

**LAUDO GEOLOGICO-GEOTÉCNICO DO
EMPREENHIMENTO [REDACTED]**

Elaborado para:

[REDACTED]
Ibirité - MG

Elaborado por:

*Daniel de Andrade Viera
Belo Horizonte - MG*

Distribuição:

[REDACTED]
[REDACTED]
01 Cópia – Daniel de Andrade Viera.

26 de setembro de 2018

SUMÁRIO EXECUTIVO

O empreendimento – [REDACTED]
[REDACTED]. No local objeto, a atividade é de bota fora de resíduos proveniente da construção civil, classe A.

Este laudo apresenta as análises e conclusões para avaliação geológica-geotécnica da área do empreendimento.

Foram utilizados trabalhos de campo, mapas para compilação dos dados.

SUMÁRIO

SUMÁRIO EXECUTIVO	2
1 INFORMAÇÕES GERAIS	4
1.1 QUALIFICAÇÃO DO REQUERENTE/ELABORADOR/EXECUTOR	4
2 INTRODUÇÃO	4
3 ASPÉCTOS FISIAGRÁFICOS	5
3.1 CLIMA	5
4 GEOLOGIA REGIONAL	5
4.1 PRINCIPAIS TRABALHOS ANTERIORES	6
4.2 LITOLOGIA E UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	7
5 DESCRITIVO LOCAL	10
6 GEOLOGIA LOCAL	10
7 ANÁLISE DAS IMAGENS DE SATÉLITE HISTÓRICAS	12
8 AVALIAÇÃO GEOTÉCNICA	14
9 CONCLUSÃO	23

1 INFORMAÇÕES GERAIS

Este relatório atende aos termos acordados na consultoria técnica entre Daniel de Andrade Vieira e Reabilitar Soluções Ambientais.

O objetivo do referido trabalho é o de avaliar a geologia e geotecnia da área objeto para fins de garantir a estabilidade dos taludes existentes no empreendimento, evitar a instalação de processos erosivos.

1.1 Qualificação do Requerente/Elaborador/Executor

[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

Executor:

Daniel de Andrade Vieira
Geólogo – Perito Ambiental
CREA-MG: 93380-D

2 INTRODUÇÃO

A área urbana é um dos sistemas mais dinâmicos e variados do nosso planeta por ser resultado da ação humana em um ambiente natural. A interação das atividades humanas com a natureza agrega à urbe características complexas que demandam um estudo detalhado dos vários componentes deste sistema. A dificuldade de diagnosticar os problemas dos centros urbanos, principalmente nas grandes metrópoles, deve-se ao fato de que estes ambientes são bastante heterogêneos e com múltiplas atividades simultâneas. Por isso, em muitos casos, a urbanização se dá com grande velocidade e, por vezes, sem nenhum tipo de planejamento.

O espaço urbano, que é simultaneamente fragmentado e articulado (Corrêa, 1999), necessita ser mapeado para se realizar ações locais e, assim, melhorar as características de cada um destes fragmentos. Além disso, com o estabelecimento da obrigatoriedade de implementação dos Planos Diretores das cidades brasileiras com mais de 20 mil habitantes, iniciou-se a busca

pelo conhecimento dos processos de uso e ocupação do solo urbano, objetivando regulamentar o crescimento urbano e planejar seu futuro.

Para tanto se faz necessário a aplicação dos conhecimentos técnicos de engenharia e geotecnia para análise dos fatores de risco no uso e ocupação do solo.

3 ASPÉCTOS FISIAGRÁFICOS

O Quadrilátero Ferrífero é delimitado por quatro estruturas regionais topograficamente elevadas. Os maiores relevos são sustentados principalmente por formações ferríferas e quartzitos do Supergrupo Minas, além de cangas de idade terciária.

