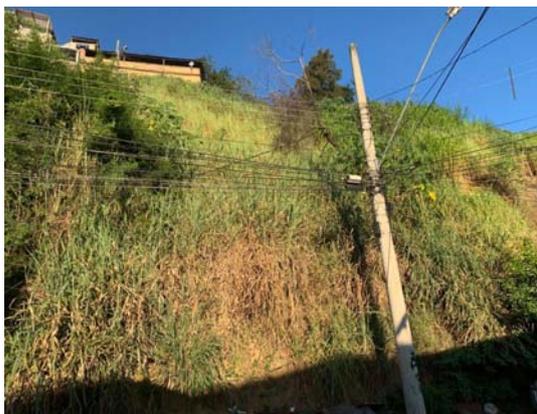


# CONTENÇÃO EM ÁREA DE RISCO



Empreendedor: **Município de Juiz de Fora - CNPJ 18.338.178/0001-02**  
**Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos**

## **MEMORIAL TÉCNICO**

## **PROJETO EXECUTIVO**

### **RUA JOSÉ OROZIMBO DE OLIVEIRA**

**OUTUBRO DE 2021**

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>2</b>
<b>2 MEMORIAL DESCRITIVO</b>	<b>2</b>
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO E DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL .....	2
2.1.1 Localização da área de intervenção	2
2.1.2 Levantamento topográfico	3
2.1.3 Histórico e caracterização das instabilidades existentes	3
2.1.4 Sondagem	5
2.1.5 Caracterização geológica	7
2.1.6 Caracterização geotécnica	9
<b>3 MEMORIAL DE CÁLCULO</b>	<b>10</b>
3.1 ESTABILIDADE LOCAL E GLOBAL NA ÁREA DE INTERVENÇÃO .....	10
3.2 PARÂMETROS HIDROLÓGICOS UTILIZADOS NAS OBRAS DE DRENAGEM .....	15
3.2.1 Área de drenagem (a)	15
3.2.2 Coeficiente de impermeabilização (c)	15
3.2.3 Período de recorrência (t)	15
3.2.4 Duração da chuva de projeto (d)	15
3.2.5 INTENSIDADE DA CHUVA DE PROJETO (I)	15
3.3 PARÂMETROS HIDRÁULICOS .....	16
3.3.1 Cálculo das vazões das bacias	16
3.3.2 Canaleta de drenagem	17
3.3.3 Escada hidráulica	18
<b>4 DESCRIÇÃO DAS SOLUÇÕES ADOTADAS</b>	<b>19</b>
<b>5 ANEXOS</b>	<b>22</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O presente Memorial Técnico é parte integrante do Projeto de Contenção de Áreas de Risco, da rua José Orozimbo de Oliveira, Bairro Santa Luzia, localizada na cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais.

Compõe o projeto a memória descritiva, especificações técnicas, orçamento detalhado dos materiais e dos serviços, cronograma físico-financeiro e peças gráficas.

## 2 MEMORIAL DESCRITIVO

### 2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO E DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL

A seguir, descreve-se a caracterização sucinta da área de intervenção, englobando-se aspectos geográficos, geológicos e geotécnicos.

#### 2.1.1 Localização da área de intervenção

A área de intervenção, está localizada entre as ruas José Orozimbo de Oliveira e José Nicodemus da Silveira, Bairro Santa Luzia, na cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais e coordenadas geográficas N=7589462 E=671196. A área estimada de intervenção é de 1900 m<sup>2</sup>. A figura 01 abrange toda a extensão do Talude.



**Figura 01 - Localização da área de intervenção. Fonte: Google Earth – 2021**

### **2.1.2 Levantamento Topográfico**

O levantamento planialtimétrico cadastral foi executado de acordo com as normas vigentes e seguindo as diretrizes de projeto. Os estudos foram iniciados com a implantação de dois marcos geodésicos para georreferenciamento do perímetro da área.

Foram levantados aproximadamente 5.400 m<sup>2</sup>, mapeando as residências, áreas de risco, redes de esgoto sanitário e pluvial, furos de sondagem, ruas e pontos de intervenções existentes, de modo a garantir a correta representação do relevo com curvas de nível a cada metro.

### **2.1.3 Histórico e caracterização das instabilidades existentes**

O município de Juiz de Fora está localizado no estado de Minas Gerais, na Latitude 21°41'20" S e Longitude 43°20'40" W, a 283 km de Belo Horizonte, capital do estado. O município possui área de 1.435, 749 Km<sup>2</sup>, altitude de 715 metros e clima tropical de altitude. Sua população, segundo estimativa do IBGE (2020), é de 573.285 habitantes.

A ocupação desordenada ao longo do seu território, somada as condições geológicas, geotécnicas e climáticas torna Juiz de Fora um local com inúmeras tipologias de riscos naturais. Juiz de fora está enquadrada na nona colocação, de Municípios com maior número de moradores em áreas de risco e desastres naturais do Brasil (IBGE/CEMADEN 2018).

No dia 4 de janeiro de 2020, após fortes chuvas na região, houve um deslizamento de terra na rua José Orozimbo de Oliveira e queda de parte do muro de contenção. Três moradias na rua José Nicodemus da Silveira foram interditadas preventivamente. Outros deslizamentos de terra já ocorreram próximo ao local em anos anteriores.

Em nova vistoria realizada pela defesa civil (BO: 282-1/2021) em 12 de janeiro de 2021, a equipe da Secretária de Segurança Pública e defesa da cidadania (SSPDC) classificou a área como risco muito altos para novos escorregamentos/deslizamentos em função da ausência de estabilização do talude, inclinação acentuada e altura significativa. Foram identificados também trincas no piso, o que indica movimentação de solo. Outras três moradias foram interditadas preventivamente.

