

## **LAUDO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO**

**DANIEL DE ANDRADE VIEIRA, Perito contratado pelo  
CONDOMÍNIO DO EDIFÍCIO REBECA.**

7 de fevereiro de 2020

## ÍNDICE

<b>1. OBJETIVO .....</b>	<b>3</b>
<b>2. LOCALIZAÇÃO.....</b>	<b>3</b>
<b>3. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>4. CONTEXTO GEOLOGICO .....</b>	<b>4</b>
<b>5. DEFINIÇÕES.....</b>	<b>9</b>
<b>6. OBJETIVO .....</b>	<b>10</b>
<b>7. TIPO, FORMAS E CAUSAS.....</b>	<b>10</b>
<b>8. ESTABILIDADE DE TALUDE .....</b>	<b>12</b>
<b>9. DA CRONOLOGIA DOS FATOS .....</b>	<b>12</b>
<b>10. VISITA TÉCNICA.....</b>	<b>16</b>
<b>11. CONCLUSÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>12. MEDIDAS A SEREM ADOTADAS .....</b>	<b>20</b>

## 1. OBJETIVO

O presente parecer técnico tem a finalidade de avaliar, identificar e apresentar possíveis soluções para o processo de geração de deslizamento de terra do talude localizado nos fundos da rua Alberto Bressane 346, com acesso pela Rua Nísio Batista de Oliveira, bairro Novo São Lucas, no Município de Belo Horizonte - MG.

## 2. LOCALIZAÇÃO

O local do empreendimento esta inserido no Município de Belo Horizonte – MG, Rua Alberto Bressane, nº 346 (Figura 2.1).



Figura 2.1 – Área do talude (Fonte Google 2020).

## 3. INTRODUÇÃO

Para realização dos trabalhos, foram levantados dados históricos da região e também efetuada uma diligência ao local no dia 06/02/2020, onde estavam presentes, o morador Bernardo Paulino Rocha, e o síndico Veleriano Pereira de Andrade. O início dos trabalhos se deu às 10:06 hs, onde caminhamos até a área do talude, identificando todas as estruturas presentes, levando em consideração o cenário atual, para uma retro análise e identificação do motivo dos deslizamentos estarem acontecendo.

#### **4. CONTEXTO GEOLOGICO**

O Quadrilátero Ferrífero encontra-se inserido no extremo sul do Cráton do São Francisco (Almeida 1977). A estratigrafia deste segmento crustal engloba três unidades principais: os terrenos gnáissicos-migmatíticos arqueanos (Herz 1970, Carneiro 1992, Noce 1995), uma sequência vulcanossedimentar do tipo greenstone belt (Supergrupo Rio das Velhas), também arqueana (Dorr II 1969) e seqüências metassedimentares supracrustais de idade Paleoproterozóica (Supergrupo Minas e Grupo Itacolomi) (Dorr II 1969, Babinski et al. 1995, Machado et al. 1996) (Tabela 4.1).

O Supergrupo Minas, que engloba a unidade em foco neste trabalho, é constituído predominantemente por sedimentos plataformais (Dorr II 1969), empilhados em quatro grandes unidades que totalizam mais de 4.000 metros de espessura. Engloba os sedimentos clásticos do Grupo Caraça, sedimentos químicos do Grupo Itabira, unidades clásticas e químicas do Grupo Piracicaba e sedimentos do tipo flysh do Grupo Sabará. As rochas do Grupo Sabará evidenciam uma mudança nos sistemas deposicionais e nas áreas fonte de sedimentos em relação às demais unidades do Supergrupo Minas.

A idade dos metassedimentos Caraça-Itabira foi estimada entre 2.614 Ma e 2.420 Ma (Noce 1995, Babinski et al. 1995, Machado et al. 1996) e das rochas do Grupo Sabará entre 2.125 Ma e 2.030 Ma (Machado et al 1996). Mais recentemente, Hartmann et al. (no prelo) e Endo et al. (2002) obtiveram, pelo método SHRIMP, em zircões detríticos de rochas do Supergrupo Minas (Grupo Itabira e Formação Sabará) idade máxima de 2.600 Ma, sendo esta interpretada como a idade de deposição das formações ferríferas (Fig. 2). Uma idade Sm/Nd de 2.095 ±65 Ma obtida em rochas do Grupo Sabará da região de Ibirité (Marshak et al. 1997) é correlacionada a geração de auréolas de metamorfismo (Herz 1978, Evangelista et al. 1992) do evento Transamazônico (Alkmim et al. 1994).