O limite norte do quadrilátero tem direção geral N 60° E variando a leste-oeste, recebendo várias denominações locais (e.g. Serra de Itatiaiuçu, do Curral, da Piedade). O limite oeste tem uma crista dupla, de direção geral norte-sul, que correspondem aos dois flancos da megaestrutura geológica denominada “Sinclinal de Moeda”. Esta estrutura apresenta continuidade física com outra grande estrutura denominada “Sinclinal de Dom Bosco”, que constitui o limite sul do quadrilátero. O limite leste apresenta-se menos retilíneo e contínuo, sendo delimitado aproximadamente, de sul para norte, pela Serra de Antônio Pereira, Serra do Caraça e Serra da Gandarela.

3.1 Clima

O clima da região é tropical semi-úmido. Caracteriza-se pela existência de duas estações: a primeira é seca, que se estende de abril a setembro, e a outra chuvosa, de outubro a março. As precipitações pluviométricas médias estão em torno de 1.800 mm. A temperatura máxima anual varia em torno de 34 °C e a mínima de valores até negativos; a média anual oscila em torno de 22 °C.

A vegetação é do tipo cerrado intercalado com matas de galeria ocupando os fundos de vale.

4 Geologia Regional

Inserido na porção meridional do Cráton do São Francisco (Almeida, 1977), o Quadrilátero Ferrífero é uma das regiões de geologia pré-cambriana mais estudada do país abrigando em

seus domínios importantes jazidas de ferro, ouro, manganês e outros recursos minerais (figura 3.1).