A CPRM, em um novo estudo realizado no ano de 2017, "Setorização de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massa, Enchentes e Inundações", classifica a área em risco grau muito alto (R4) a movimentos de massa. No estudo também é estimado que, nos arredores a rua José Orozimbo de Oliveira, encontram-se em risco 250 imóveis e conseqüentemente 1000 moradores.

As figuras a seguir apresentam imagens da área de intervenção antes e após ao escorregamento do talude e destruição das casas.



**Figura 02 – Imagem do local, anterior ao escorregamento do talude, na rua José Orozimbo de Oliveira. Fonte: Google Earth – 2015**



**Figura 03 – Imagem do local, anterior ao escorregamento do talude, na rua José Orozimbo de Oliveira. Fonte: Google Earth – 2015**



**Figura 04 – Imagem do local, logo após ao escorregamento do talude na rua José Orozimbo de Oliveira. Fonte: G1 - 2020**

#### **2.1.4 Sondagem**

Foram executados 05 furos de sondagem à percussão (SPT), com revestimento de 2 1/2 " de diâmetro, totalizando 70,80 metros de perfurações.

Para a extração das amostras, foi utilizado um barrilete, amostrador padronizado, de 34,90 mm e 50,80 mm de diâmetro interno e externo, respectivamente, fazendo realizar, a cada metro, o ensaio de penetração dinâmica. Esse ensaio consiste em se anotar o número de golpes necessários para fazer o barrilete penetrar 30 cm no terreno, sob a percussão de um peso 65 kg, com altura de queda de 75 cm. O número de golpes é o índice da consistência (solos coesivos) ou da compacidade (solos não coesivos) do terreno atravessado.

As cotas dos furos são referidas ao RN assinalado em planta de locação.

Todos os elementos obtidos estão apresentados nos perfis, disponíveis no anexo A, contendo:

- Uma sequência provável das camadas entre as sondagens executadas;
- O nível d'água;
- A classificação do material encontrado; O grau de compacidade dos solos de predominância siltosa ou arenosa e a consistência dos solos de predominância argilosa, a partir das penetrações medidas.

---

A seguir uma análise dos furos realizados:

- **Furo SPT01:** A sondagem indica camada de aterro misto, de 1,85 metros de altura, com valores de SPT entre 1 e 6. Essa camada é sucedida até 3,30 m por outra em argila pouco arenosa, de consistência mole a dura e cor variada avermelhada, com valores SPT entre 6 e 31. Logo abaixo, ocorre camada de silte arenoso até 8,45 m, de compactidade compacta a muito compacta, de cor variada cinza, amarela e branca, e valores SPT entre 31 e 32/15. Não foi constatado nível d'água durante a execução da sondagem. O furo foi paralisado a 8,45 m, por limite impenetrável.
- **Furo SPT02:** A sondagem indica camada de aterro misto, de 2,70 metros de altura, com valores de SPT entre 1 e 12. Essa camada é sucedida até 8,45 m por outra em silte arenoso, compactidade compacta a muito compacta, de cor variada cinza, amarela e branca, com valores SPT entre 23 e 33/15. O N.A. do lençol freático foi encontrado a 2,40 m. O furo foi paralisado a 8,45 m, por limite impenetrável.
- **Furo SPT03:** A sondagem indica camada de aterro misto, de 1,95 metros de altura, com valores de SPT igual a 2. Essa camada é sucedida até 6,80 m por outra em argila silto-arenosa, de consistência muito mole a mole e cor variada rosa e amarela, com valores SPT entre 2 e 13. Logo abaixo, ocorre camada de silte areno-argiloso, até 11,30 m, de compactidade medianamente compacta a compacta, de cor variada cinza, amarela, branca, e rosa, e valores SPT entre 21 e 33. Após essa camada a sondagem indicou camada de silte arenoso, até 15,45 m, compacta a muito compacta e cor variada rosa e amarela, com valores de SPT entre 33 e 30/15. O N.A. do lençol freático foi encontrado a 13,00 m. O furo foi paralisado a 15,45 m, por limite impenetrável.
- **Furo SPT04:** A sondagem indica camada de aterro misto, de 2,20 metros de altura, com valores de SPT entre 1 e 2. Essa camada é sucedida até 4,30 m por outra em argila arenosa, de consistência muito mole a mole e cor variada marrom, com valores SPT igual a 3. Logo abaixo, ocorre camada de argila silto-arenosa, até 6,50 m, de consistência mole a dura, de cor variada cinza e marrom, e valores SPT entre 3 e 19. Após essa camada a sondagem indicou camada de silte argiloso, até 12,45 m, compacta a muito compacta e cor variada amarela, cinza e branca, com valores de SPT entre 29 e 30/15. O N.A. do lençol freático foi encontrado a 3,70 m. O furo foi paralisado a 12,45 m, por limite impenetrável.
- **Furo SPT05:** A sondagem indica camada de aterro misto, de 2,10 metros de altura, com valores de SPT igual a 2. Essa camada é sucedida até 5,70 m por outra em argila

arenosa, de consistência mole e cor variada marrom, com valores SPT entre 2 e 7. Logo abaixo, ocorre camada de argila silto-arenosa, até 7,80, de consistência média a dura e valores SPT entre 7 e 20. Essa camada é sucedida até 11,60 m por outra em silte areno-argiloso, medianamente compacta a compacta e cor variada rosa, amarela e vermelha, com valores SPT entre 20 e 37. Após essa camada a sondagem indicou camada de silte arenoso, até 15,45 m, compacta a muito compacta e cor variada rosa, amarela e branca, com valores de SPT entre 37 e 31/15. O N.A. do lençol freático foi encontrado a 12,40 m. O furo foi paralisado a 15,45 m, por limite impenetrável.

