

**MÉTODOS E TÉCNICAS APLICADAS À DISCIPLINA DE GEOTECNIA:
ESTUDOS DE CASO NA REGIÃO DE OURO PRETO, QUADRILÁTERO
FERRÍFERO, MG**

Mônica Pessoa Neves ¹; Luis de Almeida Prado Bacellar ²; Luiz Henrique Cardoso ³; Charles Willian Parreira de Souza ⁴; Fernando Ciarallo ⁵; Charles Romazâmu Murta ⁶

Resumo – A disciplina de Geotecnia é uma matéria obrigatória do curso de Engenharia Geológica da Universidade Federal de Ouro Preto. Essa disciplina consta do sétimo período na nova matriz curricular, que entrou em vigor no ano de 2024 e tem como pré-requisito as disciplinas Geologia Estrutural e Hidrogeologia. Sua ementa aborda exclusivamente os processos geológicos e a geotecnia, a geologia aplicada às obras de engenharia, trabalhos de campo e extensão. A extensão universitária está prevista na Constituição Federal de 1988 e na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB – Lei nº 9.394/96), que reafirmam sua indissociabilidade com o ensino e a pesquisa. Em 18 de dezembro de 2018 foi publicada pelo Ministério da Educação a Resolução N°7 que Estabelece as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira. Esta resolução determina que as atividades de extensão devam compor, no mínimo, 10% (dez por cento) do total da carga horária curricular estudantil dos cursos de graduação oferecidos pela instituição. A partir desse fato, a UFOP estabeleceu uma parceria com a Defesa Civil de Ouro Preto, onde os alunos tiveram como atividade de extensão a análise de risco geológico em alguns pontos selecionados e posicionados na área urbana da cidade.

Abstract – The discipline of Geotechnics is a mandatory course within the Geological Engineering program at the Federal University of Ouro Preto (UFOP). Under the 2024 curriculum, it is taught in the seventh semester, with Structural Geology and Hydrogeology as prerequisites. The course emphasizes geological processes, engineering geology, and geotechnical applications, integrating fieldwork and mandatory extension activities to bridge theory and practice. In Brazil, university extension is a constitutional requirement (Federal Constitution, 1988) and a key pillar of higher education under the National Education Guidelines and Framework Law (LDB, Law No. 9,394/96). The Ministry of Education's Resolution No. 7 (2018) further mandates that extension activities account for at least 10% of the total curriculum hours. In compliance with this directive, UFOP established a partnership with the Civil Defense of Ouro Preto, through which students participated in an extension activity involving geological risk assessment at selected locations within the city's urban area.

Palavras-Chave – Área de risco; geotecnia; projeto de extensão.

¹ Geól., PhD, Universidade Federal de Ouro Preto, (31) 3559-1531, monica.neves@ufop.edu.br

² Geól., PhD, Universidade Federal de Ouro Preto, (31) 3559-1531, bacellar@ufop.edu.br

³ Eng. Geól., PhD, Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil de Ouro Preto, 199, luizgeologoop@gmail.com

⁴ Eng. Civ., Espec., Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil de Ouro Preto, 199, charleswilliamparreira@gmail.com

⁵ Eng. Geól., MSc, Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil de Ouro Preto, 199, feciarallo@gmail.com

⁶ Eng. Geól., MSc, Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil de Ouro Preto, 199, charlesmurta1@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Não é de hoje que numerosos e variados problemas geológico-geotécnicos ocorrem no município de Ouro Preto. Sua geologia é composta por rochas tais como xistos, filitos e itabiritos, em sua maioria. Elas são suscetíveis a processos de escorregamento, associados a sua geomorfologia em encostas íngremes e de grandes altitudes, além de inúmeras ações antrópicas inerentes ao crescimento da cidade. Tal combinação corrobora que esses fenômenos ocorram.

Segundo o mapeamento de risco da CPRM (2016), há mais de 300 áreas de risco no município. Muitas delas coincidem com o zoneamento recente do Plano Municipal de Redução de Risco (2023). Embora esses mapeamentos tenham auxiliado a Defesa Civil em suas vistorias, eles foram realizados, de forma expedita, ou seja, se baseando, no geral, na percepção tátil-visual dos materiais e estruturas geológicas e dos movimentos de massa a eles associados. Portanto, atualmente, a Defesa Civil carece de um acervo de dados quantitativos para resolver com maior acurácia as demandas da população.