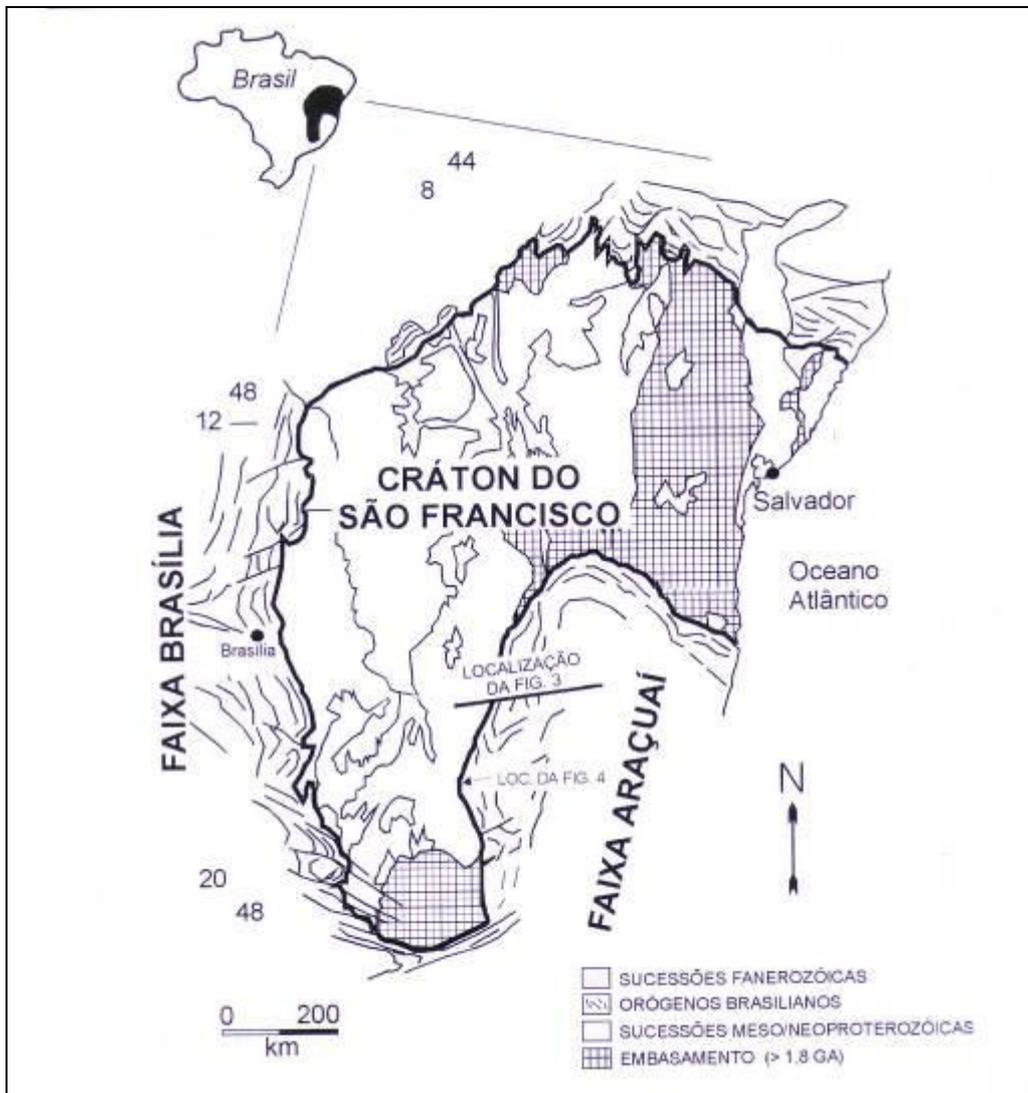


Figura 5.1: Localização do Quadrilátero Ferrífero (QF) no contexto do Cráton do São Francisco, Faixa Araçuaí e Faixa Brasília (mapa geológico simplificado de Alkmim e Marshak, 1998) – adaptado de Pinto C.P. & Martins-Neto, M.A. - pp. 3.

Ocupando uma superfície de cerca de 7.000 km², o Quadrilátero Ferrífero engloba unidades litoestratigráficas, cujas idades estendem-se do Arqueano ao Terciário.

4.1 Principais trabalhos anteriores

A região o Quadrilátero Ferrífero é estudada do ponto de vista geológico desde o século XIX (Eschwege, 1833), estando sua colonização e exploração mineral diretamente relacionadas com a busca de recursos naturais necessários para o desenvolvimento do império português e também da nação brasileira.

No início do século XX foram reconhecidas as principais unidades estratigráficas da região (Derby, 1906 e Harder e Chamberlin, 1915). Um novo avanço ocorreu com Freyberg (1932), que sintetizou os conhecimentos geológicos sobre a região até aquela época.

Em 1946 chegaram os primeiros técnicos americanos, do convênio firmado entre Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM) e o United States Geological Survey (USGS). Durante 15 anos, profissionais americanos e brasileiros mapearam a região na escala 1:25.000, gerando relatórios individuais sobre cada uma das 42 quadrículas (figura 3). Dorr (1969) compila esses trabalhos apresentando um mapa na escala 1:150.000 e o relatório sintético do projeto.

Nas décadas de 70 e 80, um convênio entre a Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) e a Universidade de Clausthal, na Alemanha Federal, incentivou diversos estudos de petrologia, geoquímica e geologia estrutural da região.

Atualmente, a região continua sendo pesquisada pelas universidades federais de Ouro Preto e Belo Horizonte, além de ser alvo de prospecção geológica para ouro, ferro, bauxita e topázio por diversas empresas privadas.

4.2 Litologia e Unidades Litoestratigráficas

Na região do Quadrilátero Ferrífero predominam três unidades litoestratigráficas:

Complexos granito-gnáissicos de idades principalmente arqueanas;

Supergrupo Rio das Velhas, interpretado como uma seqüência metavulcano-sedimentar do tipo *Greenstone Belt* de idade arqueana;

Metassedimentos proterozóicos do Supergrupo Minas, Espinhaço e Grupo Itacolomi, sendo estes dois últimos sem registro na área mapeada, portanto não serão descritos neste relatório.

Estas unidades são intrudidas por diques máficos de diversas idades e estão freqüentemente cobertas por sedimentos cenozóicos laterizados.

4.2.1 Embasamento

O embasamento do Quadrilátero Ferrífero compõe-se de gnaisses de composição TTG (tonalito-trondhjemito-granodiorito), granitos, anfibolitos e migmatitos que apresentam idades arqueanas e proterozóicas (Schorscher, 1982). Esses domínios apresentam morfologia dômica, recebendo denominações locais como por exemplo: Bação, Bonfim, Belo Horizonte e Caeté (Herz, 1970, Noce, 1995).