- **Furo SPT06:** A sondagem indica camada de aterro misto, de 1,20 metros de altura, com valores de SPT entre 1 e 2. Essa camada é sucedida até 4,55 m por outra em argila arenosa, de consistência muito mole a média e cor variada marrom, com valores SPT entre 2 e 6. Após essa camada a sondagem indicou camada de silte arenoso, até 11,15 m, medianamente compacta a muito compacta e cor variada amarela e cinza, com valores de SPT entre 30 e 30/15. O N.A. do lençol freático foi encontrado a 3,60 m. O furo foi paralisado a 11,15 m, por limite impenetrável.

### 2.1.5 Caracterização Geológica

A região de Juiz de Fora é parte integrante da Faixa Ribeira, que constitui uma faixa móvel de idade neoproterozóico-cambriana, gerada durante as etapas finais da Orogênese Brasileira (ca. 630-480 Ma).

Sob o município se assenta rochas diversas tendo destaques três domínios geológicos: O Complexo Mantiqueira, Complexo Juiz de Fora e a Megasequência Andrelândia.

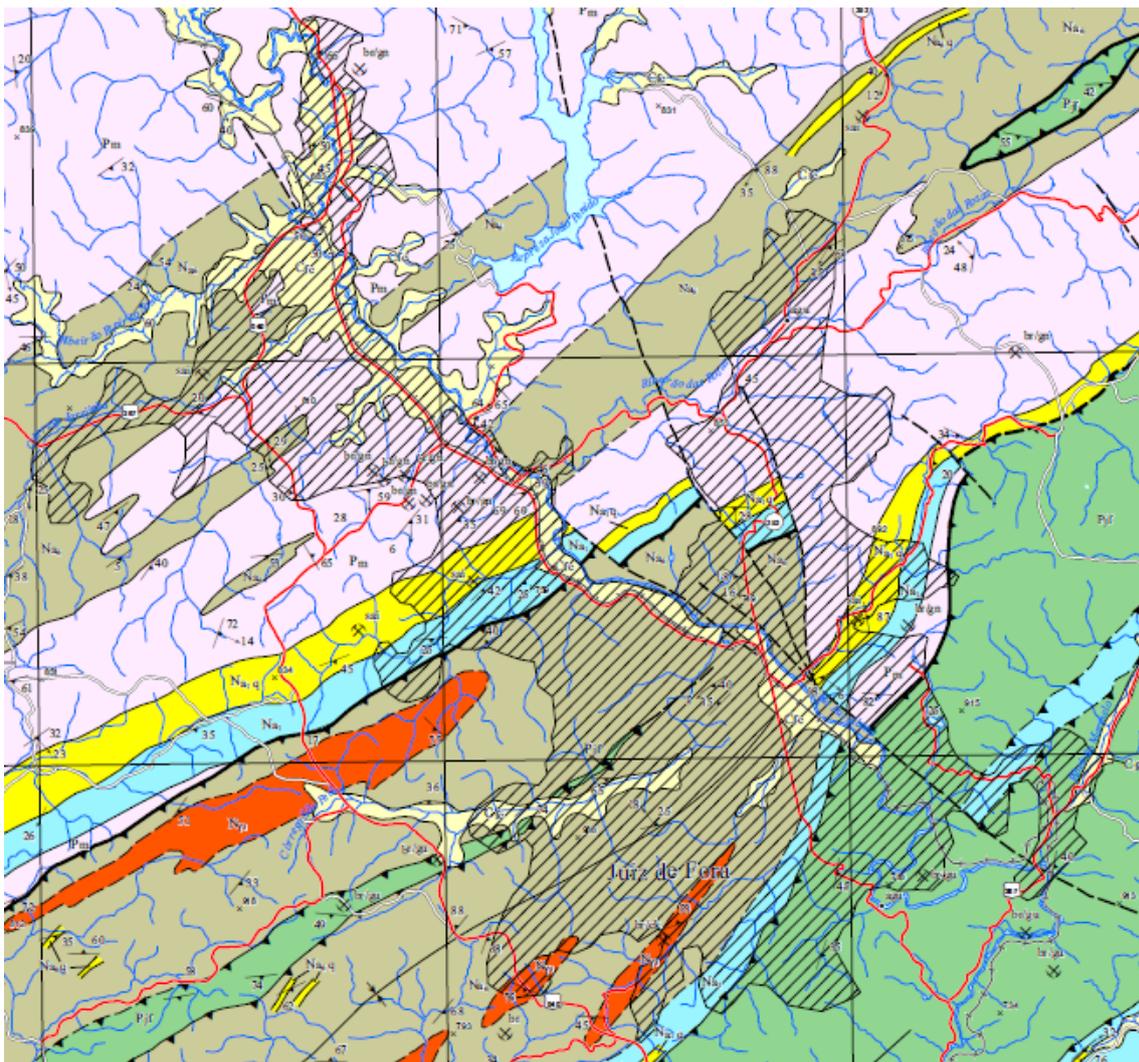
O Domínio Andrelândia compreende dois conjuntos litológicos distintos: a) rochas do embasamento pré-1,8 Ga, retrabalhadas na Orogênese Brasileira (ortognaisses e metabasitos do Complexo Mantiqueira); e b) sucessão metavulcanossedimentar neoproterozóica denominada Megasequência Andrelândia.

Três unidades litológicas compõem o Domínio Juiz de Fora: a) embasamento constituído de ortognaisses e metabasitos pré-1,8 Ga, na facies granulito, do Complexo Juiz de Fora; b) sucessão metavulcanossedimentar neoproterozóica da Megasequência Andrelândia; e c) rochas granitóides/charnockitóides neoproterozóicas, assim denominadas: hornblenda-biotita gnaisses e leucognaisse rosa da Suíte Intrusiva Matias Barbosa; Granada charnockito/granada leucogranito; e biotita granito. Com exceção de sua porção noroeste, onde predominam contatos normais entre as unidades, a grande maioria dos contatos neste domínio é tectônica,

configurando, predominantemente, uma interdigitação entre escamas de rochas ortogranulíticas e escamas de rochas metassedimentares.

