

 MINERAÇÃO E SERVIÇOS	<p style="text-align: center;"> <small>GOVERNO FEDERAL</small> <small>MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</small> </p>  <small>UNIÃO E RECONSTRUÇÃO</small>	LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO	
Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibité - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.		Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS	Página: 1/45 Versão: V-01

RELATÓRIO TÉCNICO

Laudo geológico – geotécnico



Bairro Olhos d’Água- Belo Horizonte/MG

Elaborado por:

LB Mineração & Serviços Ltda

Setembro de 2025

	<p style="text-align: center;"> <small>MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</small> </p> 	<h2>LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO</h2>	
Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibité - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.		Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS	Página: 2/45 Versão: V-01

SUMÁRIO

1	IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO E EMPRESA CONSULTORA	6
2	INTRODUÇÃO E OBJETIVO	7
2.1	MATERIAIS E MÉTODOS	9
2.2	SONDAGEM SPT	10
2.3	LEVANTAMENTO AÉREO POR DRONE.....	12
2.4	REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.4.1	TALUDE	13
2.4.2	RESISTÊNCIA DOS SOLOS.....	14
3	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	14
3.1	LOCALIZAÇÃO E ACESSO.....	14
3.2	CONTEXTO LOCAL	16
4	ASPECTOS FISIAGRÁFICOS	17
4.1	CLIMA E METEOROLOGIA	17
4.2	HIDROGRAFIA.....	19
4.3	GEOMORFOLOGIA E PEDOLOGIA.....	21
4.4	GEOLOGIA E HIDROGEOLOGIA REGIONAL	23
5	RESULTADOS	27
5.1	MAPEAMENTO GEOLÓGICO/GEOTÉCNICO LOCAL	27
5.2	LEVANTAMENTO AÉREO POR DRONE	33
5.3	SONDAGEM SPT	34
5.4	ESTRUTURAS DE DRENAGEM	34
5.5	MEDIDAS DE ESTABILIZAÇÃO SUGERIDAS	38
6	RECOMENDAÇÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

 <p>MINERAÇÃO E SERVIÇOS</p>	<p>MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>  <p>GOVERNO FEDERAL UNião e RECONSTRUÇÃO</p>	<p>LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO</p>	
<p>Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibitaré - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.</p>	<p>Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>	<p>Página: 3/45 Versão: V-01</p>	

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Identificação do contratante	6
Tabela 2 – Identificação da empresa consultora.....	6
Tabela 3 - Classificação dos solos (ABNT NBR 6484:2020).....	11

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização da área em estudo.	8
Figura 2 - Imagem ilustrativa dos elementos da Sondagem SPT (Pinto, 2006).	10
Figura 3 -Figura esquemática mostrando a geração de um MDE a partir do uso de Drones.	12
Figura 4 - Elementos de um talude (Caputo, 1988).	13
Figura 5 - Mapa de acesso à área de estudo	15
Figura 6 - Climograma de Itabirito. Fonte: Climate data.	17
Figura 7 - Bacia do Rio das Velhas (Fonte: IGAM, 2010).	19
Figura 8 - Bacias hidrográficas e padrões de drenagem do território de Belo Horizonte.....	20
Figura 9 - Contexto geomorfológico local. A seta indica a direção da drenagem pluvial efêmera	22
Figura 10 - Mapa geológico do Quadrilátero Ferrífero, com destaque para a área de estudo. Modificado de Endo et. al, 2020.....	24
Figura 11 - Coluna estratigráfica do Quadrilátero Ferrífero, com destaque para a unidade presente na área de estudo (Modificado de Endo et.al, 2020).	25
Figura 12 – Ilustração esquemática de um aquífero fraturado. Fonte: Department of Environment & Conservation, Government of Newfoundland & Labrador (2016).	26
Figura 13 - Porção SE da área de estudo, próxima a rua Adriano Chaves Matos. Presença de vegetação densa.....	27
Figura 14 - Presença de entulho em encosta de baixa declividade.	28
Figura 15 - Presença de entulhos em vale por onde drenagens pluviais efêmeras escoam.....	29
Figura 16 - Solo local extremamente saturado e com entulhos.	30
Figura 17 - Fundo do vale local. Sem presença de estruturas de drenagem	31
Figura 18 - Bananeiras presentes na porção oeste da área	32
Figura 19 - Imagem aérea da área de estudo.	33
Figura 20 - Boletim da sondagem executada.	34
Figura 21 - Sondagem SPT realizada	35
Figura 22 - Rua à montante da área de estudo, com drenagem em direção ao vale da região vegetada.	36
Figura 23 – Drenagem efêmera e água de esgoto escoando pela superfície do terreno.	37
Figura 24 - Local onde recomenda-se o fechamento da drenagem aberta com caixa de concreto e continuidade do manilhamento até os limites do terreno da união. Após a instalação de tal sistema será possível realizar a limpeza e o aterramento do pé do talude gerando estabilidade geotécnica.	40

	<p style="text-align: center;"> <small>GOVERNO FEDERAL</small> <small>MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</small>  <small>UNIÃO E RECONSTRUÇÃO</small> </p>	<h2>LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO</h2>	
<p>Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibité - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.</p>	<p>Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>	<p>Página: 4/45 Versão: V-01</p>	

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 - Anotação de responsabilidade técnica - "ART"45

 <p>MINERAÇÃO E SERVIÇOS</p>	<p>MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>  <p>GOVERNO FEDERAL BRASIL UNIÃO E RECONSTRUÇÃO</p>	<p>LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO</p>	
<p>Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibité - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.</p>	<p>Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>	<p>Página: 5/45 Versão: V-01</p>	

APRESENTAÇÃO

O presente documento visa a apresentação de um Laudo Geológico-Geotécnico com objetivo de avaliar as encostas em drenagem presente na área de estudo, diagnosticar as patologias estruturais observadas, identificar suas causas e realizar um direcionamento acerca de possíveis soluções para estabilização. A área de estudo está localizada na Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibité - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.

 <p>LB MINERAÇÃO E SERVIÇOS</p>	<p>MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>  <p>GOVERNO FEDERAL BRASIL UNIÃO E RECONSTRUÇÃO</p>	<p>LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO</p>	
<p>Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibité - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.</p>		<p>Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>	<p>Página: 6/45 Versão: V-01</p>

1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO E EMPRESA CONSULTORA

Tabela 1 – Identificação do contratante

Razão Social:	MINISTÉRIO DA GESTÃO E INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS
CNPJ:	00.489.828/0120-80,
Endereço:	Avenida Afonso Pena, no 1.316, Centro, 7º Andar, Ala “B”, do Edifício-Sede do Governo Federal em Belo Horizonte, Minas Gerais.
Contato:	Andréa Heloisa da Silva Soares - sra.mg.ssc@gestao.gov.br

Tabela 2 – Identificação da empresa consultora

Razão Social:	LB Mineração & Serviços Ltda
CNPJ:	28.618.421/0001-08
Endereço:	Rua Capelinha, 501. Bairro Serra Belo Horizonte / MG - CEP: 30220-300
Contato:	Ian Costa Braga (31) 99931-1509 – lbmineracaoeservicos@gmail.com
Responsável Técnico:	IAN COSTA BRAGA Reg. CREA-MG: MG0000219869D MG

	<p>MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p> <p>GOVERNO FEDERAL BRASIL UNIÃO E RECONSTRUÇÃO</p>	<p>LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO</p>	
<p>Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibirité - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.</p>		<p>Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>	<p>Página: 7/45 Versão: V-01</p>

2 INTRODUÇÃO E OBJETIVO

A área de estudo está localizada nas proximidades da Rua Nova Suíça s/n, esquina com Rua Nossa Senhora do Pilar, no bairro Olhos d’água, em Belo Horizonte MG (Coordenadas: UTM, SIRGAS 2000, Zona 23k, N 7.789.009,00m e E 608.760,00m) colocando em risco a segurança de pessoas, edificações e a integridade de vias públicas.

O presente relatório técnico tem como objetivo a caracterização do meio físico do terreno, a partir do estudo das questões relacionadas a geologia e geotecnia local, com análise dos resultados da sondagem executada e também considerações acerca do meio físico local. Serão feitas avaliações da encosta em questão e propostos soluções de contenção adequadas, caso necessário.

Os laudos geológicos-geotécnicos têm como objetivo avaliar as condições geológicas, geotécnicas, geomorfológicas, pedológicas, topográficas e hidrogeológicas de uma determinada área de interesse, possibilitando a avaliação, de forma qualitativa, de importantes variáveis como estabilidade da área, nível de fragilidade dos meios subterrâneos e superficiais e, ainda, susceptibilidade a erosão. Na Figura 1, a seguir, ilustra-se os limites da área de estudo.

Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibitaré - Águas Claras", localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D'Água, Belo Horizonte/MG.

Contratante: MINISTÉRIO DA
GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM
SERVIÇOS PÚBLICOS