Tabela 4.1 – Coluna litoestratigráfica do Quadrilátero Ferrífero (mod. Dorr II 1969, Ladeira 1980, Renger et al. 1994)

Idade	Supergrupo	Grupo	Formação	Litotipos		
Paleoproterozóico	Itacolomi	Indiviso	Indiviso	ortoquartzitos, quartzitos (matriz ferruginosa), filitos quartzosos filitos e conglomerados com seixos de itabirito		
				Minas	Sabará	Indiviso
	Piracicaba	Indiviso	Barreiro			
			Taboões		ortoquartzitos	
			Fecho do Funil		filitos, filito dolomítico e dolomito silicoso	
	Cercadinho	Indiviso	Indiviso		quartzito ferruginoso, quartzitos, filitos ferruginosos e dolomitos	
					Itabira	Indiviso
	Cauê	itabirito, itabirito dolomítico hematita, lentes de xistos e filitos				
	Caraça	Indiviso	Indiviso	Indiviso	Batatal	filito e filitos grafitosos, metachert e formação ferrífera
					Moeda	Metaconglomerado, quartzitos e filitos
	Arqueano	Rio das Velhas	Indiviso	Indiviso	Maquiné	quartzitos, conglomerados, xistos e filitos
					Nova Lima	Indiviso
Complexos Metamórficos		Indiviso	Indiviso	Indiviso	gnaisses bandados, gnaisses migmatíticos, augen-gnaisses e granitos	

#### 4.1. O GRUPO SABARÁ

O termo Sabará (Gair 1958) relaciona-se à seção estratigráfica designada para representar a unidade descrita ao longo de um trecho da rodovia Sabará - Belo Horizonte, a norte da cidade de Sabará.

A unidade litoestratigráfica Sabará consiste de um espesso pacote de rochas clásticas com intercalações localizadas de sedimentos químicos e rochas vulcânicas que se posiciona no topo do Supergrupo Minas (Tabela 1). Para Gair (1958), esta unidade teria uma hierarquia de formação, representando a unidade mais jovem do Grupo Piracicaba. Na região de Ouro Preto, a Formação Sabará apresenta-se com espessura e diversidade litológica superiores à da seção da serra do Curral, que representa a localidade tipo. Por esse motivo, Barbosa (1968) sugeriu que esta unidade poderia ter sido designada, mais adequadamente de “Formação Saramenha”, pelo fato de que na seção entre Tripuí e Saramenha, no município de Ouro Preto, as exposições encontram-se mais bem preservadas e constituem uma seção mais completa que aquela da serra do Curral.

O conteúdo litológico da Formação Sabará é bem distinto das demais formações do Grupo Piracicaba. Assim, Barbosa (1968) e Dorr II (1969) sugeriram que esta unidade deveria ser

elevada à categoria de grupo, caso fosse subdividida em formações. Embora não tenham subdividido e nem formalizadas novas formações, Renger et al. (1994) elevaram à categoria de grupo, com base nas particularidades sedimentológicas aliadas à sua expressiva espessura.

**Distribuição e composição litológica** As rochas do Grupo Sabará se distribuem por todo o Quadrilátero Ferrífero (Dorr II 1969). Além da região da serra do Curral (Gair 1958, 1962, Pomerene 1964, Simmons 1968), ocorrem na porção leste do Quadrilátero Ferrífero (Maxwell 1972, Barbosa 1969b), no sinclinal Dom Bosco (Barbosa 1969a) e no sinclinal Gandarela (Moore 1969). No sinclinal Moeda as rochas cartografadas como pertencentes ao Grupo Itacolomi (Wallace 1965) foram redefinidas por Reis et al. (2002) como Grupo Sabará.

O Grupo Sabará, na localidade tipo da serra do Curral, é composto predominantemente por xistos, metagrauvas, subgrauvas, filitos, metarenitos, metatufos e subordinadamente por metaconglomerados, metadiamicritos e formação ferrífera (Gair 1958, 1962, Pomerene 1964, Simmons 1968). A espessura da unidade é estimada em 3.400 metros (Gair 1958, 1962).

