



Análise de Risco a Escorregamento na Vila Coqueiral Região Noroeste de Belo Horizonte

Landslide Risk Analysis at Coqueiral Village, Northwestern Region of Belo Horizonte

Charline Tarcilia Ferreira dos Santos.

Graduando em Geologia pelo Centro Universitário de Belo Horizonte – UniBH, 2019.

Belo Horizonte, MG. Brasil.

charlineferreira@live.com

Lorrany Magescki Faria.

Graduanda em Geologia pelo Centro Universitário de Belo Horizonte – UniBH, 2018.

Santa Luzia, MG. Brasil.

magesckilorrany@yahoo.com.br

Magno André de Oliveira.

Doutorando em Engenharia Geotécnica pela Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, 2018.

Belo Horizonte, MG. Brasil.

eng.magnoandre@gmail.com

RESUMO: O presente trabalho trata-se do mapeamento de risco a escorregamentos da Vila Coqueiral região noroeste de Belo Horizonte, MG. Para isso foi aplicado o método heurístico, por meio de análise qualitativa que identificou a suscetibilidade a escorregamentos em função das características do relevo, do substrato geológico e do uso e ocupação do terreno. A caracterização geológica-geotécnica se deu pela classificação do grau de risco considerando aspectos geomorfológicos de declividade e identificação do solo. Os resultados demonstram que a intensidade de risco é de "alto a médio", e está interligado aos vários fatores da ocupação do meio físico, visto que a área de estudo é suscetível a eventos geotécnicos. Nesse contexto, foi produzido uma carta de risco a escorregamento na escala de 1:1000, possibilitando melhor compreensão sobre a Vila.

PALAVRAS-CHAVE: Vila Coqueiral. Risco. Geológica-Geotécnica. Método Heurístico. URBEL.

ABSTRACT: The present work deals with the mapping of risk to landslides of the Coqueiral Village northwest region of Belo Horizonte, MG. For this, the heuristic method was applied through the qualitative analysis that identified the susceptibility to landslides as a function of the characteristics of the relief, the geological substrate and the use and occupation of the terrain. The geological-geotechnical characterization was based on the classification of the degree of risk considering geomorphological, slope and soil identification. The results show that the intensity of risk is "high to medium", and is interconnected to the various factors of the occupation of the physical environment, since the study area is susceptible geotechnical events. In this context, a risk letter to the scale of 1: 1000 was produced, allowing a better understanding of the village.

KEYWORDS: Vila Coqueiral. Risk. Geotechnical Geotechnics. Heuristic Method. URBEL.



1 INTRODUÇÃO

Com a expansão urbana observa-se que algumas ocupações ocorrem de forma irregular, devido às condições naturais do terreno e a aplicação de obras de forma incorreta (SALLES *et al.*, 2013).

Essas situações estão presentes em encostas urbanas caracteristicamente associadas a fenômenos destrutivos. Estes fenômenos são induzidos pela ocupação inadequada de áreas vulneráveis em virtude de condições geológico-geotécnicas geradoras de perigo, cujas restrições ao uso são muitas vezes definidas na Lei Federal 12.608/2012. A lei institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, a PNPDEC, que introduziu alterações no Estatuto da Cidade (Lei Federal 10.257/2011), e estabelece a obrigatoriedade de elaboração do plano diretor nos municípios, vilas e favelas que possuem áreas suscetíveis a processos geológicos ou hidrológicos. Ela também implica que o plano diretor desses municípios deve conter o mapeamento das áreas suscetíveis, além de requerer que nele conste as cartas geotécnicas (BITAR, 2015).

O município de Belo Horizonte apresenta predisposição à ocorrência de processos geodinâmicos como escorregamento, erosão, solapamento, queda e rolamento de blocos de rocha, além de eventos de inundação (CAMPOS, 2011). O PEAR - Programa Estrutural em Áreas de Risco que é gerido pela Diretoria de Áreas de Risco da Companhia Urbanizadora de Belo Horizonte (URBEL) é um programa de atendimento contínuo baseado na realização de vistorias individualizadas, ações preventivas durante o ano e monitoramento de ações emergenciais no período chuvoso em Vila e Favelas (URBEL, 2015).

O programa tem como premissa a convivência com risco, onde o morador é co-responsável pelo monitoramento e a remoção da família em risco geológico-geotécnico ocorre

apenas em casos extremos (FURTADO, 2014).