Página: 8/45

Versão: V-01

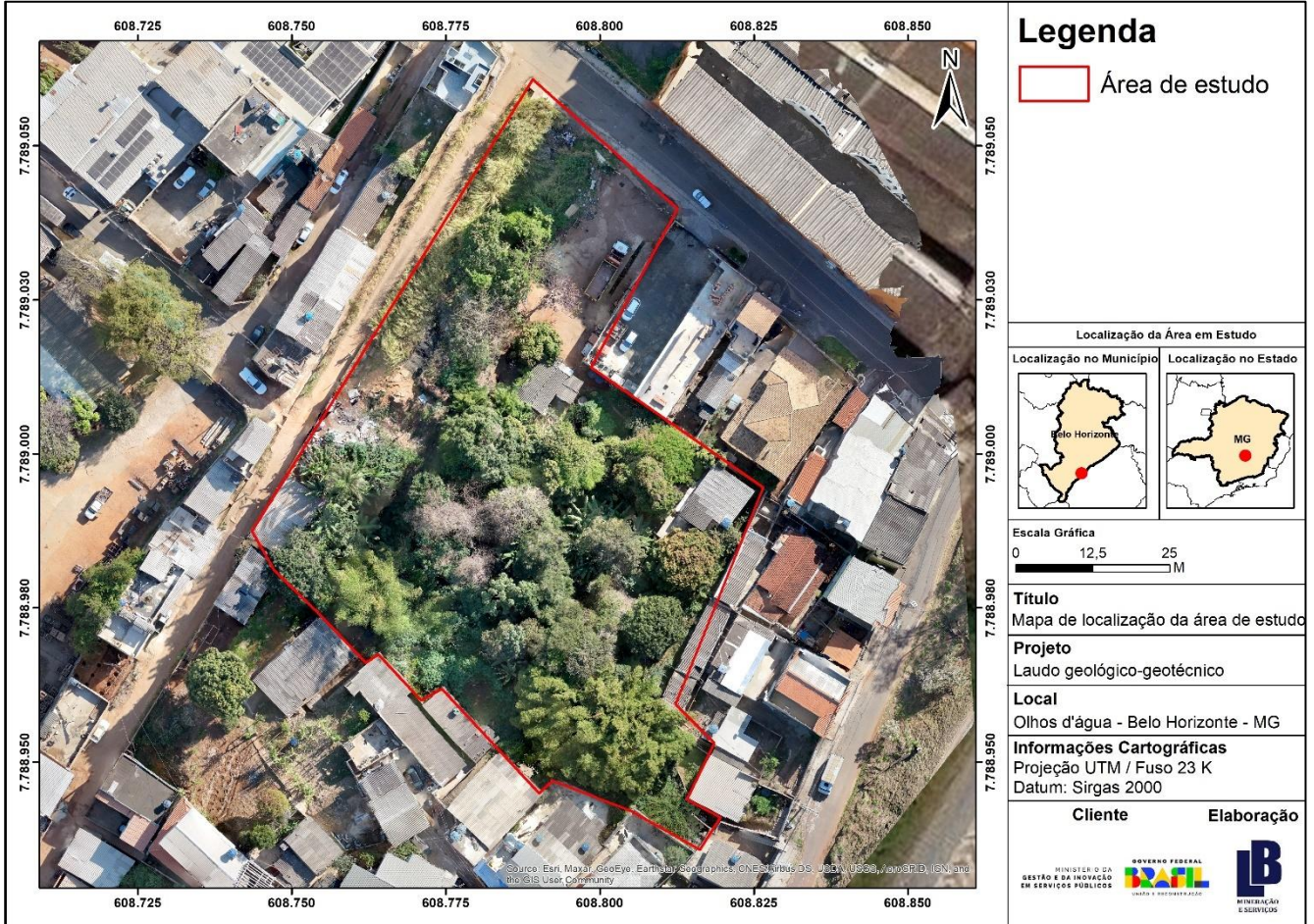


Figura 1 - Mapa de localização da área em estudo.

		LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO	
Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibirité - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.		Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS	Página: 9/45 Versão: V-01

2.1 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do presente estudo foram abrangidas três etapas principais, dentre elas:

Levantamento bibliográfico: nesta etapa foi realizada uma busca por artigos técnico-científicos, imagens de satélite, relatórios técnicos dentre outras publicações e estudos relevantes ao trabalho a ser executado. Com esses dados em mãos foi possível planejar a visita técnica em campo e realizar análises prévias sobre a área.

Levantamento de campo: com os dados adquiridos na etapa anterior foi feito o planejamento e visita técnica de campo. Procurou-se percorrer toda a área de modo a coletar informações suficientes para desenvolver os temas necessários para realizar a caracterização da área e para a elaboração do presente documento. Todos os pontos de campo foram registrados por meio de equipamento específico (GPSMapGarmin 60Cx) e, armazenados no sistema de coordenadas UTM, no Datum SIRGAS2000, zona 23S. O levantamento aéreo foi realizado utilizando veículos não tripuláveis (VANTs/Drones), com geração de ortofoto georreferenciada da área de estudo. Áreas de interesse foram devidamente fotografadas e descritas em caderneta e ainda na etapa de campo, foi realizada uma sondagem SPT, com o intuito de compreender a natureza do material existente em subsuperfície.

Elaboração do relatório técnico de estabilidade do terreno: nesta última fase foi confeccionado o presente documento. Nele constam os dados obtidos em todas as fases de trabalho: descrições de pontos de campo, descrição da sondagem realizada, considerações acerca da estabilidade do terreno, inventário fotográfico e análises sobre o contexto geotécnico local.

Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibité - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.

Contratante: MINISTÉRIO DA
GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM
SERVIÇOS PÚBLICOS

Página: 10/45

Versão: V-01

2.2 SONDAGEM SPT

Os métodos de sondagem e do Ensaio de Penetração Padrão (Standard Penetration Test – SPT) foram conduzidos com base nos procedimentos recomendados na ABNT NBR 6484:2020 Solo – Sondagens de simples reconhecimento com SPT – Método de Ensaio.

O ensaio de simples reconhecimento é a mais usual ferramenta de investigação rotineira e econômica praticamente usada em todo mundo, permitindo uma indicação da densidade de solos granulares e também aplicado à identificação da consistência de solos coesivos e mesmo rochas brandas (Schnaid, 2000).

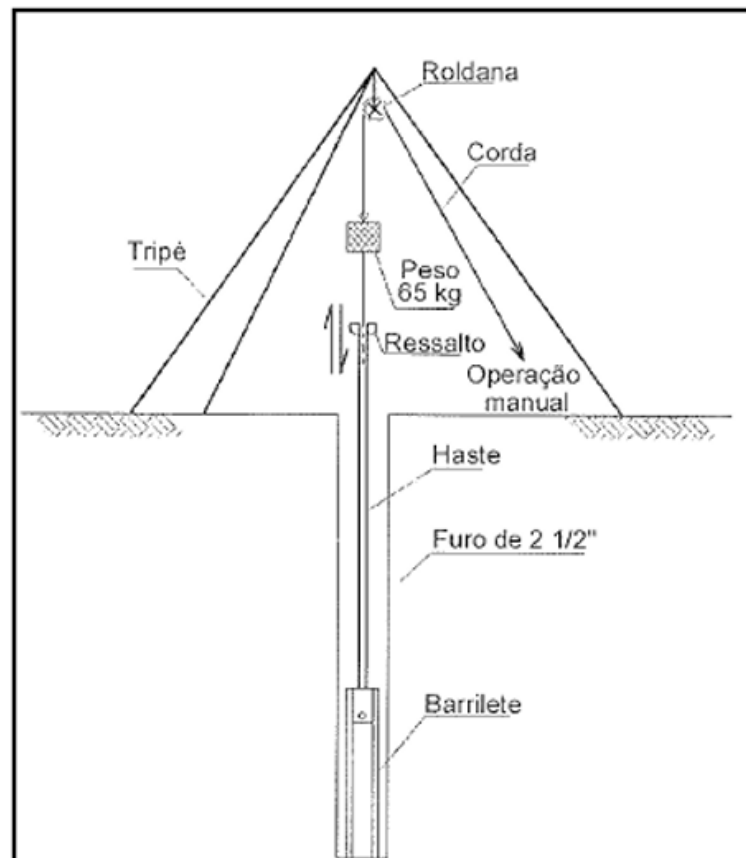


Figura 2 - Imagem ilustrativa dos elementos da Sondagem SPT (Pinto, 2006).

As amostras foram colhidas a cada metro de profundidade por meio do amostrador padrão, sendo as mesmas acomodadas em recipientes adequados e posteriormente encaminhadas para identificação tátil-visual em laboratório de mecânica dos solos.

		LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO	
Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibité - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.		Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS	Página: 11/45 Versão: V-01

Os índices de penetração foram obtidos a partir da cravação do amostrador padrão por meio de quedas sucessivas do martelo padronizado, com a massa de 65 kg e altura de 0,70 m, até se atingir a penetração de 45 cm. Anotou-se o número de golpes necessários à cravação de cada 15 cm do referido amostrador padrão, ou conforme orientação da ABNT NBR 6484:2020. A Tabela 3 apresenta a classificação dos solos conforme a resistência (N_{SPT}):

Tabela 3 - Classificação dos solos (ABNT NBR 6484:2020).

Solo	Índice de resistência à penetração (N_{SPT})	Designação
Areia e silte arenoso	≤ 4	Fofa (o)
	5 a 8	Pouco compacta (o)
	9 a 18	Mediamente compacta (o)
	19 a 40	Compacta (o)
	> 40	Muito compacta (o)
Argila e silte argiloso	≤ 2	Muito mole
	3 a 5	Mole
	6 a 10	Média (o)
	11 a 19	Rija (o)
	20 a 30	Muito rija (o)
	> 30	Dura (o)

As principais finalidades das sondagens de simples reconhecimento de solo são:

- Determinação dos tipos de solos e suas respectivas profundidades de ocorrência;
- Posição do nível d’água;
- Índices de resistência a penetração (N) a cada metro.

O índice de resistência a penetração, abreviado por N, é expresso pela soma do número de golpes requeridos para a segunda e a terceira etapas de penetração de 0,15m, ou seja, o número de golpes correspondentes a cravação do amostrador nos 0,30m finais, dos 0,45m totais, estes valores são apresentados graficamente no perfil obtido através das inspeções geológicas-geotécnicas.

O resultado das avaliações geológicas obtidas por meio das sondagens foi interpretado de modo a identificar espacialmente a composição do solo, as profundidades das camadas, sua resistência a penetração e suas características geotécnicas principais.

	<p style="text-align: center;"> <small>GOVERNO FEDERAL</small> <small>MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</small>  <small>UNIÃO E RECONSTRUÇÃO</small> </p>	<h2>LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO</h2>	
<p>Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibirité - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.</p>	<p>Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>	<p>Página: 12/45</p>	<p>Versão: V-01</p>

2.3 LEVANTAMENTO AÉREO POR DRONE

O levantamento aéreo foi realizado na área do talude e nas suas adjacências, com o objetivo de gerar imagens detalhadas e de alta precisão da área em análise. A metodologia empregou aerofotogrametria com drone DJI Mini 4 Pro e processamento por meio do software WebODM.

A missão de voo foi planejada previamente em um software dedicado de planejamento de missões, definindo altura de 70 metros, sobreposição frontal de 80% e lateral de 70%, garantindo boa cobertura e resolução (GSD médio de 2,5 cm/pixel). O Mini 4 Pro, equipado com câmera de alta resolução e sistema de estabilização, realizou os voos de forma automatizada, cobrindo toda a área de forma eficiente.

O processamento foi realizado no WebODM, onde as imagens foram transformadas em nuvem de pontos densa, ortomosaico, modelo digital de superfície (MDS) e modelo digital de terreno (MDT). Foram extraídas, a partir do MDT gerado, curvas de nível as quais foram analisadas em conjunto com o levantamento topográfico pré-existente, de modo a se obter uma topografia final ainda mais detalhada.

A integração do uso de VANT's e software livre permitiu a geração de ortofotos de alta qualidade, com ótimo custo-benefício e aplicabilidade direta nos estudos de erosão e instabilidade da área.