A disciplina de Geotecnia, que faz parte da grade obrigatória do curso de Engenharia Geológica da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), tem em sua ementa o desenvolvimento de projeto de extensão com foco em áreas de suscetibilidade a riscos geológico-geotécnicos. Nesse sentido, foi firmada uma parceria com a Defesa Civil de Ouro Preto para que os alunos avaliassem e caracterizassem os maciços rochosos situados em taludes no âmbito urbano da cidade, em uma região próxima ao seu terminal rodoviário. Essa região, já conhecida por ocorrência de fenômenos de movimentação de massa, foi acometida no ano de 2012 a um grande escorregamento que vitimou duas pessoas.

Como proposta de trabalho, os alunos foram divididos em cinco grupos em cinco pontos distintos, com o objetivo de aplicar *in loco* os conhecimentos adquiridos na disciplina. Com isso, foi possível fazer uma análise qualitativa e quantitativa dos taludes selecionados utilizando parcialmente a metodologia proposta pelo Instituto de Pesquisa Tecnológicas (IPT)/Ministério das Cidades (2007).

Por meio das análises realizadas em campo e escritório foi possível identificar as áreas com maior e menor potencial de risco. Com base nessas informações, conjuntamente com a Defesa Civil do município, foram identificadas áreas potenciais para implementação de futuras medidas emergenciais e possíveis planos de contingência.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

2.1. Localização

As áreas em estudo correspondem a cinco taludes que apresentam suscetibilidades a movimentos gravitacionais de massa, localizadas próximas ao terminal rodoviário de Ouro Preto, Minas Gerais. A Figura 1 mostra o mapa de localização desses pontos.



Figura 1. Localização da área de estudo. Fonte: Google Earth (2025).

2.2. Caracterização geológica

As áreas em estudo estão localizadas dentro da faixa de domínio da Formação Cauê onde predominam itabiritos. Apenas na área 3 (Figura 1) foi observado o contato do itabirito com filito da Formação Cercadinho. Essas rochas apresentam planos de descontinuidades bem marcantes (xistosidade, foliações e acamamentos) que associada às condições climáticas com períodos de chuvas intensas e prolongadas, além da má ocupação do solo, podem resultar em escorregamentos de encostas (Sobreira et al., 1990) acarretando sérios problemas à população de Ouro Preto.

3. MÉTODOS E TÉCNICAS APLICADAS NOS TALUDES ESTUDADOS

Esse trabalho foi desenvolvido pelos alunos da disciplina Geotecnia do curso de Engenharia Geológica da UFOP em parceria com a Defesa Civil de Ouro Preto, com o objetivo de caracterizar e classificar os maciços rochosos em cinco taludes presentes nos arredores do terminal rodoviário.

Inicialmente foi realizado um trabalho de campo onde foi apresentada aos alunos a metodologia e divididos os grupos nas áreas presentes na Figura 1. Essas áreas foram previamente selecionadas pelos engenheiros da Defesa Civil, já que historicamente, próximos a elas, alguns locais apresentaram escorregamentos com efeitos muitas vezes catastróficos.

Como exemplo para esses estudos de caso, foi selecionado o talude disposto na Área 2 (Figura 2). Esse talude é composto por itabirito, rocha sã a medianamente alterada com medidas de F1 (família de fratura principal) em 185/35, 160/35, 173/40, 170/42, 165/37, 168/40, 172/39, 180/36, ou seja, favorecendo rupturas planares, uma vez que suas orientações estão alinhadas com a direção do talude e apresentam um mergulho inferior ao ângulo de inclinação deste. Além desse fato foi observada presença de água, proximidade de habitações, fissuras e movimentações de massa incipientes.