4.2.2 Supergrupo Rio das Velhas

Sobre o embasamento encontram-se rochas metavulcânicas máficas e ultramáficas associadas a metassedimentos químicos e clásticos, agrupadas no Supergrupo Rio das Velhas. As datações nestas fornecem idades entre 3,0 e 2,7 Ga. (Chemale Jr. *et al.*, 1994, Noce, 1995, Machado *et al.* 1989, 1992, 1993), interpretadas como uma seqüência tipo “Greenstone Belt”. Essa unidade é subdividida nos Grupos Quebra Osso, Nova Lima (seqüências basais) e Maquiné (seqüência de topo).

O Grupo Quebra Osso (Schorscher, 1978), classificado por Zucchetti *et al.*(1996) na base do Supergrupo Rio das Velhas, é constituído por rochas metaultramáficas, principalmente tremolita-actinolita xistos, talco xistos e serpentinitos. Essa unidade tem ocorrência de afloramentos restrita à parte leste do Quadrilátero Ferrífero, no flanco nordeste da Serra do Caraça.

O Grupo Nova Lima é constituído principalmente por xistos e filitos, quartzitos, BIF's, metaconglomerados, metagrauvascas e metavulcânicas (Dorr, 1969).

Sobre uma discordância angular e erosiva encontra-se o Grupo Maquiné, uma seqüência clasto-psamítica, subdividida também por discordância em duas formações: Palmital (O'Rourke, 1957) e a mais nova Casa Forte (Gair, 1962). A primeira é constituída principalmente por quartzo-sericita filitos e a outra por quartzitos sericíticos com intercalações de metaconglomerados polimíticos.

4.2.3 Supergrupo Minas

Sobreposto em aparente concordância às rochas do Supergrupo Rio das Velhas, o Supergrupo Minas tem idades atribuídas ao Paleoproterozóico e é dividido em quatro grupos, da base para o topo: Caraça, Itabira, Piracicaba e Sabará. Nas rochas do Grupo Itabira (Formações Cauê e Gandarela) encontram-se os grandes depósitos de minério de ferro, manganês e dolomito.

O Grupo Caraça engloba metassedimentos conglomerático-arenosos (Formação Moeda) que passam a metassedimentos pelíticos (Formação Batatal), caracterizando a transição de ambientes flúvio-litorâneos para marinhos num regime transgressivo de plataforma.

A transição entre as Formações Batatal e Cauê é marcada pela “Formação Inferior”, também conhecida como “Unidade Transicional” (termos utilizados pela MBR e GEOESTRUTURAL em seus vários trabalhos no Quadrilátero Ferrífero), com metabásicas, metadolomitos, metacherts, hematita e xistos e filitos dolomíticos e sericíticos, caracterizando uma unidade vulcano-sedimentar, não separada nos trabalhos pioneiros de Dorr, ainda carente de definição estratigráfica.

O Grupo Itabira abrange uma seqüência de metassedimentos químicos do Supergrupo Minas sendo dividido nas Formações Cauê e Gandarela. A Formação Cauê é a unidade que hospeda os grandes depósitos de minério de ferro no Quadrilátero Ferrífero, sendo constituída por formações ferríferas da fácies óxido – itabiritos *sensu strictu*, silicosos, compostos por bandas alternadas de hematita e quartzo – e também itabiritos anfíbolíticos e carbonáticos, com filitos, margas e horizontes manganésíferos subordinados. Os níveis anfíbolíticos, às vezes com vulcânicas máficas, quando no topo da seqüência, são considerados pertencentes à Formação Gandarela (Pires, 1983).

Sobrepondo-se de forma gradacional à Formação Cauê, a Formação Gandarela propriamente dita, é formada por um pacote de dolomitos aos quais se associam, em menor proporção, itabiritos, formações manganésíferas, filitos e filitos dolomíticos.

O Grupo Piracicaba é composto por quartzitos ferruginosos (Formação Cercadinho), filitos, filitos dolomíticos e dolomitos (Formação Fecho do Funil), além de ortoquartzitos ou metacherts de ocorrência restrita (Formação Taboões) e filitos grafitosos (Formação Barreiro). Além dos litotipos citados ocorrem lentes de conglomerado subordinadas.