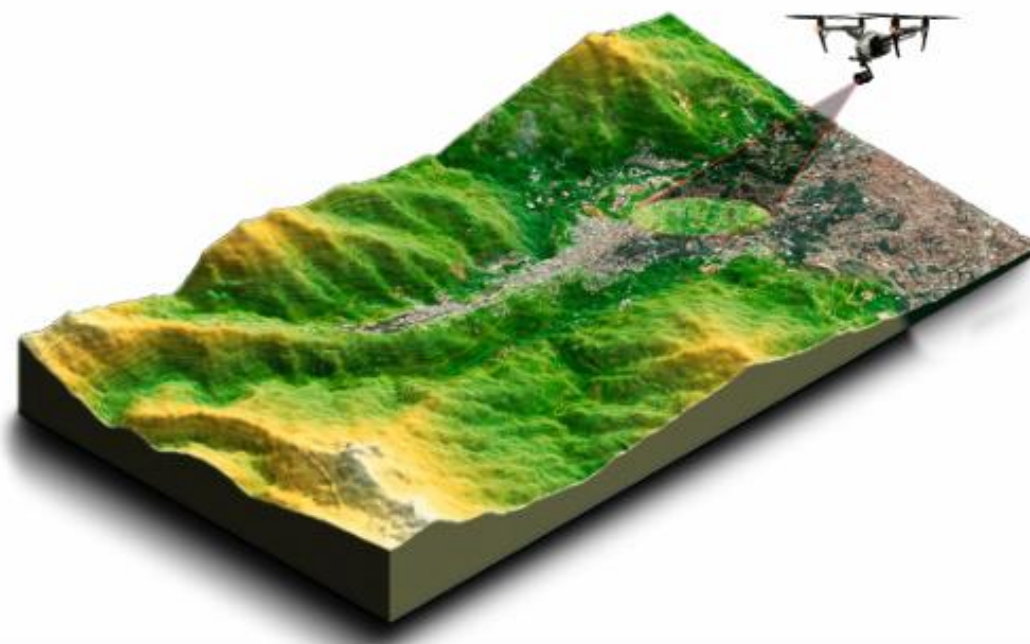


Figura 3 -Figura esquemática mostrando a geração de um MDE a partir do uso de Drones.

 <p>MINERAÇÃO E SERVIÇOS</p>	<p>MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p> <p>GOVERNO FEDERAL BRAZIL UNIÃO E RECONSTRUÇÃO</p>	<p>LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO</p>	
<p>Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibirité - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.</p>		<p>Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>	<p>Página: 13/45 Versão: V-01</p>

2.4 REFERENCIAL TEÓRICO

2.4.1 TALUDE

Os taludes ou as encostas naturais são definidos como superfícies inclinadas de maciços terrosos, rochosos ou mistos (solo e rocha), em relação a horizontal, originados de processos geológicos e geomorfológicos diversos, podendo apresentar modificações antrópicas, tais como cortes, desmatamentos, introdução de cargas, dentre outros (Filho & Virgili, 1998). Os taludes presentes na área alvo são classificados como de corte, ou seja, taludes originados por escavações antrópicas diversas.

O ângulo de um talude natural é o maior ângulo de inclinação para solos expostos ao tempo, formados sem afetar o equilíbrio do maciço. Nos solos com menor coesão (areias), esse ângulo praticamente coincide com o ângulo de atrito interno, e nos solos coesivos (argilas), que são apresentadas menos interconectividade entre os poros, este ângulo equivale, teoricamente, a 90° (Cardoso, 2002).

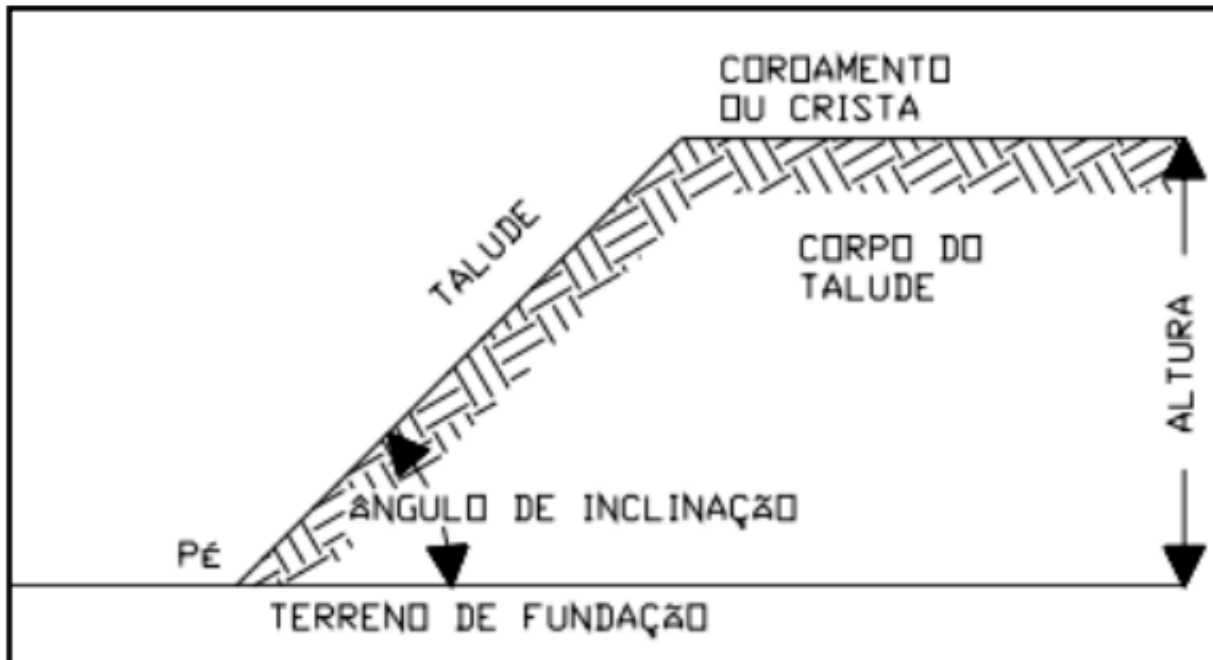


Figura 4 - Elementos de um talude (Caputo, 1988).

A estabilidade de taludes é afetada por condicionantes relativa à natureza dos materiais constituintes e dos agentes perturbadores, que podem ser de origem geológica, antrópica ou geotécnica (Rodrigues Junior, 2015).

 <p>MINERAÇÃO E SERVIÇOS</p>	<p>MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p> <p>GOVERNO FEDERAL</p>  <p>UNIÃO E RECONSTRUÇÃO</p>	<p>LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO</p>	
<p>Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibité - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.</p>	<p>Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>	<p>Página: 14/45</p>	<p>Versão: V-01</p>

2.4.2 RESISTÊNCIA DOS SOLOS

A ruptura dos solos é muito comumente ocasionada por fenômenos de cisalhamento (Rodrigues Junior, 2015). A resistência ao cisalhamento de um solo pode ser definida como a máxima tensão de cisalhamento que o solo pode suportar sem sofrer ruptura, ou a tensão de cisalhamento do solo no plano em que a ruptura estiver ocorrendo (Pinto, 2002). Com isso, a resistência dos solos pode ser definida como o resultante da ação conjunta do ângulo de atrito e da coesão, parâmetros esses que serão definidos adiante.

O fenômeno de atrito nos solos se diferencia do fenômeno de atrito entre dois corpos porque o deslocamento envolve um grande número de grãos, podendo eles deslizar-se entre si ou rolarem uns sobre os outros, acomodando-se em poros existentes no próprio material (Rodrigues Junior, 2015).

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1 LOCALIZAÇÃO E ACESSO

O bairro Olhos d’Água está localizado na porção sudeste do município de Belo Horizonte (Figura 5), a aproximadamente 10,5 km da sede da Contratada. O acesso até a área de estudo é feito a partir de vias internas do município de Belo Horizonte, até se atingir a área de estudo. A Figura 5 a seguir ilustra a rota utilizada para acessar a área.

Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibitiré - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.

Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS

Página: 15/45

Versão: V-01

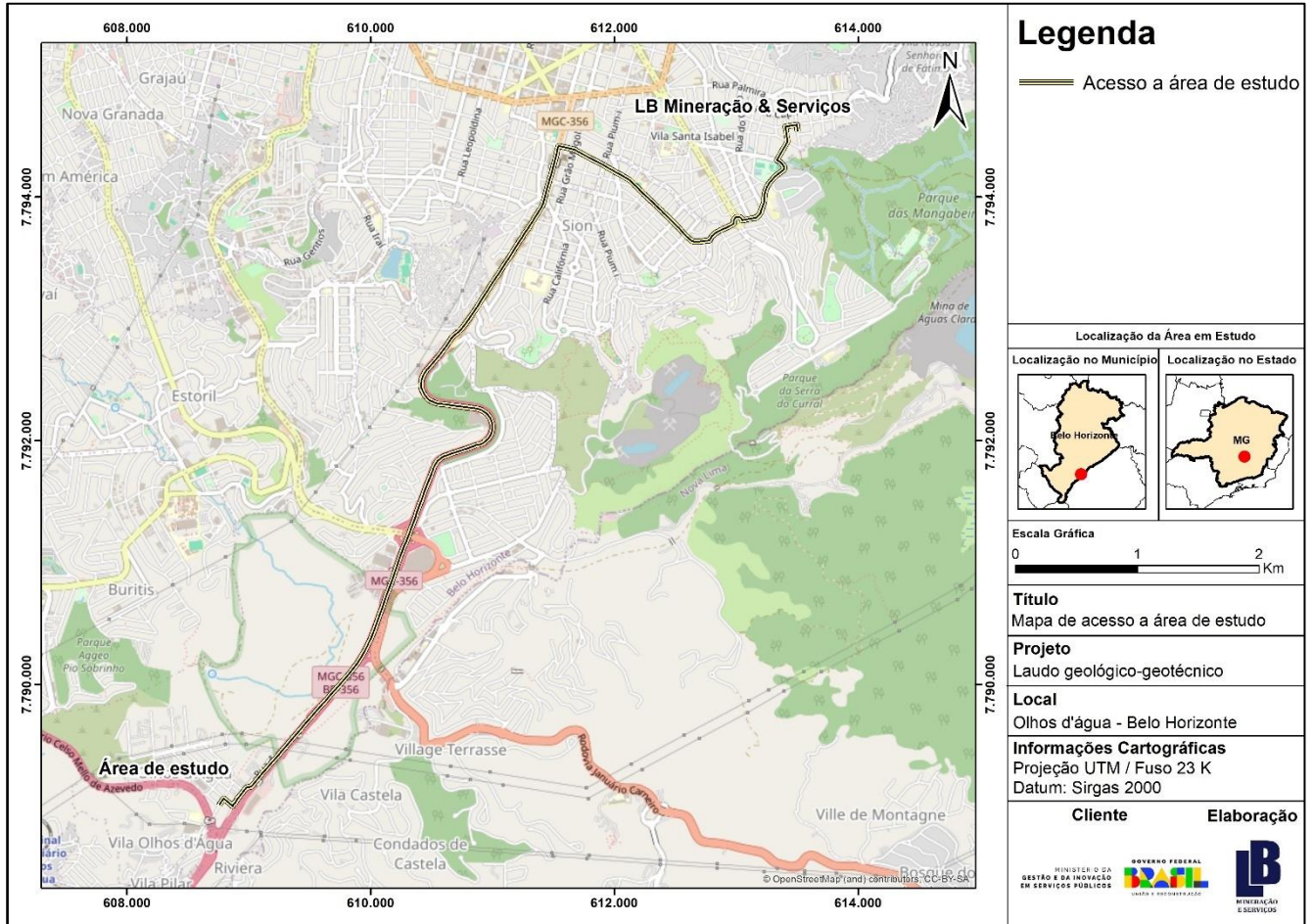


Figura 5 - Mapa de acesso à área de estudo

 <p>MINERAÇÃO E SERVIÇOS</p>	<p>MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>  <p>GOVERNO FEDERAL BRASIL UNIÃO E RECONSTRUÇÃO</p>	<p>LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO</p>	
<p>Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibité - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.</p>		<p>Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>	<p>Página: 16/45 Versão: V-01</p>

3.2 CONTEXTO LOCAL

O estudo realizado busca atestar as condições de estabilidade de um terreno urbano, localizada nas proximidades da Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água (esquina com rua Nossa Senhora do Pilar), em Belo Horizonte/MG. A área em questão é densamente vegetada e conta com diversas ocupações, algumas de natureza irregular, em suas adjacências. Conforme informado no Relatório de Fiscalização Individual – RFI 527, de 12/02/2025 (SEI nº10154.124328/2023-15), a última vistoria detectou a presença de uma erosão em parte da área da Gleba 11 do Ramal Ibité - Águas Claras, situada junto à rua Nova Suíça e em proximidade a residências, apresentando potenciais riscos à vida e ao patrimônio. Além disso, as estruturas de drenagem local encontravam-se em mau estado de conservação, o que contribui para a intensificação do processo erosivo vigente.