A área investigada está inserida no contexto do paleoproterozoico do Supergrupo Minas, Grupo Sabará, constituído por quartzito, filito, metagrauva e xisto clorítico, apresentado no mapa geológico de Belo Horizonte (figuras 4.1 e 4.2)

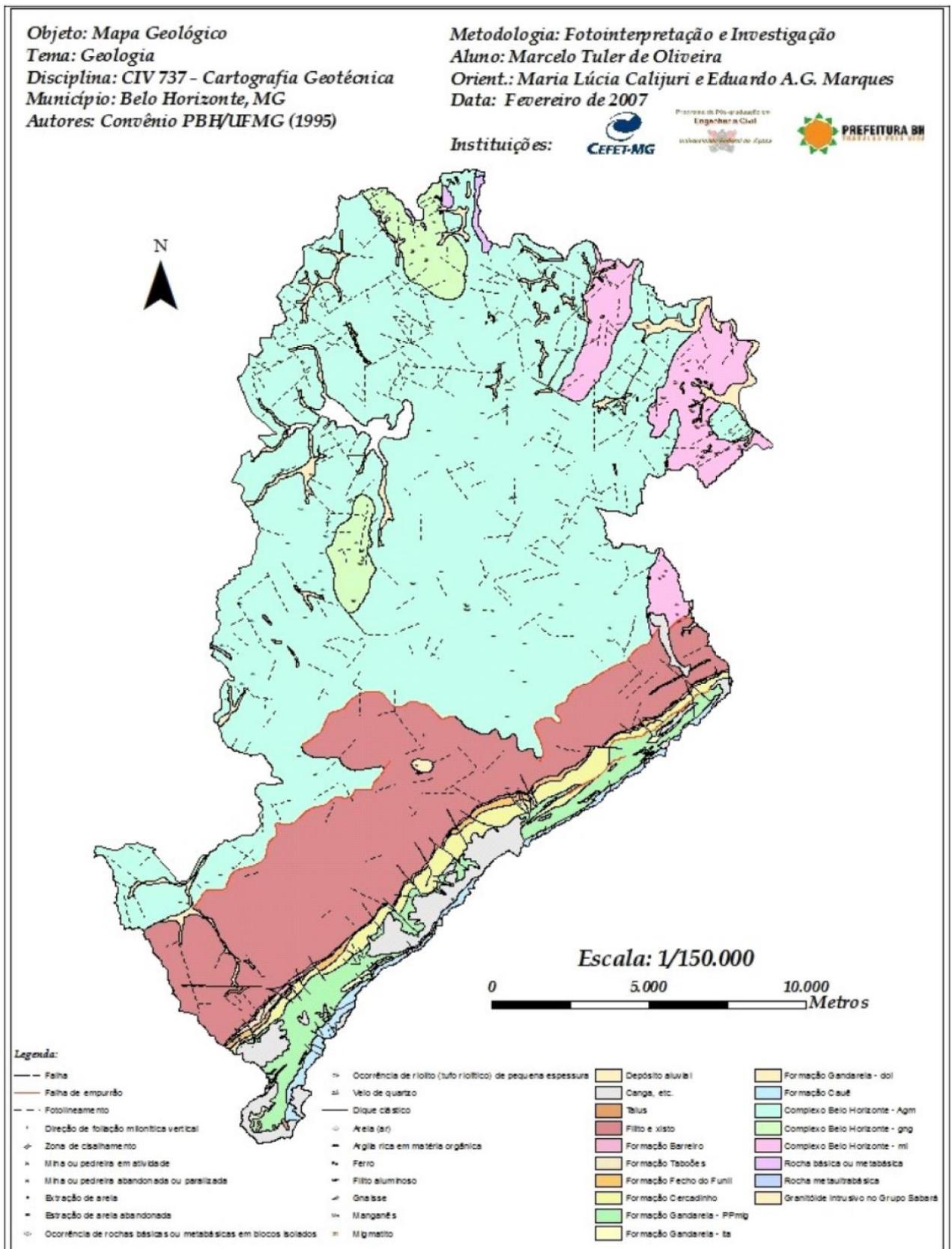


Figura 4.1: Mapa geológico-geotécnico de Belo Horizonte (fonte: convênio PBH/UFMG 1995)