Em campo os discentes tiveram que seguir um roteiro proposto pelo professor da disciplina que foi dividido em 6 etapas, descritas a seguir:

- Etapa 1: nessa etapa foi descrita a geometria geral do talude, levando em consideração sua forma dominante, atitude média e a situação em relação a moradias e/ou vias existentes.
- Etapa 2: nessa etapa foi necessária a verificação quanto as condições gerais de uso e ocupação. Foram avaliadas condições referentes a presença de água e esgoto, sistemas de drenagem, presença de lixo e entulhos, vazamento em tubulações, presença de vegetação, tipos de moradias e presença de trincas.
- Etapa 3: após as etapas 1 e 2 foi realizada a caracterização geológico-geotécnica dos taludes estudados. Nessa etapa, foi realizado croquis dos taludes descrevendo o(s) litotipo(s) presente(s) e subdividindo o perfil de intemperismo conforme (IPT, 1984) rocha sã (RS); rocha alterada dura (RAD); rocha alterada mole (RAM), solo de alteração ou eluvial (SA) ou solo transportado (colúvio; tálus). Nessa etapa também foi necessário determinar a resistência à compressão uniaxial (Rc) de cada unidade conforme Araújo et al. (2014) e para os solos descrever a textura (argilosa/siltosa/arenosa) e grau de seleção e de arredondamento.
- Etapa 4: a partir do conhecimento nas etapas anteriores, foi possível definir os possíveis processos de instabilização ocorridos e esperados nos maciços rochosos e terrosos dos taludes avaliados. Para as unidades classificadas com RS, RAD, RAM foram identificados os principais conjuntos de descontinuidades (F1, F2, F3, etc) e avaliada a qualidade do maciço a partir das classificações Rock Mass Rating (RMR) de Bieniawski (1979) e GSI (Hoek e Marinos, 2000).
- Etapa 5: esse trabalho também incluiu medidas estruturais das principais descontinuidades, incluindo planos de foliação e mergulho. Com isso foi realizada uma análise cinemática para avaliar suscetibilidade do talude a rupturas planares, em cunha ou por tombamento.
- Etapa 6: a última etapa foi responsável pela integração de todos os dados levantados, com objetivo de avaliar sinais de movimentação, os tipos de movimentos de massa ocorridos ou esperados e se esses movimentos, caso ocorram, poderão atingir moradias ou vias. Foi utilizada também a tabela de classificação dos níveis de risco indicada pelo IPT (2007).

A classificação tem como objetivo principal o acompanhamento sistemático pela Defesa Civil, principalmente no período chuvoso.

Após a análise e caracterização das áreas, os grupos apresentaram, em seminário, para os profissionais envolvidos, a classificação geotécnica de cada área levando em consideração o Nível de Risco segundo IPT (2007).