Ainda segundo o relatório, embora tenha sido instalado um tapume de proteção, a erosão se intensificou e extrapola os limites do imóvel da União, atingindo os fundos de residências na Rua Adriano Chaves Matos. Adicionalmente, foi notada uma construção adjacente à área, cuja drenagem rudimentar foi atribuída pelo ocupante a si mesmo, e cuja obra tem características semelhantes à da área erodida.

As condições precárias são acentuadas pelo lançamento irregular de drenagem da própria Rua Adriano Chaves Matos e de esgotos e águas pluviais de residências locais diretamente na área, o que causa grande instabilidade no solo. Esses lançamentos clandestinos são vistos como um fator direto para a intensificação do processo erosivo. Há fortes indícios de que a erosão é causada pelo escoamento pluvial e pela falta de um sistema de drenagem adequado, o que levou à identificação de trincas em muros de residências vizinhas.

Foram realizadas, durante visita técnica de campo, geração de ortofotos locais utilizando drone e também uma (1) sondagem SPT, com o intuito de compreender a natureza do material presente em subsuperfície. A partir dos dados coletados serão realizadas análises geotécnicas locais, englobando fatores como resistência do solo, estruturas de drenagem e causas dos processos erosivos vigentes.

 <p>MINERAÇÃO E SERVIÇOS</p>	<p>MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p> <p>GOVERNO FEDERAL</p>  <p>BRASIL UNIÃO E RECONSTRUÇÃO</p>	<p>LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO</p>	
<p>Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibité - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.</p>		<p>Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>	<p>Página: 17/45 Versão: V-01</p>

4 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

4.1 CLIMA E METEOROLOGIA

O regime climático no município de Belo Horizonte/MG, é determinado pelas condições médias da circulação geral da atmosfera, pela proximidade de fontes de umidade (como a Zona da Mata e o Atlântico distante) e pela topografia urbana e natural local. Segundo a classificação de Köppen–Geiger, a cidade de Belo Horizonte apresenta clima Cwa – tropical de altitude com estação seca bem definida e verões chuvosos intensos.

A região do Olhos d’água herda esse padrão: verões quentes e úmidos, com chuvas concentradas entre outubro ou novembro até março ou abril, e invernos secos e amenos, principalmente entre maio e setembro. A precipitação média anual em Belo Horizonte gira em torno de 1.200 mm, com o mês mais seco sendo julho (~9 mm) e o mais chuvoso dezembro (~260 mm). A temperatura média anual da cidade é por volta de 21–22 °C, com médias diárias de 17–18 °C em julho e 22–23 °C nos meses quentes.

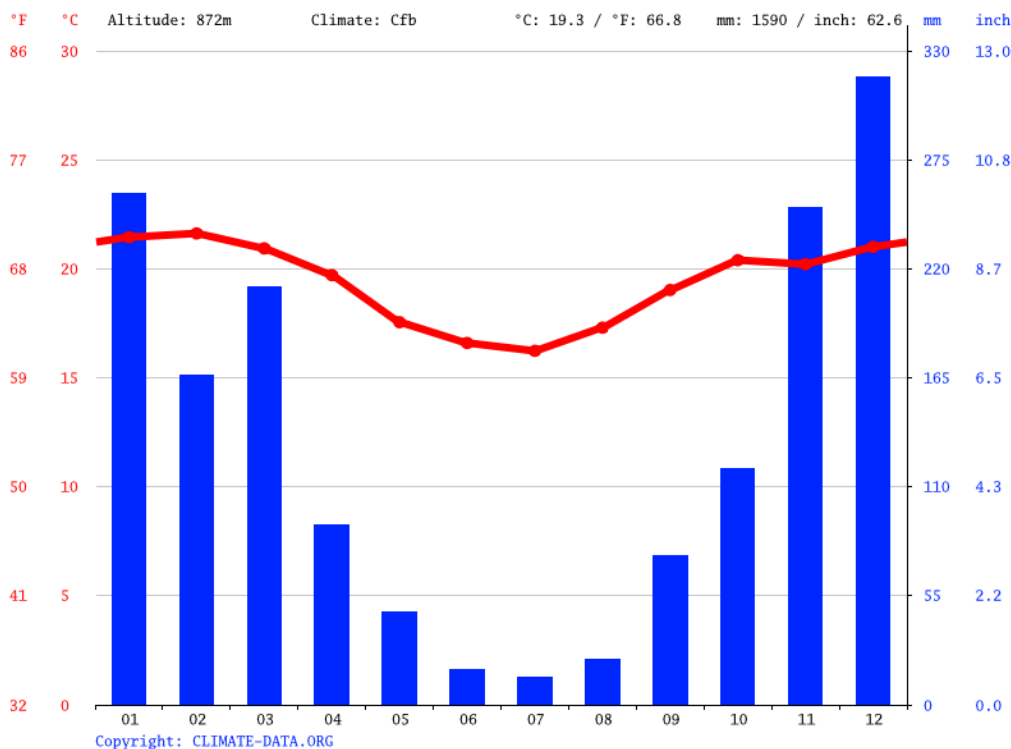


Figura 6 - Climograma de Itabirito. Fonte: Climate data.

	<p style="text-align: center;"> <small>GOVERNO FEDERAL</small> <small>MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</small>  <small>UNIÃO E RECONSTRUÇÃO</small> </p>	<h2>LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO</h2>	
<p>Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibité - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.</p>		<p>Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>	<p>Página: 18/45 Versão: V-01</p>

Riscos climáticos e de segurança para pessoas, edificações e vias públicas.

1. Inundações e alagamentos repentinos

Chuvas pesadas concentradas (especialmente entre novembro e março) podem provocar alagamentos em pontos baixos e calçadas das ruas próximas a área de estudo, dificultando o tráfego e colocando pedestres e motoristas em risco. Episódios extremos como os de janeiro de 2020, com acumulados de 178–250 mm em 24 h, mostraram que trechos da capital ficaram inundados e com moradores ilhados.

2. Deslizamentos e risco geológico local

Moradias construídas em encostas ou taludes alterados podem sofrer erosão ou deslizamentos, agravados pela saturação do solo durante chuvas intensas.

3. Danos à infraestrutura e queda de muros ou árvores

Ventos fortes associados a tempestades (com rajadas próximas de 80–100 km/h em BH) podem ocasionar quedas de árvores, muros e estruturas improvisadas nas calçadas ou terrenos, atingindo pedestres, veículos e ciclistas.

4. Impacto ao trânsito e acessos públicos

Alagamentos podem interromper linhas de ônibus e travessias, gerando bloqueios de ruas e riscos a quem circula, como ocorreu em temporais intensos que bloquearam tráfego na capital.

Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibitiré - Águas Claras", localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D'Água, Belo Horizonte/MG.

Contratante: MINISTÉRIO DA
GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM
SERVIÇOS PÚBLICOS

Página: 20/45

Versão: V-01

Em âmbito local existem duas bacias hidrográficas principais no município que são a Bacia do Ribeirão da Onça e a Bacia do Ribeirão Arrudas, sendo os padrões de drenagem distintos para cada uma delas.

A Bacia do Ribeirão do Onça encontra-se integralmente na área de mar de morros da Depressão Belo Horizonte. O padrão de drenagem é do tipo dendrítico e as sub-bacias apresentam formatos circulares a ramificadas. Parte da Bacia do Ribeirão Arrudas na área central do município encontra-se na área da depressão Belo Horizonte mantendo o padrão dendrítico. Entretanto ao sul do município, a Bacia do Ribeirão Arrudas apresenta drenagem do tipo paralela e sub-bacias alongadas, tendo forte influência das maiores altitudes e declividades e da orientação SW-SE da Serra do Curral e subcristas definidas pela sequência das rochas metassedimentares do Supergrupo Minas. A área de estudo está localizada na Bacia do Ribeirão Arrudas.

A Figura 11 abaixo mostra a hidrografia do município e os padrões de drenagem descritos.

