardim Filadélfia	2	0	Eso	Eso
Ag. Jardim Montanhas	141	27	Eso / Eso / Eso	Eso / Eso
Lorena	9	0	Eso	Eso
Marevilha I	0	0	--	--
Marevilha II	0	0	--	--
Marevilha III	0	0	--	--
Marmeleiros	8	0	Eso	Eso
Nova Cachoeirinha I	110	0	Eso / Eso	Eso / Eso
Nova Cachoeirinha II	0	8	Eso	Eso
Novo Dom Bosco	32	0	Eso / Eso	Eso / Eso
Pera	89	2	Eso / Q	Eso
Prado Lopes	77	110	Q	Q
Santo Antônio	37	11	Eso / Eso	Eso / Eso
São José A	66	2	Q / Eso / Eso / So / m	Eso / Eso / So
Senhor dos Passos	0	0	Eso	Eso
Sunara	0	0	--	--
TOTAL	728	179		

Figura 02 – Tabela com nº de moradias em risco



Figura 03 processos e mapa de risco.

4.3 - Diagnóstico da situação de risco das vilas, favelas e conjuntos habitacionais de Belo Horizonte 2009

Para esse diagnóstico adotou-se as modalidades de risco geológico, e classificação de risco igual ao diagnóstico anterior – 2004, e a mesma classificação do risco.

Foram utilizadas a restituição aerofotogramétrica de 1989 - PRODABEL, fotografias aéreas de 2002 e levantamentos topográfico a partir de 1998 na escala 1:2.000. Em alguns casos a representação foi na fotografia aérea de 2002.

Utilizou-se como referência o Diagnóstico de Risco Geológico URBEL, 2004, o PMMR da PBH/FUNEP, 2005 e os mapeamentos de 2006 e 2008, contidos nos Planos Globais Específicos-PGE e no Programa de Regularização Fundiária.

A contagem das edificações em risco muito alto e alto foi feita em campo, no momento da avaliação e setorização do risco. Nas vilas, favelas e conjuntos habitacionais com PGE, a contagem das edificações em risco muito alto e alto foi feita em escritório nas bases cartográfica utilizadas nos planos.

4.3.1 - Resultados

Os resultados foram apresentados como no diagnóstico anterior - 2004. A partir do mapeamento foi possível identificar os processos de instabilização presente em cada vila e delimitar os setores, conforme o grau de risco geológico.

4.4 - Diagnóstico da situação de risco das vilas, favelas e conjuntos habitacionais de Belo Horizonte 2011.

Esse diagnóstico não se delimitou as áreas de inundação e áreas com predisposição ao risco. Nos mapeamentos realizados, a contagem das edificações em risco médio, alto e muito alto foi realizada no campo, sendo usada ainda para fechamento dos setores a visualização da ocupação através do Google Earth. À medida que as casas em situação de risco muito alto eram identificadas, procedeu-se a remoção das famílias ou uma intervenção para erradicação do risco.

A base cartográfica utilizada foi a restituição aerofotogramétrica de 1989 – PRODABEL, fotografias aéreas de 2002 e levantamentos topográficos a partir de 1998, escala 1:2000.

A restituição aerofotogramétrica de 1989 foi considerada mais adequada para representação do mapeamento em termos gráficos. Em alguns foi adotada a representação em fotografia aérea de 2002.