Essa porção do Planalto da Mantiqueira possui um relevo constituído por pequenas serras alongadas na direção nordeste, que possuem segmentos de encostas íngremes, além de extensos domínios de colinas convexas de baixa amplitude altimétrica e encostas mais suaves (Figuras 2 e 3). De maneira geral, essa porção do Planalto da Mantiqueira apresenta um espesso manto de alteração intempérica, ao qual associam-se várias ocorrências minerais de origem supergênica (bauxita, caulim, saibro). O relevo de colinas, com espessa cobertura coluvial, representa as porções mais dissecadas do Planalto da Mantiqueira.

O município está contido na bacia do Médio Paraíba integrante à Bacia do rio Paraíba do Sul. Esta bacia possui perfis longitudinais acentuados que desembocam no rio principal com gradiente de moderação baixo. Os rios do Peixe e Cágado são importantes afluentes da bacia Paraíba.



**Figura 5 - Trecho retirado do Mapa Geológico de Juiz de Fora – Projeto Sul de Minas**

A região é formada por solos latossolos vermelhos amarelos alícos e distróficos, cambissolos e neossolos litólicos distróficos e gleissolos.

É observado na região solos de alteração, de composição areno-siltosa e argilo-arenosa.

### 2.1.6 Caracterização Geotécnica

A investigação geotécnica se embasou em levantamento topográfico e geológico do local, seguido pela realização de sondagens a percussão SPT e coleta de amostras a cada metro de ensaio realizado. Com base nos boletins de sondagem foi possível definir os perfis estratigráficos para o solo, conforma descrição no item 2.1.3.

Baseado nos perfis estratigráficos, foram estabelecidos os parâmetros de resistência das camadas do subsolo. Para avaliação dos mesmos, podem ser utilizados quaisquer tipos de investigação que forneçam elementos confiáveis do ponto de vista geométrico e paramétrico segundo a NBR 11682 (ABNT, 2009).

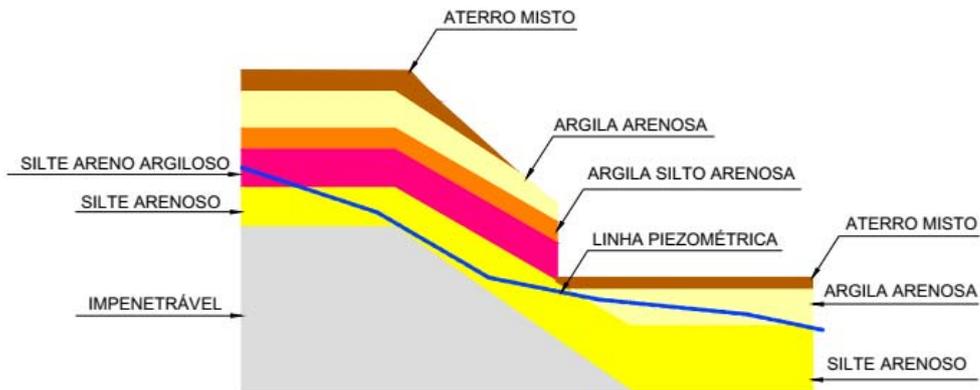
Os parâmetros geotécnicos adotados, do solo de fundação presente no local, tal como coesão, ângulo de atrito e peso específico foram determinados através de correlações com os valores do NSPT do perfil estratigráfico padrão. Os parâmetros foram extraídos da tabela de Parâmetros Médio do Solo de Ivan Joppert jr, disponível no Anexo B.

**Tabela 1 – Parâmetros geotécnicos da área de intervenção**

<b>Tipo de Solo</b>	<b>Ângulo de atrito <math>\phi</math> (°)</b>	<b>Peso específico natural <math>\gamma</math> (KN/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Coesão Efetiva <math>C=C_u</math> (KPa)</b>
<b>Aterro Misto</b>	15	15	10
<b>Argila Pouco Arenosa</b>	24	19	20
<b>Argila Arenosa</b>	15	17	
<b>Argila Silto Arenosa</b>	23	18	15
<b>Silte</b>	27	20	30
<b>Impenetrável</b>	28	21	50

Nos seis furos de sondagem foram identificados presença de aterro misto.

Os parâmetros obtidos são condizentes com os valores para aterro similares, baseado na análise de diversos estudos já publicados. A figura a seguir apresenta o perfil estratigráfico do terreno:



**Figura 6 - Perfil estratigráfico do terreno**

### **3 MEMORIAL DE CÁLCULO**

Os projetos foram elaborados a partir das diretrizes técnicas básicas exigidas por norma para estabilidade de encostas. Foram consideradas as normas da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas:

- NBR 11682 – Estabilidade de encostas;
- NBR 8044 – Projetos geotécnicos;
- NBR 6122 – Projeto e Execução de Fundações;
- NBR 5629 – Execução de tirantes ancorados no terreno;
- NBR 6118 – Projeto de Estruturas de Concreto;
- NBR 7480 – Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado
- NBR 7483 – Cordoalha de aço para concreto protendido - Requisitos

#### **3.1 ESTABILIDADE LOCAL E GLOBAL NA ÁREA DE INTERVENÇÃO**

Conforme descrito no Relatório de Vistoria Técnica, os movimentos de massa que ocorrem no município de Juiz de Fora são:

- Deslizamentos planares (maior frequência);
- Rastejo;

- 
- Queda de Blocos;
  - Erosão tipo Ravina.

A área de intervenção, na rua José Orozimbo de Oliveira, se caracteriza por ocupações em encostas com declividade maior que 45° suscetível a deslizamentos, taludes com inclinação verticalizada devido a construções e processos erosivos causados pela ausência de drenagem adequada.