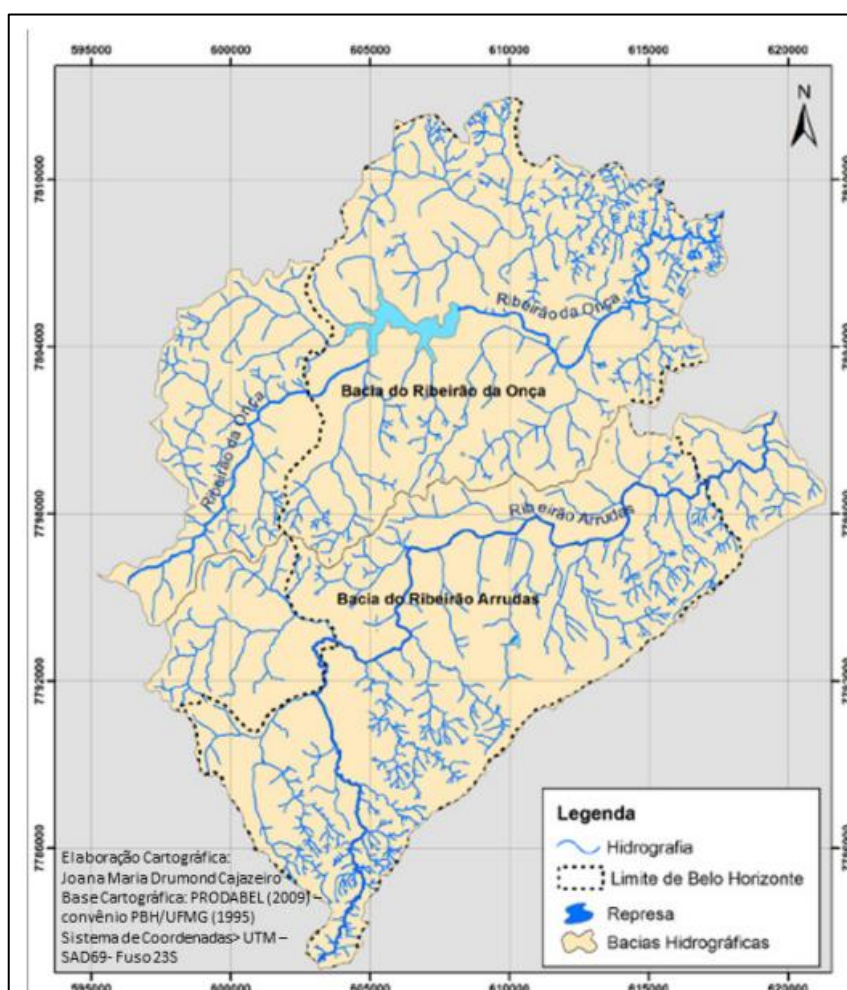


Figura 8 - Bacias hidrográficas e padrões de drenagem do território de Belo Horizonte

 <p>MINERAÇÃO E SERVIÇOS</p>	<p>MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>  <p>GOVERNO FEDERAL BRASIL UNIÃO E RECONSTRUÇÃO</p>	<p>LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO</p>	
<p>Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibirité - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.</p>	<p>Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>	<p>Página: 21/45</p>	<p>Versão: V-01</p>

4.3 GEOMORFOLOGIA E PEDOLOGIA

Segundo Harder & Clamberlain (1915), o relevo do Quadrilátero Ferrífero tem sua origem de estrutura associada à erosão diferencial, na qual os quartzitos e itabiritos se localizaram em áreas de elevadas altimetrias. Os xistos-filitos compõe a porção média das encostas e na base do substrato geológico, a composição é de rochas granito-gnáissicas.

O QF foi classificado por Varajão (1991) como um mosaico contendo seis províncias geomorfológicas, sendo elas: Serra do Caraça, Sinclinal Moeda, Serra de Ouro Branco, Serra do Curral, Complexo do Bação e Sinclinal Gandarela. As maiores altitudes do QF são encontradas na Serra do Caraça, atingindo 2.000 metros. De acordo com o mesmo autor, a paisagem do QF apresenta fortes traços de erosão diferencial, presentes em pequenas superfícies de erosão, com evidente controle litoestrutural.

O bairro Olhos d’água está localizado em uma área de encosta, que transita da região de planalto para a bacia do Rio Arrudas, um dos principais cursos d’água da cidade. A presença de nascentes e pequenos cursos d’água, que dão nome ao bairro, está diretamente relacionada às características litológicas e estruturais da subsuperfície. A ocorrência de rochas mais fraturadas e permeáveis permite a infiltração de água, que ressurgem nas partes mais baixas do relevo, formando os olhos d’água. Essa dinâmica hidrológica é um fator crucial na evolução da paisagem local (Costa et al., 2007).

O relevo íngreme e as características do solo na região de Olhos d’Água tornam a área suscetível a processos geomorfológicos como movimentos de massa, incluindo escorregamentos e quedas de blocos rochosos. A ocupação urbana em áreas de encosta e a remoção da cobertura vegetal aumentam a vulnerabilidade a esses eventos, um problema recorrente na área metropolitana de Belo Horizonte (Guimarães, 2008).

 <p>MINERAÇÃO E SERVIÇOS</p>	<p>MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p> <p>GOVERNO FEDERAL BRAZIL UNIÃO E RECONSTRUÇÃO</p>	<p>LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO</p>	
<p>Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibitaré - Águas Claras", localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D'Água, Belo Horizonte/MG.</p>		<p>Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>	<p>Página: 22/45 Versão: V-01</p>



Figura 9 - Contexto geomorfológico local. A seta indica a direção da drenagem pluvial efêmera.

Caracterização Pedológica e Geotécnica

Segundo mapeamento regional de solos da SEMAD/UFV, a região de estudo está hospedada em uma área de neossolos litólicos, que são solos rasos, caracterizados pela presença de contato lítico (rocha) ou lítico fragmentário dentro dos primeiros 50 centímetros de profundidade. Essa característica resulta em solos com forte influência do material de origem, comumente pedregosos e/ou rochosos, e com baixa profundidade.

A investigação de subsolo realizada por meio de **sondagem SPT (Standard Penetration Test)** revelou apenas uma camada típica:

- **0,0 – 5,07 m:** Aterro de entulho, marrom, que varia de muito mole (profundidades iniciais) a muito duro em maiores profundidades.
- **Pós 5,07 m:** Impenetrável – provavelmente topo rochoso

 <p>MINERAÇÃO E SERVIÇOS</p>	<p>MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>  <p>GOVERNO FEDERAL BRASIL UNIÃO E RECONSTRUÇÃO</p>	<p>LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO</p>	
<p>Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibirité - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.</p>		<p>Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>	<p>Página: 23/45 Versão: V-01</p>

O material de aterro da camada superficial apresenta **alta suscetibilidade à erosão**, especialmente quando exposto ou saturado. A presença de entulhos na região somada a escoamento pluvial exagerado, faz com que o solo fique extremamente saturado e perca sua capacidade de coesão.

Interpretação Geomorfológica e Risco

A presença de cicatrizes no terreno indica um processo erosivo ativo, que, se não for tratado, pode comprometer **infraestruturas, edificações e vias públicas** nas proximidades. A **geodinâmica atual** é influenciada por:

- **Topografia inclinada** com convergência de fluxo superficial;
- **Baixa resistência do solo superficial**, com baixo NSPT;
- **Ausência ou deficiência de drenagem pluvial adequada**;
- **Presença de bananeiras na encosta que aumentam a saturação do solo.**

A tendência, na ausência de medidas corretivas, é o **avanço da frente de erosão**, podendo comprometer de forma grave a estabilidade geotécnica local.

4.4 GEOLOGIA E HIDROGEOLOGIA REGIONAL

A área alvo do presente estudo, na porção sul do município de Belo Horizonte, está localizada dentro do perímetro do Quadrilátero Ferrífero, que conforme descrito por Barbosa & Rodrigues (1967) corresponde a um bloco de estruturas geológicas do Pré-Cambriano, elevadas em seus quatro lados por erosão diferencial. Segundo Azevedo et.al, 2012, o contexto geológico do Quadrilátero Ferrífero é representado por três grandes conjuntos de rochas: um complexo metamórfico basal, as supracrustais do Supergrupo Rio das Velhas e as seqüências metassedimentares paleo e mesoproterozoicas representadas pelo Supergrupo Minas, Grupo Sabará, Grupo Itacolomi e Supergrupo Espinhaço. Segundo essa classificação, a área de estudo está inserida no contexto das rochas do Supergrupo Minas. A Figura 9 ilustra a localização da área dentro dos limites do Quadrilátero Ferrífero.

Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibirité - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.

Contratante: MINISTÉRIO DA
GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM
SERVIÇOS PÚBLICOS

Página: 24/45

Versão: V-01

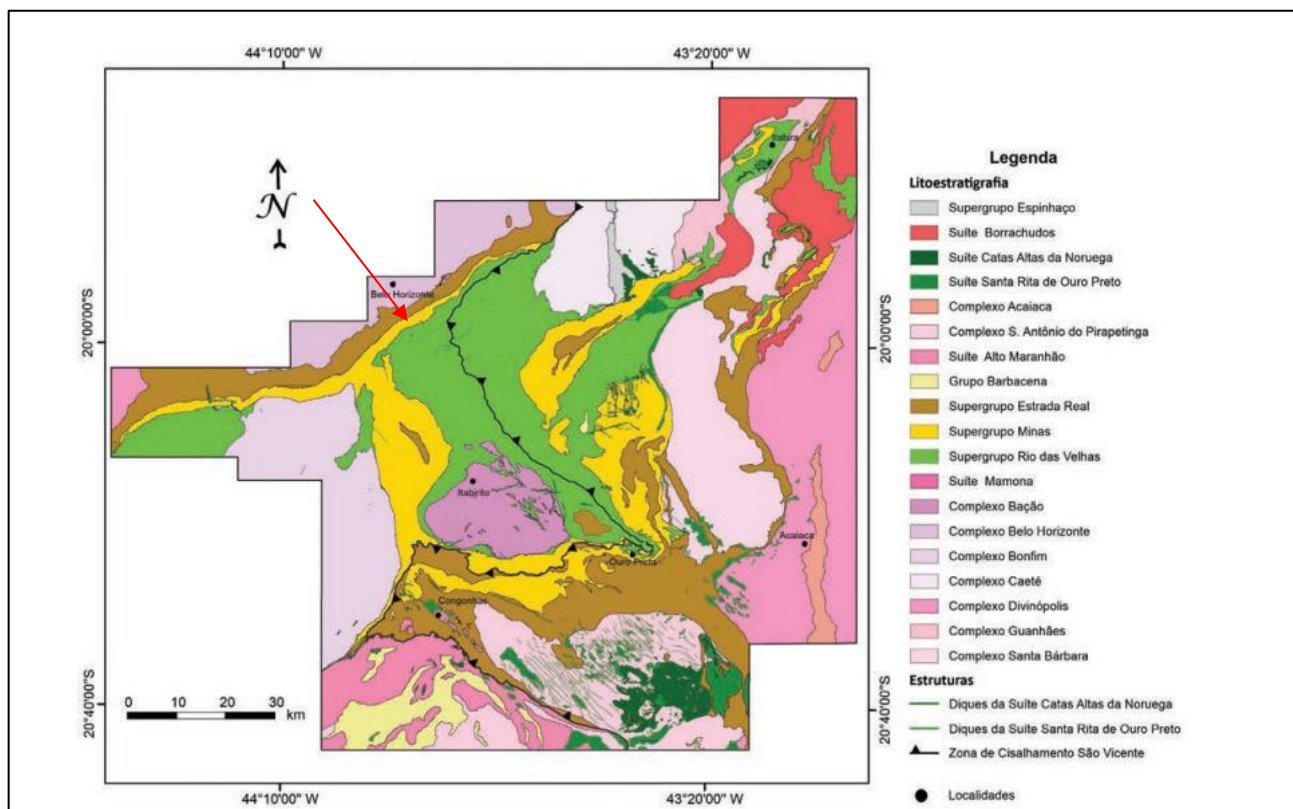


Figura 10 - Mapa geológico do Quadrilátero Ferrífero, com destaque para a área de estudo. Modificado de Endo et. al, 2020.