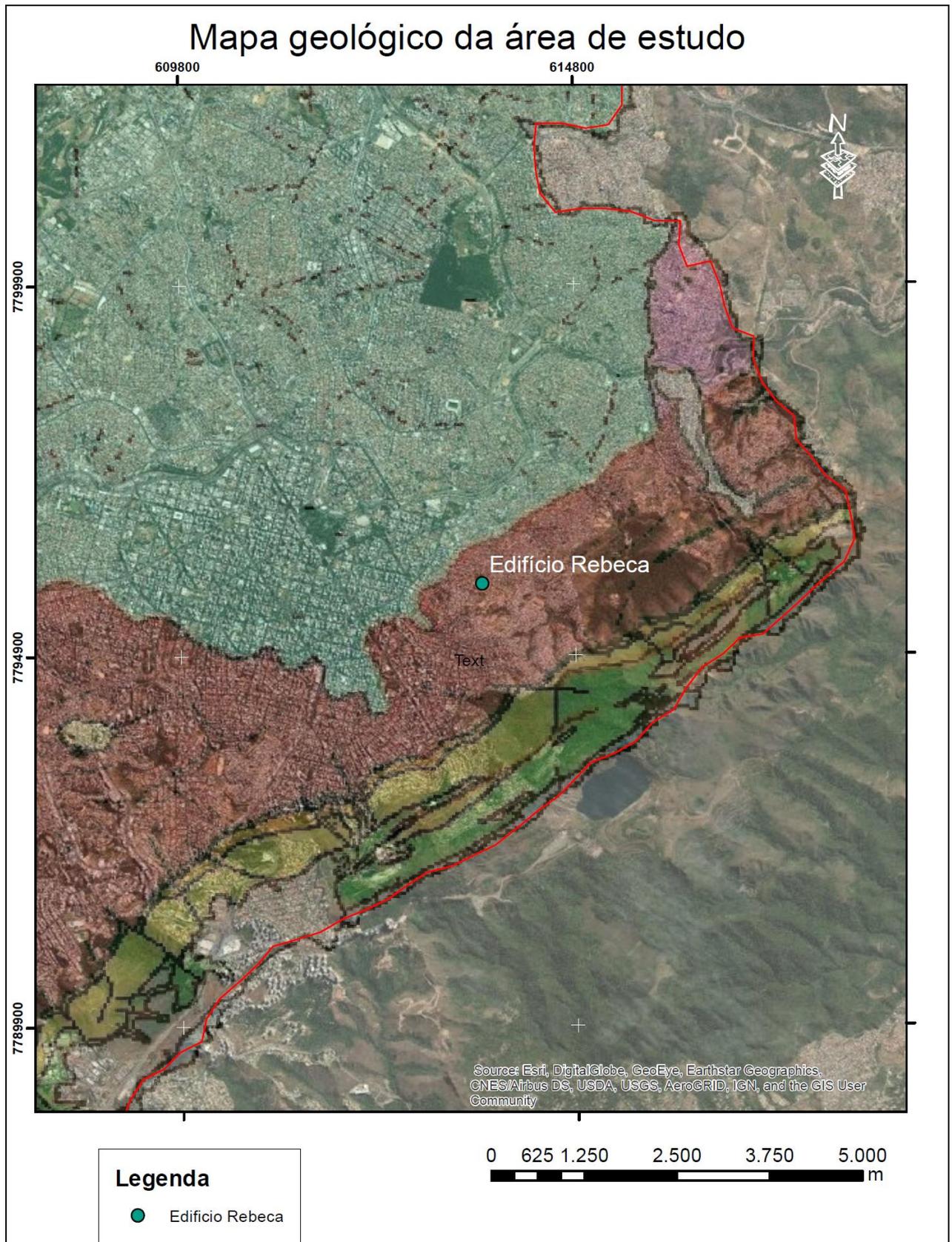


Figura 4.2: Edifício Rebeca inserido na geologia do Grupo Sabará.

## **5. DEFINIÇÕES**

A seguir apresento algumas definições para melhor entendimento do problema, suas causas e efeitos.

### **5.1 Talude:**

Os maciços sob o aspecto genético podem ser agrupados em duas categorias: naturais e artificiais. Estes frequentemente exibem uma homogeneidade mais acentuada que os maciços naturais e, por isto, adequam-se melhor as teorias desenvolvidas para as análises de estabilidade.

### **5.2 Anteprojeto:**

Aquele que é elaborado com os elementos obtidos das investigações preliminares.

### **5.3 Área de risco**

Área instável ou passível de ser atingida por efeito da instabilidade de encostas e taludes.

