

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE MINAS GERAIS - CAMPUS PIUMHI
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Lucas Fernandes Pio Barbosa

**ANÁLISE DE RISCO DE MOVIMENTOS DE MASSA NO ENTORNO DO IFMG –
CAMPUS PIUMHI**

Piumhi – Minas Gerais

2025

LUCAS FERNANDES PIO BARBOSA

**ANÁLISE DE RISCO DE MOVIMENTOS DE MASSA ENTORNO DO IFMG –
CAMPUS PIUMHI**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto
Federal de Minas Gerais - *Campus* Piumhi para
obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil.
Orientação: Tatiane Oliveira Failache

Piumhi – Minas Gerais

2025

B238a Barbosa, Lucas Fernandes Pio.

Análise de risco de movimentos de massa no entorno do IFMG – Campus Piumhi [manuscrito] / Lucas Fernandes Pio Barbosa. – 2025.

116 f. : il. color.

Orientadora: Tatiane Oliveira Failache.

Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado) – Instituto Federal Minas Gerais. *Campus* Avançado Piumhi, 2025.

1. Deslizamento - solos. 2. Deslizamento – avaliação de riscos. 3. Engenharia civil - vistoria. 4. Engenharia geotécnica. 5. Solos - análise. I. Failache, Tatiane Oliveira. II. Instituto Federal de Minas Gerais. *Campus* Avançado Piumhi. III. Título.

CDD 624.15136

Catálogo: Andreia Cristina Damasceno - CRB-6/1974



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
Campus Piumhi
Diretoria de Ensino
Docentes Campus Piumhi
Rua Severo Veloso 1880 - Bairro Bela Vista - CEP 37925-000 - Piumhi - MG
(37)3371-3353 - www.ifmg.edu.br

Lucas Fernandes Pio Barbosa

ANÁLISE DE RISCO DE MOVIMENTOS DE MASSA ENTORNO DO IFMG – CAMPUS PIUMHI

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus Piumhi* para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 12 de março de 2025 pela banca examinadora:



Documento assinado eletronicamente por **Tatiane Oliveira Failache, Professora**, em 24/03/2025, às 17:31, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Jéssica Marcelle Corradi Diniz Gonçalves Martins, Professor(a) Substituto(a)**, em 24/03/2025, às 17:42, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Jeferson Monteiro de Andrade, Professor**, em 24/03/2025, às 17:47, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Lucas Fernandes Pio Barbosa, Usuário Externo**, em 24/03/2025, às 18:29, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **2241996** e o código CRC **26B42E67**.

23715.000052/2025-91

2241996v1



Documento assinado eletronicamente por **Tatiane Oliveira Failache, Professora**, em 27/03/2025, às 08:59, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **2245535** e o código CRC **C60C8001**.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a minha família e amigos que sempre me ajudaram muito. Com a ajuda deles foi possível concluir o meu curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a professora Tatiane Oliveira Failache por ter sido minha orientadora e por ter me auxiliado na realização do meu TCC.

Ao IFMG - *Campus* Piumhi por disponibilizar o laboratório e equipamentos para ser feita as análises do solo do trabalho. Também a todos os professores e docentes que contribuíram para a minha formação ao longo desses anos.

RESUMO

A cidade de Piumhi-MG, localizada na região centro-oeste de Minas Gerais, caracteriza-se por ter uma economia estabelecida no setor agropecuário e por apresentar uma considerável declividade devido à presença de serras na região. O município passa por um processo de crescimento urbano, evidenciado pelo crescente número de construções pela cidade, causando o aumento do perímetro urbano. Por causa de fatores geológicos e geotécnicos e combinado a uma possível carência de um planejamento adequado, o município pode se tornar suscetível a movimentação de massa. Com isso, a análise de riscos se mostra favorável para minimizar os danos a população e prejuízos econômicos em eventuais desastres naturais. Neste trabalho foi examinado o risco de movimentos de massa em terrenos no entorno do IFMG – *Campus* Piumhi no município de Piumhi-MG, sendo no total 5 pontos analisados no trabalho. Para essa análise, foi utilizada uma ficha de inspeção, adaptada do Ministério das Cidades (2007), Pereira (2017) e Campos (2011), com os fatores geológicos e geotécnicos relevantes para o acontecimento desse tipo de desastre natural. A partir dos resultados da avaliação, será estipulado o grau de risco do local a partir da classificação proposta por Campos (2011). Dos 5 pontos analisados no trabalho com o uso da ficha, 3 possuem risco alto, 1 possui risco médio e 1 possui risco baixo.

Palavras-chave: deslizamento-solos; deslizamento-avaliação de riscos; engenharia civil-vistoria; engenharia geotécnica; solos-análise.

ABSTRACT

The city of Piumhi-MG, located in the central-western region of Minas Gerais, is characterized by having an economy that is dependent on the agricultural sector and by having a specific slope due to the presence of mountains in the region. The municipality is undergoing a process of urban growth, evidenced by the increasing number of buildings in the city, causing the urban perimeter to increase. Due to geological and geotechnical factors and combined with a possible lack of adequate planning, the municipality may become susceptible to mass movements. Therefore, a risk analysis shows benefits to minimize damage to the population and economic losses in possible natural disasters. This study examined the risk of mass movements in lands around the IFMG – Piumhi Campus in the municipality of Piumhi-MG, with a total of 5 points analyzed in the study. For this analysis, an inspection form was used, adapted from the Ministério das Cidades (2007), Pereira (2017) and Campos (2011), with the geological and geotechnical factors relevant to the occurrence of this type of natural disaster. Based on the results of the evaluation, the risk level of the site will be stipulated based on the classification proposed by Campos (2011). Of the 5 points analyzed in the work using the form, 3 have high risk, 1 has medium risk and 1 has low risk.

Keywords: landslide-soils; landslide-risk assessment; civil engineering-inspection; geotechnical engineering; soils-analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Rastejo de terra em uma encosta	20
Figura 2 - Movimento de massa em encosta em Campos do Jordão - SP.....	21
Figura 3 - Escorregamento planar	22
Figura 4 - Escorregamento circular	22
Figura 5 - Escorregamento em cunha	23
Figura 6 - Escorregamento induzido em obra em Belo Horizonte – MG	23
Figura 7 - Escorregamento tipo queda em uma encosta.....	24
Figura 8 - Quedas de blocos no trecho da BR 259 em Colatina-ES	25
Figura 9 - Bloco de rocha com fissura vertical.....	26
Figura 10 - Tombamento de rocha em Capitólio-MG	26
Figura 11 - Residência abaixo de um bloco de rocha	27
Figura 12 - Corrida de massa em Nova Lima – MG	28
Figura 13 - Encosta de solo argiloso	30
Figura 14 - Erosão em Balneário Camboriú - SC	30
Figura 15 - Esforços no talude	32
Figura 16 - Raízes das árvores causando intemperismo no solo.....	33
Figura 17 – Movimento de massa em de Rosário do Catete – SE.....	34
Figura 18 - Partículas de sólidas, ar e água no solo	35
Figura 19 - A água ocupou o espaço do ar entre as partículas sólidas.....	36
Figura 20 - Solo compactado	36
Figura 21 - Percolação da água em um talude.....	37
Figura 22 - Folhas fazendo adsorção da água da chuva	38
Figura 23 - Raízes da árvore adentrando entre duas rochas	38
Figura 24 - Efeito alavanca no talude.....	39
Figura 25 - Veículo no topo do talude	40

Figura 26 - Movimento de massa causado pelo sobrepeso do veículo.....	41
Figura 27 - Processo de trincas e deformação do passeio.....	42
Figura 28 - Avenida afetada por erosão em margem de rio	43
Figura 29 - Erosão marítima em Natal - RN.....	43
Figura 30 - Ravina formação por causa da erosão	44
Figura 31 - Fluxograma da metodologia do trabalho	48
Figura 32 - Os cinco pontos de estudo e o IFMG – <i>Campus Piumhi</i>	49
Figura 33 - Trena de 50 metros e de 5 metros	50
Figura 34 - Coleta da amostra de solo	55
Figura 35 - Ponto 1 no mapa.....	57
Figura 36 - Talude do Ponto 1.....	58
Figura 37 - Os dois planos inclinados do talude do Ponto 1.....	58
Figura 38 - Talude do Ponto 1 com as indicações de altura e inclinação.....	59
Figura 39 - Solo apresentando trincas na inclinação forte.....	59
Figura 40 - Tamanho da trinca do talude do Ponto 1	60
Figura 41 - Árvore inclinada no talude.....	60
Figura 42 - Depósitos de solo no pé do talude	61
Figura 43 - Análise tátil visual da Amostra 1	62
Figura 44 - Ponto 2 no mapa.....	65
Figura 45 - Talude do Ponto 2.....	66
Figura 46 - Planos inclinados do Ponto 2.....	66
Figura 47 - Solo com sulcos e trincas.....	67
Figura 48 - Ravina no Ponto 2.....	67
Figura 49 - Ravina no Ponto 2 durante uma chuva	68
Figura 50 - Bueiro do Ponto 2	68
Figura 51 - Sistema de drenagem do Ponto 2.....	69
Figura 52 - Rachadura na rua	69

Figura 53 - Medição da rachadura na rua	70
Figura 54 - Rebaixamento do pedaço da rua	70
Figura 55 - Rebaixamento do pedaço da rua	71
Figura 56 - Local de concentração de água pluvial na superfície.....	71
Figura 57 - Trecho da rua do meio-fio destruídos	72
Figura 58 - Análise tátil visual da Amostra 2	72
Figura 59 - Ponto 3 no mapa.....	76
Figura 60 - Solo avermelhado do Ponto 3.....	77
Figura 61 - Ravina do Ponto 3.....	77
Figura 62 - Árvore inclinada no Ponto 3	78
Figura 63 - Árvore inclinada no meio do Ponto 3	78
Figura 64 - Sulcos no Ponto 3.....	79
Figura 65 - Recalque na rua.....	79
Figura 66 - Entulho no Ponto 3.....	80
Figura 67 - Análise tátil visual da Amostra 3	81
Figura 68 - Análise tátil visual da Amostra 4	83
Figura 69 - Ponto 4 no mapa.....	86
Figura 70 - Talude do Ponto 4.....	87
Figura 71 - Sulcos no topo do talude.....	87
Figura 72 - Sulcos no meio do talude.....	88
Figura 73 - Trincas no passeio	89
Figura 74 - Placa inclina no Ponto 4.....	89
Figura 75 - Meio-fio danificado do Ponto 4.....	90
Figura 76 - Análise tátil visual da Amostra 5	90
Figura 77 - Ponto 5 no mapa.....	94
Figura 78 - Terreno do Ponto 5	95
Figura 79 - Presença de sulcos no Ponto 5.....	95

Figura 80 - Sulcos no Ponto 5	96
Figura 81 - Desnível e trincas no solo	96
Figura 82 - Análise tátil visual da Amostra 6	97
Figura 83 - Resultado das análises dos pontos.....	100

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Critérios dos graus de risco de movimentação de massa	47
Quadro 2 - Parâmetros para a classificação de risco	53
Quadro 3 - Dados sobre as amostras.....	56
Quadro 4 - Resultado da análise tátil visual da Amostra 1	63
Quadro 5 - Resultado da análise tátil visual da Amostra 2	74
Quadro 6 - Resultado da análise tátil visual da Amostra 3	82
Quadro 7 - Resultado da análise tátil visual da Amostra 4	84
Quadro 8 - Resultado da análise tátil visual da Amostra 5	92
Quadro 9 - Resultado da análise tátil visual da Amostra 6	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ângulos de repouso da argila e da areia.....	31
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BA	Bahia
cm	centímetro
IFMG	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais
m	metro
MG	Minas Gerais
mm	milímetro
NBR	Norma Técnica Brasileira
RN	Rio Grande do Norte
SC	Santa Catarina
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
URBEL	Companhia Urbanizadora e de Habitação de Belo Horizonte

LISTA DE SÍMBOLOS

F	Força
F_s	Fator de segurança
S	Esforço resistente
T	Esforço solicitante

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
1 OBJETIVOS.....	18
1.1 Objetivo geral.....	18
1.2 Objetivos específicos	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2.1 Movimento de massa.....	19
2.1.1 Rastejo.....	19
2.1.2 Deslizamento	20
2.1.3 Queda, tombamento e rolamento de blocos	24
2.1.4 Corridas de massa.....	27
2.2 Condicionantes e agentes deflagradores.....	28
2.2.1 Materiais geológicos	28
2.2.2 Inclinação.....	31
2.2.3 Intemperismo e clima.....	32
2.2.4 Água	34
2.2.5 Vegetação.....	37
2.2.6 Sobrecarga	40
2.3 Sinais de instabilidade	41
2.4 Identificação e análise de risco	45
3 METODOLOGIA	48
3.1 Tópicos e parâmetros da ficha de vistoria.....	51
3.2 Análise tátil visual	53
4 RESULTADO.....	57
4.1 Ponto 1.....	57
4.1.1 Análise tátil visual da Amostra 1 do Ponto 1	61

4.1.2	Análise do Ponto 1.....	64
4.2	Ponto 2.....	65
4.2.1	Análise tátil visual da Amostra 2 do Ponto 2.....	72
4.2.2	Análise do Ponto 2.....	75
4.3	Ponto 3.....	76
4.3.1	Análise tátil visual da Amostra 3 do Ponto 3.....	80
4.3.2	Análise tátil visual da Amostra 4 do Ponto 3.....	82
4.3.3	Análise do Ponto 3.....	85
4.4	Ponto 4.....	86
4.4.1	Análise tátil-visual da Amostra 5 do Ponto 4.....	90
4.4.2	Análise do Ponto 4.....	93
4.5	Ponto 5.....	94
4.5.1	Análise tátil visual da Amostra 6 do Ponto 5.....	97
4.5.2	Análise do Ponto 5.....	99
5	CONCLUSÃO	100
	REFERÊNCIAS.....	102

INTRODUÇÃO

Atualmente muitas cidades passam pelo processo crescente da urbanização e dependendo das condições geotécnicas da região alinhado a uma ausência de planejamento urbano adequado, o risco de movimentações de terra é aumentado. Esses eventos ameaçam a segurança da população, além de gerar um prejuízo econômico para o município, devido aos danos na infraestrutura da cidade.

Segundo Highland e Bobrowsky (2008), o deslizamento de terra é o movimento de descida sob a ação da gravidade de materiais orgânicos do solo e rochas. Apesar de ser um evento natural, de acordo com Santos (2023), os deslizamentos de terra são fortemente influenciados pela ocupação inadequada de terrenos em áreas suscetíveis ao fenômeno, sendo possível efetuar medidas mitigadoras de risco. O movimento de terra é o desastre natural que mais acumula números de casos no Brasil e de acordo com Macedo e Sandre (2022), de 1988 a 2022, 4.146 pessoas faleceram no país decorrente desse evento, com uma média anual de 118 vítimas.

Nesse trabalho foi realizada a avaliação de risco de cinco pontos no entorno do IFMG – Campus Piumhi, com o uso de uma ficha de vistoria de identificação e análise de risco geológico-geotécnico adaptada do Ministério das Cidades (2007), Campos (2011) e Pereira (2017). Originalmente essas fichas foram utilizadas para terrenos com moradias, mas esse trabalho é focado em terrenos sem residências, com o interesse em melhorar a segurança da população e auxiliar no planejamento urbano da cidade e portanto os itens que analisavam as condições de moradia foram retirados.

1 OBJETIVOS

1.1 Objetivo geral

Analisar as condições geotécnicas e geológicas dos terrenos no entorno do IFMG - *Campus Piumhi* para avaliar o risco de movimentos de massa.

1.2 Objetivos específicos

- Definir critérios determinantes para o acontecimento de movimentos de massa;
- Elaborar uma ficha de análise in loco com base em materiais já existentes;
- Analisar os sinais de instabilidade dos taludes e os condicionantes e agentes deflagradores de movimentos de massa existentes na região de análise;
- Identificar quais locais apresentam maiores riscos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Movimento de massa

Os movimentos de massa ocorrem devido a ação da gravidade em solos instáveis ou por ações antrópicas no solo, sendo frequente em encostas ou terrenos íngremes. O deslocamento do material, que pode ser terra, rocha, entulho, lixo e vegetação, ocorre devido aos esforços exercidos no solo excederem a sua resistência ao cisalhamento. Fatores naturais interferem no acontecimento deste fenômeno, como questões geológicas, geotécnicas, climáticas e biológicas, porém a ação antrópica é um fator influente no acontecimento de escorregamentos de terra, por serem responsáveis na alteração do meio, podendo potencializar os riscos desse evento.

De acordo com L.M.Highland e P. Bobrowsky (2008), compreender as características do risco de movimentos de massa em sua região é essencial para evitar riscos, porque com uma análise adequada é possível apontar a possível velocidade do movimento, volume e a distância do deslocamento. Será usado a classificação do evento usada no Ministério das Cidades (2007), que é dividido em: rastejos, deslizamentos (escorregamentos), queda, tombamento, rolamento de blocos e corridas.

2.1.1 Rastejo

Segundo o Ministério das Cidades (2007), os rastejos são movimentos de terra lentos de uma grande quantidade de massa e não é apresentada uma superfície de ruptura definida. A velocidade do deslocamento diminui com o aumento da profundidade e as suas formas de identificação são as trincas ao longo do terreno, árvores inclinadas e degraus de abatimento.

A causa desse tipo de deslizamento seria a execução de cortes na extremidade média inferior em um terreno inclinado, podendo acontecer em solos de alteração (original do local) e corpos de tálus (solo de outro local formados principalmente por blocos e matações de rocha desprendidos de encostas rochosas)

e os movimentos do solo podem ser constantes, sazonais ou intermitentes. Na Figura 1 é possível ver o rastejo de uma grande quantidade de terra em um terreno inclinado.

Figura 1 - Rastejo de terra em uma encosta



Fonte: Ministério das Cidades, 2007.

2.1.2 Deslizamento

Os deslizamentos possuem movimentos rápidos de terra, com superfície de ruptura bem definida e podem ser facilmente identificados. As principais causas desse evento são as chuvas, cortes e aterros inadequados, concentração de águas pluviais e servidas, desmatamento da vegetação local e sobrecarga no talude.

Os deslizamentos de terra são comuns em comunidades, devido urbanização mal planejada de encostas. Na Figura 2 é apresentado um movimento de massa em Campos do Jordão – SP, em uma zona de potencial risco, devido a construções em local íngreme.

Figura 2 - Movimento de massa em encosta em Campos do Jordão - SP

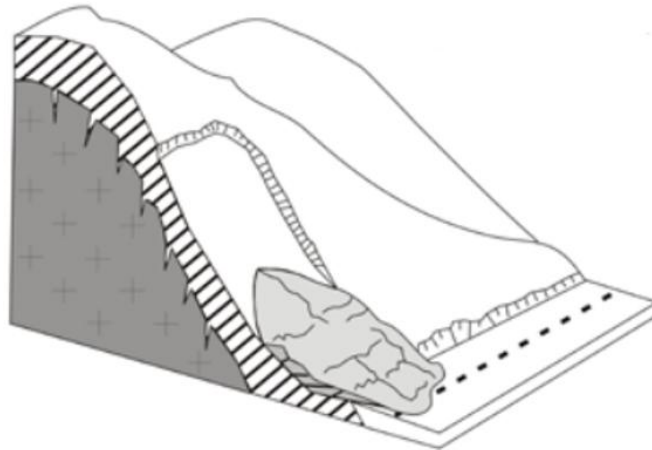


Fonte: <https://agencia.fapesp.br/acao-humana-nas-encostas-e-a-maior-cao-de-deslizamentos/27406>. Acesso em: 10 out. 2024.

Os sinais do escorregamento são o aparecimento de fendas de tração na superfície dos terrenos, embarrigamento de estruturas de contenção, pela inclinação de postes, árvores, cercas e muros, degraus de abatimento e trincas no terreno. Por causa da geometria e do mecanismo de ruptura, os escorregamentos podem ser divididos quatro tipos: planar, circular, em cunha e induzido.