Identificou-se a existência de apenas uma unidade geológica na área de estudo. A unidade presente na área do empreendimento corresponde ao Grupo Itabira, formado durante o Paleoproterozoico (Figura 10). Tal unidade litoestratigráfica é caracterizada pela presença dominante de itabiritos e dolomitos, com presença secundária de xistos e filitos (CPRM, 2019).

 <p>MINERAÇÃO E SERVIÇOS</p>	<p>MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p> <p>GOVERNO FEDERAL BRAZIL UNIÃO E RECONSTRUÇÃO</p>	<p>LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO</p>	
<p>Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibirité - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.</p>		<p>Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>	<p>Página: 26/45 Versão: V-01</p>

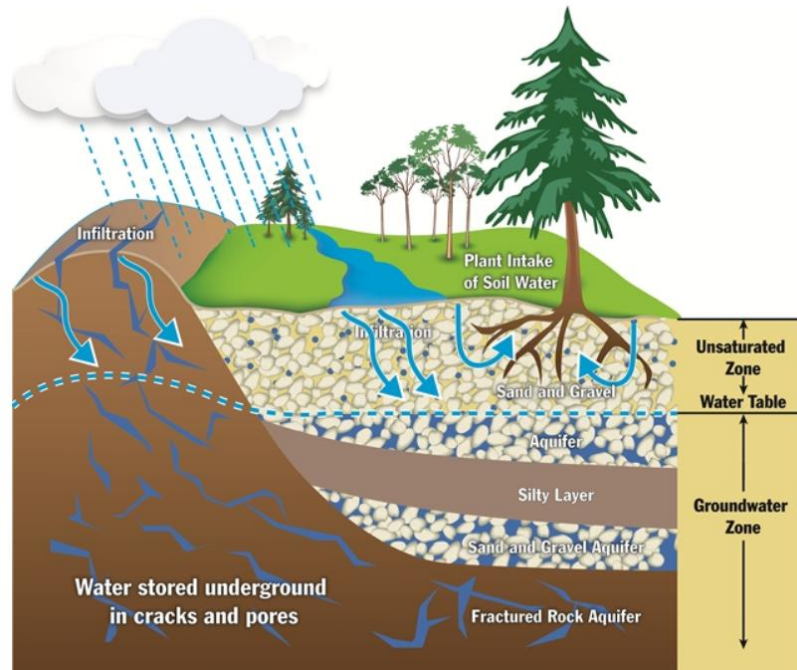


Figura 12 – Ilustração esquemática de um aquífero fraturado. Fonte: Department of Environment & Conservation, Government of Newfoundland & Labrador (2016).

Os aquíferos deste tipo apresentam porosidade secundária, sendo o armazenamento e circulação da água restrito às porções de interconexão de fraturas. Os aquíferos desta região apresentam potencial hidrogeológico variável, uma vez que ele está atrelado a quantidade de fraturas presentes no litotipo existente. Em certos trechos, a baixa densidade de fraturas interconectadas e as condições topográficas desfavoráveis reduzem as possibilidades hidrogeológicas.

Os aquíferos do Grupo Itabira são, geralmente, livres a confinados, descontínuos, heterogêneos e anisotrópicos, com fluxos controlados por fraturas e cavidades de dissolução. Apresentam produtividade moderada, com vazões de 25 m³/h a 50 m³/h. Segundo classificação da CPRM, 2022, a região está inserida num domínio de aquíferos fraturados.

	<p style="text-align: center;"> <small>GOVERNO FEDERAL</small> <small>MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</small>  <small>UNIÃO E RECONSTRUÇÃO</small> </p>	<h2>LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO</h2>	
<p>Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibité - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.</p>		<p>Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>	<p>Página: 27/45 Versão: V-01</p>

5 RESULTADOS

5.1 MAPEAMENTO GEOLÓGICO/GEOTÉCNICO LOCAL

A atividade de visita técnica local foi realizada no dia 24 de julho de 2025 e teve como objetivo caracterizar o meio físico local em relação a suas características geológico-geotécnicas, principalmente na região onde foram detectadas erosões.

Foi realizado, em pontos chaves do terreno, a coleta de informações relevantes ao contexto do trabalho, bem como um registro fotográfico, com o objetivo de ilustrar o contexto do meio físico e entender o contexto geotécnico local.

Foi detectado, ao longo do mapeamento realizado, a presença de vegetação densa ao longo da área estudada, sendo a mesma rodeada por várias ocupações residenciais. Parte da drenagem dessas ocupações, principalmente a montante da área vegetada, é lançada dentro da área onde foram identificadas feições erosivas, contribuindo para aumentar a instabilidade do solo.



Figura 13 - Porção SE da área de estudo, próxima a rua Adriano Chaves Matos. Presença de vegetação densa

	<p>MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p> <p>GOVERNO FEDERAL BRAZIL UNIÃO E RECONSTRUÇÃO</p>	<p>LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO</p>	
<p>Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibité - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.</p>		<p>Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>	<p>Página: 28/45 Versão: V-01</p>



Figura 14 - Presença de entulho em encosta de baixa declividade.

Foram observados indícios de movimentação de massa no terreno, caracterizados pelo acúmulo de sedimentos e entulho na base das encostas. O solo presente é de granulometria silto-argilosa, apresentando susceptibilidade média a erosão. Além disso, a porção central da área, funciona como um caminho preferencial para escoamento da água pluvial em épocas chuvosas, contudo devido ao contínuo despejo de esgoto, a região recebe um contingente de líquidos maior do que suporta, o que torna o solo local saturado em boa parte do ano.

 <p>MINERAÇÃO E SERVIÇOS</p>	<p>MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p> <p>GOVERNO FEDERAL BRAZIL UNIÃO E RECONSTRUÇÃO</p>	<p>LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO</p>	
<p>Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibité - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.</p>		<p>Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>	<p>Página: 29/45 Versão: V-01</p>



Figura 15 - Presença de entulhos em vale por onde drenagens pluviais efêmeras escoam.

O silte, por ser de maior granulometria, apresenta maior propensão a infiltração da água, enquanto a argila, de menor granulometria, retém a umidade. Quando não há um sistema de drenagem eficiente, a água da chuva ou de outras fontes tende a se acumular em áreas específicas, saturando o solo. Essa saturação diminui a coesão entre as partículas do solo e favorece a ocorrência de feições erosivas e movimentos de massa.

Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibitiré - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.

Contratante: MINISTÉRIO DA
GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM
SERVIÇOS PÚBLICOS

Página: 30/45

Versão: V-01



Figura 16 - Solo local extremamente saturado e com entulhos.

Além disso, o escoamento superficial da água, sem presença de estruturas de drenagens para promover um direcionamento preferencial, pode arrastar as porções de solo saturado, criando sulcos e gerando as erosões ao longo do tempo.

	<p style="text-align: center;"> <small>GOVERNO FEDERAL</small> <small>MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</small>  </p>	<h2>LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO</h2>	
<p>Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibité - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.</p>	<p>Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>	<p>Página: 31/45</p>	<p>Versão: V-01</p>



Figura 17 - Fundo do vale local. Sem presença de estruturas de drenagem.

As alterações mais comuns no equilíbrio do talude ocorrem devido a uma alteração na sustentação do mesmo, causada pela erosão na face e pé do talude, o que desencadeia processos de abatimento do terreno e recalque diferencial. É válido citar que as forças coercivas do solo do talude derivam do atrito entre partículas segundo o ângulo de corte, das forças coesivas nos solos argilosos e na resistência passiva do pé do talude devido ao peso das partículas subjacentes. Assim, quando as forças responsáveis por desestabilizar o talude, superam as forças estabilizadoras, ocorrem cenários de ruptura e deslizamento. No presente caso, observou-se carreamento e movimentação de material na direção do pé do talude, indicando que em algumas porções as forças estabilizadoras atuantes estão sendo superadas pelas instabilizadoras.

	<p style="text-align: center;"> <small>MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</small> </p> <p style="text-align: center;"> <small>GOVERNO FEDERAL</small>  <small>UNIÃO E RECONSTRUÇÃO</small> </p>	<h2>LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO</h2>	
<p>Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibité - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.</p>		<p>Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>	<p>Página: 32/45 Versão: V-01</p>

Além disso, observou-se também a presença de bananeiras na porção oeste da área de estudo que são espécies indicativas de solos saturados e com presença de água, não sendo recomendada a presença deste tipo de espécie em encostas, uma vez que elas podem aumentar a propensão a movimentação. A presença de bananeiras é prejudicial a estabilidade dos taludes, pois permite maior infiltração de água, facilitando a saturação do solo (Campos, 2011). Essas árvores apresentam raízes mais curtas do que outras espécies, portanto elas não se fixam totalmente no solo, aumentando risco de deslizamentos.



Figura 18 - Bananeiras presentes na porção oeste da área

	<p style="text-align: center;"> <small>GOVERNO FEDERAL</small> <small>MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</small>  <small>UNIÃO E RECONSTRUÇÃO</small> </p>	<h2>LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO</h2>	
<p>Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibitaré - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.</p>		<p>Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>	<p>Página: 33/45 Versão: V-01</p>

5.2 LEVANTAMENTO AÉREO POR DRONE

Foi gerada, a partir de levantamento aerofotogramétrico, uma ortofoto da área de estudo, que tem como objetivo permitir uma melhor visualização da área de estudo, com maior resolução e detalhamento. Na ortofoto a seguir pode-se observar todas as residências que vêm contribuindo para a problemática local.



Figura 19 - Imagem aérea da área de estudo.

Todas as moradias adjacentes a área de estudo contribuem diretamente para o processo erosivo local, uma vez que são responsáveis por despejar esgoto no vale da encosta, que ao se misturar com a drenagem pluvial efêmera local, aumenta a saturação do solo, tornando-o mais susceptível a movimentações

	<p style="text-align: center;"> GOVERNO FEDERAL MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS  UNIÃO E RECONSTRUÇÃO </p>	LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO	
Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibitiré - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.		Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS	Página: 34/45 Versão: V-01

5.3 SONDAGEM SPT

Foi realizada, em porção estratégica do terreno, uma (1) sondagem SPT com o intuito de investigar a natureza do material presente em subsuperfície. A execução da sondagem foi feita conforme as orientações na Norma Brasileira NBR – 6484/2020. A Figura 25 a seguir ilustra a boletim da sondagem realizada.