### **5.4 Bueiros de descida ou descida d'água**

Elemento de drenagem superficial de um talude destinado a conduzir as águas pluviais, coletadas das canaletas longitudinais (de banquetas e de cristas), para destino final.

### **5.5 Extensão do talude**

Medida, em planta, do seu contorno ou desenvolvimento, ao nível do pé.

### **5.6 Fator de segurança**

Relação entre os esforços estabilizantes (resistentes) e os esforços instabilizantes (atuantes) para determinado método de cálculo adotado. Essa determinação, derivada do cálculo, não é fator de segurança realmente existente, devido à imprecisão das hipóteses, incerteza dos parâmetros do solo adotado, etc.

### **5.7 Grau de risco de uma instabilidade**

Probabilidade da ocorrência ou do agravamento de uma instabilidade, avaliada com base nos fatores intervenientes e/ou em sua evolução.

### **5.8 Grau de segurança necessário ao local (alto, médio ou baixo)**

Nível de segurança compatível com a utilização do local, principalmente em relação aos riscos envolvendo seres humanos, edificações, etc.

### **5.9 Liquefação**

Perda total, ou parcial, da resistência ao cisalhamento do solo em virtude da diminuição da pressão efetiva originada por fluxo d'água ascendente ou pressão neutra induzida por vibrações (terremotos, choques, etc.).

### **5.10 Mecanismo de uma instabilidade**

Compreende o tipo de movimentação do terreno, a velocidade e a direção dos deslocamentos, a frequência da movimentação e seu estágio evolutivo.

#### 5.11 Barbacã

São drenos curtos cuja função é retirar a água acumulada atrás de um muro de arrimo ou de qualquer obra que esteja em contato com o solo. Em geral o barbacã tem um comprimento pouco maior do que a espessura do muro onde está instalado, e sua extremidade interna pode estar envolta por algum material poroso (areia, pedrisco, brita, cascalho, etc.) que torne mais efetiva sua ação.

### 6. OBJETIVO

O objetivo do laudo técnico é elucidar sobre a problemática em questão, em função das análises técnicas pertinentes.

Primeiramente temos que entender a causa (efeitos diversos), água (sistemas de captação e distribuição), falta de cobertura vegetal, tratamento dos dados preliminares, etc.

Segundo a Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE, 1998), a execução de cortes nos maciços pode condicionar movimentos de massa ou, mais especificamente, escorregamento de taludes, desde que as tensões cisalhantes ultrapassem a resistência ao cisalhamento dos materiais, ao longo de determinadas superfícies de ruptura. Naturalmente que os taludes provenientes da má execução de aterros pode também levar ao movimento de massas de solos.

### 7. TIPO, FORMAS E CAUSAS

O quadro abaixo resume os diversos problemas relacionados a taludes artificiais e naturais. São destacadas as diversas formas de sua ocorrência e as principais causas de levam ao surgimento do referido problema.

<i>TIPO DE PROBLEMA</i>	<i>FORMA DE OCORRÊNCIA</i>	<i>PRINCIPAIS CAUSAS</i>
Erosão	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Em talude de corte e aterro (em sulcos e diferenciada)</li> <li>. Longitudinal ao longo da plataforma</li> <li>. Localizada e associada a obras de drenagem (ravinas e boçorocas)</li> <li>. Interna em aterros (piping)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Deficiência de drenagem</li> <li>. Deficiência de proteção superficial</li> <li>. Concentração de água superficial e/ou interceptação do lençol freático</li> <li>. Deficiência ou inexistência de drenagem interna</li> </ul>
Desagregação superficial	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Empastilhamento superficial em taludes de corte</li> <li>. Superficial</li> <li>. Profundo</li> <li>. Formas e dimensões variadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Secagem ou umedecimento do material</li> <li>. Presença de argilo-mineral expansivo ou desconfinamento do material</li> <li>. Inclinação acentuada do talude</li> <li>. Relevo energético</li> <li>. Descontinuidades do solo e rocha</li> </ul>
Escorregamento em corte	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Superficial em corte ou encostas naturais</li> <li>. Profundo em cortes</li> <li>. Formas de dimensões variadas</li> <li>. Movimentação de grandes dimensões e generalizada em corpo de tálus</li> <li>. Atingindo a borda do aterro</li> <li>. Atingindo o corpo do aterro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Saturação do solo</li> <li>. Evolução por erosão</li> <li>. Corte de corpo de tálus</li> <li>. Alteração por drenagem</li> <li>. Compactação inadequada da borda</li> </ul>
Escorregamento em aterro	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Atingindo o corpo do aterro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Deficiência de fundação</li> <li>. Deficiência de drenagem</li> <li>. Deficiência de proteção superficial</li> <li>. Má qualidade do material</li> <li>. Compactação inadequada</li> <li>. Inclinação inadequada do talude</li> </ul>
Recalque em aterro	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Deformação vertical da plataforma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Deficiência de fundação</li> <li>. Deficiência de drenagem</li> <li>. Rompimento do bueiro</li> <li>. Compactação inadequada</li> </ul>
Queda de blocos	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Geralmente em queda livre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Ação da água e de raízes na descontinuidade do maciço rochoso</li> </ul>
Rolamento de blocos	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Movimento de bloco por rolamento em cortes ou encostas naturais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Descalçamento da base por erosão</li> </ul>