De acordo com as informações anteriores e a classificação da CPRM, a área em estudo apresenta risco grau muito alto (R4) a movimentos de massa.

Foram realizados cortes transversais no perímetro da área de risco e identificado quais os tipos de ruptura podem ocorrer no local. Para verificar a estabilidade dos taludes foi considerado os parâmetros do solo, posição do nível d'água e geometria dos taludes. A análise foi realizada no programa computacional GeoStudio (módulo Slope), método Morgenstern e Price.

O fator de segurança (FS) foi obtido com base na NBR – 11.682/2009 – Estabilidade de Encostas, considerando os seguintes casos:

- Áreas com intensa movimentação e permanência de pessoas
- Rodovias de tráfego moderado;
- Local junto à propriedade de valor médio;
- Locais sujeitos a acidentes com dano ambiental moderado.

O fator de segurança mínimo que deve ser adotado para análise dos taludes na área de intervenção, considerando os níveis de segurança preconizados na norma, é de 1,5.

A seguir estão apresentados os perfis geotécnicos das seções mais críticas encontradas:

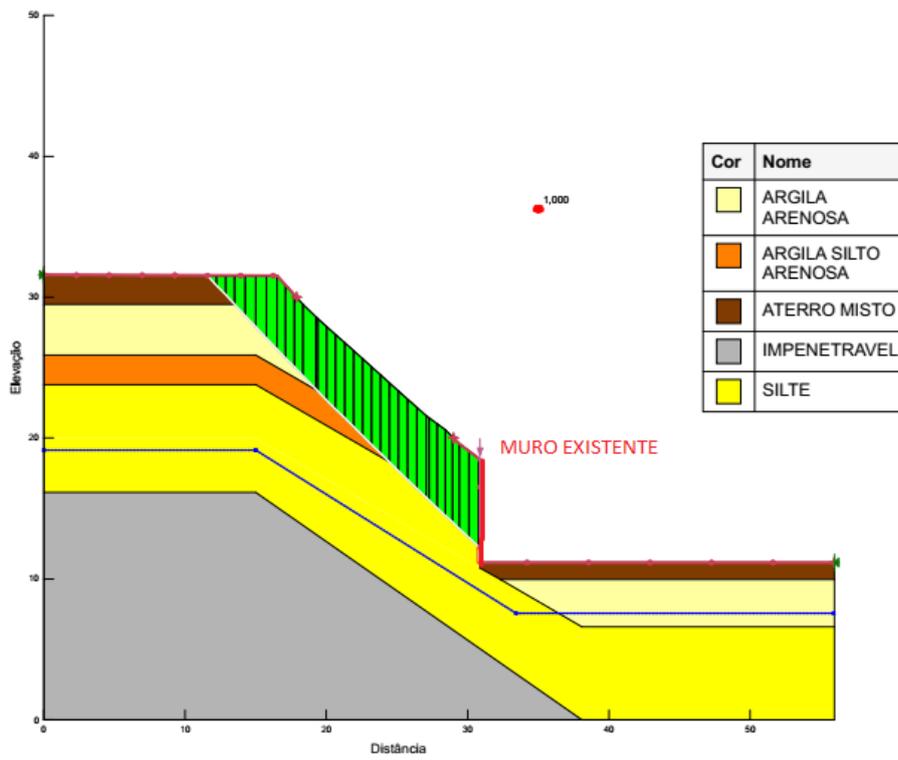


Figura 7 - Perfil do terreno 02 - FS= 1,000

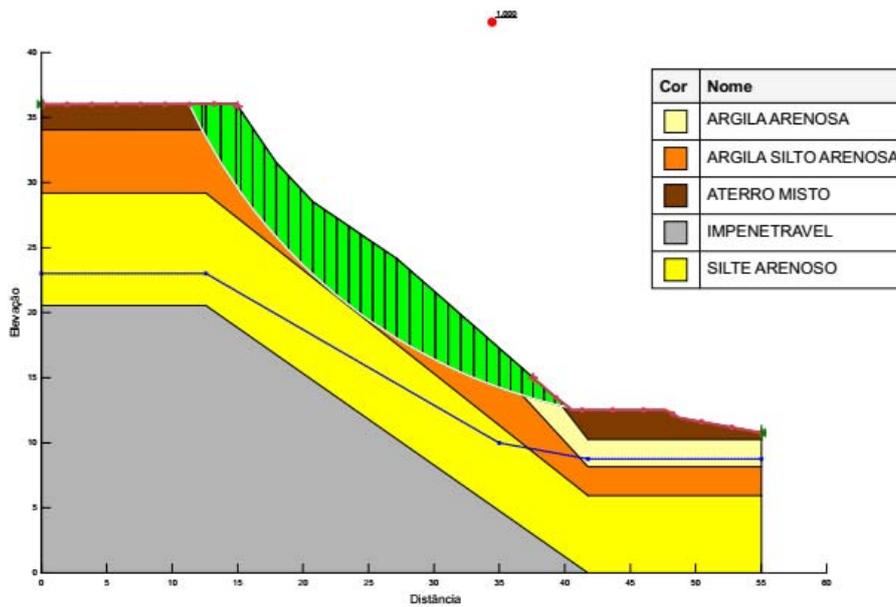
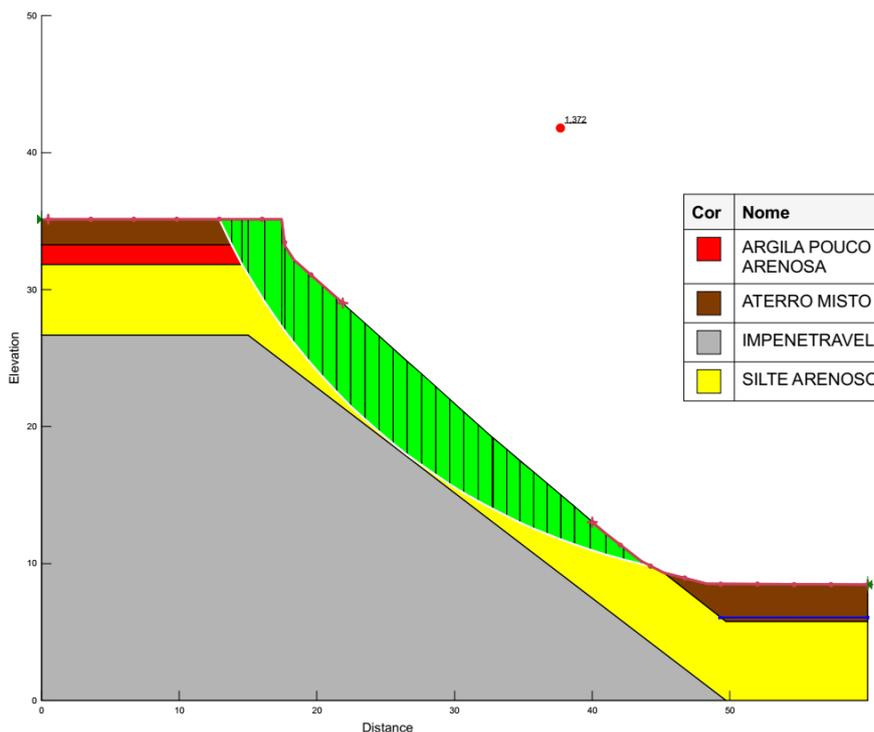