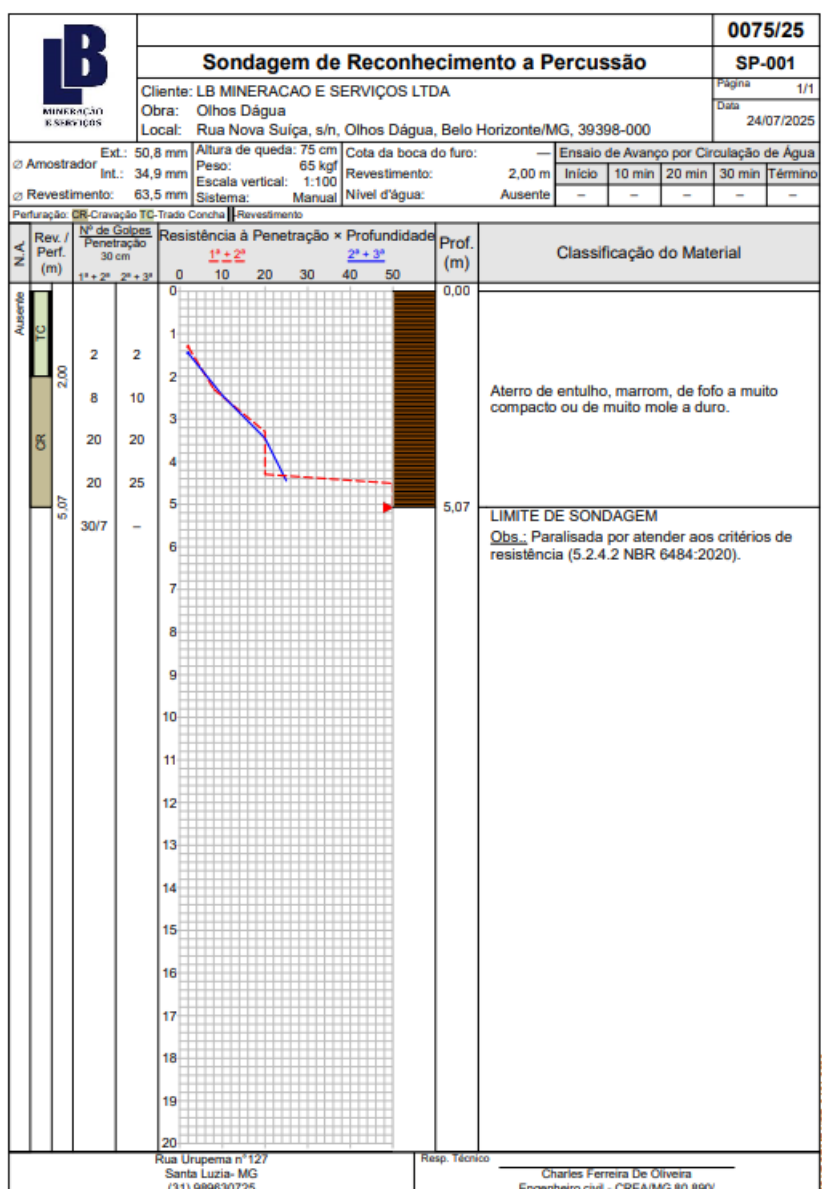


Figura 20 - Boletim da sondagem executada.

 <p>MINERAÇÃO E SERVIÇOS</p>	<p>GOVERNO FEDERAL</p> <p>MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>  <p>BRASIL</p> <p>UNIÃO E RECONSTRUÇÃO</p>	<p>LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO</p>	
<p>Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibirité - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.</p>	<p>Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>	<p>Página: 35/45</p>	<p>Versão: V-01</p>

O resultado das avaliações geológicas obtidas por meio das sondagens foi interpretado de modo a identificar espacialmente a composição do solo, as profundidades das camadas, sua resistência a penetração e suas características principais.

Em âmbito geral pode se concluir que o terreno é composto, em suas profundidades iniciais (até aproximadamente 5 metros), por um aterro que apresenta baixa resistência a penetração apenas na primeira metragem, tendo sua resistência aumentada rapidamente à medida que se investiga maiores profundidades. A compactação do aterro é essencial para aumentar a resistência e reduzir a compressibilidade do solo.

Aterros mal compactados e com baixa resistência podem ter **problemas de drenagem**, resultando em acúmulo de água. A saturação da camada de aterro reduz ainda mais sua resistência e pode levar a fenômenos como a liquefação em solos siltsos ou arenosos fofos sob carregamentos cíclicos, onde o solo perde completamente sua resistência e se comporta como um fluido. Abaixo do material de aterro têm se o topo rochoso local, de elevada resistência mecânica.

A resistência a penetração do solo (nSPT) aumenta à medida que se alcança maiores profundidades, sendo que a partir dos 3 metros o solo local já apresenta uma resistência considerável. A profundidade do nível d’água não foi detectado nas sondagens realizadas.



Figura 21 - Sondagem SPT realizada

	<p style="text-align: center;"> <small>GOVERNO FEDERAL</small> <small>MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</small>  <small>UNIÃO E RECONSTRUÇÃO</small> </p>	<h2>LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO</h2>	
<p>Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibité - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.</p>		<p>Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>	<p>Página: 36/45 Versão: V-01</p>

5.4 ESTRUTURAS DE DRENAGEM

Conforme mencionado anteriormente, a implantação de um projeto de drenagem na região é essencial para mitigar os problemas de erosão identificados. A região por si só funciona como um caminho preferencial para drenagens pluviais efêmeras em períodos chuvosos, contudo, na situação atual, observa-se que drenagens de ruas e moradias adjacentes também estão escoando na região, causando uma intensificação do processo erosivo.



Figura 22 - Rua à montante da área de estudo, com drenagem em direção ao vale da região vegetada.

As estruturas de drenagem consistem, basicamente, na captação do escoamento de água superficial por meio de canaletas e, em seguida, condução destas águas para um local conveniente. A presença dessas estruturas evita fenômenos de erosão na superfície do talude e reduz a infiltração de água nos maciços, resultando numa diminuição dos efeitos nocivos de saturação do solo sobre sua resistência.

 <p>MINERAÇÃO E SERVIÇOS</p>	<p>MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p> <p>GOVERNO FEDERAL BRAZIL UNIÃO E RECONSTRUÇÃO</p>	<p>LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO</p>	
<p>Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibitaré - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.</p>	<p>Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>	<p>Página: 37/45</p>	<p>Versão: V-01</p>

No caso do presente estudo foram observadas obras de drenagem em mal estado de conservação ou abandonadas, tanto na região do talude propriamente dita, quanto na rua acima do talude. A implementação e revitalização dessas estruturas é de extrema importância, uma vez que vão diminuir a percolação de água na face do talude, mitigando a ação de processos erosivos e diminuindo a umidade do material que compõe a encosta.



Figura 23 – Drenagem efêmera e água de esgoto escoando pela superfície do terreno.

 <p>MINERAÇÃO E SERVIÇOS</p>	<p>GOVERNO FEDERAL</p> <p>MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>  <p>BRASIL</p> <p>UNIÃO E RECONSTRUÇÃO</p>	<p>LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO</p>	
<p>Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibirité - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.</p>		<p>Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>	<p>Página: 38/45</p> <p>Versão: V-01</p>

5.5 MEDIDAS DE ESTABILIZAÇÃO SUGERIDAS

Com base nas principais causas identificadas para os problemas de instabilidade do talude em solo apresentado foram levantadas algumas medidas de contenção, levando em consideração as construções já existentes na área e a limitação do espaço, a geometria do talude, o tipo de material e o escoamento superficial da área.

O solo presente no local é um aterro que recobre solos coluvionares. A sondagem encontrou muito material de aterro nos primeiros metros e devido à presença de blocos e lixo não foi possível avançar muito. Nos primeiros 5 metros a sondagem apresentou material de aterro possuindo baixa compacidade no primeiro metro e uma compacidade mediana nos demais.

Com base nas principais causas identificadas para os problemas de instabilidade do talude em solo apresentado foram levantadas algumas medidas de contenção, levando em consideração as construções existentes na área e a geometria do talude. Grande parte da erosão no talude alvo é relacionada ao lançamento de esgoto de forma irregular por parte de casas que se encontram em terrenos da prefeitura.

A solução ideal envolveria a implementação de infraestrutura de esgoto em todas as casas que estão na bacia de contribuição da drenagem juntamente com a remoção do material de aterro e reaterramento com material adequado. Juntamente a isso seria necessário a implementação de um novo sistema de drenagem planejado para o contexto local. Ressalta-se que para se atingir a essa solução possivelmente será necessário realizar a desocupação total ou parcial de alguma das residências.

Em nova visita feita à área observou-se que, apesar de outras considerações como a implementação de patamares de gabião pudesse ajudar ao problema da erosão de forma pontual tal solução, além de mais cara, pode interferir com os sistemas de drenagem pluvial já existentes. Dessa forma entende-se que a forma mais eficaz e econômica se trata da instalação de uma caixa de drenagem, de dimensões aproximadas: profundidade 5m largura 2m e altura 3,5m, feita em concreto armado, de forma a proteger o sistema de drenagem pluvial já presente no local, o qual sofre com constantes entupimentos, como foi relatado por morador da região na segunda visita. A manutenção dos sistemas de drenagem é feita pelos próprios moradores, que relataram já terem gastado “mais de 50 mil reais” em obras de reparo dos taludes e sistemas de drenagens.

A luz dessa nova visita, foi entendido que uma forma eficaz e mais barata seria, em conjunto com a instalação da caixa de drenagem e também seja feito o manilhamento das águas pluviais (que correm

	<p style="text-align: center;"> <small>GOVERNO FEDERAL</small> <small>MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</small>  </p>	<h2>LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO</h2>	
<p>Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibirité - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.</p>	<p>Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>	<p>Página: 39/45</p>	<p>Versão: V-01</p>

junto aos lançamentos de esgoto irregulares) até o limite do terreno de propriedade da união (aproximadamente 15 metros). Tal intervenção inicial possibilitará a limpeza do terreno e o posterior aterramento do pé do talude, recobrando o sistema de drenagem manilhado, gerando maior estabilidade ao terreno.

O aterro a ser implementado no local deve ser feito utilizando-se de material adequado e compactado. A quantidade de material seria próxima a 540 m³ de solo. Sobre esse aterro o plantio de gramíneas e a manutenção dos sistemas de drenagem à montante deverá ser suficientes para manter uma boa estabilidade a longo prazo, necessitando apenas de manutenções esporádicas. A figura abaixo ilustra o local onde recomenda-se a instalação da caixa de drenagem e manilhamento, em uma situação onde o sistema existente foi entupido e a manutenção realizada pela própria população local.

	<p style="text-align: center;"> <small>GOVERNO FEDERAL</small> <small>MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</small>  <small>UNIÃO E RECONSTRUÇÃO</small> </p>	<h2>LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO</h2>	
<p>Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibité - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.</p>		<p>Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>	<p>Página: 40/45 Versão: V-01</p>



Figura 24 - Local onde recomenda-se o fechamento da drenagem aberta com caixa de concreto e continuidade do manilhamento até os limites do terreno da união. Após a instalação de tal sistema será possível realizar a limpeza e o aterramento do pé do talude gerando estabilidade geotécnica.

O plantio e manutenção da vegetação na face do talude mesmo após o aterramento é uma medida de estabilização importante. As árvores situadas no pé da encosta e que podem funcionar como barreira vegetal podem ser mantidas; uma vez que árvores nos patamares, afastadas da borda da encosta, geralmente não oferecem risco.