O Grupo Sabará é formado por clorita xistos, mica xistos, grauvacas e quartzitos subordinados, metavulcânicas, metaconglomerados e raros níveis de formação ferrífera.

4.2.4 Coberturas cenozóicas

As coberturas cenozóicas de maior distribuição são solos saprolíticos, coluviões, aluviões, bauxitas e cangas. Além destas são conhecidas algumas bacias sedimentares de ocorrência restrita, sendo as mais estudadas as bacias de Fonseca e do Gandarela.

5 Descritivo Local



6 Geologia Local

O empreendimento está inserido na geologia do Complexo Belo Horizonte de idade arqueana caracterizado por Gnaiss-granítico, granito, biotita gnaiss, biotita-hornblenda gnaiss e migmatito.

Rochas desse Complexo possui um espesso manto de intemperismo caracterizado por solos saprolíticos (figura 6.1).



Figura 6.1: Solo residual saprolítico proveniente da decomposição do gnaíse.

Outra observação relevante aos estudo é que as discontinuidades (xistosidades) apresentadas no local encontram-se com seu mergulho aparente no sentido contrário aos cortes no terreno (figura 6.2).



Figura 6.2: Afloramento do gnaíse com xistosidade de mergulho aparente contrário ao corte.

7 Análise das Imagens de Satélite Históricas

É possível observar por intermédio das imagens de satélites históricas que o local do empreendimento possui uma predisposição natural a erosão, onde foi comparado com os dados do ZEE/MG (Zoneamento Economico Ecológico do Estado de Minas Gerais), sendo demonstrado a seguir pelas figuras:



Figura 7.1: Imagem de satélite de 03/08/2009, apresentando feições erosivas naturais do terreno

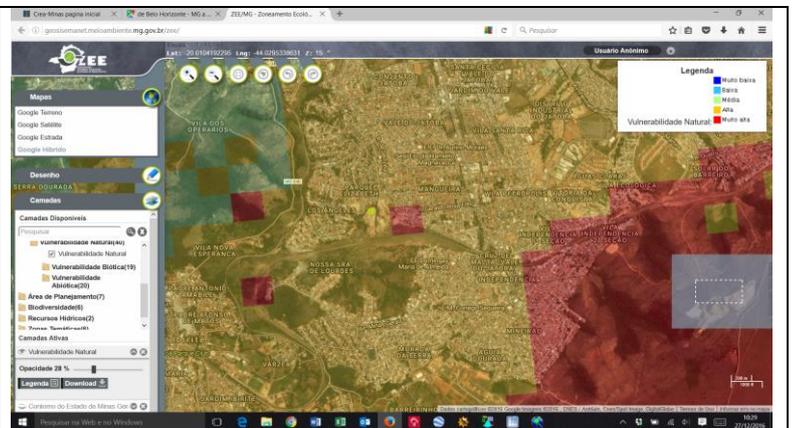


Figura 7.2: Característica de vulnerabilidade natural alta (fonte ZEE/MG 2016)