Quadro 7.1 – Tipos de problemas relacionados aos taludes, formas de sua ocorrência e as principais causas responsáveis pelo ocorrido.

Nos projetos de estabilização o fundamental é atuar sobre os mecanismos instabilizadores. Assim, sufocando a causa com obras ou soluções de alto efeito não só se ganha em tempo como efetivamente em custo e segurança. Se a ação instabilizadora é a percolação interna no maciço, devem ser convenientes obras de drenagem profunda e/ou impermeabilização a montante do talude; os efeitos da erosão podem ser combatidos com a proteção vegetal; e, se o deslizamento ocorre por efeito das forças gravitacionais o retaludamento deve ser a primeira opção a ser pensada.

Nas obras de estabilização é importante considerar também as soluções mais simples, às vezes, elas são as mais adequadas. As obras mais caras só se justificam quando o processo de instabilização não pode ser mais controlado pelas obras mais simples.

## 8. ESTABILIDADE DE TALUDE

Para a análise da estabilidade dos taludes, deve-se quantificar os coeficientes de segurança contra o escoramento (figura 8.1). Na hipótese de não se obter o coeficiente de segurança requerido opta-se por uma das soluções abordadas nos parágrafos anteriores. Nos maciços artificiais, além das alternativas propostas, podem auxiliar no processo de majoração destes coeficientes, as escolhas do material constituinte, dos parâmetros de compactação, etc. Diversos softwares podem ser utilizados para obtenção dos coeficientes de segurança.

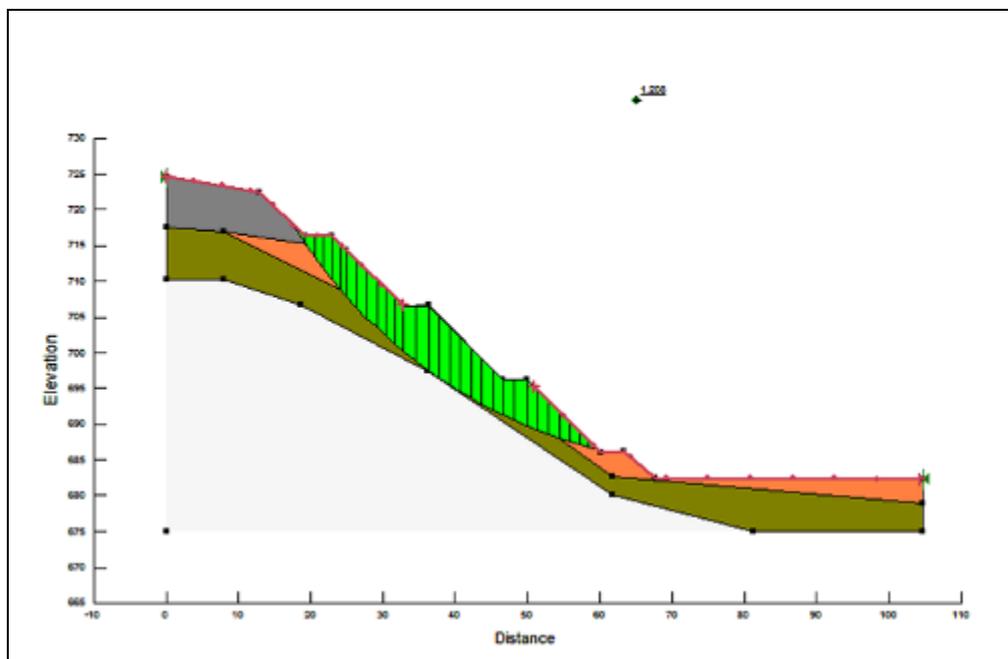


Figura 8.1: Avaliação de estabilidade de talude na BR-262 para o DNIT em novembro de 2010, cálculo do fator de segurança 1,208 e cunha de potencial ruptura através do software Slope (Geostudio).