De acordo com o Ministério das Cidades (2007), os escorregamentos planares são solos pouco desenvolvidos, com pouca espessura e com um plano de fraqueza. É comum surgir nas encostas serranas brasileiras, tem uma forma retangular estreita e são condicionados pela foliação, xistosidade, fraturas e falhas. Esse tipo de deslizamento ocorre em solos saprolíticos, saprólitos e rochas e também apresenta velocidade alta no deslocamento da massa. Na Figura 3 é possível analisar a forma retangular do escorregamento planar.

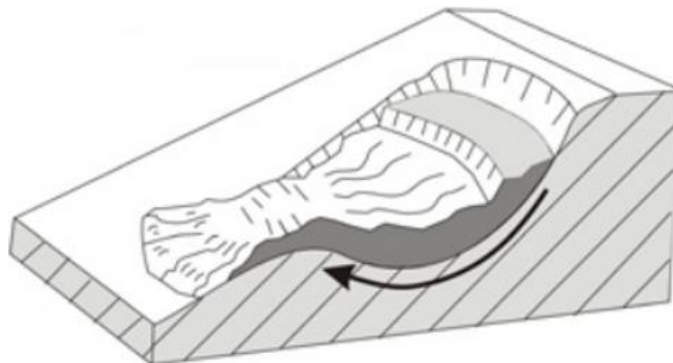
Figura 3 - Escorregamento planar



Fonte: Adaptado de: Ministério das Cidades, 2007.

Os escorregamentos circulares geram superfícies de deslizamento curvas, sendo possível de acontecer rupturas contínuas. Esse deslizamento está relacionado com aterros, depósitos de solo mais espessos, rochas sedimentares ou cristalinas intensamente fraturadas. Possuem um alcance menor que os escorregamentos planares e também podem apresentar uma velocidade de movimento alta. Na Figura 4 é possível verificar a forma circular gerada no local de ruptura desse tipo de escorregamento.

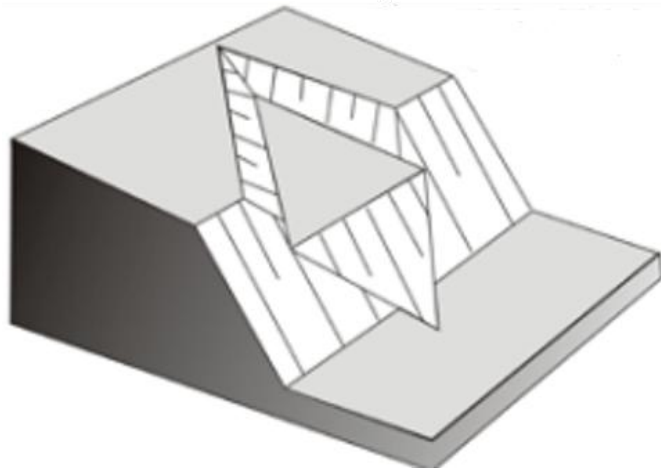
Figura 4 - Escorregamento circular



Fonte: Adaptado de: Ministério das Cidades, 2007.

Escorregamentos em cunha tem um formato triangular e ocorre com solos maciços rochosos e saprólitos e possui dois planos de fraqueza. Ocorrem com mais frequência em taludes de corte, locais onde já ocorreu deslizamento e terrenos com erosão. Na Figura 5 é mostrado esse tipo de escorregamento, onde é possível ver o seu formato e dois planos de fraqueza.

Figura 5 - Escorregamento em cunha



Fonte: Adaptado de: Ministério das Cidades, 2007.

Os escorregamentos induzidos ocorrem devido a ação direta do homem, sendo causado por construções inadequadas, aterros, cortes, lançamento concentrado de águas sobre as vertentes. Na Figura 6 é mostrado um escorregamento de terra em uma obra de um supermercado na cidade de Belo Horizonte – MG, que causou o soterramento de alguns trabalhadores. Segundo Mallmann (2023), esse incidente ocorreu devido ao desmoronamento de um talude de cerca de 3 metros, deixando quatro trabalhadores mortos e um ferido.

Figura 6 - Escorregamento induzido em obra em Belo Horizonte – MG



Fonte: <https://www.terra.com.br/noticias/trabalhadores-morrem-soterrados-em-construcao-de-supermercado-em-belo-horizonte-mg,e5ec4bb0727b0afd08366f727a62b969a0icr2un.html>. Acesso em: 16 out. 2024.

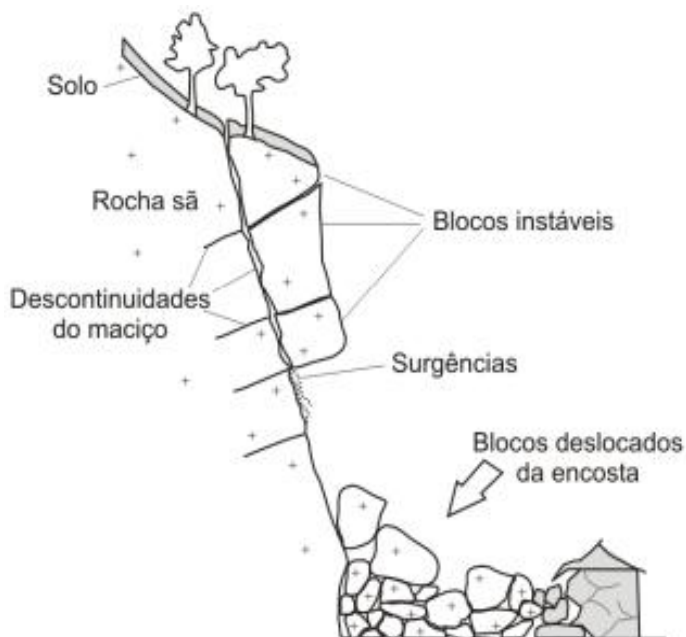
2.1.3 Queda, tombamento e rolamento de blocos

Baseado em Ministério das Cidades (2007), existem três tipos de movimento de massa relacionados a afloramento rochoso, que são a queda, o tombamento e o rolamento de blocos, sendo os sinais desses eventos: trincas nos maciços rochosos, descontinuidade do apoio das rochas, fenda entre os materiais e sinais de erosão

Os movimentos do tipo queda são rápidos e envolvem blocos ou lascas de rocha em movimento de queda livre, com um volume de massa relativamente pequeno. As causas desse evento podem ser naturais, como os esforços das raízes de vegetação, a pressão do acúmulo da água e as descontinuidades do maciço rochoso, sendo potencializadas pelas amplitudes térmicas, através da dilatação e contração da rocha. Além disso é capaz de ser provocado por ações antrópicas, como esforços e vibrações de detonações de pedreiras próximas, trânsito de veículos e esforços de construções nos taludes.

Na Figura 7 é mostrado a queda de rochas devido a descontinuidade do maciço, onde os blocos que sustentavam a base foram retirados da rocha sã e assim os blocos acima se tornaram instáveis.

Figura 7 - Escorregamento tipo queda em uma encosta



Fonte: Ministério das Cidades, 2007.

Na Figura 8 é mostrado um exemplo de queda de maciços rochosos na beira de uma estrada em Colatina no estado do Espírito Santo, onde é possível perceber a capacidade de destruição desse evento.

Figura 8 - Quedas de blocos no trecho da BR 259 em Colatina-ES



Fonte: www.esnoticias.com.br/2018/03/02/trecho-da-br-259-em-colatina-e-novamente-interditado/.

Acesso em: 10 out. 2024.

O tombamento de blocos é um processo em que a rocha despenca para o lado em encostas íngremes com descontinuidades verticais e é um movimento mais lento que o de queda. O evento pode acontecer devido a fatores naturais e também por causa de cortes nos taludes.

Na Figura 9 é apresentado um bloco de rocha com uma fissura vertical nos cânions que rodeiam o lago de Furnas em Capitólio-MG em 2012, demonstrando um potencial risco aos turistas do local. Esse mesmo bloco se desprendeu no início do ano de 2022 e na Figura 10 é mostrado imagens do momento do impactado nas lanchas que estavam fazendo um passeio no local. O evento em questão causou diversos mortos e com isso surgiu a discussão sobre a segurança de encostas rochosas na região.

Figura 9 - Bloco de rocha com fissura vertical



Fonte: <https://jornal.unesp.br/2022/01/14/geologos-explicam-desabamento-de-canon-em-capitolio-e-veem-brasil-atrasado-no-monitoramento-de-seguranca-de-areas-turisticas/>. Acesso em: 13 out. 2024.

Figura 10 - Tombamento de rocha em Capitólio-MG



Fonte: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/desabamento-de-rocha-em-mg-e-similar-ao-que-acontece-com-geleiras-explica-geologo/>. Acesso em: 13 out. 2024

O rolamento de blocos é um processo comum em áreas de rochas graníticas, onde é comum surgir matacões de rocha sã, isolados e expostos em superfície. Podem ocorrer naturalmente devido a processos erosivos que removem o apoio de sua base e também devido a escavação e a retirada do apoio, por causa de construções e assim conseqüentemente a rocha irá se mover encosta a baixo devido

à ação da gravidade. Na Figura 11 é mostrado uma área de risco, onde uma construção está logo abaixo de um bloco desprendido em uma encosta inclinada.

Figura 11 - Residência abaixo de um bloco de rocha



Fonte: Ministério das Cidades, 2007.

2.1.4 Corridas de massa

As corridas de massa são movimentos gravitacionais de massa relacionados diretamente com eventos pluviométricos. Ocorrem a partir de escorregamentos nas encostas e mobilizam grandes volumes de material, sendo o seu escoamento ao longo de um ou mais canais de drenagem, tendo comportamento líquido viscoso e alto poder de transporte.

Apresentam uma grande velocidade, extenso raio de alcance e muitas superfícies de deslocamento. Na Figura 12 é possível verificar uma corrida de massa gerada por fortes chuvas que levaram ao desmoronamento do dique na Mina Pau Branco em Nova Lima - MG no dia 08/01/2022.

Figura 12 - Corrida de massa em Nova Lima – MG



Fonte: <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2022/01/10/veja-imagens-aereas-da-mina-da-vallourec-que-teve-dique-que-transbordou-para-a-br-040.ghtml>. Acesso em: 10 out. 2024.

2.2 Condicionantes e agentes deflagradores

Os condicionantes e agentes deflagradores são fatores que potencializam o acontecimento dos movimentos de massa, por impactarem de forma negativa a estabilidade do talude. Os condicionantes desse evento são fatores naturais que afetam o terreno, como as características geomorfológicas do local. Os agentes deflagradores são aspectos antropomórficos que interferem no estado do talude, como a execução de cortes e aterros indevidos no solo.

2.2.1 Materiais geológicos

Os materiais geológicos são fatores relevantes, podendo influenciar na ocorrência de movimentos de massa, devido aos diferentes tipos de comportamento de cada tipo de solo. A origem do solo e a sua granulometria podem estabelecer a

forma e o grau de risco do evento, sendo fundamental a identificação para uma análise precisa.

A rocha sã é importante nos deslizamentos de terra, por ser a rocha de origem que não foi alterada pelo intemperismo, mantendo as mesmas características originais. Então a partir dela são formados outros solos, como é o caso dos matacões que segundo ABNT NBR 6502:2022, são fragmentos de rochas, que podem ser transportados ou não, geralmente com forma arredondada causada pelo intemperismo ou abrasão, com uma dimensão de 200 mm a 1 m. Também forma os blocos de rochas, que são fragmentos de rocha, transportado ou não, com diâmetro superior a 1 m. Esses dois solos estão relacionados com o acontecimento do rolamento, queda e tombamento de blocos.

Segundo Gabas, Sarkis e Boscov (2014), o solo saprolítico é um solo que apresenta características da rocha matriz. Já o solo saprólito, em conformidade com a ABNT NBR 6502:2022, é o material na fase avançado de desintegração e que possui a estrutura original da rocha e se assemelha em todos os aspectos visuais, exceto pela coloração. Também tem as rochas sedimentares que são materiais formados a partir dos depósitos de desagregação de outras rochas que foram levados para outro lugar a partir de agentes de transporte.

Existe vários tipos de solo e os três mais comuns são a areia, o silte e a argila, sendo divididos pelo tamanho. De acordo com a ABNT NBR 6502:2022, a areia possui um tamanho que varia de 2,0 a 0,06 mm e pode ser vista a olho nu, já o silte é menor, com um tamanho que varia de 0,06 a 0,002 mm, não sendo possível enxergá-lo sem ajuda de microscópio. A menor classe de partículas minerais é a argila, que tem tamanho menor que 0,002 mm, comumente conhecida pela sua pegajosidade, que é responsável que se adere aos pneus do carro e aos dedos quando pegamos uma amostra de solo molhada. Além desses, também tem o pedregulho, com o diâmetro de 2,0 mm a 60,0 mm, o matacão, com uma dimensão de 200 mm a 1,0 m e o bloco de rocha, com um diâmetro superior a 1,0 m.

Os solos argilosos permitem taludes com grande inclinação, devido a sua boa coesão e são favoráveis para a compactação. Na Figura 13 é mostrado uma encosta íngreme de solo argiloso, característica frequente devido a sua boa coesão.

Figura 13 - Encosta de solo argiloso



Fonte: Adaptado de: Serviço Geológico do Brasil – CPRM, 2017.

Os solos arenosos apresentam uma estabilidade desfavorável por não possuírem um bom índice de coesão, devido ao tamanho dos grãos que se separam com facilidade, podendo estimular a erosão. Porém o solo arenoso é favorável para a infiltração de água, por causa da baixa compactação e granulometria, que deixa espaços para o líquido passar. Na Figura 14 é apresentada uma praia de Balneário Camboriú - SC, onde se criou um degrau devido a erosão marítima.

Figura 14 - Erosão em Balneário Camboriú - SC



Fonte: <https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/2022/10/21/degrau-surge-em-faixa-de-areia-de-balneario-camboriu-10-meses-apos-alargamento-entenda.ghtml>. Acesso em: 10 out. 2024.

O solo silte é um solo que apresenta características dos solos argilosos e arenosos, sendo considerado um meio termo entre os dois. Esse solo pode ter a forma de barrosa na chuva, como o solo argiloso, mas também formar muito pó na época de seca, como acontece com o solo arenoso.

Para a identificação dos solos, pode ser feito a identificação tátil visual, um método simples que necessita de poucos materiais. São desenvolvidos diversos testes que analisam as características da amostra do solo, incluindo sua resistência e reação ao contato com a água.

2.2.2 Inclinação

A estabilidade do talude está relacionada com a inclinação devido ao peso do solo e a força gravitacional aumentarem a medida que a encosta fica mais íngreme. Segundo Bittecurt (2023), as forças que agem em um talude são divididas em dois tipos: as forças solicitantes, que promovem o movimento da massa de solo, e as forças resistentes, que se opõem a esse movimento, devido à resistência ao cisalhamento do material do talude.

Outro fator infleunte da inclinação é o ângulo de repouso estático do solo, que de acordo com Teixeira, Leite, Araújo¹ (2019) apud Mehta e Barker (1994), é o ângulo mais acentuado que um material não confinado pode ser empilhado sem que haja desmoronamento. Segundo Al-Hashemi e a Al-Amoudi (2018), a areia molhada possui um ângulo de repouso maior que os torrões de argila, porém a areia seca não possui maior ângulo de repouso do que a argila. Na Tabela 1 é mostrado os valores do ângulo de repouso da areia e a argila.

Tabela 1 - Ângulos de repouso da argila e da areia

Material (condição)	Ângulo de repouso
Argila (Torrão seco)	25°- 40°
Areia (seca)	34°
Areia (saturada de água)	15°- 30°
Areia (molhada)	45°

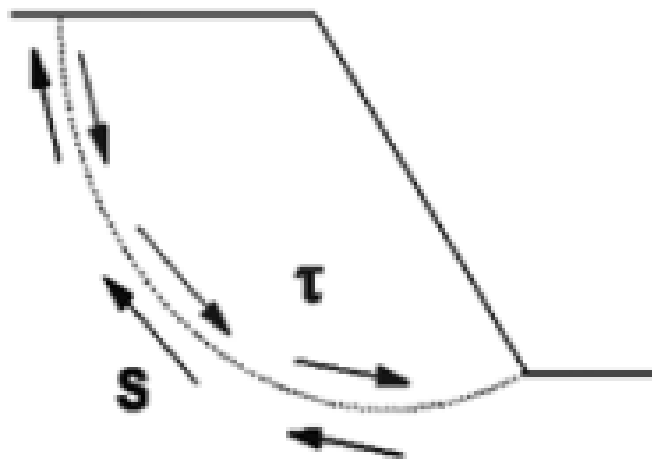
Fonte: Adaptado de: Al-Hashemi e Al-Amoudi, 2018.

¹ TEIXEIRA, J.R.T., LEITE, J.Y.P., ARAÚJO, F.S.D. **ANGLER - Um aparato para determinação de ângulo de repouso**. Belo Horizonte - MG: XXVIII Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa, 2019.

Ambos os conceitos precisam ser analisados para determinar a inclinação segura de um talude, onde é essencial medir diversos fatores, como o tipo de solo, a presença de água, os esforços aplicados e a quantidade de solo.

Na Figura 15 é mostrado um talude, onde o esforço solicitante (τ) e o esforço resistente (S), estão atuando em uma porção de terra na seção de ruptura. Na Equação 1 é apresentado o fator de segurança, que é encontrado através desses dois esforços.

Figura 15 - Esforços no talude



Fonte: Ministério das Cidades, 2007.

$$F_s = \frac{S}{\tau} \quad \text{Equação 1}$$

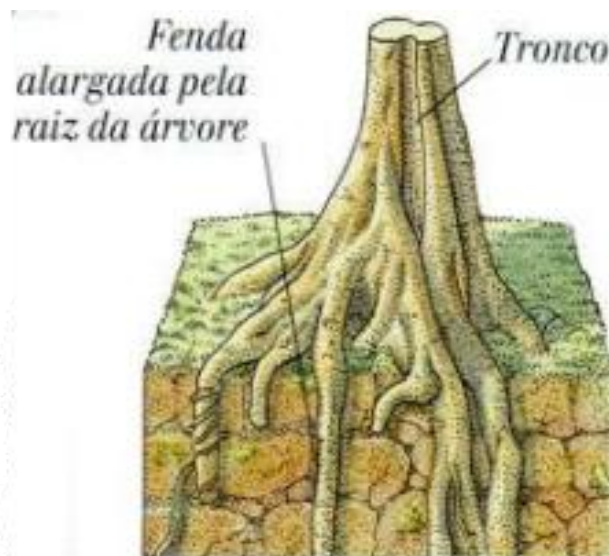
De acordo com Ministério das Cidades (2007), o fator de segurança avalia se a estabilidade do solo está segura. Se $F < 1$, então a condição é instável, caso $F = 1$, então a condição está no limite, se $F > 1$, então a condição é estável.

2.2.3 Intemperismo e clima

O intemperismo é a desagregação dos minerais das rochas, causados por clima, relevo, tipo de rocha, tempo, fauna e flora, onde os mais comuns são o intemperismo físico e químico. Segundo Toledo (2014), o intemperismo físico são as modificações mecânicas, a partir da fragmentação das rochas e dos grãos minerais, ocorrendo devido variações de temperatura e de pressão. Na Figura 16 é mostrado o

intemperismo físico causado por raízes de árvores, que causa esforços nas rochas e solo, alterando assim a sua forma.

Figura 16 - Raízes das árvores causando intemperismo no solo



Fonte: Adaptado:

<http://www.geoturismobrasil.com/Material%20didatico/Intemperismo%20e%20eros%20E3o.pdf>. Acesso em: 6 out. 2024.

O intemperismo químico ocorre quando a água no estado líquido entra em contato com as rochas, promovendo reações químicas, podendo ser feito por meio da hidratação, hidrólise, oxidação, carbonatação e complexação.

“O clima é o fator preponderante, já que, havendo tempo suficiente, diferentes tipos de rochas podem dar origem a um mesmo produto supérgeno se submetidos a climas semelhantes” (TOLEDO, 2014, pag. 144). Isso mostra que o solo e outros materiais formados a partir de rochas diferentes, mas expostos ao mesmo tipo de clima, acabam ficando parecidos em composição com o tempo.