Figura 8 - Perfil do terreno 05- FS= 1,000



**Figura 9 - Perfil do terreno 08- FS= 1,372**

Com base na análise dos taludes concluiu-se que a região entre os perfis 1 e 8 apresentaram fator de segurança menor que 1,5 ou seja insuficiente para a segurança exigida. Nessas regiões foram propostos cortinas atirantadas para estabilizar o maciço globalmente.

O dimensionamento dos tirantes envolve a definição de seus elementos resistentes à tração, como comprimento de trecho livre, comprimento de trecho ancorado, espaçamento entre os mesmos, trecho disponível para protensão, ângulo de inclinação, seções mínimas de aço, características dos materiais dos componentes, carga máxima de ensaio e carga de trabalho.

O detalhamento e locação dos tirantes estão disponíveis em projeto.

As figuras a seguir apresentam a análise da estabilidade após a intervenção projetada:

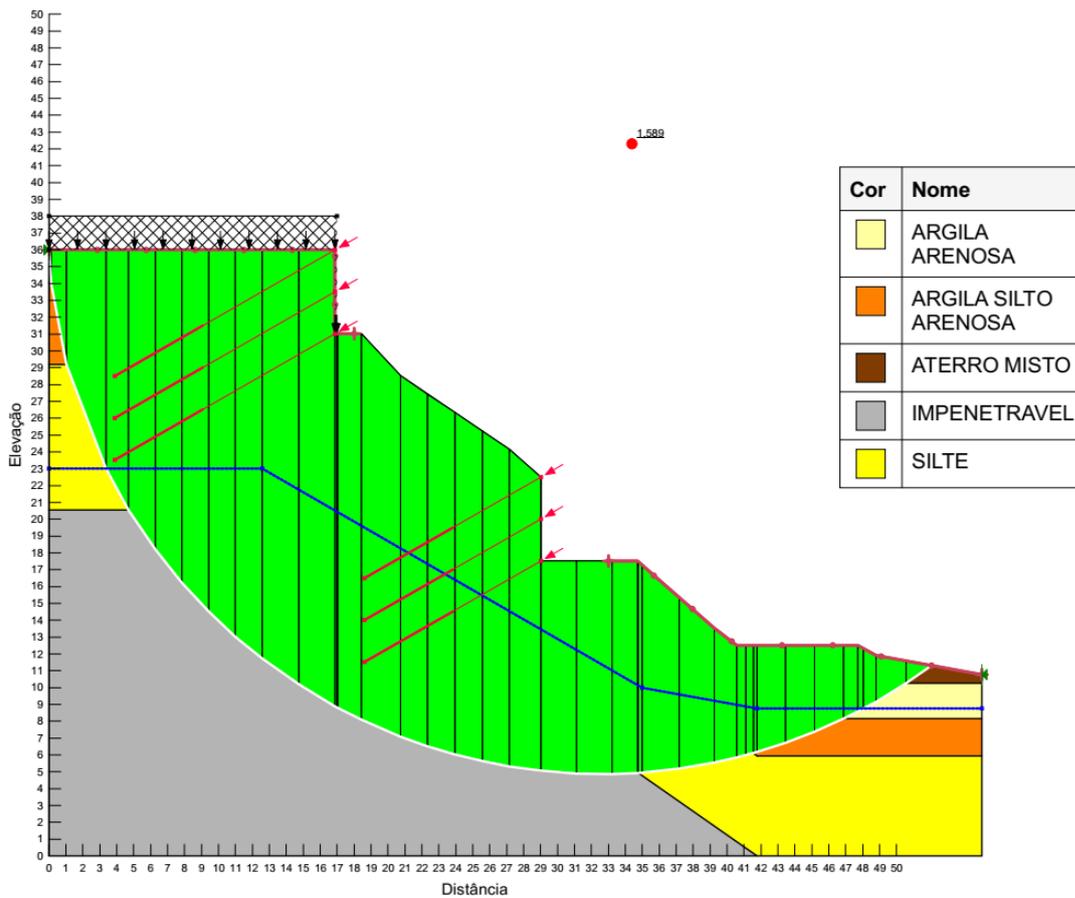


Figura 10 - Perfil do terreno 05 após a projeção da cortina- FS= 1,589

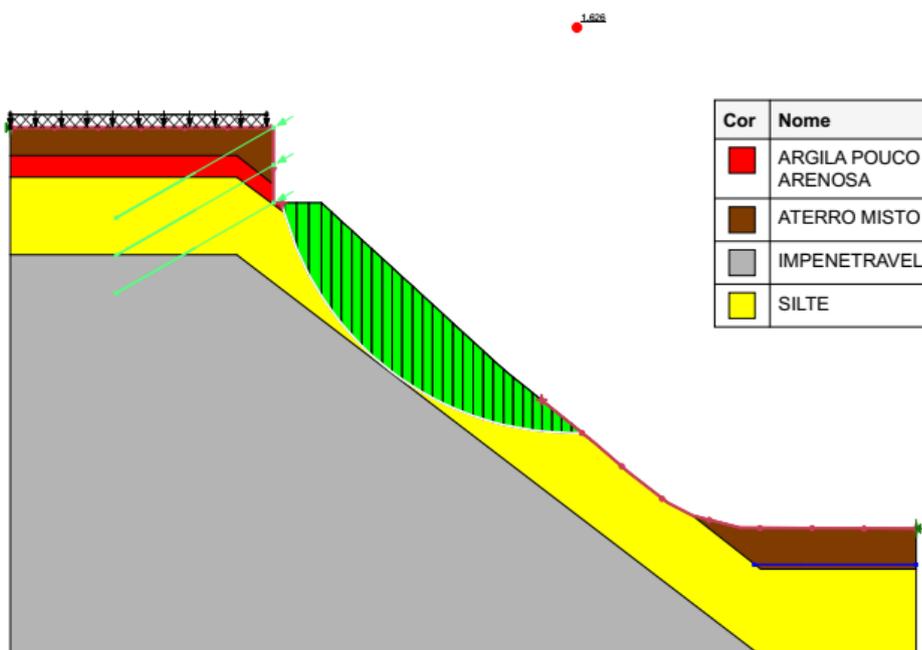


Figura 10 - Perfil do terreno 08 após a projeção da cortina- FS= 1,626

---

## 3.2 PARÂMETROS HIDROLÓGICOS UTILIZADOS NAS OBRAS DE DRENAGEM

Entende-se por drenagem a captação e/ou captação dos escoamentos de áreas urbanizadas desprovidas de infraestrutura para drenagem.

### 3.2.1 Área de Drenagem (A)

A área total de drenagem é de **8.383,78 m<sup>2</sup>**, dividida em **22** sub-bacias de escoamento.

### 3.2.2 Coeficiente de Impermeabilização (C)

Os coeficientes de impermeabilização considerados foram de 70% para as faixas lindeiras das quadras, 90% para a faixa da meia largura da via e 20% para a faixa de área verde.

### 3.2.3 Período de Recorrência (T)

Será adotado um período de recorrência 10 anos.

### 3.2.4 Duração da Chuva de Projeto (D)

A duração de chuva de projeto deve igualar ao tempo de concentração ( $t_c$ )

$$D = t_c = 10 \text{ min} = 0,17 \text{ h}$$