De forma paralela é sugerido ainda que seja feito a regularização dos lançamentos irregulares de esgoto nas ocupações fora da faixa do terreno da união, de forma que todo o sistema de efluentes funcione de uma maneira regular.

 <p>MINERAÇÃO E SERVIÇOS</p>	<p>MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>  <p>GOVERNO FEDERAL BRASIL UNIÃO E RECONSTRUÇÃO</p>	<p>LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO</p>	
<p>Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibité - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.</p>	<p>Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>	<p>Página: 41/45</p>	
		<p>Versão: V-01</p>	

6 RECOMENDAÇÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente relatório técnico apresenta uma avaliação detalhada das condições geológico-geotécnicas da área localizada no bairro Olhos D’Água, em Belo Horizonte/MG. As atividades de campo, sondagens SPT e análise de imagens permitiram caracterizar de forma abrangente o meio físico local e identificar as principais patologias que afetam a estabilidade da encosta.

Verificou-se que o solo superficial é recoberto por material de aterro de entulho, com variação de compactidade e alta suscetibilidade à erosão, especialmente quando saturado. Essa condição, associada ao lançamento desordenado de águas pluviais e esgoto, além da ausência de um sistema de drenagem adequado, tem favorecido a formação e o avanço de feições erosivas, colocando em risco a integridade de imóveis e da via pública adjacente.

Embora não tenham sido realizados cálculos de estabilidade para determinação do fator de segurança, as evidências observadas em campo — como o carreamento de material, a saturação do solo e a perda de suporte na base da encosta — indicam que o quadro demanda intervenção estrutural definitiva.

Dentre as alternativas analisadas, a mais adequada para a situação atual é a de regularização do sistema de drenagem, com a construção de caixa de drenagem de dimensões aproximadas 5x2x3,5m (profundidade, largura, altura), conectadas a manilhas de dimensões adequadas (mesma da saída de drenagem pluvial) que seguem até os limites do terreno da união (aproximadamente 15 metros). Após a implementação dessas estruturas de drenagem é recomendada a limpeza dos materiais inadequados e aterramento da base dos taludes existentes com material adequado (aproximadamente 540m³), de forma a estabilizar o pé das encostas agora em situação de instabilidade. Tal solução evita a desocupação das casas na região além de garantir a estabilidade do local.

A medida indicada deve ser associada à boa manutenção do sistema de drenagem superficial eficiente, contemplando canaletas e direcionamento das águas pluviais para pontos seguros de descarte, bem como à revegetação das áreas expostas, de modo a reduzir a erosão superficial.

 <p>MINERAÇÃO E SERVIÇOS</p>	<p>MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>  <p>GOVERNO FEDERAL BRASIL UNIÃO E RECONSTRUÇÃO</p>	<p>LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO</p>	
<p>Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibité - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.</p>		<p>Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>	<p>Página: 42/45 Versão: V-01</p>

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABGE. Geologia de engenharia. OLIVEIRA, A. M. S; BRITO, S. N. A (editores). São Paulo: ABGE, 1998, 576 p.

ABNT – Associação brasileira de normas técnicas – Execução de sondagens de simples reconhecimento dos solos – NBR – 6484, 2020.

AZEVEDO, U. R.; MACHADO, M. M. M.; CASTRO, P. T. A.; RENGER, F. E.; TREVISOL, A.; BEATO, D. A. C. Geoparque Quadrilátero Ferrífero (MG): proposta. In: SCHOBENHAUS, Carlos; SILVA, Cassio Roberto da (Org.). Geoparques do Brasil: propostas. Rio de Janeiro: CPRM, 2012. Cap. 7

BARBOSA, G. V.; RODRIGUES, D. M. S Quadrilátero Ferrífero. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1967. 130p.

BIENIAWSKI, Z. T. (1989), Engineering rock mass classification. New York. John Wiley. 215p

BISHOP, A W. The use of the Slip Circle in Stability Analysis of slopes. Géotechnique vol. 5, 1955, p7-17.

BROWN, E. T. (1983), Suggested method for rock characterization testing and monitoring, published for International Society for Rock Mechanics, ISRM. editor, Pergamon Press, 211p.

CAPUTO, H. P. Mecânica dos solos e suas aplicações. Fundamentos. 6º edição, Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos. Volume 1, 1988.

CARDOSO, F.F. Sistemas de Contenção. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

COSTA, M. L., VALERIANO, C. C., & RICCOMINI, C. (2007). Geologia e Geomorfologia de Belo Horizonte e Arredores. In: **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. CPRM.

CRAIG, R.F. (2004) Craig’s Soil Mechanics. 7th Edition, Spon Press, London. <https://doi.org/10.4324/9780203494103>

DAS, B. M.; SOBHAN, K. Principles of Geotechnical Engineering. Stamford, CT: Cengage Learning, 2014.

 <p>MINERAÇÃO E SERVIÇOS</p>	<p>MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>  <p>GOVERNO FEDERAL BRASIL UNIÃO E RECONSTRUÇÃO</p>	<p>LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO</p>	
<p>Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibitaré - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.</p>		<p>Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>	<p>Página: 43/45 Versão: V-01</p>

DELL’AVANZI, E; SAYÃO, A S. F. J. Avaliação da probabilidade de ruptura de taludes. In: XI Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica – COBRAMSEG 1998, volume I, 1998.

ENDO, I. Estratigrafia e evolução estrutural do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Quadrilátero Ferrífero: avanços do conhecimento nos últimos 50 anos. Tradução. Belo Horizonte, MG: 3i Editora, 2020. p. 70-113. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/ce698998-978f-41fd-b9fe-d6cf749cda33/3086757.pdf>. Acesso em: 01 outubro. 2024.

FEITOSA F.A.C., FILHO J.M., FEITOSA E.C., DEMETRIO J.G.A. (coords.). 2008. Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. 3ª ed. revisada e ampliada. Rio de Janeiro, CPRM: LABHID. 812p. ISBN: 9788574990613.

FILHO, O.A; VIRGILI, J.C. Estabilidade de Taludes. In: OLIVEIRA, A. M dos Santos; BRITO, S. N. A de. Geologia de engenharia. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998

FIUME, B; NASCIMENTO, F. M. F. MIRANDA, J. S N; PAULA, T. L. F. Mapa hidrogeológico do quadrilátero ferrífero. [S.l]: Serviço Geológico do Brasil - CPRM, 2022. Escala 1:100.000.

GABET, E.J. A theoretical model coupling chemical weathering and physical erosion in landslide-dominated landscapes. Earth and Planetary Science Letters, vol. 264, p. 259–26, 2007.

GUIDICINI, G.; NIEBLE, C. M. (1984), Estabilidade de taludes naturais e de escavação. 2a. edição. Editora Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 195p.

GUIMARÃES, L. A. (2008). Análise da suscetibilidade a movimentos de massa em áreas urbanas: o caso da bacia do córrego do Cercadinho, Belo Horizonte-MG. **Dissertação de Mestrado**. Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais.

HARDER, E. C., CHAMBERLAIN, R. T. Geology of Central Minas Gerais, Brazil. Journal of Geology, v. 23, p. 341-378, 1915.

IGA - Instituto de geociências aplicadas de Minas Gerais. 1996. Diagnóstico das condições físico-ambientais e do potencial turístico do município de Itabirito-MG. Belo Horizonte.

LAMBE, T. William & WHITMAN, Robert V. Mecânica de suelos. México: Editorial Limusa S.A., 1974.

MAPA de solos do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE: Embrapa Solos, 2001. Mapa color. escala 1:5.000.000 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Escala 1:5.000.000, 2001.

 <p>MINERAÇÃO E SERVIÇOS</p>	<p>GOVERNO FEDERAL</p> <p>MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>  <p>BRASIL</p> <p>UNIÃO E RECONSTRUÇÃO</p>	<p>LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO</p>	
<p>Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibité - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.</p>	<p>Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>	<p>Página: 44/45</p>	<p>Versão: V-01</p>

OLIVA, P.; VIERS, J.; DUPRE, B. Chemical weathering in granitic environments. *Chemical Geology*, vol. 202, p. 225–256, 2003.

PARIZZI, M.G; MOURA, A.C.M; MEMÓRIA, E. & MAGALHÃES, D.M. 2010. Mapa de unidade geotécnicas da Região Metropolitana de Belo Horizonte. RMBH. 21p. In Programa Diretor de Desenvolvimento Integrado da RMBH: Relatório de Geoprocessamento. 2010.

PINTO, Carlos de Sousa. Curso básico de mecânica dos solos em 16 aulas. 2a ed. São Paulo. Oficina de Textos, 2006.

PINTO, Carlos de Sousa. Apostila de Aula – Resistência ao Cisalhamento dos Solos; Escola Politécnica da USP, São Paulo, SP, 1974.

REIS JUNIOR, W.; PARIZZI, M. G. Caracterização das unidades geotécnicas da porção leste da região metropolitana de Belo Horizonte. *Geonomos*, 26(2), 23-30, 2018.

RODRIGUES JUNIOR, A. R. Estudo de diferentes métodos de análises de estabilidade de taludes terrosos. 2015. 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Geologia, Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul, 2015.

SANTOS C.A., SOBREIRA, F. G., NETTO M.M. 2004 Condicionantes do meio físico nas formas erosivas das bacias do Ribeirão Carioca, Córrego do Baçõ e Córrego Carioca, no município de Itabirito, MG. In: Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental. 5. São Carlos/SP, ABGE, CD Anais.

SILVA, C. R. (Ed.). *Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado para entender o presente e prever o futuro*. Rio de Janeiro: CPRM, 2008.

SJÖBERG, J. *Analysis of large-scale rock slopes*. Sweden: Division of Rock Mechanics - Luleå University of Technology, 1999. (Doctoral Thesis).

VARAJÃO, C.A.C. 1991. A questão da ocorrência das superfícies de erosão do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. *Revista Brasileira de Geociências*, 21:131-145.

YOUNG, A. *Slopes*. Clayton, K. (Ed.). London: Longman. 288p. 1972.

ZHU, D, Y. Investigations on the accuracy of the simplified Bishop method. *Landslides and Engineered Slopes*, Chen et al. (eds.), pp. 1055-1057, Taylor & Francis Group, London, 2008.

 <p>MINERAÇÃO E SERVIÇOS</p>	<p>MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p> <p>GOVERNO FEDERAL</p>  <p>BRASIL UNIÃO E RECONSTRUÇÃO</p>	<p>LAUDO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO</p>	
<p>Endereço do estudo: Gleba 11 e Gleba 12 do ramal ferroviário extinto Ibirité - Águas Claras”, localizado à Rua Nova Suíça, s/n, bairro Olhos D’Água, Belo Horizonte/MG.</p>	<p>Contratante: MINISTÉRIO DA GESTÃO E DA INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS</p>	<p>Página: 45/45</p> <p>Versão: V-01</p>	

Anexo 1 - Anotação de responsabilidade técnica - "ART"