O clima também tem influência direta nos deslizamentos de terra, podendo ser o principal deflagrador do evento. “[...] Os maiores vilões, dentre os fenômenos físicos desencadeadores de desastres registrados, estão ligados à climatologia, à hidrologia e à meteorologia, os quais são as inundações, as tempestades e as secas” (Alves, Catanho, Gomes, Silva, 2020, p. 220).

O clima pode desencadear vários desastres naturais que tendem a se influenciar, como é o caso das chuvas intensas que provocam enchentes e aumentam o risco de deslizamentos de terra. Isso ocorre porque a forte precipitação eleva o

volume e a velocidade dos cursos d'água, resultando em inundações e exercendo pressão nas margens com a correnteza. Esse processo causa erosão, que é agravada pela carga exercida das construções próximas, aumentando a probabilidade de ocorrer desmoronamentos. Na Figura 17 é mostrado um movimento de massa, as margens de um rio, estimulado pela forte chuva na cidade de Rosário do Catete – SE.

Figura 17 – Movimento de massa em de Rosário do Catete – SE



Fonte: [https://www.se.gov.br/noticias/defesa-](https://www.se.gov.br/noticias/defesa-civil/defesa_civil_monitora_novos_pontos_afetados_pelas_chuvas_em_japaratuba_e_rosario_do_catete)

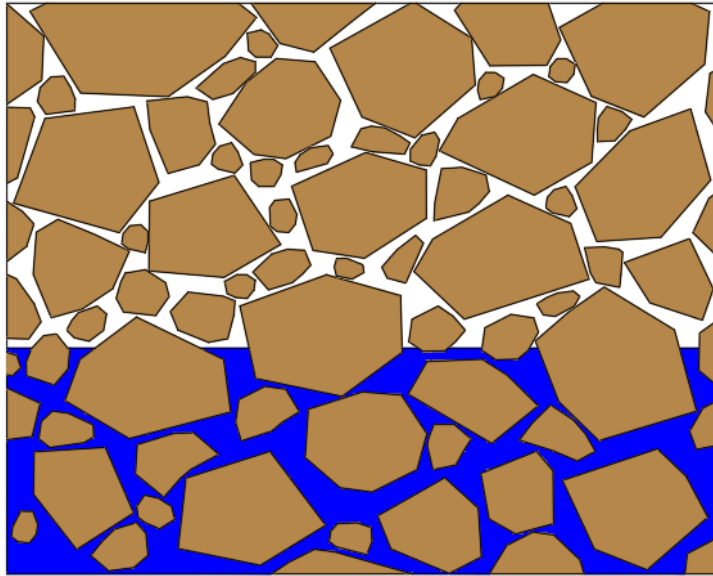
[civil/defesa_civil_monitora_novos_pontos_afetados_pelas_chuvas_em_japaratuba_e_rosario_do_catete](https://www.se.gov.br/noticias/defesa-civil/defesa_civil_monitora_novos_pontos_afetados_pelas_chuvas_em_japaratuba_e_rosario_do_catete). Acesso em: 14 out. 2024.

2.2.4 Água

Segundo Bittencourt (2023), a água influencia a estabilidade do talude de diversas formas: aumenta do peso específico do solo pela retenção das águas da infiltração, desenvolve poropressões, elimina a coesão aparente (sucção) em solos não saturados, diminui da cimentação entre as partículas de solo e introduz de uma força de percolação na direção do fluxo.

Os esforços provocados pela água dentro do solo são chamados de poropressão e atua de forma positiva e negativa. O solo é constituído por partículas sólidas e entre seus espaços vazios, os chamados poros, há a presença de ar e/ou água. Na Figura 18 é possível analisar que os espaços entre as partículas sólidas, são ocupados pela água e o ar.

Figura 18 - Partículas de sólidas, ar e água no solo

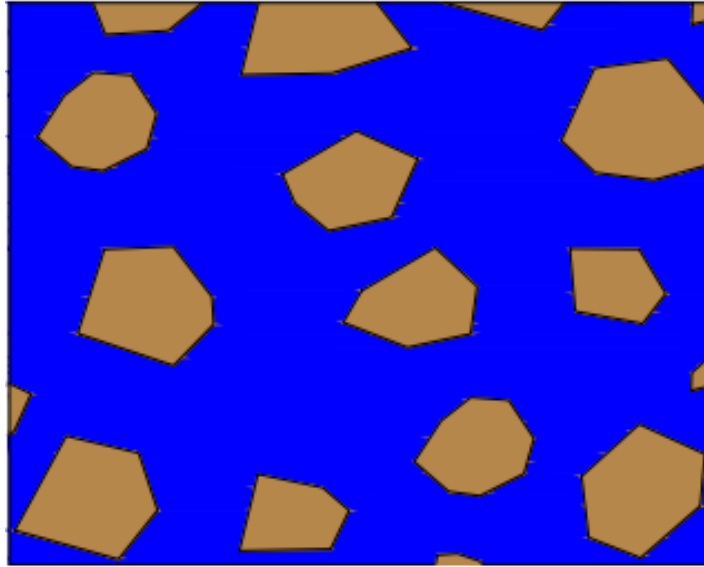


Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Em um solo não saturado a presença de água pode se mostrar positiva, por causa da coesão aparente (sucção) onde a pressão negativa na água dos poros vai atrair as partículas umas contra as outras, aumentando a resistência ao cisalhamento do solo.

Quando as poropressões ocorrem nos solos saturados, a água efetua forças contra as partículas sólidas, empurrando-as e assim preenchendo uma quantidade maior de espaço nesses poros. Como as partículas sólidas são responsáveis por aplicar resistência a tensão de cisalhamento, este evento é desfavorável para estabilidade do talude, pois a água não possui propriedades cisalhantes para resistir aos esforços. Na Figura 19 é possível ver que a água ocupou os espaços entre as partículas sólidas distanciando-as, o que diminui a tensão efetiva do solo.

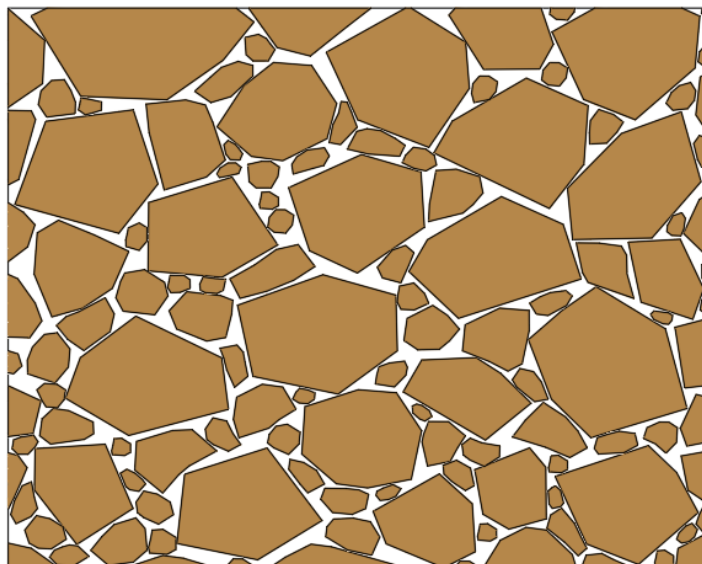
Figura 19 - A água ocupou o espaço do ar entre as partículas sólidas



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Em um solo não saturado compactado as partículas sólidas serão aproximadas e assim irão se encaixar gerando uma estrutura concretizada, causando assim uma maior estabilidade para o talude. Os poros de ar serão reduzidos com a compactação, melhorando a tensão efetiva, como é mostrado na Figura 20.

Figura 20 - Solo compactado

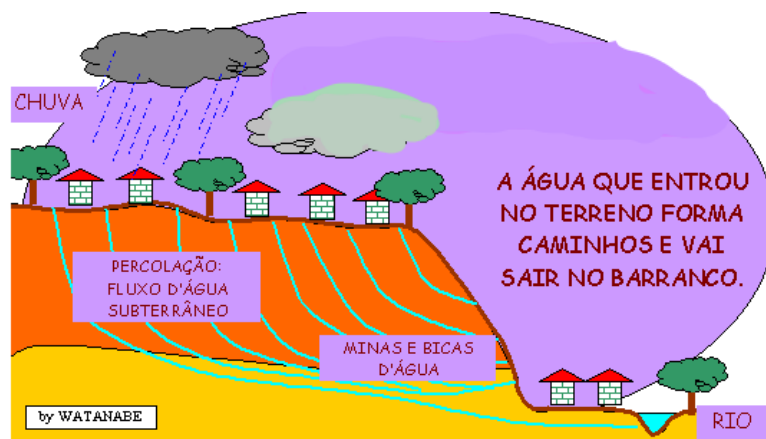


Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Outra influência da água é a percolação, que é o movimento da água no solo e que se inicia com a sua infiltração. Esse processo pode causar erosão devido

ao fluxo causado pela água, prejudicando a sua estabilidade. Na Figura 21 é mostrado o comportamento da percolação da água em um talude.

Figura 21 - Percolação da água em um talude



Fonte: Adaptado de: <https://www.ebanataw.com.br/roberto/percolacao/perc2.htm>. Acesso em: 10 out. 2024.

2.2.5 Vegetação

A vegetação tem um papel importante na estabilidade dos taludes, sendo um fator pertinente na prevenção de escorregamentos de terra. Porém a vegetação também tem pontos negativos em certos casos, podendo ser um agravante de instabilidade no solo.

De acordo com Portocarrero, Andrade, Campos e Fernandes (2006), os modos de influência da vegetação na estabilidade de taludes podem ser agrupados em hidrológicos e mecânicos. Os fatores hidrológicos estão relacionados a intervenção da vegetação no ciclo hidrológica e os fatores mecânicos relacionados a interações físicas entre o sistema radicular, folhagem e o talude.

De aspecto hidrológico as folhagens interceptam as chuvas, ocasionando perdas por evaporação e adsorção, reduzindo a quantidade de água que iria infiltrar no solo, sendo assim considerado um ponto positivo. As folhas, os galhos e as plantas que caem no chão, irão formar uma camada de matéria orgânica, que vai exercer a função de reter a água da chuva. Na Figura 22 pode-se perceber que as gotículas de água foram adsorvidas pela folha, evitando parte da infiltração da água pluvial no solo

Figura 22 - Folhas fazendo adsorção da água da chuva



Fonte: <https://institutosoka-amazonia.org.br/como-as-condicoes-ambientais-impactam-nas-chuvas/>.

Acesso em: 17 out. 2024.

A vegetação por meio de suas raízes cria fendas e rachaduras nos solos, facilitando a infiltração da água, que chega com facilidade nos lençóis freáticos evitando que o solo fique encharcado, mas também pode afetar a coesão do solo. Na Figura 23 é possível analisar as raízes de uma árvore causando intemperismo físico em uma rocha devido à pressão exercida nas laterais da fenda além de proporcionar o intemperismo químico devido a maior infiltração de água em profundidade na rocha.

Figura 23 - Raízes da árvore adentrando entre duas rochas



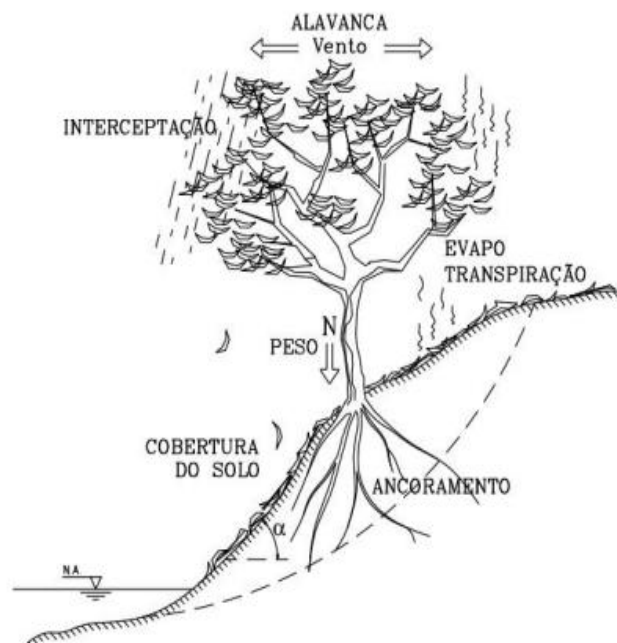
Fonte: Toledo, 2014.

Uma característica benéfica é que as raízes extraem umidade do solo, que é perdida para a atmosfera via transpiração, levando a uma redução das poropressões ou aumento da sucção. A vegetação também pode reduzir a velocidade de escoamento da água da chuva, por servir de obstáculo da água, assim “freando” a enxurrada.

As raízes podem aumentar a resistência ao cisalhamento, devido a compactação do solo e também são capazes de estarem ancoradas em um substrato firme, promovendo sustentação ao manto de solo acima na encosta através de arqueamento e suporte. O peso das árvores tende a aumentar o fator de compactação, mas também pode sobrecarregar a encosta, excedendo o limite da carga da resistência ao cisalhamento.

Segundo Campagnolo *et al.* (2018), também existe o fator alavanca que gera uma situação desfavorável para a estabilidade da encosta. O vento que se encontra com a copa da árvore, causa esforço na base, devido a tendência da árvore rotacionar. Então é importante avaliar o local que a árvore está localizada e o seu porte, pois em terrenos inclinados e árvores de grande porte e pesadas aumentam o fator alavanca. Na Figura 24 tem uma ilustração do fator alavanca, em que o vento se encontra com a copa da árvore, gerando a movimentação da estrutura.

Figura 24 - Efeito alavanca no talude

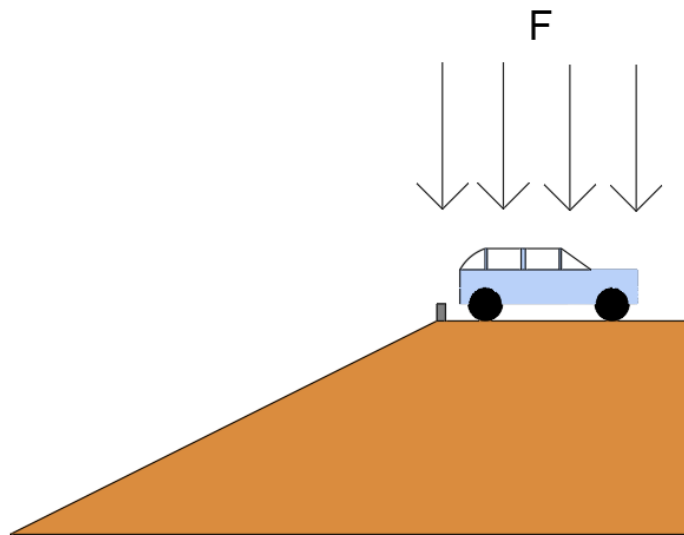


Fonte: Campagnolo *et al.*, 2018.

2.2.6 Sobrecarga

A sobrecarga é um fator influente na estabilidade do talude, devido ao impacto da estabilidade do talude e na propagação de fissuras. Quando uma carga é adicionada sobre o talude, a massa do solo é pressionada, efetuando um acréscimo da tensão de cisalhamento (força cortante). Segundo Gerscovich (2016), caso a resistência ao cisalhamento do material seja ultrapassada pelas tensões cisalhantes do solo, irá ser provocado a movimentação de massa. Na Figura 25 é possível ver um veículo no topo de um talude causando uma carga sobre o solo.

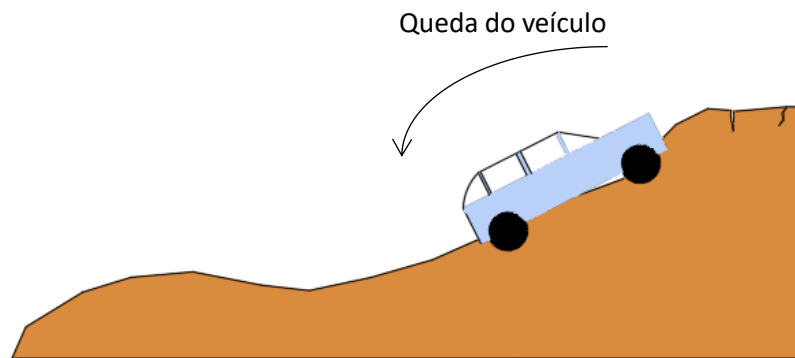
Figura 25 - Veículo no topo do talude



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

De acordo com Soeck (2021), a tensão excessiva no solo pode gerar fissuras no terreno, que podem segundo Gerscovich (2016), ser preenchidas por água, levando a gerar esforços adicionais no talude. Caso esses esforços acumulados excedam o quanto o talude pode suportar, irá acontecer a ruptura do solo, como mostrado na Figura 26.

Figura 26 - Movimento de massa causado pelo sobrepeso do veículo



Fonte: Arquivo próprio, 2024.

2.3 Sinais de instabilidade

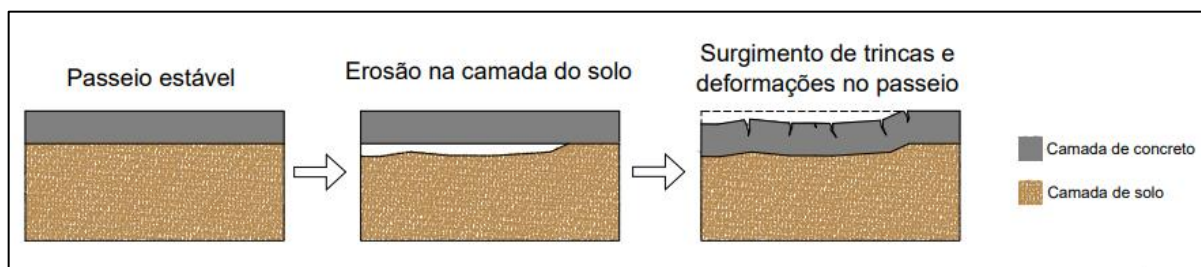
Os sinais de instabilidade são causados pelos condicionantes e agentes deflagradores e eles são os sintomas da instabilidade do talude, então análise adequada e antecipada desses fatores podem evitar movimento de massa no futuro.

As trincas no solo são um dos sinais mais comuns na instabilidade nos taludes e segundo Soeckki (2021), o surgimento de fissuras podem ser o resultado de diversos fatores no solo, como:

- a composição do solo pode causar trincas por causa das propriedades expansivas de alguns tipos de solo quando retém água, que após ressecamento do solo irá acontecer uma retração volumétrica;
- o teor de umidade pode causar trincas em razão da perda de resistência.
- a compactação no solo pode causar variação volumétrica devido ao ressecamento. Isto acontece caso o processo seja feito com uma quantidade maior de água do que de partículas sólidas, proporcionando maior espaçamento entre os grãos;
- a sucção pode causar fissuras nos locais que ocorreram perdas de água, que em sua maioria é na superfície;
- quando as forças de tensão ultrapassam à resistência a tração do solo ocorrem as fissuras;
- a extração de água das raízes da vegetação aumenta o ressecamento, mas a vegetação também pode impedir a radiação solar diretamente no solo, diminuindo a evaporação da água presente.

As trincas também podem surgir em passeios e ruas pavimentadas, sendo comum que ocorram deformações no local. Isso é capaz de acontecer devido à erosão do solo abaixo da camada de concreto, que é responsável por sua sustentação. Com a retirada de parte dessa base, o concreto tende a ficar instável, ocasionando no surgimento de trincas e deformações. Na Figura 27 é mostrado esse processo onde primeiramente o passeio está estável, depois acontece a erosão no solo e em seguida passeio fica instável e assim aparece trincas e ocorre o rebaixamento no concreto.

Figura 27 - Processo de trincas e deformação do passeio



Fonte: Arquivo próprio, 2024.

Outro sinal relevante para a análise de movimento de massa, é a inclinação de estruturas rígidas como árvores, postes e muros. Esse fato acontece porque o solo das raízes se move lentamente, causando assim essa inclinação.