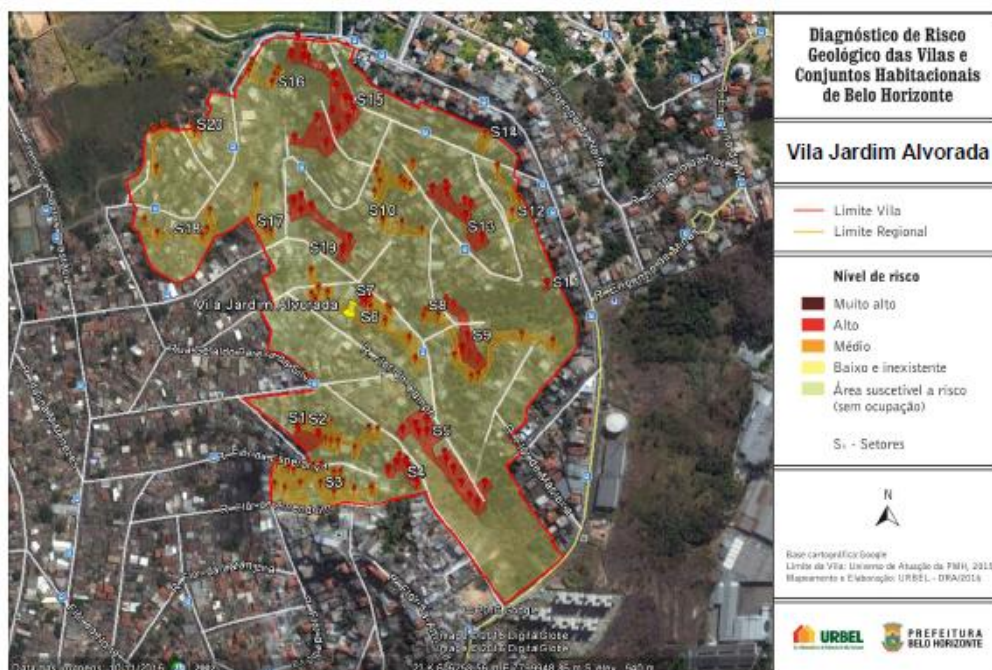


Figura 06 – Mapa digital em arquivo PDF

4.5 - Diagnóstico da situação de risco das vilas, favelas e conjuntos habitacionais de Belo Horizonte 2017

Para esse diagnóstico usou-se de conhecimentos pretéritos obtidos nos diagnósticos anteriores, porém foi adotada nova metodologia.

Em campo foi realizado o reconhecimento da área e setores específicos, buscando o reconhecimento in situ das informações obtidas em gabinete e atributos reconhecidos em imagens Google Earth e:

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.

As edificações em risco muito alto, alto e médio foram contadas em campo e os escopos das obras estruturantes ou não estruturantes foram propostas em campo. As de risco muito alto tiveram as obras propostas iniciada logo após uma vistoria individualizada e as de risco alto e médio foram colocadas em um plano de obras ou incorporadas ao PMRR.

Em gabinete as tarefas consistiram em analisar os dados de campo e:

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.
Foi utilizada somente a imagem Google Earth 2016.

5- RESULTADOS

Os produtos gerados foram tabelas com números de edificações em risco muito alto, alto e inclusão das moradias com risco médio. Ficha de cada setor com dados, escopos de obras propostas e duas fotografias, sendo as cartas de risco apresentados em forma digital – arquivo PDF como no diagnóstico de 2011, porém não foram impressos.

A inovação foi a nova forma de apresentação que possibilita algumas vantagens.

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.

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.

A inovação desse produto na apresentação da 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*. As figuras a seguir apresentam os produtos gerados na vila Jardim Alvorada. Figuras 07.



DIAGNÓSTICO 2017.kmz

Figura 07 - arquivo kmz do google earth.

6 - CONCLUSÕES

Os resultados mostram que o programa, ao longo dos anos de atuação vem reduzindo o número de famílias expostas ao risco geológico-geotécnico na cidade de maneira expressiva.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a URBEL, Companhia Urbanizadora e de Habitação de Belo Horizonte, pelo suporte oferecido.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. Q. “*Desastres naturais: No Brasil não há gestão de risco!*” Unesp, Rio Claro, SP. 2009.

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.

PARIZZI, M. G.(2004) “*Condicionantes e mecanismos de ruptura em taludes da Região Metropolitana de Belo Horizonte. MG*”. Tese de Doutorado – Departamento de Geologia – UFOP, Ouro Preto. 213p.

PUGLISI, V. P. (2006) “*Meio ambiente urbano: desenvolvimento sustentável e qualidade de vida*”. Tese: PUC/S, SÃO PAULO.

NOCE C.M.(1995) “*Geocronologia dos eventos magmáticos, sedimentares e metamórficos na região do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais*”. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências- Univ. de São Paulo, São Paulo. 128p.

SILVA, A. S., CARVALHO, E. T, FANTINEL, L. M., ROMANO, A. W., VIANA, C. S. 1995. “*Estudos Geológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos e Geoambientais Integrados no Município de Belo Horizonte*”. Convênio: PMBH, SMP, FUNDEP/ UFMG. 490p. (Relatório Final).

VIANA, C. S. (2000). “*Caracterização dos Processos Erosivos no Município de Belo Horizonte – Uma Contribuição à Gestão Ambiental e ao Planejamento Urbano*.” Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Sanitária, Ambiental, Hidráulica e Recursos Hídricos - DESA/ UFMG. 217p.

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: [s.n.], 2000. 149 f.: il.