## 9. DA CRONOLOGIA DOS FATOS

Antes do início das chuvas o terreno já possuía uma topografia íngreme da cabeceira do talude até a Rua Alberto Bressane.

O talude possuía um certo volume de material solto (solo), que foram carreados com as águas das chuvas que ocorreram de volumosa principalmente no dia 28/01/2020. Com este movimento de massa grande parte foi levada pelas águas passando pela lateral esquerda do prédio do

Edifício Rebeca, parte ficou retida atrás do muro de divisa do mesmo. E parte ainda encontra-se mais no topo do talude.

Após a ocorrência das fortes chuvas que caíram no dia 28/01/2020, de forma paliativa e emergencial foram colocadas lonas na cabeceira do talude para proteção da mesma.



Figura 9.1: Vista geral do talude de jusante para montante S-N, e edificações vizinhas.



Figura 9.2: Vista do talude apresentando a rocha aflorante (filito) e o solo.



Figura 9.3: Solo carregado e retido no muro de divisa.



Figura 9.4: Vista de montante para jusante do talude, instalação das lonas.

## 10. VISITA TÉCNICA

Em visita técnica realizada no dia 06/02/2020, para verificação do cenário atual do talude e entender os processos atuantes no mesmo, foi realizada a verificação da situação a jusante e a montante do mesmo, conforme descrito a seguir:

Como solução paliativa e emergencial foram instaladas lonas na cabeceira do talude para proteção da face do mesmo.

Os principais fatores que contribuem para a formação dos processos de deslizamentos são:

1. Deficiência de proteção superficial;
2. Deficiência de canalização das drenagens;
3. Concentração de água superficial;

Outra observação importante vem da litologia das estruturas geológicas existentes no maciço rochoso, no caso em questão o filito, para tal tipo de rocha e suas estruturas foi possível observar uma foliação  $S_n$  (xistosidade) com direção Leste-oeste concordante com o acamamento  $S_0$  e mergulhando  $27^\circ$  Norte-Sul (figura 10.1).



Figura 10.1: Xistosidade  $S_n$ = acamamento  $S_0$  com direção L-O e mergulho N-S.

## 11. CONCLUSÃO

Em análise dos fatos em questão, podemos concluir que os fatores primordiais para a evolução dos processos geradores do deslizamento foram:

1. Percolação de águas pluviais na face do talude.
2. Solo exposto sem contenção existente na face do talude;
3. Ausência de um muro na cabeceira do talude, favorecendo a passagem das águas pluviais proveniente da bacia de contribuição a montante da Rua Nísio Batista de Oliveira (figura 11.1);

Os danos causados pelo deslizamento do solo não foram maiores devido ao mergulho da foliação do maciço rochoso ser desfavorável ao deslizamento, ou seja, contrario a face do talude, ao volume de solo não ter sido muito significativo, a contenção ocorrida devido a existência do muro de divisa.