A área de estudo fica na Região Noroeste de Belo Horizonte MG, Vila Coqueiral, a qual vem carecendo de atualização de diagnósticos que apontam diretrizes para um gerenciamento racional do uso e ocupação do solo. Problemas de ordem ambiental e de planejamento estão em desenvolvimento nesta região. Os problemas geológicos são originados basicamente pelo total desconhecimento das características dos componentes do meio físico (rochas, águas, relevo e materiais inconsolidados) a que estão relacionados e das condições climáticas, que influenciam nestas características (DINIZ, 2012).

Este estudo tem como objetivo caracterizar o uso e ocupação do solo relacionados aos processos de movimento de massa baseando na análise heurística, resultando na carta de risco a escorregamento na escala de 1:1000 a fim de facilitar a identificação de possíveis riscos.

2 METODOLOGIA

O trabalho foi realizado em uma área considerada de risco alto pelas análises e estudos realizados pela Companhia Urbanizadora de Belo Horizonte (URBEL). A área de estudo possui conteúdo geológico e geotécnico consideráveis para avaliação e caracterização dos processos geodinâmicos atuantes, através da avaliação do grau de risco por meio do método heurístico.

Inicialmente foram levantados dados bibliográficos de cunho geológico, geotécnico e cartográfico de Belo Horizonte. Elaboração de fichas de cadastro de riscos baseados no método proposto pelo Ministério das Cidades (2007), considerando indicadores naturais, antrópicos e evidências de movimentação do terreno. Para obtenção de dados locais foram levantados dados em campo relacionados a litologia local, geomorfologia e pedologia realizados nos meses de setembro, outubro e novembro de 2018.



Por meio do método heurístico foi realizado o mapeamento da área de estudo para determinação do grau de risco em campo e pós campo, que perdurou por 60 dias de análise devido ao histórico da região e pela complexibilidade dos dados obtidos. Para auxílio foram utilizados mapas topográficos, de declividade, geológicos. Na determinação de risco baixo ou inexistente, médio ou alto foi utilizado o método de análise relativa (ou qualitativa) para a classificação, que peristiu na comparação entre as situações de risco identificados (CAMPOS, 2011).

No mapeamento direto, o grau de risco é verificado diretamente no campo ou é determinado após o trabalho de campo, com base em um mapa geomorfológico detalhado (LEÃO, 2016).

Após a análise dos dados obtidos por meio deste método ocorreu a correlação com os dados existentes (geológicos, geotécnicos, pedológicos, geomorfológicos, topográficos), observando que a Vila Coqueiral possui considerável área avaliada em risco alto.

Para melhor entendimento e detalhamento dos dados da área de estudo, foi realizado um perfil geológico de sondagem com dados da campanha de sondagem disponibilizados pela Companhia Urbanizadora de Belo Horizonte (URBEL). O perfil de sondagem foi realizado em 2015 na rua Delson Renault próximo ao número 126, pela técnica de simples reconhecimento de solo (SPT) para o projeto de estabilidade do talude em obra de contenção direcionado pelo Programa Estrutural de Áreas de Risco (PEAR) em 2015. Foram analisados e selecionado os furos (SPT – 02 (N – 601.926 / E – 7797483), SPT – 02A (N – 601938 / E – 7797492) e SPT - 02B (N - 601939 / E – 7797494).

A carta geotécnica de risco foi elaborada evidenciando os diferentes graus de risco na escala de 1:1000 baseado nas definições proposto por Santos (2010) e Souza e Sobreira

(2015). Para sua execução foram utilizadas informações da área de estudo disponibilizada pela URBEL no último diagnóstico de vilas e favelas de Belo Horizonte (2015), e do projeto de estabilização e contenção de encostas realizada na rua Delson Renault 126.

Foram confeccionados também mapas geológico, pedológico, de declividade e hipsométrico da Vila Coqueiral, utilizando a base de dados do Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2009), Forestgis (2018), Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) respectivamente, produzidos no software ArcGis 10.5 licenciado e disponibilizado pelo Centro Universitário de Belo Horizonte UniBH (2018).

3 ÁREA DE ESTUDO

A Vila Coqueiral está localizada na Região Noroeste no Município de Belo Horizonte, Estado de Minas Gerais, possui coordenadas (N) 601953 (E) 7797468 (Figura 1).