A erosão também é um dos principais sinais de problemas nos taludes, sendo um processo de remoção e transporte dos materiais sólidos do solo. De acordo Oliveira, Santos e Araujo (2018), a erosão fluvial ocorre quando a ação dos rios causa desgastes nas margens e no fundo do canal e move o material ao longo do leito. Na Figura 28 é mostrado uma erosão na margem de um rio em Pimenteiras do Oeste-RO.

Figura 28 - Avenida afetada por erosão em margem de rio



Fonte: <https://g1.globo.com/ro/rondonia/noticia/2013/11/erosao-em-margem-de-rio-atinge-avenida-em-pimenteiras-do-oeste-ro.html>. Acesso em: 12 out. 2024.

A erosão marítima é causada pelas ondas, correntes e marés. Nos costões rochosos são formadas as falésias e nas praias arenosas pode ser causado o recuo da mesma, ocorrendo o transporte de sedimento. Na Figura 29 é apresentado a consequência da erosão marítima, onde uma residência foi afetada pela redução da faixa de areia em Natal-RN.

Figura 29 - Erosão marítima em Natal - RN



Fonte: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-46783072>. Acesso em: 8 out. 2024.

Erosão pluvial acontece devido à água da chuva, se iniciando com as gotas da precipitação que atingem a superfície do solo podendo provocar o salpicamento de partículas. Esse processo é a movimentação das partículas sólidas e consequentemente a sua disposição, a partir da força de impacto das gotas da chuva. Depois com a infiltração da água no solo, acontece o escoamento superficial, sendo o movimento da água sobre a superfície, que caso seja concentrado, pode levar à formação de ravinas e voçorocas.

Erosão eólica é causada pelo vento e é a retirada superficial de fragmentos mais finos. É o desgaste físico das rochas através, principalmente, do impacto e/ou atrito de partículas transportadas pelo vento.

Por decorrência dos processos de erosão, existe o surgimento de sinais de abertura no solo, com profundidades diferentes, sendo eles: sulcos, ravinas e voçorocas. De acordo com Vieira (2008), os sulcos são fissuras no solo de até 50 cm de profundidade, oriundos dos esforços da água e da gravidade, já as ravinas são a evolução dos sulcos com profundidade entre 0,50 m e 1,5 m e as voçorocas apresentam tamanho maior que 1,5 m com largura superior a 3 m, além de estar relacionada à queda de blocos das encostas. Na Figura 30 é mostrado um exemplo de ravinas causada pela erosão.

Figura 30 - Ravina formação por causa da erosão



Fonte: Coutinho; Cunha; Oliveira, 2009.

2.4 Identificação e análise de risco

É necessário analisar os fatores condicionantes, agentes deflagradores e sinais de instabilidade para classificação o grau de risco do local, segundo Pereira (2017). Ao visitar o local, será registrado as características e em seguida analisado os seguintes pontos críticos para a ocorrência de movimentação de massa, adaptados pelo Ministério das Cidades (2007):

- padrão construtivo (madeira ou alvenaria): Caso no local de análise tenha estruturas, deve ser considerado o material utilizado na construção. Construções de alvenaria suportam maiores esforços de solicitação e com isso devem ser colocadas em um nível de risco inferior às construções de madeira;
- tipos de taludes: Os taludes naturais tendem a estar em maior equilíbrio, enquanto que os taludes de corte e de aterro são mais propícios a movimentação de massa. Isso ocorre porque os taludes naturais alcançam a estabilidade ao longo de muitos anos se adaptando ao ambiente e os taludes de corte e aterro tem a estabilidade alterada pelas escavações e depósitos de matérias, pela retirada vegetação do local e também há a possibilidade de a encosta ter uma compactação de solo e drenagem de água irregular;
- inclinação dos taludes: Os escorregamentos são influenciados pelas inclinações, sendo possível estipular o risco de acordo com o valor. Na região da Serra do Mar - SP, por exemplo, as movimentações de massa ocorrem em minoria a partir de 17° e em maioria a partir de 25/30°;
- presença de água: a existência de surgências nos taludes e a infiltração de água sobre aterros devem ser tomadas como sinais de maior possibilidade de movimentações;
- sinais de instabilidade: Os sinais a serem procurados no local são trincas no solo, por apresentarem um excesso de carga no local ou perda de resistência do solo. As rachaduras/deformação na rua e meio-fio/passeio danificados, por comprovarem que pode estar ocorrendo uma movimentação do solo, erosão ou escoamento de água superficial intenso. Os postes/muros/árvores/cercas inclinadas por indicarem uma movimentação do solo. Os depósitos de solo no pé da encosta e cicatrizes de deslizamento por corroborarem que aconteceu uma

movimentação de massa no passado. Os degraus de abatimento por indicar sinais avançados de instabilidade encosta, por ser uma fenda produzido pela movimentação vertical do solo. A surgência de água por comprovar que acontece um fluxo de água no talude, podendo interferir em sua estabilidade. Os estalos por serem o som de movimentação do solo no local e por último os sinais de erosão (sulcos, ravinas, voçorocas), devido ao fato do transporte de partículas solidas de o solo afetarem na estabilidade da encosta;

- condicionantes e agentes deflagradores: Os condicionantes e agentes deflagradores a serem analisados é o corte ou aterro no talude, por alterarem a estabilidade da encosta natural. A ausência de cobertura vegetal, por aumentar a possibilidade de erosão. Lixo/entulho por causar uma carga extra no talude, podendo estimular o sobrepeso no local. Lançamento ou vazamento de água /esgoto, concentração de água pluvial na superfície e fossa no terreno, podem provocar erosão e redução da resistência do solo, devido ao comportamento do solo no contato com a água. Solo arenoso por não apresentar uma boa coesão e resistência, sendo assim muito propício a erosão e movimentação de massa. Fluxo intenso de veículos e pessoas no local ou nas proximidades por poder provocar uma sobrecarga no talude.

O Quadro 1 descreve os critérios para a determinação dos graus de risco, segundo o Ministério das Cidades (2007, p.64).

Quadro 1 - Critérios dos graus de risco de movimentação de massa

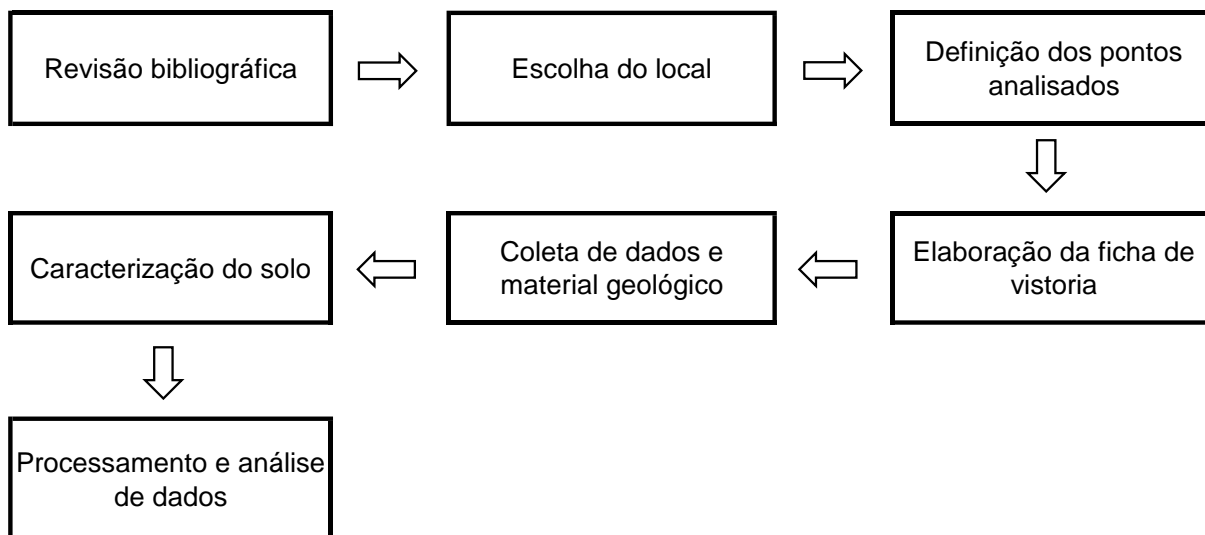
Grau de Probabilidade	Descrição
<p>R1 Baixo ou sem risco</p>	<p>1. os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de baixa ou nenhuma potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos. 2. não se observa(m) sinal/feição/evidência(s) de instabilidade. Não há indícios de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas e de margens de drenagens. 3. mantidas as condições existentes não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período compreendido por uma estação chuvosa normal.</p>
<p>R2 Médio</p>	<p>1. os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de média potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos. 2. observa-se a presença de algum(s) sinal/feição/evidência(s) de instabilidade (encostas e margens de drenagens), porém incipiente(s). Processo de instabilização em estágio inicial de desenvolvimento. 3. mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>
<p>R3 Alto</p>	<p>1. os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos. 2. observa-se a presença de significativo(s) sinal/feição/ evidência(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, etc.). Processo de instabilização em pleno desenvolvimento, ainda sendo possível monitorar a evolução do processo. 3. mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>
<p>R4 Muito Alto</p>	<p>1. os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de muito alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos. 2. os sinais/feições/evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de deslizamento, feições erosivas, proximidade da moradia em relação à margem de córregos, etc.) são expressivas e estão presentes em grande número ou magnitude. Processo de instabilização em avançado estágio de desenvolvimento. É a condição mais crítica, sendo impossível monitorar a evolução do processo, dado seu elevado estágio de desenvolvimento. 3. mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>

Fonte: Ministério das Cidades, 2007.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada encontra-se resumida no Figura 31, onde cada etapa está colocada em ordem.

Figura 31 - Fluxograma da metodologia do trabalho



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

A metodologia adotada foi estudo de caso, sendo analisado o risco de movimento de massa no entorno do IFMG – *Campus* Piumhi. Os locais de interesse foram visitados e analisados profundamente e com isso produzido uma avaliação da condição geotécnica e geológica.

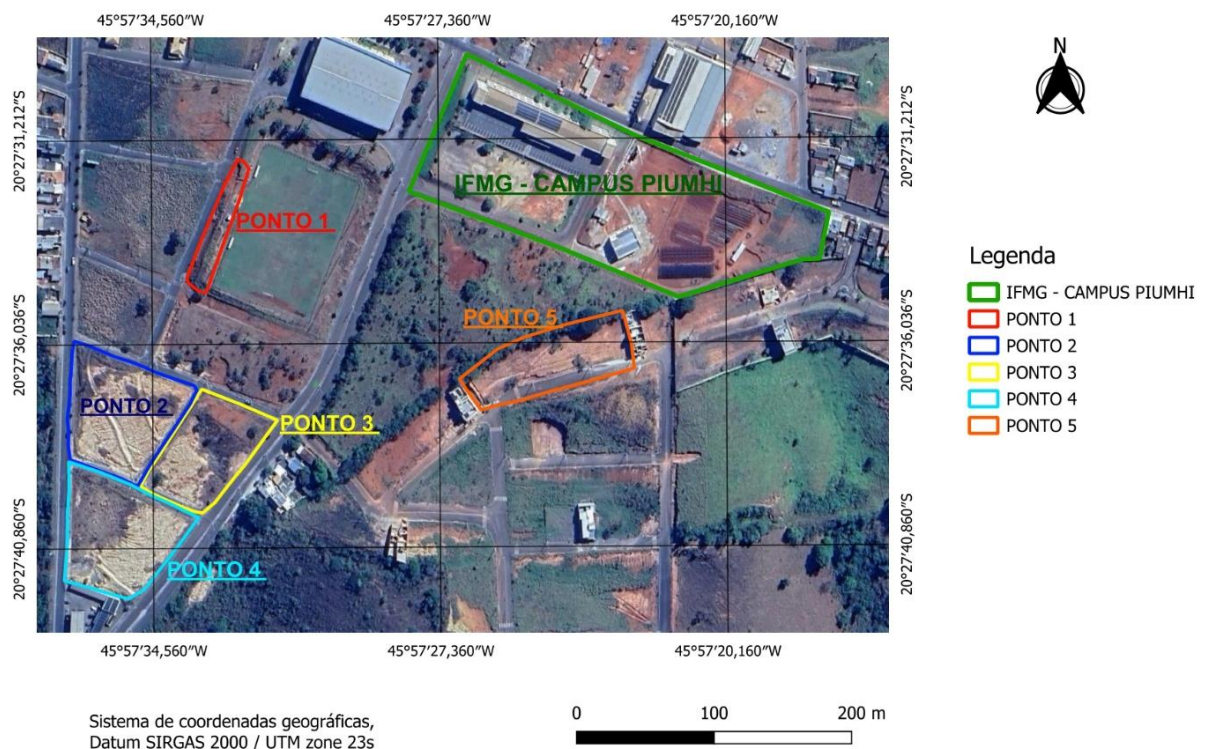
Primeiramente foi feita a revisão bibliográfica, onde foi revisado e sintetizado pesquisas e trabalhos de outros autores sobre movimentos de massa, agentes deflagradores desse evento, análise tátil visual do solo, sinais de instabilidade nos taludes, identificação e análise de risco e grau de risco.

Em seguida foi escolhida como área de estudo o entorno do IFMG – Campus Piumhi, pelo fácil acesso aos locais e relevos com declividades consideráveis. A região estudada fica na cidade de Piumhi-MG, que de acordo o Censo de 2022 possui uma população de 36. 062 habitantes e está situada na região Centro-Oeste de Minas Gerais.

Foram definidos 5 pontos para análise, sendo eles selecionados em função de não ter moradia, não causando incômodo aos moradores, além de também ser

necessário possuírem declividade considerável e sinais de erosão. O Ponto 1 encontra-se localizado na Rua Joaquim Alves Mota, o Ponto 2 encontra-se localizado na Rua Amazonas, o Ponto 3 encontra-se localizado na Avenida José Alvarenga, o Ponto 4 encontra-se localizado na Avenida José Alvarenga e o Ponto 5 se encontra na Rua Olinda Soares Ferreira. Na Figura 32 é possível observar os pontos escolhidos e o IFMG - *Campus* Piumhi com imagens via satélite.

Figura 32 - Os cinco pontos de estudo e o IFMG – *Campus* Piumhi



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Em seguida foi elaborado a ficha de vistoria, sendo direcionada especificamente para analisar terrenos que não possuem construções, porque em uma possível avaliação de terrenos com residências, os moradores poderiam ficar descontentes com o projeto, por acarretar em uma possível desvalorização em seu imóvel. O modelo da ficha foi adaptado do Ministério das Cidades (2007) e de Pereira (2017), tendo os critérios de avaliação do grau de risco de Campos (2011).

Em seguida foi feita a coleta de dados e do material geológico, sendo fotografado os locais de interesse, coletado amostras do solo e feito medições no terreno. As fotografias foram feitas em todos os 5 pontos no entorno do IFMG *Campus* Piumhi, sendo focado nos sinais de instabilidade, condicionantes e agentes

deflagradores relevantes para na análise de risco de movimentações de massa. Foram coletadas 6 amostras para as análises táteis visuais dos solos nos 5 pontos, sendo uma amostra em cada ponto, exceto pelo Ponto 3 que tinha tipos diferentes de solo, sendo necessário duas amostras diferentes. As amostras foram coletadas nos seguintes pontos: Amostra1 no ponto 1, amostra 2 no ponto 2, amostra 3 ponto 3, amostra 4 ponto 3, amostra 5 ponto 4 e amostra 6 ponto 5. Na Figura 33 é mostrado um trena de 50 m e de 5 m, usados nas medições de altura, comprimento e inclinação dos taludes.

Figura 33 - Trena de 50 metros e de 5 metros



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Depois foi realizada a caracterização do local, em que foram levantados os dados do material geológico coletado a partir de análises táteis visuais, fotografias dos pontos e medições do terreno. Por último foi aplicado a avaliação do risco de deslizamento de terra no local. Essa avaliação envolveu a análise dos dados coletados com a ficha produzida e depois foi feita a classificação paramétrica de risco dos pontos.

3.1 Tópicos e parâmetros da ficha de vistoria

A ficha de vistoria está presente no APÊNDICE A e seu modelo é dividido em tópicos que apresentam os dados do local:

- Tópico 1: Contém os dados gerais, com as informações sobre o local, nome da pessoa que está preenchendo e data.
- Tópico 2: Tem a caracterização do local, com informações do tipo e altura do talude e o tipo de vegetação.
- Tópico 3: São os dados sobre a presença de água no local, analisando o nível do sistema de drenagem superficial, a existência de vazamento de tubulação no local e se existe cursos d'água no terreno.
- Tópico 4: São os sinais de instabilidade, sendo iniciado assim a pontuação para a classificação de risco, sendo somado 1 ponto caso haja sinais e 2 pontos caso tenha sinais de instabilidade no terreno. Os itens do tópico são: Trincas no terreno, rachaduras/deformação da rua, degraus de abatimento, estalos, surgência de água, postes/muros/árvores/cercas inclinadas, cicatriz de deslizamento, depósitos de solo no pé da encosta, meio-fio/passeio danificado, sulcos, ravinas, voçorocas. Em seguida é perguntado se já aconteceu algum tipo de movimentação de massa no passado, por ser um parâmetro relevante para a análise.
- Tópico 5: São os condicionantes e agentes deflagradores de risco, sendo somado 1 ponto caso não tenha esse fator no local e somado 2 pontos caso haja a presença desse fator no terreno vistoriado. Estão presentes no tópico: Talude de corte/aterro, a concentração de água pluvial na superfície, lançamento ou vazamentos de água/esgoto, ausência de cobertura vegetal, lixo/entulho no local, fossa no terreno, fluxo intenso de veículos e pessoas no local ou nas proximidades, solo arenoso e curso d'água no terreno.
- Tópico 6: Esse tópico foi adaptado de Campos (2011), onde essa parte seria da relação altura/afastamento, mas como esse trabalho não é focado em residências, aconteceu essa alteração. Nesse ajuste agora é calculado a inclinação, onde segundo o Ministério das Cidades (2007), a maioria dos escorregamentos ocorre a partir de 17° de inclinação e 25°/30° acontece a maioria dos eventos, então para

os pesos dessa ficha foi usado 1 ponto para a inclinação menor que 17°, 2 pontos para 17° a 25° de inclinação e 3 pontos para inclinação maior de 25°.

- Tópico 7: Esse tópico é sobre vulnerabilidade de estruturas próximas do local, onde padrão construtivo de médio a bom, que seria construções de concreto, vale um ponto e padrão construtivo de baixo padrão construtivo, construções de madeira, vale dois pontos. Esse tópico foi adaptado, por causa desse trabalho ser focado em terreno sem construções, então esse tópico se enquadra em estruturas da cidade perto do local de análise, como passarelas, pontes, muros de arrimo e praças.
- Tópico 8: Esses são os fatores atenuantes, sendo fatores benéficos para estabilidade do solo. São eles divididos em: obra sem qualidade atestada, valendo – 1 ponto, obra que minimizou o risco, valendo -2 pontos e obra que eliminou o risco, valendo -3 pontos.
- Tópico 9: Esse tópico fala sobre o fator agravante, sendo usado para somar os fatores de risco. A vulnerabilidade social é relevante foi escolhida, devido ao fato de indivíduos estarem exposta aos riscos de desastres perto do local, com poucas condições de segurança.
- Tópico 10: Esse tópico é a classificação do grau de risco, onde será contabilizado os pontos dos tópicos anteriores.

Os parâmetros para a classificação de risco foram usados da proposta de Campos (2011) para as vistorias de deslizamento de terra da URBEL em Belo Horizonte, sendo mostrado no Quadro 2.

Quadro 2 - Parâmetros para a classificação de risco

Parâmetro	Condição	Peso
Sinais de instabilização	Não tem	+1 ponto
	Tem	+2 pontos
Condicionantes e agentes deflagradores	Não tem	+1 ponto
	Tem	+2 pontos
Inclinação	< 17°	+1 ponto
	≥17° e ≤ 25°	+2 pontos
	> 25°	+3 pontos
Vulnerabilidade	Baixa	+1 ponto
	Alta	+2 pontos
Fator atenuante	Obra sem qualidade atestada	-1 ponto
	Obra que minimizou o risco	-2 pontos
	Obra que eliminou o risco	-3 pontos
Fator agravante	Vulnerabilidade social é relevante	+1 ponto

Fonte: Campos, 2011.