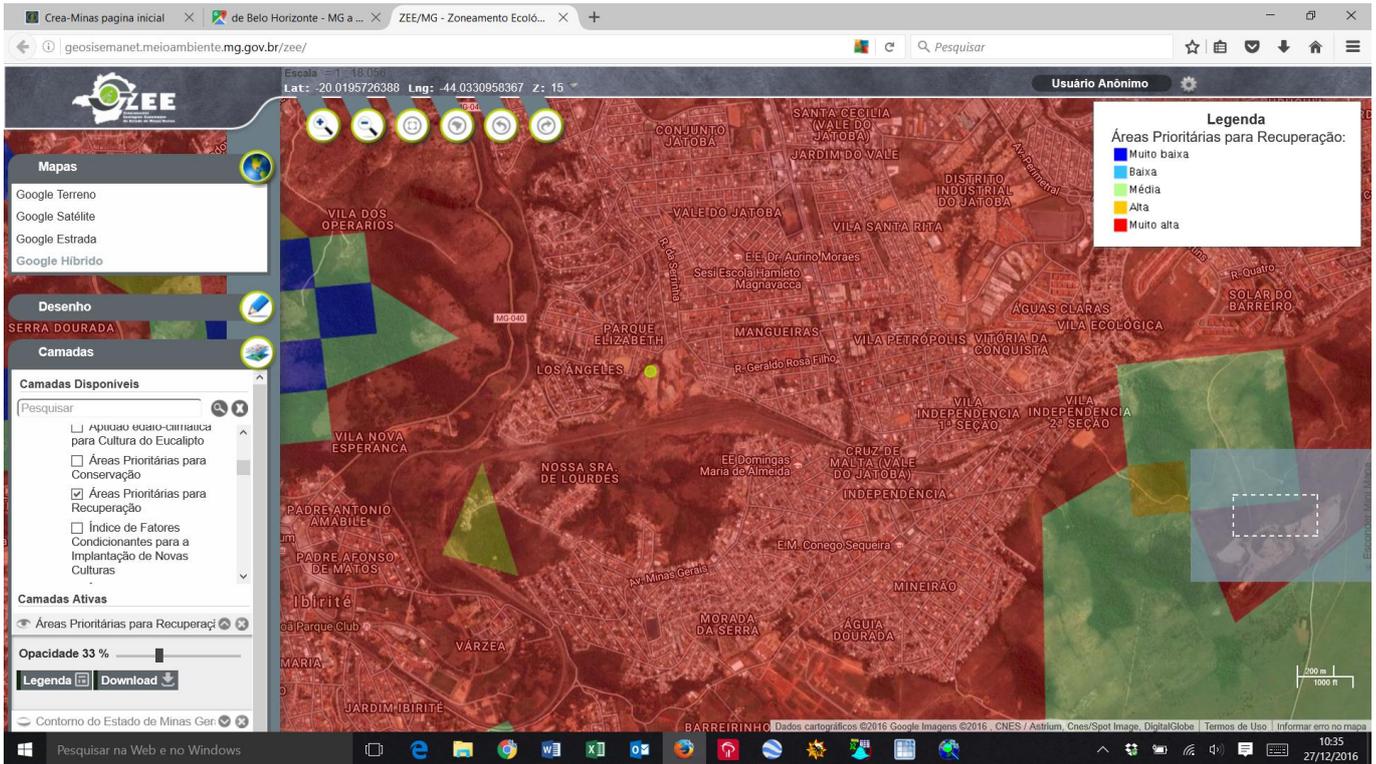


Figura 7.3: Característica de prioridade para recuperação alta (fonte ZEE/MG 2016).