Sua extensão é de aproximadamente 391 metros, dispendo-se em forma alongada segundo a direção Norte-Sul com cerca de 257 metros de largura máxima na direção Leste-Oeste.

É limitada ao sul com o bairro Jardim Filadélfia, a leste com o bairro Pindorama, a norte com a rua Rio Petrópolis, a oeste com rua Morada Nova. A rodovia federal Juscelino Kubitschek (BR-135) faz acesso a Vila Coqueiral.

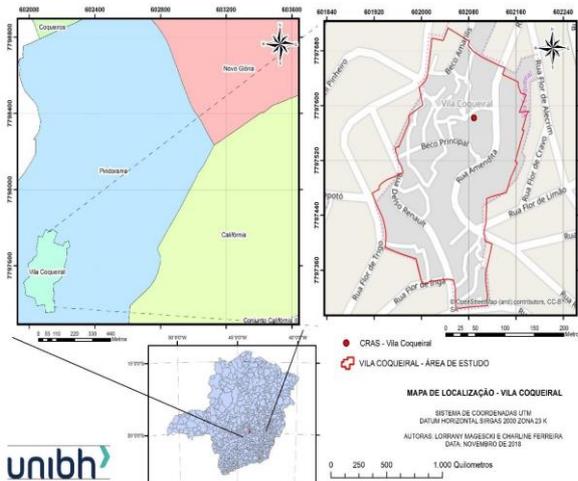


Figura 1. Mapa de localização.

De acordo com Campos (2011) Belo Horizonte está regionalmente inserida na unidade geológica conhecida como Cráton do São Francisco ou Província geotectônica São Francisco, referindo ao núcleo crustal denominado Quadrilátero Ferrífero.

A Vila Coqueiral está inserida no Complexo Belo Horizonte que de acordo com Parizzi (2004) é constituído de rochas gnáissicas arqueanas, parcialmente remobilizadas e migmatizadas no Paleoproterozóico, constituindo cerca de 70% do território municipal. Tendo sua área de maior expressão a norte da calha do ribeirão Arrudas (Figura 2).

Figura 2. Mapa geológico de Belo Horizonte.

Geomorfológicamente está inserida na Depressão de Belo Horizonte. De acordo com Vieira (2018) predominam colinas de topos de plano a arqueados, encostas côncavo-convexas com altitudes variando entre 800 a 900m constituídas pela dissecação fluvial das áreas gnáissicas, causadas pela rede de drenagem dos Rio das Velhas e Paraopeba.

A região noroeste de Belo Horizonte é caracterizada pela cobertura pedológica composta de latossolos e argissolos vermelho – amarelo. De acordo com Reis Junior (2016), o argissolo se caracteriza por intenso desenvolvimento pedogenético, ocorrendo perda de argilas em sua porção superficial, resultando em um acúmulo de porções mais profundas. São solos mais coesos e plásticos, podendo ocorrer pegajosidade em profundidade. Caracteriza ocorrência em relevos acidentados e dissecados. Apresenta elevada susceptibilidade a processos erosivos, sobretudo quando o gradiente textural e acentuado indicam predomínio de textura arenoso. Geralmente estão saprolitizado ou recoberto pelo manto de intemperismo silto-argiloso de tonalidades avermelhadas.

4 RESULTADOS

O gnaise é a litologia principal da área de estudo (Figura 3). Foram identificados também rochas intrusivas básicas caracterizadas como blocos rolados observados em toda vila.

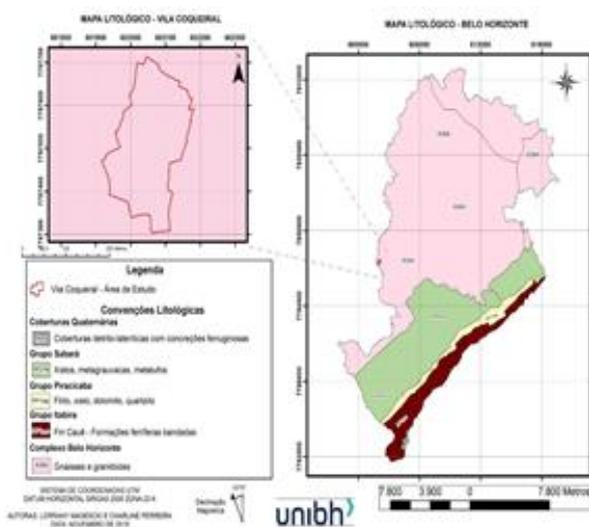




Figura 3. Afloramento de gnaissse do Complexo Belo Horizonte na Vila Coqueiral.