3.2 Análise tátil visual

Para a análise são feitos o teste de sensação ao tato, teste de resistência a seco, teste de plasticidade, teste de desagregação do material submerso, teste de impregnação e teste de dispersão em água. Outras informações vistas no local de coleta também são analisadas, como o tamanho dos grãos do solo e cor. Serão utilizados 6 testes para análise tátil visual foram adaptados de Almeida, Souza, Matos, Santos (2018), Prado (2018) e Teles (2021) e para a classificação deles foi utilizado a ABNT NBR 6484:2020.

O teste de sensação ao tato consiste em esfregar uma porção de solo na mão para sentir sua aspereza. A areia é muito áspera, sendo mais fácil identifica-la quando está úmida, enquanto o solo argiloso quando seco parece pó, tendo uma

textura fofa e quando úmido parece sabão. O silte tem um pouco de aspereza, mas não é acentuada quanto o da areia, podem ser sensíveis ao tato.

O teste de resistência dos solos secos verifica a resistência do solo ao pressionar uma porção do solo seco com os dedos. A argila possui a maior resistência de compressão, em seguida o silte e por último a areia. O solo arenoso possui uma fraca junção de suas partículas sólidas, devido ao baixo índice de coesão, com isso será desagregado com maior facilidade que os outros.

No teste de plasticidade é moldado com as mãos uma esfera e um cilindro com a amostra do solo úmido, sendo observado o comportamento do objeto durante o processo. O solo argiloso é facilmente moldável, enquanto o solo arenoso apresenta dificuldade para a modelagem, sendo desmanchado com facilidade. O solo siltoso exibe uma reação parecida com os anteriores, sendo o intermediário dos dois.

No teste de desagregação do material submerso é colocado um torrão de solo seco em um recipiente, em seguida é posto água nessa vasilha, deixando a amostra ter contato com a água. É observado o comportamento desse solo nessa situação, analisando a sua desagregação. A dissolução da amostra é rápida quando os solos são arenosos e siltosos e lenta quando os solos são argilosos.

O teste de impregnação analisa impregnação do solo na palma da mão quando colocado em uma água corrente. A argila, devido ao solo fino, se impregna com maior facilidade e apresentam dificuldade para sair da mão, sendo necessário uma fricção rigorosa para limpá-la completamente. Os solos mais arenosos são lavados facilmente quando são umedecidos e esfregados na palma da mão. Os siltes necessitam alguma fricção para a limpeza.

O teste de dispersão em água verifica o tempo de sedimentação do solo quando colocado em um recipiente com água. Segundo Teles (2021), pode ser feito um parâmetro com o tempo para descobrir o tipo de solo no recipiente com mais precisão, mas Prado (2018) se baseia em uma observação mais empírica. Será usado no trabalho o método mais empírico, onde será analisado o recipiente depois de 1 minuto e depois de 1 hora. O solo arenoso tem uma sedimentação mais rápida, depois o siltoso e em seguida o argiloso. A argila demora mais tempo para sedimentar no fundo, deixando o recipiente turvo.

Foi escolhido fazer o ensaio tátil visual dos pontos para acrescentar maior precisão na análise do local. Com esses testes é possível descobrir o tipo de

solo analisado, sendo relevante para a quantificação final. As análises foram feitas no laboratório do IFMG - *Campus* Piumhi e também na casa do autor. A coleta no material foi feita em uma com uma profundidade de 0,4 m com o uso de uma enxada e uma pá, como é apresentado na Figura 34.

Figura 34 - Coleta da amostra de solo



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

No Quadro 3 são apresentados os locais das amostras, a forma e profundidade da coleta e o material utilizado.

Quadro 3 - Dados sobre as amostras

Amostra	Local	Ponto	Forma de coleta	Profundidade de coleta	Equipamento utilizado
1	Rua Joaquim Alves Mota, Bairro Novo Tempo - Piumhi/MG	1	Escavação manual	0,4 m	Enxada e pá
2	Rua Amazonas, Bairro Novo Tempo - Piumhi/MG	2	Escavação manual	0,4 m	Enxada e pá
3	Avenida José Alvarenga, Bairro Novo Tempo - Piumhi/MG	3	Escavação manual	0,4 m	Enxada e pá
4	Avenida José Alvarenga, Bairro Novo Tempo - Piumhi/MG	3	Escavação manual	0,4 m	Enxada e pá
5	Avenida José Alvarenga, Bairro Novo Tempo - Piumhi/MG	4	Escavação manual	0,4 m	Enxada e pá
6	Rua Olinda Soares Ferreira, Bairro Novo Tempo - Piumhi/MG	5	Escavação manual	0,4 m	Enxada e pá

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

4 RESULTADO

4.1 Ponto 1

O Ponto 1 está na Rua Joaquim Alves Mota, no bairro Novo Tempo em Piumhi - MG, ao lado do campo de futebol do Poliesportivo, onde há desnível do campo para a rua. Na Figura 35 é possível ver onde está localizado o Ponto 1.

Figura 35 - Ponto 1 no mapa



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

O Ponto 1 apresenta grande inclinação, causada pela execução do corte do talude para a pavimentação da rua. O local em grande parte não possui vegetação, mas em alguns locais tem capim e arbustos espalhados. Na Figura 36 é possível ver o talude com inclinação no Ponto 1.

Figura 36 - Talude do Ponto 1



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

No Ponto 1 existe dois planos inclinados no talude, onde o primeiro plano (da base até o meio) não tem vegetação baixa e possui alguns arbustos e o segundo plano (do meio até o topo) apresenta pouca grama. Na Figura 37 é mostrado o primeiro plano inclinado com a seta vermelha e o segundo plano inclinado com a seta amarela.

Figura 37 - Os dois planos inclinados do talude do Ponto 1

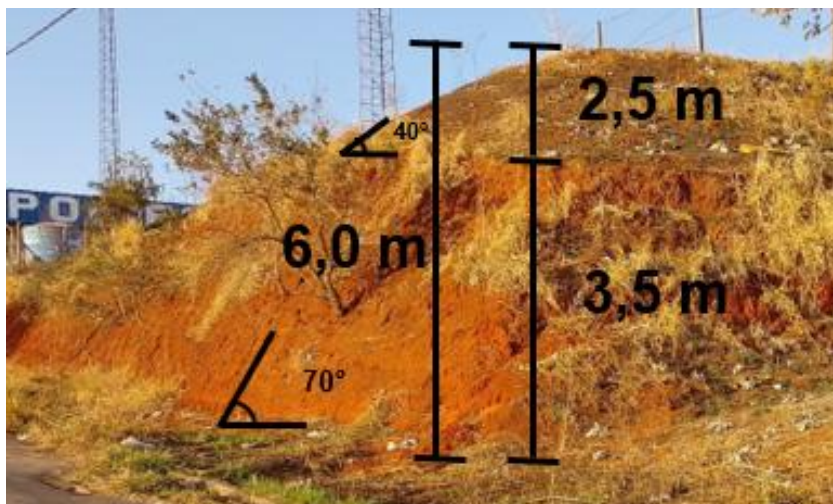


Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

O primeiro plano inclinado tem uma inclinação de 70° e uma altura de 3,5 m no trecho mais alto e acentuado. Já o segundo plano inclinado possui uma

inclinação de 40° e uma altura de 2,5 m, com isso a altura total do maior desnível do Ponto 1 é de 6,0 metros, como é visto na Figura 38.

Figura 38 - Talude do Ponto 1 com as indicações de altura e inclinação



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

No talude mais inclinado é possível ver trincas no solo, decorrentes de erosão, sendo um sinal de instabilidade no local. Na Figura 39 é mostrado as trincas na encosta e na Figura 40 é exibido uma medição de 6,0 cm de largura da trinca.

Figura 39 - Solo apresentando trincas na inclinação forte



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Figura 40 - Tamanho da trinca do talude do Ponto 1



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

No local não há nenhum equipamento de drenagem superficial, não há sinais de trincas no meio fio e na rua e de surgência de água. Na Figura 41 é possível observar um arbusto inclinado, que mostra um sinal de provável movimentação de solo no futuro.

Figura 41 - Árvore inclinada no talude



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Na parte baixa do Ponto 1, perto da entrada do campo de futebol do Poliesportivo, existe depósitos de solo no pé da encosta, mostrando que aconteceu um movimento de terra no local. Na Figura 42 é apresentado sinais de movimento de terra no Ponto 1.

Figura 42 - Depósitos de solo no pé do talude



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

4.1.1 Análise tátil visual da Amostra 1 do Ponto 1

Na Figura 43 são apresentados os testes das análises táteis visuais da Amostra 1, com a Figura 43.a sendo o solo no recipiente, a Figura 43.b é o teste de sensação ao tato, a Figura 43.c é o teste de resistência dos solos secos, a Figura 43.d é o teste de plasticidade com uma esfera, a Figura 43.e é o teste de plasticidade com um cilindro, a Figura 43.f é o teste de desagregação do material submerso, a Figura 43.g é o teste de impregnação, a Figura 43.h é o teste de dispersão após 1 minuto e a Figura 43.i é o teste de dispersão após 1 hora.

Figura 43 - Análise tátil visual da Amostra 1



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Foi observado que o solo possui uma coloração vermelha e uma granulometria fina, não sendo possível ver sem auxílio de instrumentos. Ao esfregar com os dedos um pouco do solo seco e foi possível perceber que o solo possui uma textura fofa. Em seguida foi misturado com um pouco de água nesse solo e esfregado novamente com os dedos e não foi constatado nenhum grão de areia, por não ter sensação de aspereza. Na Figura 43.b é mostrado o teste de sensação de tato, onde também foi percebido que os dedos ficaram com uma coloração bastante avermelhada e no processo de lavagem foi difícil retirar a cor nos dedos.

Em seguida foi feito o teste de resistência dos solos secos, pressionando um torrão do solo com os dedos para ser analisado a sua resistência. Como é possível ver na Figura 43.c, o torrão da amostra se mostrou rígido aos esforços. No teste de plasticidade foi feito uma esfera com o solo e água e foi percebido que foi fácil de ser feito, apresentando uma plasticidade boa, sendo mostrado na Figura 43.d. Depois foi feito um cilindro misturando o solo com água e foi constatado novamente que o solo possui uma boa plasticidade, como é visto na Figura 43.e.

No teste de desagregação do material submerso, ao ser colocado água no recipiente com um torrão do solo seco, percebeu-se que o solo absorveu água e continuou estável, como é mostrado na Figura 43.f. No teste de impregnação, ao colocar a palma da mão com o solo em um fluxo de água da torneira, foi observado que possui uma impregnação forte, como é visto na Figura 43.g.

No teste de dispersão em água foi colocado o solo em um recipiente, depois inserido água e em seguida misturado. Após 1 minuto, o recipiente ainda se mostrava bastante turvo, como é mostrado na Figura 43.h. Depois de 1 hora parte do recipiente continuava um pouco turvo, demonstrando ter uma sedimentação lenta, sendo possível analisar na Figura 43.i.

Com base nas análises foi produzido o seguinte Quadro 4:

Quadro 4 - Resultado da análise tátil visual da Amostra 1

Análise tátil visual da Amostra 1	
Cor	Vermelho
Granulometria	Fina
Sensação ao tato	Há presença de argila e não apresenta ter areia
Resistência dos solos secos	Boa resistência
Plasticidade	Boa plasticidade
Desagregação do material submerso	Não desagregou
Impregnação	Impregnação forte
Dispersão em água	Sedimentação lenta
Classificação final	Argila vermelha

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

4.1.2 Análise do Ponto 1

- Tipo do talude: Talude corte;
- Altura total: 6,0 m;
- Inclinação máxima: 70°;
- Com os testes feitos, foi estipulado que a Amostra 1 é um solo argiloso vermelho;
- Sinais de instabilidade: Trincas no terreno, árvores inclinadas, depósitos de solo no pé da encosta;
- Condicionantes e agentes deflagradores: Talude de corte/aterro, ausência de cobertura vegetal;
- Inclinação: Maior que 25°;
- Soma total: 7 pontos;
- Nível de risco: Alto;
- Ficha do Ponto 1 presente no APÊNDICE B.

4.2 Ponto 2

No Ponto 2 está na Rua Amazonas, uma rua movimentada da cidade, no bairro Novo Tempo em Piumhi-MG. Na Figura 44 é apresentado o Ponto 2, sendo possível observar pouca vegetação no local e também sinais fortes de erosão.

Figura 44 - Ponto 2 no mapa



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

O Ponto 2 apresenta um talude de corte com diversos planos inclinados, devido ao processo de terraceamento, onde foi feito valetas no terreno para minimizar a velocidade de escoamento da água. A inclinação mais acentuada é de 50° e a altura do ponto mais baixo até o mais alto é de 12 metros. Na Figura 45 é possível ver o talude do Ponto 2, onde há a presença de sulcos no solo e na Figura 46 é mostrado as inclinações dos taludes.

Figura 45 - Talude do Ponto 2



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Figura 46 - Planos inclinados do Ponto 2



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

No terreno há sulcos e ravinas, provenientes do escoamento superficial da água da chuva e também há trincas, evidenciando a instabilidade do terreno. Na Figura 47 é possível ver trincas e sulcos no meio do talude, na Figura 48 é mostrado uma ravina no meio do talude e na Figura 49 é apresentado essa mesma ravina durante uma precipitação, onde se acumulou água. Essa concentração de água pode gerar sobrepeso no local, além de prejudicar a tensão efetiva do talude, devido a ações da poropressão.

Figura 47 - Solo com sulcos e trincas



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Figura 48 - Ravina no Ponto 2



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Figura 49 - Ravina no Ponto 2 durante uma chuva



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

No Ponto 2 existe um bueiro, mas como há sinais de passagem e concentração de água dentro do terreno, se conclui que esse sistema de drenagem não está sendo efetivo. Na Figura 50 é mostrado a boca do bueiro e pode-se ver que há trincas ao redor, além de haver tubulações expostas no local, como é apresentado na Figura 51.

Figura 50 - Bueiro do Ponto 2



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Figura 51 - Sistema de drenagem do Ponto 2



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Existe muitas rachaduras na rua, como é mostrado na Figura 52 e foi constatado que há trincas de 2,5 cm de largura, sendo é possível ver na Figura 53. A erosão no local provoca o transporte dos materiais que sustentam o revestimento asfáltico, causando trincas e rebaixamento no pavimento. As trincas também causam maior infiltração de água no local, então em uma situação de precipitação alta a instabilidade do solo no Ponto 2 é aumentada. Caso um veículo de grande porte transite nessa rua pode haver um colapso no solo.

Figura 52 - Rachadura na rua



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Figura 53 - Medição da rachadura na rua



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Também foi constatado durante a visita, um rebaixamento na Rua Amazonas, demonstrando um sinal relevante de risco de deslizamento. Na Figura 54 é apresentado a mesma rua com muitas rachaduras e um desnível destacado pela seta vermelha e na Figura 55 é exibido um recalque no pavimento perto do topo do Ponto 2.

Figura 54 - Rebaixamento do pedaço da rua



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Figura 55 - Rebaixamento do pedaço da rua



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Na Figura 56 é possível locais de concentração de água pluvial na superfície, que tendem a se acumular na chuva. Na Figura 57 é apresentado um pedaço da rua e o meio-fio danificados, indicando uma erosão na região.

Figura 56 - Local de concentração de água pluvial na superfície



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Figura 57 - Trecho da rua do meio-fio destruídos

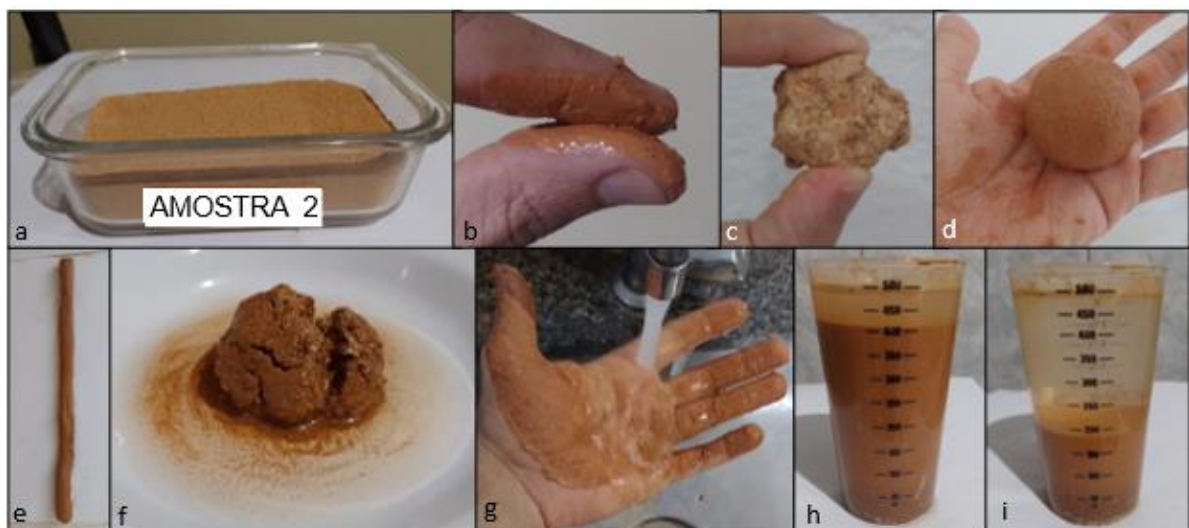


Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

4.2.1 Análise tátil visual da Amostra 2 do Ponto 2

Na Figura 58 são apresentados os testes das análises táteis visuais da Amostra 2, com a Figura 58.a sendo o solo no recipiente, a Figura 58.b é o teste de sensação ao tato, a Figura 58.c é o teste de resistência dos solos secos, a Figura 58.d é o teste de plasticidade com uma esfera, a Figura 58.e é o teste de plasticidade com um cilindro, a Figura 58.f é o teste de desagregação do material submerso, a Figura 58.g é o teste de impregnação, a Figura 58.h é o teste de dispersão após 1 minuto e a Figura 58.i é o teste de dispersão após 1 hora.

Figura 58 - Análise tátil visual da Amostra 2



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Foi constatado que o solo da Amostra 2 possui uma coloração amarela, como é mostrado na Figura 58.a e foi possível observar alguns grãos de areia, por ter uma granulometria grossa. Com o teste de sensação ao tato foi percebido que o solo é um pouco áspero. Ao misturar com um pouco de água nesse solo e esfregado novamente com os dedos e foi percebido alguns grãos de areia, como é mostrado na Figura 58.b.

Foi pego um torrão seco do solo da Amostra 2 e pressionado com os dedos para ser analisado a sua resistência. Na Figura 58.c apresentado que o torrão do solo continuou resistente ao teste.

Foi feito uma esfera com o solo misturado com água e foi percebido que tem uma boa plasticidade, como é mostrado na Figura 58.d. Depois foi feito um cilindro misturando o solo com água e foi analisado novamente que o solo apresenta ter uma boa plasticidade, como é visto na Figura 58.e.

No teste de desagregação do material submerso, foi colocado água no recipiente, o solo absorveu água e depois de alguns minutos se desmanchou como é visto na Figura 58.f. No próximo teste, foi colocado na palma da mão com o solo da Amostra 2 em um fluxo de água da torneira e foi constatado que o solo possui uma impregnação média, como é visto na Figura 58.g.

No teste de dispersão em água foi colocado o solo em um recipiente, depois inserido água e assim criando uma mistura. Após 1 minuto, já estava acontecendo uma sedimentação considerável, sendo possível analisar na Figura 58.h. Depois de 1 hora, o solo já estava sedimentado no fundo do recipiente, demonstrando ter uma sedimentação rápida, sendo possível analisar na Figura 58.i.