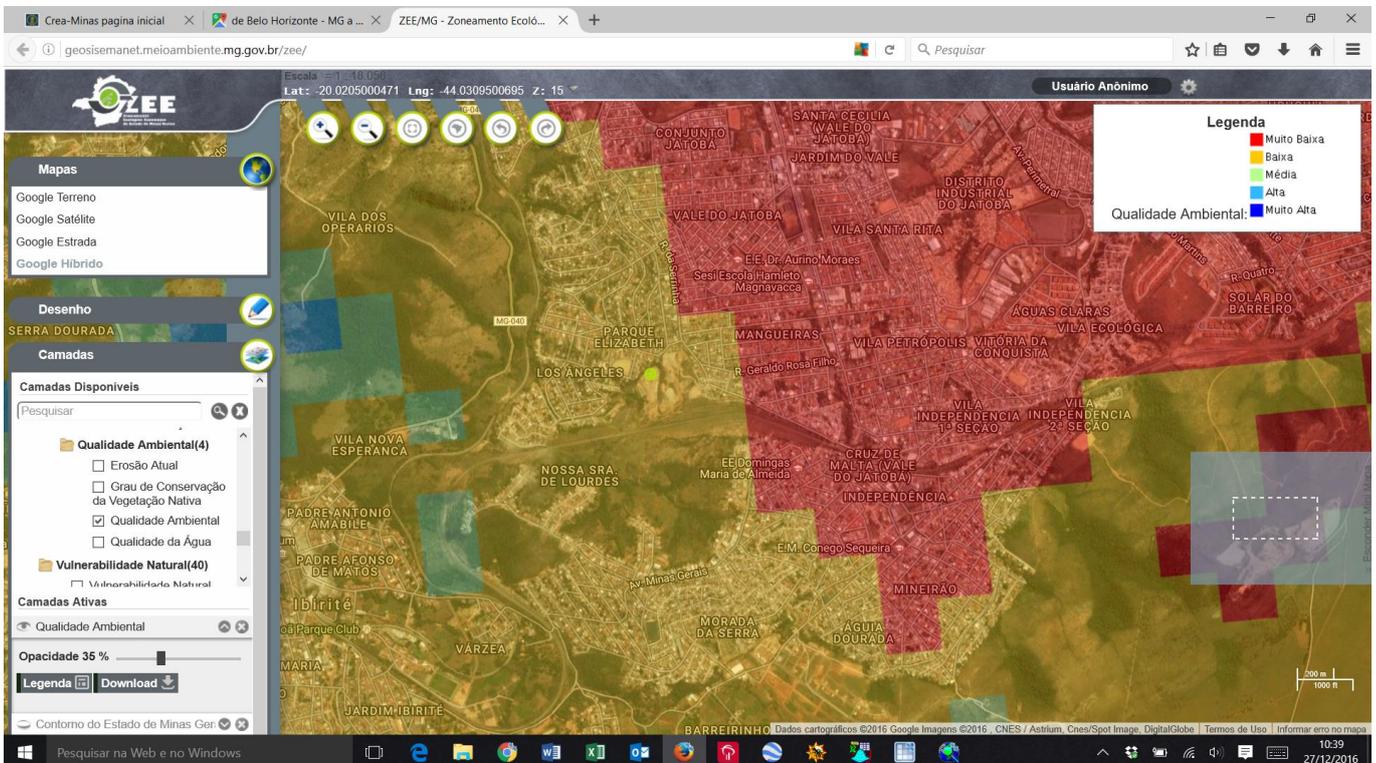


Figura 7.4: Característica de prioridade quanto à qualidade ambiental baixa (fonte ZEE/MG 2016).



Figura 7.5: Imagens de satélite evidenciando a melhoria no relevo do terreno após a implementação do aterro, imagem da esquerda de 2018 e da direita de 2011.

8 Avaliação Geotécnica

Em análise de campo quanto à geotecnia, pode-se observar que no local do empreendimento as características geotécnicas de riscos estão relacionadas aos seguintes fatores:

- O empreendimento está localizado em terreno de relevo acidentado, com diferença de cota entre a mais alta e mais baixa de 67 m;
- O solo do contexto geológico possui uma baixa resistência aos agentes intempéricos, principalmente pelo fator topográfico desfavorável;
- Os taludes expostos a ação das águas pluviais, podendo apresentar ruptura e feições erosivas.

Podemos observar nos registros fotográficos de campo que algumas feições erosivas estavam instaladas em alguns taludes, como descrito a seguir:



Figura 8.1: Feição erosiva instalada na face do talude II, proveniente de percolação das águas pluviais (fonte Daniel 2016).



Figura 8.2: Face do talude II, corrigida sem a presença da feição erosiva conforme figura 8.1 de 2016 (fonte Daniel 2017).



Figura 8.3: Feição erosiva instalada na face do taludê I, proveniente de percolação das águas pluviais (fonte Daniel 2016).



Figura 8.4: Correção das Feição erosiva instalada na face do talude I, que estavam instaladas conforme figura 8.3 (fonte, Daniel 2017).



Figura 8.5: Trincas na berma do talude II, indicando uma pequena movimentação do talude.



Figura 8.6: Correção dos taludes quanto a compactação e inclinação.