Localmente o gnaissse apresenta cor bege com poções negras. A mineralogia principal é composta principalmente por álcali-feldspato (branco, maciço), plagioclásio (ocre, hábito tabular) e quartzo (incolor), em suas porções centimétricas leucocráticas, já nas porções centimétricas melanocráticas apresenta anfibólio (preto, prismático) e biotita (preto, lamelar) vistas macroscopicamente. Apresenta em geral textura granolepidoblástica com mineral acessório clorita que indica fácies metamórfica xisto verde, indicando metamorfismo de baixo a médio grau, de origem ortoderivado (Figura 4).



Figura 4. Gnaissse encontrado na área de estudo.

Segundo os autores, do ponto de vista geotécnico local, os gnaisses apresentam como rocha pouco alterada, coerente, pouco fraturado,

aferindo a baixa favorabilidade à ocorrência de processos geodinâmicos.

As rochas intrusivas básicas na área de estudo estão representadas em forma de blocos rolados de tamanhos variando de centimétricos a métricos, apresentando cor verde escuro, com protólito proveniente de rochas ígneas básicas. Macroscopicamente apresenta textura afanítica impossibilitando a caracterização mineralógica em detalhe, percebe-se que não apresenta quartzo, e constitui-se de clorita (verde), plagioclásio (branco), anfibólio/piroxênio (preto) e biotita (preto). Apresenta camada de alteração, de cor avermelhada que possivelmente deriva-se da alteração da clorita enriquecida em ferro (Figuras 5).



Figura 5. Rocha Ígnea Básica encontrada na área de estudo.

Foi observado que na Vila Coqueiral ocorrem solos do tipo residuais maduros, solos residuais jovens, rochas alteradas provenientes do gnaissse e solos residuais maduros originados possivelmente das alterações de rochas intrusivas básica.

Os solos residuais maduros provenientes dos gnaisses possuem coloração alaranjada a avermelhada, textura silto-arenoso próximo à superfície, à medida que aumenta a profundidade passa a ter textura silto-argilosa caracterizado pela sedosidade (Figura 6).



Figura 6. Solo Residual maduro de Gnaiss.

Já os solos residuais jovens possuem coloração amarelada, textura silto-arenosa, identificado leve sedosidade (Figura 7).



Figura 7. Solo Residual Jovem de Gnaiss.

A porção vista de rocha alterada situa-se em um ponto específico não observada em outros pontos da Vila Coqueiral. Possui coloração amarelada de textura silto - arenosa (Figura 8).



Figura 8. Rocha alterada de Gnaiss.

O solo residual proveniente de rocha básica, possui cor marrom avermelhada, textura argilosa. Foi observado principalmente na porção superficial da área de estudo, na Rua Delson Renault número 126, em contato com o

solo residual de gnaiss (Figura 9).



Figura 9. Encosta com contato de solos residuais maduros de gnaiss e rocha básica.

A análise do perfil de sondagem (Apêndice A) revelou que a base da área de estudo é constituída de gnaiss, principal conteúdo litológico. Ademais, o solo é de silto arenoso gradando para silto argiloso, à medida do aumento de profundidade, é característico no local da sondagem o solo residual proveniente de rochas básicas, encontrados em pontos específicos como nas proximidades da Rua Delson Renault número 126.

Analisando as descrições realizadas no processo de sondagem percebeu se que a descrição se mostra incompleta, faltando características como a plasticidade das amostras, fator importante se tratando de descrição geotécnica dos solos.

Na avaliação dos resultados da campanha, observou que o furo SPT-02 alcançou 6,31 metros caracterizado como impenetrável. A partir deste fato e da caracterização da Vila de possuir muitos blocos de rocha básica, foi inferido como intrusão de rocha básica na porção abaixo de 6,31m pela ocorrência de blocos encontrados em toda Vila e pela caracterização pedológica que seria possivelmente proveniente da alteração de rochas básicas.

A Vila Coqueiral apresentou características que foram descritas através dos graus de riscos apresentados, evidenciando os processos



geodinâmicos predispostos e relacionados principalmente com a declividade, corroborando com Gaberti e Robaina (2017) que diz que a declividade é a principal condicionante considerada em todos os estudos realizados.