Com base nas análises foi produzido o seguinte Quadro 5:

Quadro 5 - Resultado da análise tátil visual da Amostra 2

Análise tátil visual da Amostra 2	
Cor	Amarelo
Granulometria	Há presença de um pouco de areia
Sensação ao tato	Há presença de um pouco de areia
Resistência dos solos secos	Boa resistência
Plasticidade	Boa plasticidade
Desagregação do material submerso	Desagregou
Impregnação	Impregnação média
Dispersão em água	Sedimentação rápida
Classificação final	Silte-arenoso amarelo

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

4.2.2 Análise do Ponto 2

- Tipo do talude: Talude de corte;
- Altura total: 12,0 m;
- Inclinação máxima: 50°;
- Com os testes feitos, foi estipulado que a Amostra 2 é um solo siltoso-arenoso amarelo;
- Sinais de instabilidade: Trincas no terreno, sulcos, ravinas, rachaduras e deformações da rua, meio-fio danificado;
- Condicionantes e agentes deflagradores: Ausência de cobertura vegetal, concentração de água pluvial na superfície, solo arenoso, talude de corte/aterro, fluxo intenso de veículos e pessoas no local ou nas proximidades;
- Inclinação: Maior que 25°;
- Soma total: 7 pontos;
- Nível de risco: Alto;
- Ficha do Ponto 2 presente no APÊNDICE C.

4.3 Ponto 3

O Ponto 3 fica na Avenida José Alvarenga e apresenta diferentes tipos de solo, onde no sentido nordeste no terreno o solo é avermelhado e no sentido sudoeste o solo é amarelado, como pode ser vista na Figura 59.

Figura 59 - Ponto 3 no mapa



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

No Ponto 3 existe um desnível de 10 metros do ponto mais baixo até o mais alto, tendo uma inclinação de 20°. Na Figura 60 é possível ver que a erosão no solo deixou o bueiro e a tubulação expostos e medindo essa fenda foi constatado que a sua profundidade é de 1,3 metros, sendo enquadrada como ravina, como mostra na Figura 61.

Figura 60 - Solo avermelhado do Ponto 3



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Figura 61 - Ravina do Ponto 3



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

No terreno tem duas árvores inclinadas, sendo a primeira apresentada na Figura 62 e a segunda na Figura 63, que está quase caindo. Como as árvores estão ancoradas em um solo profundo, em um local de risco de deslizamento a camada de cima do solo se desloca e assim o tronco da árvore se inclina, demonstrando sinais de rastejo no local.

Figura 62 - Árvore inclinada no Ponto 3



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Figura 63 - Árvore inclinada no meio do Ponto 3



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

O local do Ponto 3 fica próximo de um local movimentado, podendo agravar a estabilidade do local, devido a sobrepeso do fluxo de veículos. Na Figura 64 é exibido sulcos no chão, comprovando que acontece erosão por causa de passagem de água da chuva.

Figura 64 - Sulcos no Ponto 3



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Na Figura 65 é mostrado um recalque na rua, demonstrando um sinal de instabilidade do solo no local. Esse desnível na rua pode ser intensificado pela passagem de veículos na região. Também foi constatado na visita que tem entulho em alguns locais, sendo considerado um condicionante para o acontecimento de deslizamentos, sendo possível ver na Figura 66.

Figura 65 - Recalque na rua



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Figura 66 - Entulho no Ponto 3



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

4.3.1 Análise tátil visual da Amostra 3 do Ponto 3

Na Figura 67 são apresentados os testes das análises táteis visuais da Amostra 3, com a Figura 67.a sendo o solo no recipiente, a Figura 67.b é o teste de sensação ao tato, a Figura 67.c é o teste de resistência dos solos secos, a Figura 67.d é o teste de plasticidade com uma esfera, a Figura 67.e é o teste de plasticidade com um cilindro, a Figura 67.f é o teste de desagregação do material submerso, a Figura 67.g é o teste de impregnação, a Figura 67.h é o teste de dispersão após 1 minuto e a Figura 67.i é o teste de dispersão após 1 hora.

Figura 67 - Análise tátil visual da Amostra 3



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

O solo da Amostra 3 tem uma cor vermelha, possível de ver na Figura 67.a e tem uma granulometria fina, não sendo possível ver sem o auxílio de equipamentos. Ao ser esfregado nos dedos um pouco do solo seco, foi percebido que o solo possui uma textura fofa. Em seguida foi misturado com um pouco de água nesse solo e esfregado novamente com os dedos, e não foi sentido nenhum grão de areia, como é mostrado na Figura 67.b.

Depois foi pego um torrão seco do solo da Amostra 3 e pressionado com os dedos para ser analisado a sua resistência. Como é possível ver na Figura 67.c, o torrão da amostra continuou intrigo aos esforços.

No teste de plasticidade foi feita uma esfera com o solo úmido e foi percebido que foi fácil de ser feito, apresentando uma boa plasticidade, como é apresentado na Figura 67.d. Em seguida foi feito um cilindro com o solo molhado e foi percebido que o solo continua com uma boa plasticidade, como é mostrado na Figura 67.e.

Ao colocar água no recipiente com um torrão do solo, percebe-se que o solo absorveu água e mesmo assim continuou estável, como é mostrado na Figura 67.f. inserindo um pouco do solo na palma da mão e colocando abaixo de um fluxo de água, foi constado que possui uma forte impregnação, como é visto na Figura 67.g.

Depois foi colocado o solo da Amostra 3 em um recipiente, depois inserido água e misturado. Após 1 minuto o recipiente ainda se mostrava muito opaco, como é

mostrado na Figura 67.h e depois de 1 hora o solo sedimentou consideravelmente, porém ainda estava um pouco turvo, sendo possível analisar na Figura 67.i.

Com base nas análises foi produzido o seguinte Quadro 6:

Quadro 6 - Resultado da análise tátil visual da Amostra 3

Análise tátil visual da Amostra 3	
Cor	Vermelho
Granulometria	Fina
Sensação ao tato	Há presença de argila e não apresenta ter areia
Resistência dos solos secos	Boa resistência
Plasticidade	Boa plasticidade
Desagregação do material submerso	Não desagregou
Impregnação	Impregnação forte
Dispersão em água	Sedimentação lenta
Classificação final	Argila vermelha

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

4.3.2 Análise tátil visual da Amostra 4 do Ponto 3

Na Figura 68 são apresentados os testes das análises táteis visuais da Amostra 4, com a Figura 68.a sendo o solo no recipiente, a Figura 68.b é o teste de sensação ao tato, a Figura 68.c é o teste de resistência dos solos secos, a Figura 68.d é o teste de plasticidade com uma esfera, a Figura 68.e é o teste de plasticidade com um cilindro, a Figura 68.f é o teste de desagregação do material submerso, a Figura 68.g é o teste de impregnação, a Figura 68.h é o teste de dispersão após 1 minuto e a Figura 68.i é o teste de dispersão após 1 hora.

Figura 68 - Análise tátil visual da Amostra 4



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

O solo da Amostra 4 tem uma cor amarela, como é vista na Figura 68.a e foi visto alguns grãos de areia sem necessidade de equipamentos. Em seguida foi esfregado com os dedos um pouco do solo seco e foi possível perceber que o solo possui uma textura áspera. Em seguida foi misturado com um pouco de água nesse solo e esfregado novamente com os dedos e foi percebido grãos de areia, devido a sua aspereza, sendo mostrado o teste na Figura 68.b.

Foi coletado um torrão seco do solo da Amostra 4 e pressionado com os dedos para ser avaliado a sua resistência. Como é possível ver na Figura 68.c, o torrão do solo se mostrou estável aos esforços. No teste de plasticidade foi feita uma esfera com o solo da amostra misturado com água e foi percebido que foi fácil de ser feito, apresentando uma plasticidade boa, como é possível ver na Figura 68.d. Depois foi feito um cilindro misturando o solo com água e foi concluído novamente que o solo possui uma boa plasticidade, como é visto na Figura 68.e.

Em seguida ao colocar água no recipiente com um torrão do solo, foi percebido que o solo absorveu água e mesmo assim continuou estável, mesmo com um pequeno desmanche, como é mostrado na Figura 68.f. Depois foi inserido um pouco do solo na palma da mão e em seguida colocado abaixo de uma torneira com um fluxo de água, como é visto na Figura 68.g e foi constatado que possui uma impregnação média.

No próximo teste foi colocado o solo da Amostra 4 em um recipiente, depois inserido água e por fim tudo foi misturado. Depois de 1 minuto o solo sedimentou,

como é mostrado na Figura 68.h. Depois de 1 hora o solo ficou abaixo da metade do recipiente, mostrando que apresenta uma sedimentação rápida, sendo possível analisar na Figura 68.i.

Com base nas análises foi produzido o seguinte Quadro 7:

Quadro 7 - Resultado da análise tátil visual da Amostra 4

Análise tátil visual da Amostra 4	
Cor	Amarelo
Granulometria	Há presença de um pouco de areia
Sensação ao tato	Há presença de um pouco de areia
Resistência dos solos secos	Boa resistência
Plasticidade	Boa plasticidade
Desagregação do material submerso	Não desagregou
Impregnação	Impregnação média
Dispersão em água	Sedimentação rápida
Classificação final	Silte-arenoso amarelo

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

4.3.3 Análise do Ponto 3

- Tipo do talude: Talude natural;
- Altura total: 10,0 m;
- Inclinação máxima: 20°;
- Com os testes feitos, foi estipulado que a Amostra 3 é argiloso vermelho e a Amostra 4 é siltoso-arenoso amarelo;
- Sinais de instabilidade: Sulcos, árvores inclinadas, rachaduras e deformação da rua;
- Condicionantes e agentes deflagradores de risco: Ausência de cobertura vegetal, lixo/entulho no local, solo arenoso e fluxo intenso de veículos e pessoas no local ou nas proximidades;
- Inclinação: De 17° a 25°;
- Soma total: 6 pontos;
- Nível de risco: Médio;
- Ficha do Ponto 3 presente no APÊNDICE D.

4.4 Ponto 4

O Ponto 4 está na Avenida José Alvarenga, entre a Rua Amazonas e como pode ser visto na Figura 69, esse terreno possui uma parte da área desmatada e a outra com capim.

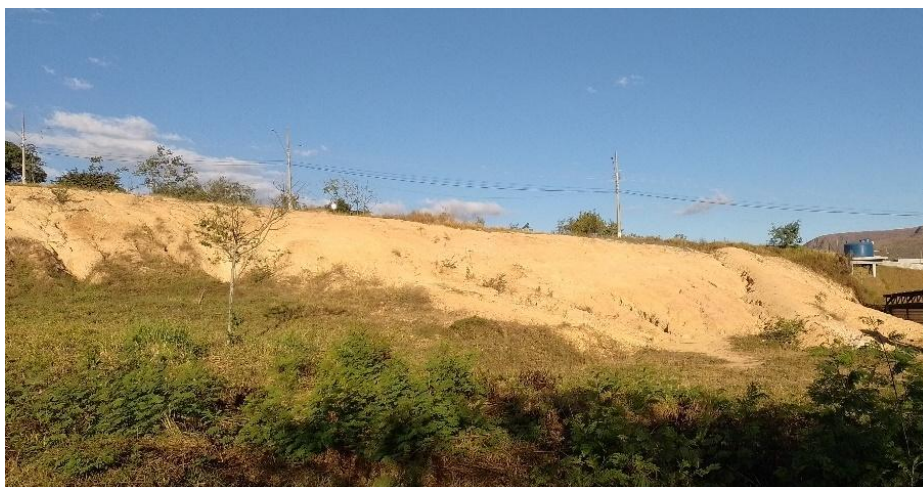
Figura 69 - Ponto 4 no mapa



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Na Figura 70 é apresentado o talude com inclinação acentuada de 40° e com uma altura de 11 metros do ponto mais baixo até o mais alto.

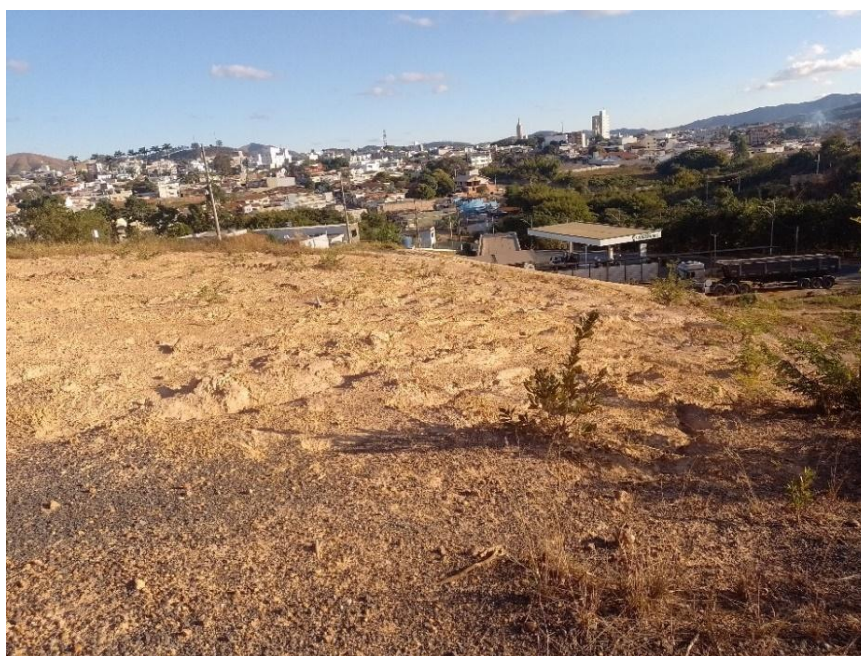
Figura 70 - Talude do Ponto 4



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Há a presença de sulcos no local, indicando o processo de erosão no topo do talude, como pode ser visto na Figura 71 e também tem sinais de erosão no meio da encosta, sendo possível ver na Figura 72.

Figura 71 - Sulcos no topo do talude



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Figura 72 - Sulcos no meio do talude



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Outra questão do Ponto 4 seria as rachaduras e deformações na rua e no passeio, podendo apresentar sinais de erosão no local. Devido ao fluxo da água da chuva que vai em direção ao local mais baixo, parte do solo que sustenta a camada de concreto é transportado para outro local, causando assim a instabilidade do passeio ou da rua, como é mostrado na Figura 73. Isso ainda pode ser agravado pelo movimento constante de veículos que causam vibrações no local.

Figura 73 - Trincas no passeio



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

No topo do Ponto 4 a placa está um pouco inclinada, como é possível ver na Figura 74 e o meio-fio está um pouco danificado, sendo mostrado na Figura 75. Esses acontecimentos podem indicar a movimentação do solo por baixo das estruturas.

Figura 74 - Placa inclina no Ponto 4



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Figura 75 - Meio-fio danificado do Ponto 4

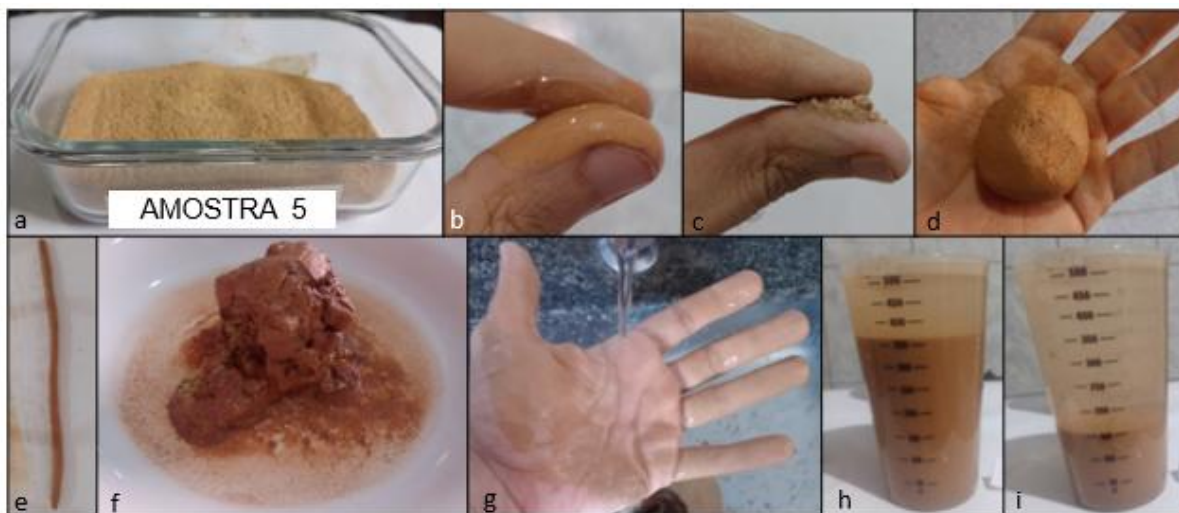


Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

4.4.1 Análise tátil-visual da Amostra 5 do Ponto 4

Na Figura 76 são apresentados os testes das análises táteis visuais da Amostra 5, com a Figura 76.a sendo o solo no recipiente, Figura 76.b é o teste de sensação ao tato, a Figura 76.c é o teste de resistência dos solos secos, a Figura 76.d é o teste de plasticidade com uma esfera, a Figura 76.e é o teste de plasticidade com um cilindro, a Figura 76.f é o teste de desagregação do material submerso, a Figura 76.g é o teste de impregnação, a Figura 76.h é o teste de dispersão após 1 minuto e a Figura 76.i é o teste de dispersão após 1 hora.

Figura 76 - Análise tátil visual da Amostra 5



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Esse solo possui uma cor amarela, sendo mostrado na Figura 76.a e ele também tem alguns grãos de areia. Foi esfregado com os dedos um pouco do solo seco e foi possível perceber que o solo possui uma textura fofa com um pouco de aspereza. Em seguida foi misturado com um pouco de água nesse solo e esfregado novamente com os dedos e foi sentido grãos de areia, como é mostrado na Figura 76.b.

Em seguida foi pego um torrão seco do solo da Amostra 5 e pressionado com os dedos para ser analisado a sua resistência. Como é possível ver na Figura 76.c, o torrão se desfez, cedendo ao esforço. Depois foi feito uma esfera com o solo da amostra misturado com água e foi percebido que foi fácil de ser feito, apresentando uma plasticidade boa, como é mostrado na Figura 76.d. Em seguida foi feito um cilindro misturando o solo com água e foi analisado novamente que o solo possui boa plasticidade, como é visto na Figura 76.e.

Depois foi colocado um pouco de água em um recipiente raso com um torrão de solo e ao se passar de alguns segundos, a amostra se desfez com é mostrado na Figura 76.f. No teste seguinte, foi colocado a palma da mão com o solo da Amostra 5 em um fluxo de água da torneira foi constatado que o solo possui uma impregnação fraca, como é visto na Figura 76.g.

Em seguida foi colocado o solo da Amostra 5 em um recipiente, depois inserido água e em seguida foi misturado. Depois de 1 minuto se observou que já se iniciou uma sedimentação considerável, como é mostrado na Figura 76.h. Depois de 1 hora o solo estava bem abaixo da metade do recipiente, apresentando uma sedimentação rápida, sendo possível analisar na Figura 76.i.