Para os problemas listados e apresentados acima, foram tomadas por parte empresa Reabilitar Soluções Ambientais, as seguintes medidas:

1. Para se evitar a percolação das águas pluviais, em sua maioria nas faces dos taludes, é necessário que os mesmos sofressem intervenção para que as bermas tenham

inclinação negativa sentido ao pé do talude superior, onde serão instalados os drenos de pé (figura 8.6);

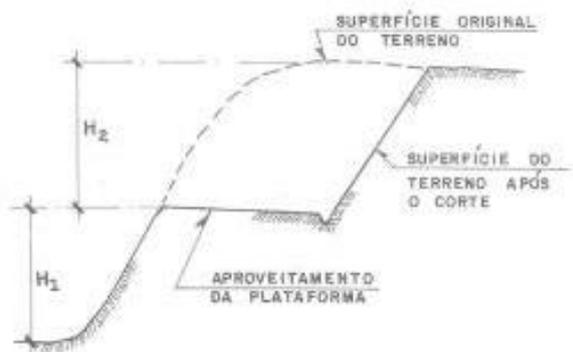


Figura 8.6: Esquema de retaludamento com inclinação negativa da berma (plataforma), e drenos de pé instalados nos taludes.

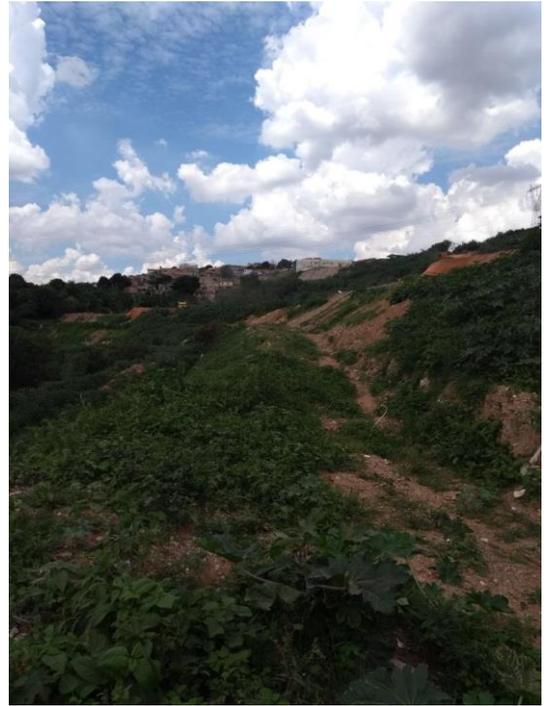
2. Preparação do solo (orgânico) nas faces e bermas de todos os taludes já concluídos e plantio de gramíneas em toda sua extensão;
3. Construção das escadas de amortecimento para diminuição da energia das águas pluviais;
4. Plantio na crista de todos os taludes já concluídos de vegetação nativa, formando uma cortina verde natural conforme figura 8.7.



Figura 8.7: Processo de disposição de resíduos no aterro.



(a)



(b)



(c)



(d)



Figura 8.8 (a,b,c,d,e,f,g,h): Recomposição vegetal em todas as cristas e encostas dos taludes concluídos, formando uma cortina verde natural fonte (Daniel 2018).

9 Conclusão

Sabe-se que as rochas da família dos gneisses possuem características particulares em se tratando de suas estabilidades, devido a presenças das xistosidades geradas pelos processos de tectonismo, podendo ocorrer comumente deslizamentos na forma de cunha.

Portanto para o empreendimento em questão tal fenômeno não foi observado, no terreno natural.

Conclui-se que a área destinada ao projeto objeto encontra-se ainda mais apta geológica/geotecnicamente para tal finalidade, principalmente pelas medidas tomadas listadas no item 8.

Outro monitoramento importante que esta sendo efetuado é o acompanhamento diário dos taludes, e caso venha a ser observada alguma anormalidade, como trincas, pequenos deslizamentos, e outros, o geólogo responsável pela elaboração deste laudo deverá ser comunicado imediatamente.

E ainda como pode ser observado no processo de recomposição que os taludes encontram-se estáveis e com a recomposição vegetal apropriada.

Caso as medidas tomadas e apresentadas neste laudo não forem continuamente executadas, o geólogo não pode ser responsabilizado por eventos de rompimentos, deslizamentos e outros que possam a vir causar danos no empreendimento, em suas vizinhanças e ambientais.

Belo Horizonte, 26 de setembro de 2018

Daniel de Andrade Vieira
Geólogo – perito judicial
CREA: 93380D – ASPEJUDI 926-P