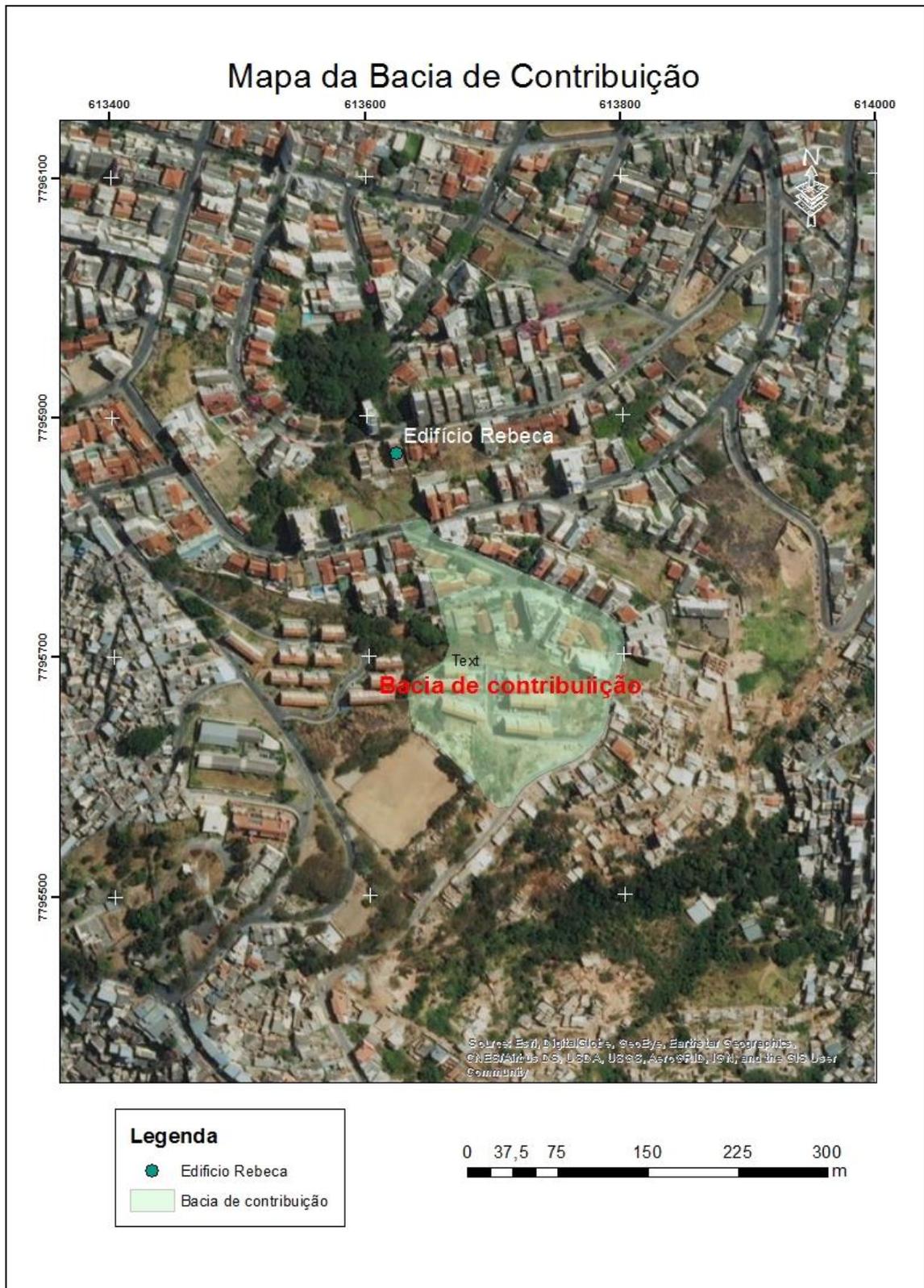


Figura 11.1: Área da bacia de contribuição a montante da Rua Nisio batista de Oliveira

Foi possível observar que mesmo com deslizamento não houve abalo nas estruturas do prédio (figura 11.2, 11.3).



Figura 11.2: Contato do maciço rochoso com a viga do muro de divisa.



Figura 11.3: Muro de divisa sem danos causados pelo deslizamento.

## 12. MEDIDAS A SEREM ADOTADAS

As medidas a serem adotadas de forma pronto- imediato são:

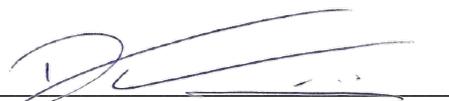
- a. Retirada imediata do solo retido a montante do muro de divisa (figura 9.3);
- b. Construção de um muro na cabeceira do talude Rua Nisio Batista de Oliveira, tal medida servirá com barreira para que as águas pluviais provenientes da bacia de contribuição não penetrem no terreno, funcionando como uma barreira para as mesmas (figura 12.1).
- c. Instalação de telas metálicas no maciço evitando que blocos soltos do maciço se rompa e venha a atingir o Condomínio do Edifício Rebeca.



Figura 12.1: Localização de construção do muro da Rua Nisio Batista de Oliveira.

Após a limpeza e manutenção das instalações danificadas no Condomínio do Edifício Rebeca, atesto a reocupação do imóvel, sendo que as medidas listadas no item 12 do presente laudo sejam efetuadas de forma imediata.

Belo Horizonte, 7 de fevereiro de 2020.

  
Daniel de Andrade Vieira  
Geólogo – CREA-MG 93380D  
Perito Judicial – ASPEJUDI 926