A característica geral do relevo da Vila Coqueiral apresenta o plano de curvatura côncavo em caráter convergente. Suas encostas de forma geral apresentam perfil de curvatura côncavo – convexo de topos planos com vales encaixados no final de suas vertentes. Foram aplicados os atributos indicados por Fernandes e Amaral (2003), analisados nos dados obtidos que o relevo favorece os processos de movimentos de massa locais.

Além disso possui variações dinâmicas em sua declividade, observado principalmente com a análise da topografia. Regiões que variam entre 0 a 15% são apontadas como declividades baixas caracterizado pela coloração esverdeado a amarelado e são áreas desfavoráveis a processos geodinâmicos, mesmo que em algumas porções (exceções) devido a característica do terreno apresentando propensas a escorregamentos. Declividades médias a altas variam de 21 a 45% caracterizado pelas colorações alaranjadas a avermelhadas, cobrindo a maior parte da Vila Coqueiral, verificado em campo pelo relevo acidentado.

Na porção centro sudoeste da Vila entre as cotas 940 a 920m. Foi constatada a alta declividade das encostas côncavo – convexas, apresentando declividades entre 20 a 45%, suscetível a processos de escorregamento (Figura 10).



Figura 10. Encosta com alta declividade.

A vila possui principalmente ocupações de residências, na qual foram construídas e/ou ocupadas de forma inadequada, relacionadas principalmente às áreas caracterizadas com vulnerabilidade alta á escorregamentos (Figura 11).

Notou-se o descarte incorreto de resíduos orgânicos e domésticos em lotes vagos, lançamentos de água servida com ausência de esgotamento sanitário adequado, e em suas proximidades o cultivo de bananeiras e ocupações em situações vulneráveis, observados principalmente nas áreas propensas a escorregamentos um dos fatores que potencializam os processos geodinâmicos locais.



Figura 11 – Cultivo de Bananeiras.

As áreas consideradas com risco alto têm potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos (CERRI, 2006). A Vila Coqueiral apresenta características predominantes em relevo de encosta côncavo – convexa, declividades acima de 20%. Foram observados blocos rolados e ocorrência de solos residuais maduros de gnaiss e solos residuais provenientes de rochas básicas.

As áreas classificadas como risco alto apresentam características como edificações irregulares (Figura 12 A) e solos residuais com presença de resíduos domésticos e orgânicos (Figura 12 B). Foram detectados indicativos de movimentação (Figura 12 C) e algumas edificações apresentavam o aplainamento por meio de aterros mal compactados (Figura 12 D).



Figura 12. Características evidentes na área de risco alto.

Na rua Rainha das Flores nº 98 (coordenadas (N) 602120 – (E) 7797646), foi observado a instabilidade de uma encosta que por relatos verbais da moradora já ocorreu escorregamentos. A encosta possui declividade em média de 25%, apresentando solo residual, degraus de abatimento, presença de vegetação rasteira. Foram constatados moradores bem próximos à encosta (Figura 13 A e B) e percebeu-se que o local está propenso a escorregamentos. Durante a realização deste trabalho ocorreu eventos de movimentação devido às chuvas intensas durante os dias 08, 09 e 10, de novembro de 2018 (Figura 13 C e D).

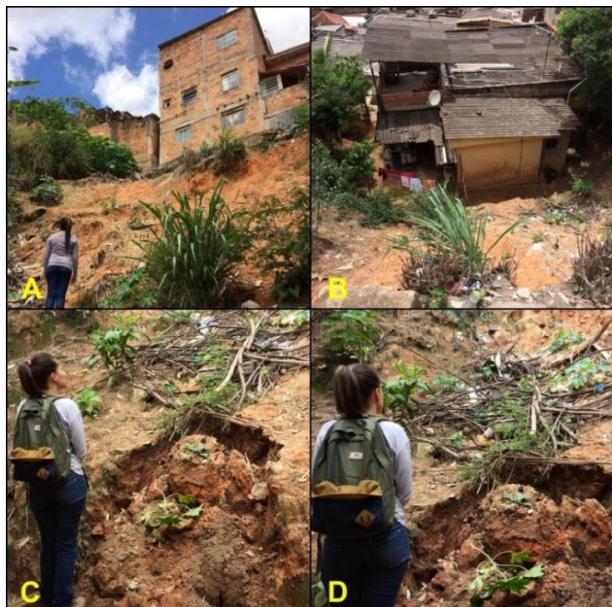


Figura 13. Vista da encosta localizado na Rua Rainha das Flores, caracterizado como risco alto.