Com base nas análises foi produzido o seguinte Quadro 8:

Quadro 8 - Resultado da análise tátil visual da Amostra 5

Análise tátil visual da Amostra 5	
Cor	Amarelo
Granulometria	Há presença de um pouco de areia
Sensação ao tato	Há presença de um pouco de areia
Resistência dos solos secos	Resistência fraca
Plasticidade	Boa plasticidade
Desagregação do material submerso	Desagregou
Dispersão em água	Sedimentação rápida
Impregnação	Impregnação fraca
Classificação final	Silte-arenoso amarelo

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

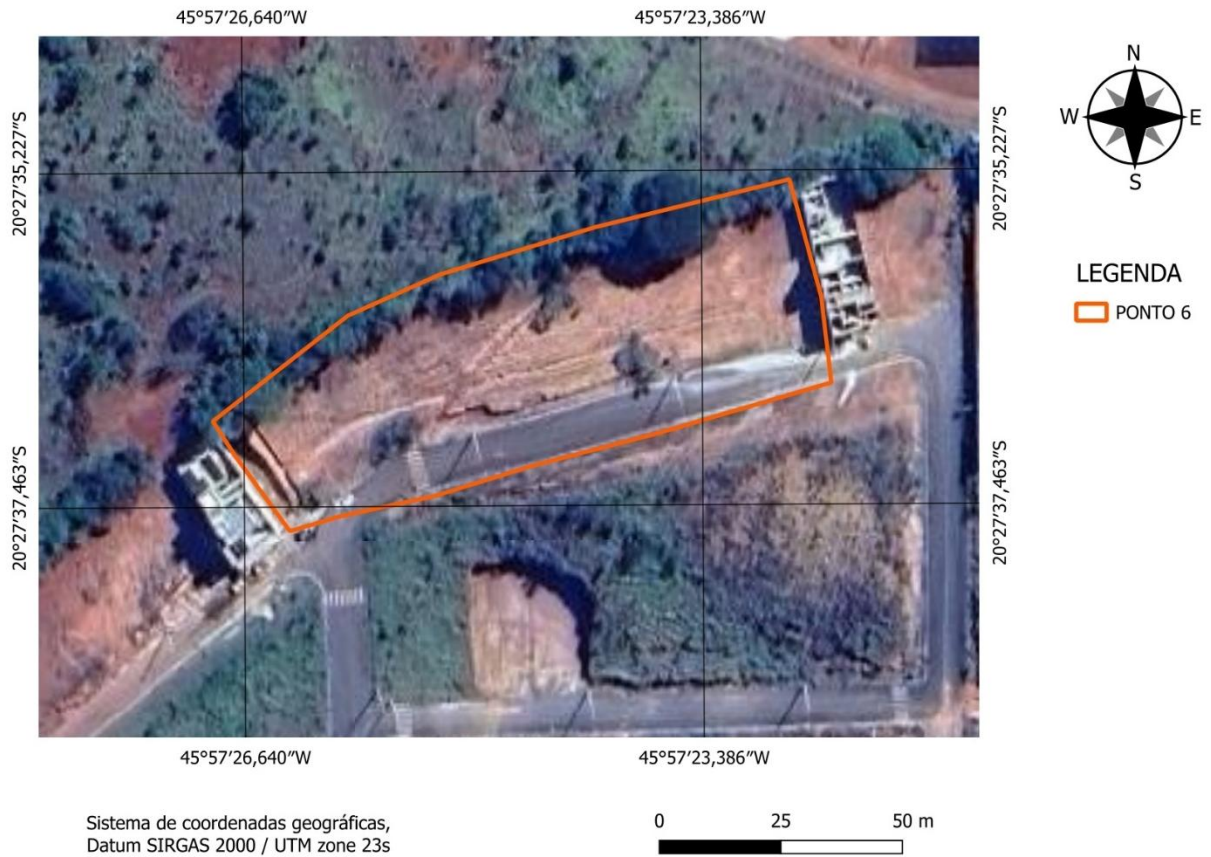
4.4.2 Análise do Ponto 4

- Tipo do talude: Talude natural;
- Altura total: 11,0 m;
- Inclinação máxima: 40°;
- O Solo da Amostra 5 é siltoso-arenoso amarelo;
- Sinais de instabilidade: Sulcos, meio-fio/passeio danificado e placa inclinada;
- Condicionantes e agentes deflagradores de risco: Ausência de cobertura vegetal, Solo arenoso e fluxo intenso de veículos e pessoas no local ou nas proximidades;
- Inclinação: Maior que 25°;
- Soma total: 7 pontos;
- Nível de risco: Alto;
- Ficha do Ponto 4 presente no APÊNDICE E.

4.5 Ponto 5

Esse ponto está na Rua Olinda Soares Ferreira, entre duas casas construídas como é possível ver na Figura 77. A variação de elevação é de 8 m e a inclinação do terreno é de 15° , sendo possível ver o local na Figura 78.

Figura 77 - Ponto 5 no mapa



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Figura 78 - Terreno do Ponto 5



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

No local há muitos sulcos no solo, como é apresentado na Figura 79, decorrentes de uma forte erosão pluvial. Na Figura 80 é mostrado um sulco no solo, com uma largura de 10 cm e profundidade de 40 cm.

Figura 79 - Presença de sulcos no Ponto 5



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Figura 80 - Sulcos no Ponto 5



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Na Figura 81 pode-se ver um desnível no solo e trincas, retratando sinais fortes de erosão no local.

Figura 81 - Desnível e trincas no solo

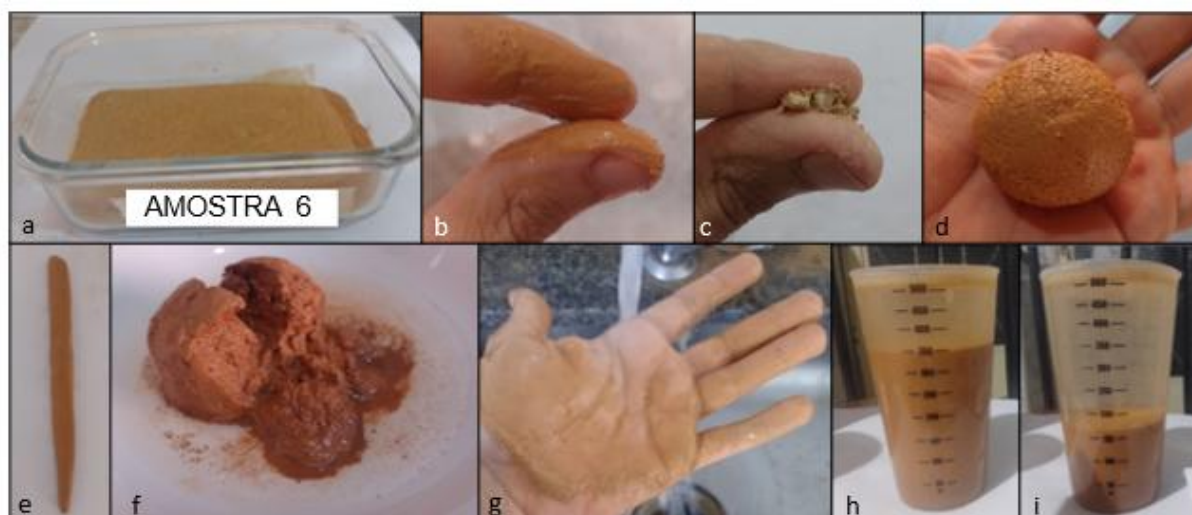


Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

4.5.1 Análise tátil visual da Amostra 6 do Ponto 5

Na Figura 82 são apresentados os testes das análises táteis visuais da Amostra 6, com a Figura 82.a sendo o solo no recipiente, Figura 82.b é o teste de sensação ao tato, a Figura 82.c é o teste de resistência dos solos secos, a Figura 82.d é o teste de plasticidade com uma esfera, a Figura 82.e é o teste de plasticidade com um cilindro, a Figura 82.f é o teste de desagregação do material submerso, a Figura 82.g é o teste de impregnação, a Figura 82.h é o teste de dispersão após 1 minuto e a Figura 82.i é o teste de dispersão após 1 hora.

Figura 82 - Análise tátil visual da Amostra 6



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

O solo da Amostra 6 apresenta um amarela, sendo observado na Figura 82.a e foi possível ver alguns grãos de areia no local de coleta do material. Foi esfregado com os dedos um pouco do solo seco e foi possível perceber que o solo possui uma textura com aspereza. Em seguida foi misturado com um pouco de água nesse solo e esfregado novamente os dedos e foi percebido grãos de areia, como é mostrado na Figura 82.b.

Foi pego um torrão seco do solo da Amostra 6 e pressionado com os dedos para ser analisado a sua resistência e a amostra cedeu ao esforço, se desmanchando, como é possível ver na Figura 82.c. No próximo teste foi feito uma esfera com o solo da amostra misturado com água e foi percebido uma plasticidade média, sendo mais difícil de produzir o objeto em relação as amostras anteriores, como é mostrado na

Figura 82.d. Em seguida foi feito um cilindro misturando o solo com água e foi visto que plasticidade continua sendo mediana, como é visto na Figura 82.e.

Depois foi analisado o comportamento do solo da Amostra 6 em um recipiente raso com água, que depois de alguns segundos, o torrão se desfez com é mostrado na Figura 82.f. Logo depois foi colocado a palma da mão com o solo da Amostra 6 em um fluxo de água da torneira e foi constatado que possui uma impregnação fraca, como é visto na Figura 82.g.

No próximo teste foi colocado o solo em um recipiente, depois inserido água e em seguida foi misturado. Depois de 1 minuto se observou uma sedimentação rápida, como é possível ver na Figura 82.h. Depois de 1 hora o solo ficou abaixo da metade do recipiente, permanecendo no fundo, sendo possível ver na Figura 82.i.

Com base nas análises foi produzido o seguinte Quadro 9:

Quadro 9 - Resultado da análise tátil visual da Amostra 6

Análise tátil visual da Amostra 6	
Cor	Amarelo
Granulometria	Há presença de um pouco de areia
Sensação ao tato	Há presença de um pouco de areia
Resistência dos solos secos	Resistência fraca
Plasticidade	Média plasticidade
Desagregação do material submerso	Desagregou
Dispersão em água	Sedimentação rápida
Impregnação	Impregnação fraca
Classificação final	Silte-arenoso amarelo

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

4.5.2 Análise do Ponto 5

- Tipo do talude: Talude natural;
- Altura total: 8,0 m;
- Inclinação máxima: 15°;
- O solo da Amostra 6 é siltoso-arenoso amarelo;
- Sinais de instabilidade: Sulcos e trincas no terreno;
- Condicionantes e agentes deflagradores de risco: Ausência de cobertura vegetal e solo arenoso;
- Inclinação: Menor que 17°;
- Soma total: 5 pontos;
- Nível de risco: Baixo;
- Ficha do Ponto 5 presente no APÊNDICE F.

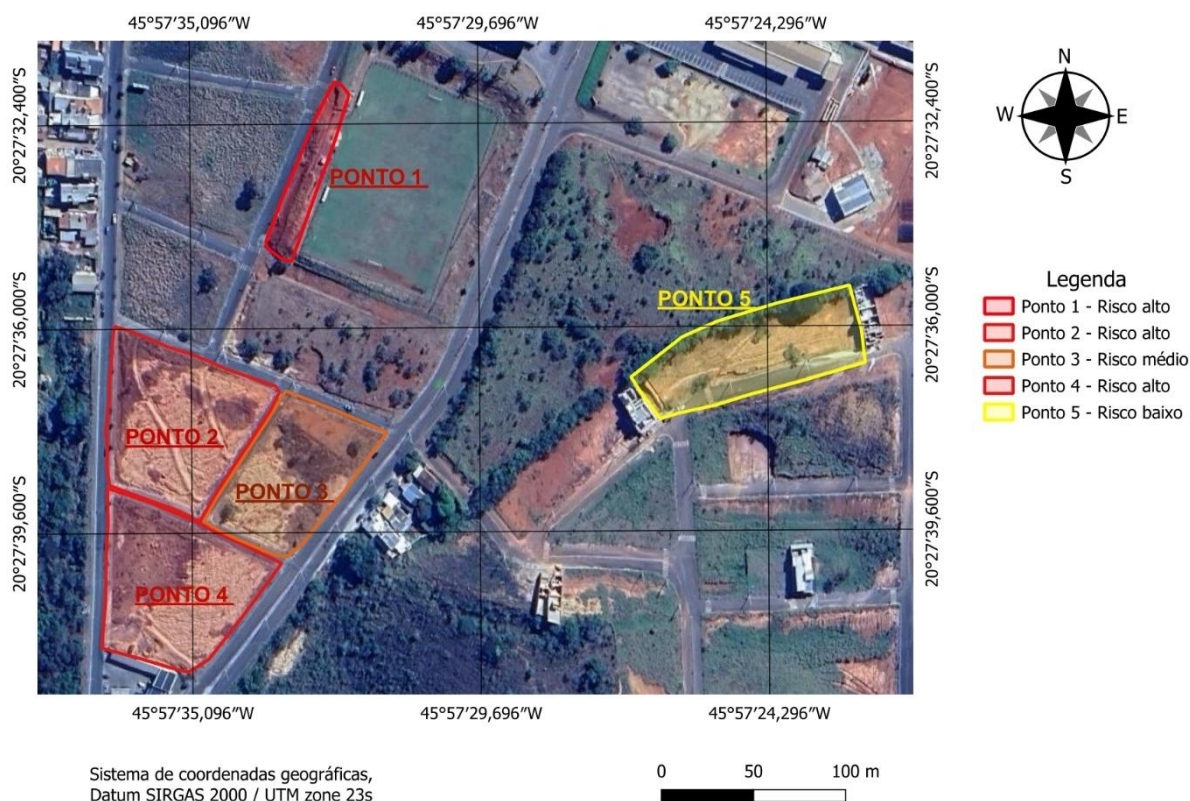
5 CONCLUSÃO

Com a análise de risco de escorregamentos de terra no entorno do IFMG – *Campus Piumhi*, se obteve o seguinte resultado:

- Ponto 1: Risco Alto (R3);
- Ponto 2: Risco Alto (R3);
- Ponto 3: Risco Médio (R2);
- Ponto 4: Risco Alto (R3);
- Ponto 5: Risco Baixo (R1).

Na Figura 83 é mostrado no mapa os pontos analisados e os seus riscos encontrados.

Figura 83 - Resultado das análises dos pontos



Fonte: Arquivo próprio, 2024.

A análise dos resultados mostrou que os lugares com maiores riscos de movimento de massa estão localizados em regiões de alta declividade. O Ponto 1 tem

uma inclinação muito acentuada e os depósitos de solo no pé do talude confirmam que já ocorreu uma movimentação de massa no passado, mas o Ponto 2 apresenta os sinais mais avançados de instabilidade no solo em relação a todos os outros pontos analisados. Isto ocorre devido as trincas, a deformação considerável na rua e os sinais fortes de erosão combinado a um relevo muito inclinado e ao fluxo de veículos próximo do local.

O Ponto 3 e o Ponto 5 apresentam sinais de erosão no terreno, porém devido a inclinação não ser tão alta, então não foram considerados regiões de alto risco, sendo avaliados respectivamente como de risco médio e baixo. O Ponto 4 possui uma inclinação alta e sinais de sulcos no solo e também está próxima a uma rua de tráfego intenso de veículos e pessoas, fazendo que o risco de movimentação de massa aumente.

O uso da ficha de vistoria na análise de terrenos que ainda não possuem construções pode ser importante para evitar possíveis movimentações de massa e auxiliar na verificação da instabilidade do solo. Pode ser usado em locais que futuramente serão áreas residenciais, permitindo que os profissionais da engenharia avaliem o nível de risco do local antes de construir e assim podendo auxiliar na escolha de medidas mitigadoras adequadas para a situação. Dessa forma, pode haver a prevenção contra prejuízos financeiros decorrentes de problemas no solo, além de contribuir para a segurança da região.

Com isso pode-se concluir que a ficha de vistoria pode ser usada como uma ferramenta de mapeamento das áreas de risco de movimento de massa pelos engenheiros civis e pela Defesa Civil, sendo feita verificações periódicas ao longo do tempo, monitorando a evolução dos fatores que causam esse evento nos locais. Com as informações adquiridas, o poder público pode tomar decisões a fim de evitar catástrofes com vidas humanas e perdas econômicas, incluindo o impedimento de habitações próximas aos locais de risco alto de movimento de massa.

REFERÊNCIAS

- AL-HASHEMI, Hamzah M. Beakawi; AL-AMOUDI, Omar S. Baghabra. **A review on the angle of repose of granular materials**. Dhahran, Saudi Arabia: Department of Civil and Environmental Engineering, King Fahd University of Petroleum and Minerals, 2018.
- ALMEIDA, Igor Ferreira de; SOUZA, Gracinete Bastos de; MATOS, Luciana Correia Alcântara; SANTOS, Nadine de Jesus. **Caracterização do material inconsolidado de Feira De Santana (BA) a partir de ensaios tácteis e visuais**. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, XXII Seminário de Iniciação Científica Universidade, 2018, v. 22.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6502**: Solos e rochas – Terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6484**: Solo – Soldagem de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
- BITTENCOURT, Douglas Magalhães Albuquerque. **Estabilidade de taludes GEOTECNIA II, SLIDES 17**. PUC Goiás, 2023. Disponível em: https://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17430/material/PUC_GEOII_17_Estabilidade%20de%20Taludes.pdf. Acesso em: 10 out. 2024.
- BORGES, Caroline; GONÇALVES, Rodrigo. **'Degrau' surge em faixa de areia de Balneário Camboriú 10 meses após alargamento; entenda**. G1 SC e NSC TV, 21 out. 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/2022/10/21/degrau-surge-em-faixa-de-areia-de-balneario-camboriu-10-meses-apos-alargamento-entenda.ghtml>. Acesso em: 10 out. 2024.
- CAMPAGNOLO, Karla; KOBAYAMA, Masato; MAZZALI, Laís Helena; PAIXÃO, Maurício Andrades. **A influência da vegetação na estabilidade de encostas com ênfase em margem de rio**. Porto Alegre: 1º Encontro Nacional de Desastre, 2018.
- CATANHO, Pedro Ananias Gomes; SILVA Emerson Mariano da; GOMES, Davi Teixeira; ALVES, José Maria Brabo. **Alterações Climáticas, Incremento dos Desastres e Necessidades Preventivas**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 35, n. 3, pag. 517-528, 2020.
- CAMPOS, Luciane de Castro. **Proposta de reanálise do risco geológico-geotécnico de escorregamentos em Belo Horizonte - Minas Gerais**. Belo Horizonte: Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Geotecnia e Transportes da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geotecnia e Transportes, 2011.

GABAS, Sandra Gracia; SARKIS, Jorge Eduardo Souza; BOSCOV, Maria Eugenia Gimenez. **Difusão e retenção de metais pesados em barreira mineral de solo laterítico compactado**. ABGE - Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental. Volume 4, nº 2, cap. 9, 2014.

GERSCOVICH, D. M. S. **Estabilidade de taludes**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2016. *E-book*. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 18 jan. 2025.

HIGHLAND, Lynn M.; BOBROWSKY, Peter. **O Manual de Deslizamento – Um Guia para a Compreensão de Deslizamentos**. Tradução de ROGÉRIO, P.R. e Aumond, J.J. Reston, Virginia, U.S. Geological Survey Circular, 2008.

MACEDO, Eduardo Soares de; SANDRE, Lucas Henrique. **Mortes por deslizamentos no Brasil: 1988 a 2022**. Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, v.12, n.1, p.110-117, 2022.

MALLMANN, Daniela. **Deslizamento em obra de supermercado deixa quatro mortos em Belo Horizonte**. CNN Brasil, 17 out. 2023. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/deslizamento-em-obra-de-supermercado-deixa-mortos-em-belo-horizonte/>. Acesso em: 16 out. 2024.

MEHTA, A.; BARKER, G.C. **The dynamics of sand**, Reports on Progress in Physics, Vol. 57, 1994.

MINISTÉRIO DAS CIDADES/INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT – **Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios**. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.

MORIA, Letícia. **Como a erosão afeta 60% do litoral brasileiro e deforma centenas de quilômetros de praia**. BBC News Brasil, 12 jan. 2019. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-46783072>. Acesso em: 8 out. 2024.

OLIVEIRA Felipe Ferreira; SANTOS, Ramon Eduardo Salles dos; ARAUJO, Rodrigo da Cruz de. **Processos erosivos: dinâmica, agentes causadores e fatores condicionantes**. Itapetininga: Revista Brasileira de Iniciação Científica (RBIC), v.5, n.3, pag. 60-83, 2018.

PEREIRA, Nagilla Natasha Tavares. **Proposta de metodologia para mapeamento de risco geológico geotécnico de escorregamentos em João Pessoa – PB**. João Pessoa: Trabalho de conclusão de curso apresentado a Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, 2017.

PORTOCARRERO, Hugo; ANDRADE, Aluísio Granato; CAMPOS, Tácio Mauro Pereira de; FERNANDES, Nelson Ferreira. **Aspectos Hidrológicos e Mecânicos da Vegetação na Estabilidade de Taludes e Encostas Naturais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

PRADO, Danillo Henrique Cangussú. **Comparação entre caracterização dos solos do sudoeste goiano por meio de ensaios laboratoriais e identificação tátil visual.** Jataí: Trabalho de conclusão de curso apresentado a Coordenação do curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás Campus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Engenheiro, 2018.