### 3.2.5 Intensidade da Chuva de Projeto (I)

De acordo com a Instrução Técnica Elaboração de Estudos e Projetos de Drenagem para a cidade de BH da SUDECAP, as intensidades de chuvas deverão ser calculadas através da equação de chuvas intensas, apresentada na dissertação de mestrado de Márcia Maria Guimarães Pinheiro (Escola de Engenharia da UFMG, Orientador: Prof. Mauro Naghettini, 1997), estabelecida com base nas relações intensidade-duração-frequência e de ietogramas típicos de distribuição temporal, para as precipitações históricas da Região de Conselheiro Lafaiete.

A expressão geral da equação é:

$$I_{T,i} = 0,76542 \times D^{-0,7059} \times P^{0,5360} \times \mu_{T,d}$$

- **IT**, é a estimativa da intensidade de chuva no local “i” associada ao período de retorno **T** (mm/h).
- **D** é a duração da chuva (horas). **P** é a precipitação média anual no local “i” (mm).
- $\mu_{T,d}$  é o quantil adimensional de frequência regional associado ao período de retorno **T** e à duração **d** (tabelado). A tabela 1 (Quantis Adimensionais de Frequência Regional  $\mu_{T,d}$ ), da Instrução Técnica da SUDECAP, mostra o valor utilizado de 1,4233.

A precipitação média anual a ser adotada nos estudos e projetos de microdrenagem, no município de Juiz de Fora, será de **1.971 mm**.

Chegou-se então em uma intensidade de chuva de 222,01 mm/h.

### 3.3 PARÂMETROS HIDRÁULICOS

#### 3.3.1 Cálculo das vazões das bacias

Pelo Método Racional, foram encontradas as vazões de drenagem para cada bacia e dimensionadas as canaletas através do caminhamento da água proposto pelo projeto. A tabela 02 apresenta o cálculo das sub-bacias de drenagem.

$$Q_p = 0,00278 \times C \times I \times A$$

**Tabela 2 – Sub-Bacias de Drenagem**

Sub-Bacias		Dados da Bacia	
		Escoamento	Vazão
Área de Drenagem	Área (m <sup>2</sup> )	C	Q
		min	m <sup>3</sup> /s
Bacia A	3.183,70	70,00%	0,13755
Bacia B	2.278,90	70,00%	0,09846
Bacia C	960,80	90,00%	0,05337
Bacia D	757,31	90,00%	0,04207
Bacia 01	37,13	25,00%	0,00057
Bacia 02	39,29	25,00%	0,00061
Bacia 03	11,89	25,00%	0,00018
Bacia 04	26,50	25,00%	0,00041
Bacia 05	61,84	25,00%	0,00095
Bacia 06	10,87	25,00%	0,00017
Bacia 07	14,51	25,00%	0,00022