A Rua Delson Renault próximo ao nº 126 de coordenadas (N) 601951 – (E) 7797486 possui um histórico de remoções em 2003 e 2012 devido aos fatores relacionados à deslizamentos. Neste ponto ocorre a intervenção do PEAR programa gerido pela URBEL em obras de contenção de estabilização do talude, constituído de solo coluvionar e solo residual maduro e declividade acima de 25%. Observou o cultivo de bambu em torno, blocos centimétricos a métricos, passível de processos de escorregamentos (Figura 14).



Figura 14. Encosta com intervenção do PEAR na Rua Delson Renault.

O risco médio é caracterizado pelos fatores geológicos-geotécnicos de baixa potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Observou se a presença de alguma(s) evidência(s) de instabilidade (encostas e margens de drenagens), porém incipiente (CERRI, 2006).

Nas áreas denominadas risco médio na Vila Coqueiral, observou presença de blocos rolados, relevo de meia vertente, encosta convexa, com declividades maiores que 15% e com predomínio de solos residuais jovens provenientes de gnaiss.

Ao longo da Rua Rainha das Flores nas proximidades do Centro de Referência de Assistência Social (CRAS Coqueiral) notou-se edificações fundadas sobre a camada saprolítica observando exposição da rocha (Figura 15 A e B). Os processos predisponentes são rolamento de blocos que dependendo da intensidade do período chuvoso e a evolução pedogenética local possivelmente pode estar causando instabilidades nas moradias locais e próximas.



Figura 15. Caracterização da área classificada como risco médio.

O risco baixo é descrito pelos fatores geológicos-geotécnicos caracterizados de baixa potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Não há indícios de desenvolvimentos de processos destrutivos em encostas e margens de drenagens. Mantidas as condições existentes, não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período de um ciclo chuvoso (CERRI, 2006).



As áreas caracterizadas como risco baixo ou inexistente compreendem as extremidades noroeste, nordeste e sul da área de estudo, na qual ocorreu a complexidade de identificação do solo predominante. Em análise com os mapas de declividade e topográfico notou-se que na porção noroeste e nordeste compreende a áreas que possuem espaçamento consideráveis entre as curvas de nível caracterizadas pelo relevo suavemente retilíneo observando edificações adensadas (Figura 16 A, B e C).

Em relação às edificações no extremo sul da área de estudo foi observado espaçamento adensado entre as curvas de níveis e declividade acima de 25%, relevo acidentado e caracteristicamente obras aplicadas de forma correta ao tipo de terreno (Figura 16 D).



Figura 16. Caracterização da área classificada como risco baixo ou inexistente.

Após todas considerações levantadas para caracterização da Vila Coqueiral, foi classificada em domínios de risco baixo ou inexistente, médio e alto (Figura 17).

Para cada classificação presente no mapa de risco a escorregamentos, foram considerados detalhadamente cada evidência vista em campo, avaliados em caso de longos e intensos períodos

chuvosos, gerando além do mapa de risco a carta de risco a escorregamentos representados no Apêndice B.