SANTOS, Álvaro Rodrigues dos. **Enchentes e deslizamentos: causas e soluções: áreas de risco no Brasil.** 2. ed. São Paulo: Pini, 2023.

SOECKI, Karoline. **Fissura em solos: comparação entre solos em diferentes condições de exposição a precipitação e a radiação solar.** Pontal do Paraná: Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia Civil, Campus Avançado de Pontal do Paraná - Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná, 2021.

TEIXEIRA, J.R.T., LEITE, J.Y.P., ARAÚJO, F.S.D. ANGLER - **Um aparato para determinação de ângulo de repouso.** Belo Horizonte - MG: XXVIII Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa, 2019.

TELES, Matheus Viana. **ANÁLISE DA COLAPSIBILIDADE DE SOLOS: ESTUDO DE CASO DE UM ATERRO NO CAMPUS DE RUSSAS - CE DA UFC.** Russas: Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil do Campus de Russas da Universidade Federal do Ceará, 2021.

TOLEDO, Maria Cristina Motta de. **Intemperismo e pedogênese.** São Paulo: USP/UNIVESP/EDUSP, 2014. Disponível:
https://midia.atp.usp.br/impressos/lic/modulo02/geologia_PLC0011/geologia_top07.pdf. Acesso em: 18 nov. 2024.

VIEIRA, Antônio Fábio Sabbá Guimarães. **Desenvolvimento e distribuição de voçorocas em Manaus (AM): principais fatores controladores e impactos urbanos-ambientais.** Florianópolis: Tese de doutorado em Geografia na UFSC, 2008.

APÊNDICE A



IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA FICHA DE VISTORIA

1 – DADOS GERAIS

Nome: _____ Data: ____/____/____
Endereço: _____ Cidade: _____

2 – CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

Talude: () Natural () De corte () De aterro Altura: ____ m
Vegetação: () Arbórea () Rasteira () Desmatada () Cultivo () Sem vegetação

3 – PRESENÇA DE ÁGUA

Sistema de drenagem superficial: () Inexistente () Precário () Satisfatório
Existe vazamento de tubulação: () Água () Esgoto () Não
Cursos d'água na extensão do talude: () Base () Meio () Topo () Não

4 – SINAIS DE INSTABILIZAÇÃO

() Trincas no terreno () Sulcos
() Rachaduras/deformação da rua () Degraus de abatimento
() Meio-fio/passeio danificado () Surgência de água
() Postes/muros/árvores/cercas inclinadas () Ravinas
() Voçorocas () Estalos
() Depósitos de solo no pé da encosta () Cicatriz de deslizamento

Já aconteceu um movimento de massa nesse local no passado? _____

5 – CONDICIONANTES E AGENTES DEFLAGRADORES DE RISCO

() Fluxo intenso de veículos e pessoas no local ou nas proximidades () Talude de corte/aterro
() Ausência de cobertura vegetal () Lixo/entulho no local
() Concentração de água pluvial na superfície () Fossa no terreno
() Lançamento ou vazamentos de água/esgoto () Solo arenoso

6 – INCLINAÇÃO

- Menor que 17° = 1 ponto
- De 17° a 25° = 2 pontos
- Maior que 25° = 3 pontos

7 – VULNERABILIDADE

- Vulnerabilidade baixa - Médio a bom padrão construtivo = 1 ponto
- Vulnerabilidade alta - Baixo padrão construtivo = 2 pontos

8 – FATOR ATENUANTE

- Obra executada de maneira inadequada não sendo possível atestar sua qualidade = - 1 ponto
- Obra que apenas minimizou o risco geológico= - 2 pontos
- Obra que eliminou o risco geológico= - 3 pontos

9 – FATOR AGRAVANTE

- Vulnerabilidade social é relevante = + 1 pontos

10 – CLASSIFICAÇÃO DO GRAU DE RISCO

- Nota: _____ Sinais de instabilidade (+0 a +2 pontos)
_____ Condicionantes e agentes potencializadores (+0 a +2 pontos)
_____ Inclinação (+0 a +3 pontos)
_____ Vulnerabilidade (0 a +2 pontos)
_____ Fator atenuante (0 a -3 pontos)
_____ Fator agravante (0 a +1 pontos)

Total: _____ pontos

- Nível de risco:** Muito alto: 8 a 10 pontos
 Alto: 7 pontos
 Médio: 6 pontos
 Baixo: 5 a 4 pontos
 Sem risco: 3 a 0

APÊNDICE B



IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA FICHA DE VISTORIA

1 – DADOS GERAIS

Nome: Lucas Fernandes Pio Barbosa

Data: 11 / 01 / 2025

Endereço: Rua Joaquim Alves Mota - Bairro Novo Tempo

Cidade: Piumhi/MG

2 – CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

Talude: () Natural (X) De corte () De aterro Altura: 6,0 m

Vegetação: () Arbórea (X) Rasteira (X) Desmatada () Cultivo () Sem vegetação

3 – PRESENÇA DE ÁGUA

Sistema de drenagem superficial: (X) Inexistente () Precário () Satisfatório

Existe vazamento de tubulação: () Água () Esgoto (X) Não

Cursos d'água na extensão do talude: () Base () Meio () Topo (X) Não

4 – SINAIS DE INSTABILIZAÇÃO

- | | |
|--|------------------------------|
| (X) Trincas no terreno | () Sulcos |
| () Rachaduras/deformação da rua | () Degraus de abatimento |
| () Meio-fio/passeio danificado | () Surgência de água |
| (X) Postes/muros/árvores/cercas inclinadas | () Ravinas |
| () Voçorocas | () Estalos |
| (X) Depósitos de solo no pé da encosta | () Cicatriz de deslizamento |

Já aconteceu um movimento de massa nesse local no passado? Ocorreu pequeno escorregamento de terra induzido

5 – CONDICIONANTES E AGENTES DEFLAGRADORES DE RISCO

- | | |
|--|----------------------------|
| () Fluxo intenso de veículos e pessoas no local ou nas proximidades | (X) Talude de corte/aterro |
| (X) Ausência de cobertura vegetal | () Lixo/entulho no local |
| () Concentração de água pluvial na superfície | () Fossa no terreno |
| () Lançamento ou vazamentos de água/esgoto | () Solo arenoso |

6 – INCLINAÇÃO

- Menor que 17° = 1 ponto
 De 17° a 25° = 2 pontos
 Maior que 25° = 3 pontos

7 – VULNERABILIDADE

- Vulnerabilidade baixa - Médio a bom padrão construtivo = 1 ponto
 Vulnerabilidade alta - Baixo padrão construtivo = 2 pontos

8 – FATOR ATENUANTE

- Obra executada de maneira inadequada não sendo possível atestar sua qualidade = - 1 ponto
 Obra que apenas minimizou o risco geológico = - 2 pontos
 Obra que eliminou o risco geológico = - 3 pontos

9 – FATOR AGRAVANTE

- Vulnerabilidade social é relevante = + 1 pontos

10 – CLASSIFICAÇÃO DO GRAU DE RISCO

Nota: +2 Sinais de instabilidade (+1 a +2 pontos)
 +2 Condicionantes e agentes potencializadores (+1 a +2 pontos)
 +3 Inclinação (+1 a +3 pontos)
 0 Vulnerabilidade (0 a +2 pontos)
 0 Fator atenuante (0 a -3 pontos)
 0 Fator agravante (0 a +1 pontos)

Total: 7 pontos

Nível de risco: Muito alto: 8 a 10 pontos
 Alto: 7 pontos
 Médio: 6 pontos
 Baixo: 5 a 4 pontos
 Sem risco: 3 a 0

APÊNDICE C



INSTITUTO FEDERAL
Minas Gerais
Campus Piumhi

IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA FICHA DE VISTORIA

1 – DADOS GERAIS

Nome: Lucas Fernandes Pio Barbosa

Data: 11 / 01 / 2025

Endereço: Rua Amazonas - Bairro Novo Tempo

Cidade: Piumhi/MG

2 – CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

Talude: () Natural (X) De corte () De aterro Altura: 12,0 m

Vegetação: () Arbórea (X) Rasteira (X) Desmatada () Cultivo () Sem vegetação

3 – PRESENÇA DE ÁGUA

Sistema de drenagem superficial: () Inexistente (X) Precário () Satisfatório

Existe vazamento de tubulação: () Água () Esgoto (X) Não

Cursos d'água na extensão do talude: () Base () Meio () Topo (X) Não

4 – SINAIS DE INSTABILIZAÇÃO

(X) Trincas no terreno

(X) Sulcos

(X) Rachaduras/deformação da rua

() Degraus de abatimento

(X) Meio-fio/passeio danificado

() Surgência de água

(X) Postes/muros/árvores/cercas inclinadas

(X) Ravinas

() Voçorocas

() Estalos

() Depósitos de solo no pé da encosta

() Cicatriz de deslizamento

Já aconteceu um movimento de massa nesse local no passado? Não há evidências e notícias de um movimento de massa no local

5 – CONDICIONANTES E AGENTES DEFLAGRADORES DE RISCO

(X) Fluxo intenso de veículos e pessoas no local ou nas proximidades

(X) Talude de corte/aterro

(X) Ausência de cobertura vegetal

() Lixo/entulho no local

(X) Concentração de água pluvial na superfície

() Fossa no terreno

() Lançamento ou vazamentos de água/esgoto

(X) Solo arenoso

6 – INCLINAÇÃO

- Menor que 17° = 1 ponto
 De 17° a 25° = 2 pontos
 Maior que 25° = 3 pontos

7 – VULNERABILIDADE

- Vulnerabilidade baixa - Médio a bom padrão construtivo = 1 ponto
 Vulnerabilidade alta - Baixo padrão construtivo = 2 pontos

8 – FATOR ATENUANTE

- Obra executada de maneira inadequada não sendo possível atestar sua qualidade = - 1 ponto
 Obra que apenas minimizou o risco geológico = - 2 pontos
 Obra que eliminou o risco geológico = - 3 pontos

9 – FATOR AGRAVANTE

- Vulnerabilidade social é relevante = + 1 pontos

10 – CLASSIFICAÇÃO DO GRAU DE RISCO

- Nota: +2 Sinais de instabilidade (+1 a +2 pontos)
 +2 Condicionantes e agentes potencializadores (+1 a +2 pontos)
 +3 Inclinação (+1 a +3 pontos)
 0 Vulnerabilidade (0 a +2 pontos)
 0 Fator atenuante (0 a -3 pontos)
 0 Fator agravante (0 a +1 pontos)

Total: 7 pontos

- Nível de risco:** Muito alto: 8 a 10 pontos
 Alto: 7 pontos
 Médio: 6 pontos
 Baixo: 5 a 4 pontos
 Sem risco: 3 a 0

APÊNDICE D



IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA FICHA DE VISTORIA

1 – DADOS GERAIS

Nome: Lucas Fernandes Pio Barbosa

Data: 11 / 01 / 2025

Endereço: Avenida José Alvarenga - Bairro Novo Tempo

Cidade: Piumhi/MG

2 – CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

Talude: Natural De corte De aterro Altura: 10,0 m

Vegetação: Arbórea Rasteira Desmatada Cultivo Sem vegetação

3 – PRESENÇA DE ÁGUA

Sistema de drenagem superficial: Inexistente Precário Satisfatório

Existe vazamento de tubulação: Água Esgoto Não

Cursos d'água na extensão do talude: Base Meio Topo Não

4 – SINAIS DE INSTABILIZAÇÃO

Trincas no terreno

Sulcos

Rachaduras/deformação da rua

Degraus de abatimento

Meio-fio/passeio danificado

Surgência de água

Postes/muros/árvores/cercas inclinadas

Ravinas

Voçorocas

Estalos

Depósitos de solo no pé da encosta

Cicatriz de deslizamento

Já aconteceu um movimento de massa nesse local no passado? Não há evidências e notícias de um movimento de massa no local.

5 – CONDICIONANTES E AGENTES DEFLAGRADORES DE RISCO

Fluxo intenso de veículos e pessoas no local ou nas proximidades

Talude de corte/aterro

Ausência de cobertura vegetal

Lixo/entulho no local

Concentração de água pluvial na superfície

Fossa no terreno

Lançamento ou vazamentos de água/esgoto

Solo arenoso

6 – INCLINAÇÃO

- Menor que 17° = 1 ponto
 De 17° a 25° = 2 pontos
 Maior que 25° = 3 pontos

7 – VULNERABILIDADE

- Vulnerabilidade baixa - Médio a bom padrão construtivo = 1 ponto
 Vulnerabilidade alta - Baixo padrão construtivo = 2 pontos

8 – FATOR ATENUANTE

- Obra executada de maneira inadequada não sendo possível atestar sua qualidade = - 1 ponto
 Obra que apenas minimizou o risco geológico = - 2 pontos
 Obra que eliminou o risco geológico = - 3 pontos

9 – FATOR AGRAVANTE

- Vulnerabilidade social é relevante = + 1 pontos

10 – CLASSIFICAÇÃO DO GRAU DE RISCO

- Nota: +2 Sinais de instabilidade (+1 a +2 pontos)
+2 Condicionantes e agentes potencializadores (+1 a +2 pontos)
+2 Inclinação (+1 a +3 pontos)
0 Vulnerabilidade (0 a +2 pontos)
0 Fator atenuante (0 a -3 pontos)
0 Fator agravante (0 a +1 pontos)

Total: 6 pontos

- Nível de risco:** Muito alto: 8 a 10 pontos
 Alto: 7 pontos
 Médio: 6 pontos
 Baixo: 5 a 4 pontos
 Sem risco: 3 a 0

APÊNDICE E



IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA FICHA DE VISTORIA

1 – DADOS GERAIS

Nome: Lucas Fernandes Pio Barbosa

Data: 11 / 01 / 2025

Endereço: Avenida José Alvarenga - Bairro Novo Tempo

Cidade: Piumhi/MG

2 – CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

Talude: Natural De corte De aterro Altura: 11,0 m

Vegetação: Arbórea Rasteira Desmatada Cultivo Sem vegetação

3 – PRESENÇA DE ÁGUA

Sistema de drenagem superficial: Inexistente Precário Satisfatório

Existe vazamento de tubulação: Água Esgoto Não

Cursos d'água na extensão do talude: Base Meio Topo Não

4 – SINAIS DE INSTABILIZAÇÃO

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Trincas no terreno | <input checked="" type="checkbox"/> Sulcos |
| <input type="checkbox"/> Rachaduras/deformação da rua | <input type="checkbox"/> Degraus de abatimento |
| <input checked="" type="checkbox"/> Meio-fio/passeio danificado | <input type="checkbox"/> Surgência de água |
| <input checked="" type="checkbox"/> Postes/muros/árvores/cercas inclinadas | <input type="checkbox"/> Ravinas |
| <input type="checkbox"/> Voçorocas | <input type="checkbox"/> Estalos |
| <input type="checkbox"/> Depósitos de solo no pé da encosta | <input type="checkbox"/> Cicatriz de deslizamento |

Já aconteceu um movimento de massa nesse local no passado? Não há evidências e notícias de um movimento de massa no local

5 – CONDICIONANTES E AGENTES DEFLAGRADORES DE RISCO

- | | |
|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Fluxo intenso de veículos e pessoas no local ou nas proximidades | <input type="checkbox"/> Talude de corte/aterro |
| <input checked="" type="checkbox"/> Ausência de cobertura vegetal | <input type="checkbox"/> Lixo/entulho no local |
| <input type="checkbox"/> Concentração de água pluvial na superfície | <input type="checkbox"/> Fossa no terreno |
| <input type="checkbox"/> Lançamento ou vazamentos de água/esgoto | <input checked="" type="checkbox"/> Solo arenoso |

6 – INCLINAÇÃO

- Menor que 17° = 1 ponto
 De 17° a 25° = 2 pontos
 Maior que 25° = 3 pontos

7 – VULNERABILIDADE

- Vulnerabilidade baixa - Médio a bom padrão construtivo = 1 ponto
 Vulnerabilidade alta - Baixo padrão construtivo = 2 pontos

8 – FATOR ATENUANTE

- Obra executada de maneira inadequada não sendo possível atestar sua qualidade = - 1 ponto
 Obra que apenas minimizou o risco geológico = - 2 pontos
 Obra que eliminou o risco geológico = - 3 pontos

9 – FATOR AGRAVANTE

- Vulnerabilidade social é relevante = + 1 pontos

10 – CLASSIFICAÇÃO DO GRAU DE RISCO

Nota: +2 Sinais de instabilidade (+1 a +2 pontos)
 +2 Condicionantes e agentes potencializadores (+1 a +2 pontos)
 +3 Inclinação (+1 a +3 pontos)
 0 Vulnerabilidade (0 a +2 pontos)
 0 Fator atenuante (0 a -3 pontos)
 0 Fator agravante (0 a +1 pontos)

Total: 7 pontos

Nível de risco: Muito alto: 8 a 10 pontos
 Alto: 7 pontos
 Médio: 6 pontos
 Baixo: 5 a 4 pontos
 Sem risco: 3 a 0

APÊNDICE F



IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE RISCO DE MOVIMENTO DE MASSA FICHA DE VISTORIA

1 – DADOS GERAIS

Nome: Lucas Fernandes Pio Barbosa

Data: 11 / 01 / 2025

Endereço: Rua Olinda Soares Ferreira - Bairro Novo Tempo

Cidade: Piumhi/MG

2 – CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

Talude: Natural De corte De aterro Altura: 8,0 m

Vegetação: Arbórea Rasteira Desmatada Cultivo Sem vegetação

3 – PRESENÇA DE ÁGUA

Sistema de drenagem superficial: Inexistente Precário Satisfatório

Existe vazamento de tubulação: Água Esgoto Não

Cursos d'água na extensão do talude: Base Meio Topo Não

4 – SINAIS DE INSTABILIZAÇÃO

Trincas no terreno

Sulcos

Rachaduras/deformação da rua

Degraus de abatimento

Meio-fio/passeio danificado

Surgência de água

Postes/muros/árvores/cercas inclinadas

Ravinas

Voçorocas

Estalos

Depósitos de solo no pé da encosta

Cicatriz de deslizamento

Já aconteceu um movimento de massa nesse local no passado? Não há evidências e notícias de um movimento de massa no local

5 – CONDICIONANTES E AGENTES DEFLAGRADORES DE RISCO

Fluxo intenso de veículos e pessoas no local ou nas proximidades

Talude de corte/aterro

Ausência de cobertura vegetal

Lixo/entulho no local

Concentração de água pluvial na superfície

Fossa no terreno

Lançamento ou vazamentos de água/esgoto

Solo arenoso

6 – INCLINAÇÃO

- Menor que 17° = 1 ponto
 De 17° a 25° = 2 pontos
 Maior que 25° = 3 pontos

7 – VULNERABILIDADE

- Vulnerabilidade baixa - Médio a bom padrão construtivo = 1 ponto
 Vulnerabilidade alta - Baixo padrão construtivo = 2 pontos

8 – FATOR ATENUANTE

- Obra executada de maneira inadequada não sendo possível atestar sua qualidade = - 1 ponto
 Obra que apenas minimizou o risco geológico = - 2 pontos
 Obra que eliminou o risco geológico = - 3 pontos

9 – FATOR AGRAVANTE

- Vulnerabilidade social é relevante = + 1 pontos

10 – CLASSIFICAÇÃO DO GRAU DE RISCO

- Nota: +2 Sinais de instabilidade (+1 a +2 pontos)
 +2 Condicionantes e agentes potencializadores (+1 a +2 pontos)
 +1 Inclinação (+1 a +3 pontos)
 0 Vulnerabilidade (0 a +2 pontos)
 0 Fator atenuante (0 a -3 pontos)
 0 Fator agravante (0 a +1 pontos)

Total: 5 pontos

- Nível de risco:** Muito alto: 8 a 10 pontos
 Alto: 7 pontos
 Médio: 6 pontos
 Baixo: 5 a 4 pontos
 Sem risco: 3 a 0