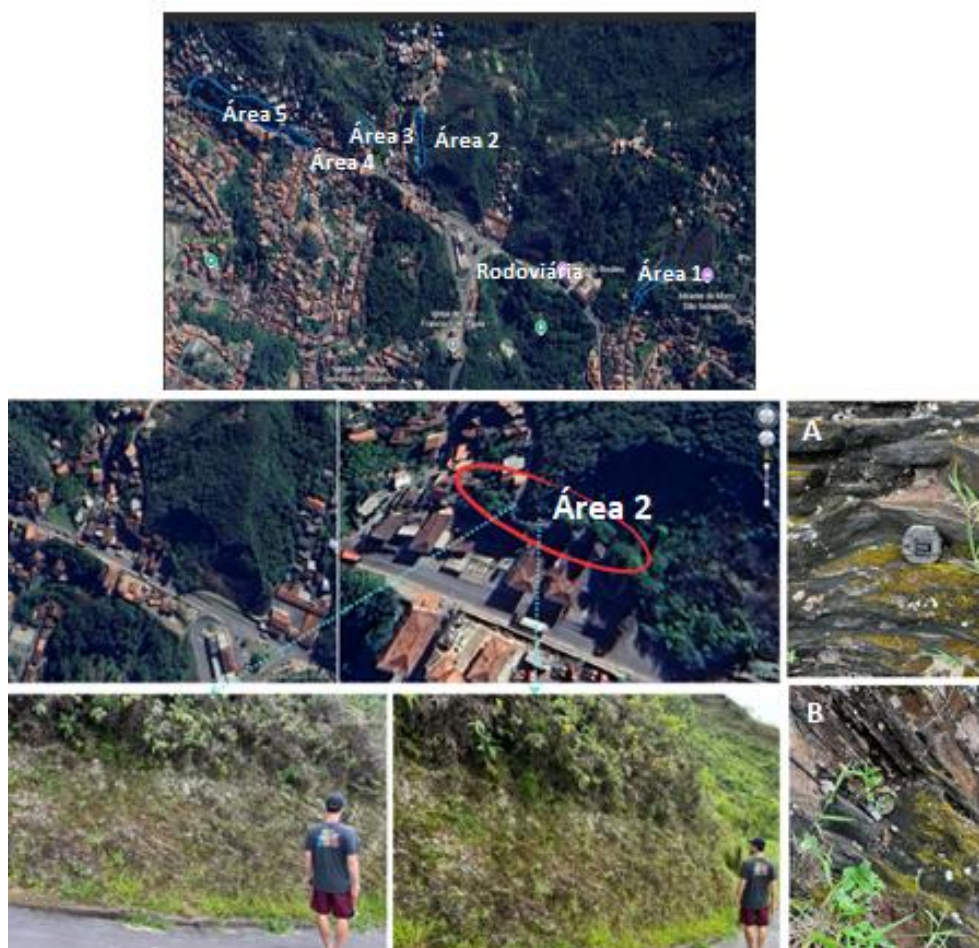


Figura 2. Detalhe do talude encontrado na Área 2. Notar família principal F1 (A), paralela à foliação do itabirito e uma segunda direção de descontinuidade F2 (B).

4. CONCLUSÕES

Os problemas com relação aos riscos geológico-geotécnicos associados à ocupação urbana mal planejada trazem ano a ano grandes prejuízos à cidade de Ouro Preto. Isso associado à complexidade geológica e às formas de relevo propicia fenômenos que, muitas vezes, não são possíveis de serem observados e monitorados.

O trabalho desenvolvido pela parceria entre UFOP e Defesa Civil trouxe outro olhar sobre os problemas associados às características geológico-geotécnicas das áreas estudadas. Somando-se a isso, ressalta-se a importância dos projetos de extensão universitária para o estreitamento das relações entre universidade e sociedade.

A cidade de Ouro Preto é sem dúvida nenhuma um campo fértil dessas relações, já que historicamente apresenta características de uma cidade com vocação minerária, turística e universitária, ou seja, uma cidade que tem potencial para o desenvolvimento de vários estudos em diversas áreas.

Para os discentes foi uma grande oportunidade de colocar em prática os conceitos aprendidos em sala de aula, aguçando a curiosidade e aumentando o conhecimento acerca da disciplina Geotecnia. Os resultados desenvolvidos e apresentados terão aplicação no auxílio para a gestão de risco do município.

AGRADECIMENTOS

À Defesa Civil do município de Ouro Preto por ter convidado o curso de Engenharia Geológica da UFOP para mais um estudo em conjunto e aprimoramento do conhecimento geológico-geotécnico do município.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, T.P.; AMARAL Jr., A.F.; AMARAL, C.G.; ZENÓBIO, A.A. (2014) “*Estudo da resistência de maciços de rocha branda em taludes de mineração*” in Mecânica das Rochas para Recursos Naturais e Infraestrutura.

BIENIAWSKI, Z.T. (1979) “*The Geomechanics Classification in Rock Engineering Application Proceedings*” in 4th International Congress on Rock Mechanics, Montreux, Vol. 2, 41-48.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (2016) “*Ação emergencial para reconhecimento de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa e enchentes: Ouro Preto, MG*”. Belo Horizonte: CPRM, 2016. 57 p. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/20723>. Acesso em: 2 jun. 2021.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (1984) “*Estudos Geológico-geotécnicos para caracterização e classificação de maciços rochosos para projetos de engenharia (túneis, lavra a céu aberto, e barragens)*”. São Paulo. Relatório 19569.

MARINOS, P; HOEK, E. (2000) “*GSI: A Geological Friendly Tool for Rock Mass Strength Estimation*” in International Conference on Geotechnical and Geological Engineering, Melbourne, 1422-1446p.

PMRR - Plano Municipal de Redução de Risco de Ouro Preto (2023). Disponível em: <https://www.ouropreto.mg.gov.br/seguranca/pmrr>. Acesso em 12 abr. 2025.

SOBREIRA, F.G.; ARAÚJO, L.G.; BONUCCELLI, T. J. (1990) “*Levantamento de Soluções Estruturais para a Contenção de Encostas em Ouro Preto*”. Ouro Preto. Relatório Técnico, IPHAN/UFOP/MinC, Ouro Preto, 91p.