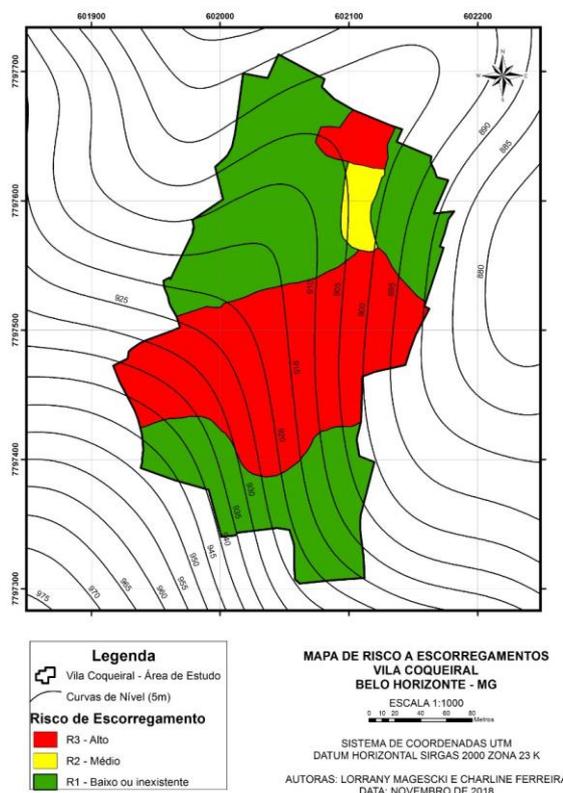


Figura 17. Mapa de risco a escorregamentos da Vila Coqueiral.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que a área de estudo está predisposta a processos de escorregamento e rolamento de blocos. E que as principais características locais estão relacionadas com a declividade, os solos em seu uso e ocupação, voltados principalmente às ações antrópicas locais. Observou-se nitidamente descarte de resíduos de forma incorreta, acúmulo de entulhos, ocupações irregulares e cultivos favorecem a evolução dos processos geodinâmicos no local, evoluindo cada vez mais em áreas vulneráveis.

Na avaliação e classificação do risco observou-se que cada feição apresentada estava



diretamente relacionada com a características do solo local, forma e declividade das encostas. Neste contexto, foram compreendidos os principais processos do meio, frisando que além dos aspectos geológicos-geotécnicos, há problemas ambientais, sociais e econômicos que também influenciam no cenário da ocupação da Vila Coqueiral.

AGRADECIMENTOS

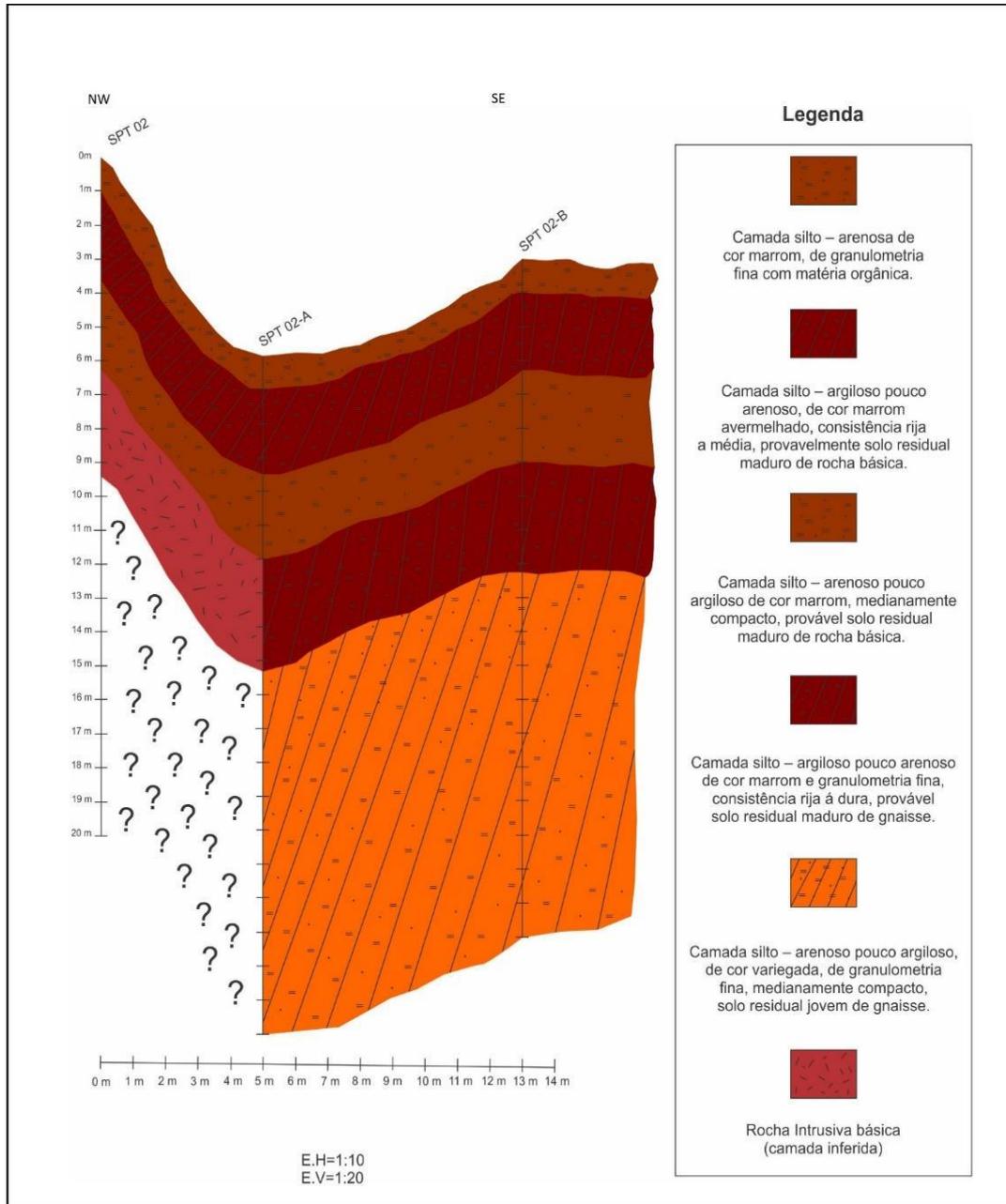
Os autores agradecem a URBEL, ao Nathan Mac Laren, ao Magno André de Oliveira e a UFOP.

REFERÊNCIAS

- BITAR, O. Y. Guia Cartas geotécnicas: orientações básicas aos municípios - São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 2015.
- CAMPOS, L. C. Proposta de reanálise do risco geológico-geotécnico de escorregamentos em Belo Horizonte – Minas Gerais. 2011. 143 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia e Transportes) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte 2011.
- CERRI, L. E. S. Mapeamento de riscos nos municípios. In: Ministérios das Cidades/Cities Alliance. Prevenção de riscos de deslizamento em encostas; Guia para elaboração de Políticas Municipais. Brasília, 2006.
- DINIZ, N. C. Cartografia geotécnica por classificação de unidades de terreno e avaliação de suscetibilidade e aptidão. Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, v. 2, p. 29-77, 2012.
- FURTADO, S. B. Gerenciamento de riscos e redução de acidentes geológicos associados a escorregamentos. 2014. 92 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto MG, 2014.
- LEÃO, R. P. Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa de Nova Lima – MG. 2016. 131 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016.
- NBR 6484/01 Solos- Reconhecimento de simples reconhecimento com SPT – Método de Ensaio. Disponível em: <https://engenhariacivilfsp.files.wordpress.com/2014/11/spt-metodo_de_ensaio_nbr_6484.pdf> Acesso em: 15/10/2018.
- PARIZZI, M. G. Condicionantes e Mecanismos de Ruptura em Taludes da Região Metropolitana de Belo Horizonte, MG. 2004 233 p. Dissertação (Doutorado em Geodinâmica Ambiental e Conservação de Recursos Naturais) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto 2004.
- PORTALPBH. Urbel Área de Atuação. Belo Horizonte. 2015. Disponível em: http://portalpbh-hm.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&IdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=urbel&tax=7491&lang=pt_BR&pg=5580&taxp=0 Acesso em: 05/11/2018.
- REIS JUNIOR, W. Caracterização das Unidades Geotécnicas da Porção Leste da Região Metropolitana de Belo Horizonte, MG. 2016 166 p. Dissertação (Mestrado em Geologia Aplicada) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Belo Horizonte, Belo Horizonte, 2016.
- SALLES, M. C. T; GRÍGIO, A. M; SILVA, M. R. F. Expansão Urbana e Conflito Ambiental: Uma Descrição da Problemática do Município de Mossoró RN –BRASIL. Sociedade & Natureza, vol. 25, nº2, 2013, p.281 – 290.
- SANTOS, A. R. Carta Geotécnica e Carta de Riscos: Distinções no Significado, na Elaboração e no Uso In: Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica: Engenharia Geotécnica para o Desenvolvimento, Inovação e Sustentabilidade, ABMS, GRAMADO, 2010.
- SOUZA, A. S; SOBREIRA, F. G. Procedimentos para Elaboração de Cartas Geotécnicas no Planejamento Urbano. Revista Brasileira de Cartografia, 2015 N 67/1 141-156.
- VIEIRA, T. C. M. Efeito dos Extremos Pluviométricos na Cidade de Belo Horizonte no Período de 2006 a 2016. 2018 156 p. Dissertação (Mestrado em Geografia em Tratamento da Informação Espacial) – Pontifícia Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2.



APÊNDICE A: PERFIL DE SONDAGEM





APÊNDICE B: CARTA DE RISCO A ESCORREGAMENTO