---

Bacia 08	26,60	25,00%	0,00041
Bacia 09	30,67	25,00%	0,00047
Bacia 10	51,99	25,00%	0,00080
Bacia 11	82,67	25,00%	0,00128
Bacia 12	97,77	25,00%	0,00151
Bacia 13	140,06	25,00%	0,00216
Bacia 14	235,47	25,00%	0,00363
Bacia 15	54,92	25,00%	0,00085
Bacia 16	109,80	25,00%	0,00169
Bacia 17	70,49	25,00%	0,00109
Bacia 18	100,60	25,00%	0,00155
<b>TOTAL</b>	<b>8.383,78</b>		<b>0,34845</b>

### 3.3.2 Canaleta de Drenagem

As canaletas foram dimensionadas através da equação de Manning.

➤ **Cálculo de Vazão das Canaletas**

$$Q = \frac{1}{n} Rh^{\frac{2}{3}} S \sqrt{i}$$

Onde:

Q = Vazão em m<sup>3</sup>/s;

n = Rugosidade do material;

Rh = Raio Hidráulico =  $\frac{A_m}{P_m}$ ;

A<sub>m</sub> = Área Molhada;

P<sub>m</sub> = Perímetro molhado;

S = Área molhada;

i = Inclinação.

➤ **Cálculo da Velocidade**

$$V = \frac{1}{n} R h^{\frac{2}{3}} i^{0,5}$$

A tabela a seguir apresenta o dimensionamento das canaletas.

**Tabela 3 – Dimensionamento Canaletas de Drenagem**

DIMENSIONAMENTO DAS CANALETAS DE DRENAGEM PLUVIAL - RUA OROZIMBO									
CANALETA	Q (m³/s)	D	Manning	i	v	y/D	T	Compr. (m)	
	Projeto	(mm)	(n)	(%)	m/s		Pa		
C-1	0,00057	300	0,014	1	0,36	0,057	1,1	8,48	
C-2	0,00079	300	0,014	1	0,39	0,066	1,3	10,72	
C-3	0,00018	300	0,014	1	0,25	0,033	0,6	3,81	
C-4	0,00153	300	0,014	1	0,48	0,091	1,7	10,51	
C-5	0,00112	300	0,014	1	0,45	0,082	1,5	20,07	
C-6	0,00017	300	0,014	1	0,24	0,032	0,6	3,45	
C-7	0,00191	300	0,014	1	0,51	0,101	1,9	5,81	
C-8	0,00169	300	0,014	1	0,49	0,095	1,8	10	
C-9	0,00128	300	0,014	1	0,45	0,083	1,6	9,98	
C-10	0,00080	300	0,014	1	0,39	0,067	1,3	10	
C-11	0,19355	600	0,014	1	1,82	0,400	12,6	14,63	
C-12	0,00151	300	0,014	1	0,48	0,090	1,7	18,7	
C-13	0,00216	300	0,014	1	0,53	0,107	2	19,66	
C-14	0,00363	300	0,014	1	0,62	0,137	2,5	19,27	
C-15	0,00085	300	0,014	1	0,4	0,069	1,3	7,22	
C-16	0,00169	300	0,014	1	0,49	0,095	1,8	18,67	
C-17	0,00109	300		1	0,43	0,077	1,5	20,31	
C-18	0,00155	300		1	0,48	0,091	1,7	16,23	
<b>Vazão</b>		<b>m³/s</b>							<b>219,04</b>

### 3.3.3 Escada Hidráulica

As escadas hidráulicas foram calculadas através das equações de Manning.

$$Q = \frac{1}{n} \left( \frac{a \cdot b}{(2 \cdot a) + b} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot a \cdot b \cdot \sqrt{i}$$

**Equação 01**

$$V = \frac{1}{n} Rh^{\frac{2}{3}} i^{0,5}$$

**Equação 02**

A tabela a seguir apresenta o dimensionamento das escadas hidráulicas.

**Tabela 3 –Dimensionamento da Escada Hidráulica**

DIMENSIONAMENTO DA ESCADA HIDRÁULICA									
ESCADAS	Q(m³/s)	y <sub>n</sub>	C	H	L	i	p <sub>adot</sub>	e <sub>adot</sub>	V
	Projeto	(m)	(m)	(m)	(m)	(%)	(m)	(m)	m/s
EH - 01	0,19228	0,222	8,43	0,322	0,5	1	*	0,3	1,71
EH - 02	0,00153	0,031	7,97	0,131	0,5	1	*	0,3	0,65
EH - 03	0,19913	0,23	8,28	0,33	0,5	1	*	0,3	1,74
EH - 04	0,14243	0,177	11,44	0,277	0,5	1	*	0,3	1,57
EH - 05	0,15087	0,187	12,40	0,287	0,5	1	*	0,3	1,61
<b>Vazão Total</b>	<b>0,68624</b>	<b>m³/s</b>							
* Ajustar "in loco" conforme declividade do terreno, para que o topo da escada acompanhe, aproximadamente, a inclinação natural do terreno.									

#### 4 DESCRIÇÃO DAS SOLUÇÕES ADOTADAS

Identificados quais os processos geotécnicos de cada área de risco, foram definidas as contenções que estabilizem o solo, bem como as obras complementares necessárias, causando o menor impacto para os moradores e para o meio ambiente.

➤ Serviços preliminares

As obras deverão iniciar-se com as instalações do canteiro de obra, locação da obra em geral e limpeza mecanizada da vegetação. O acesso a área de intervenção deverá ser fechado com tapume.

➤ Obras de acerto de geometria

Serão realizados cortes localizados, visando suavização dos taludes e conseqüente aumento da estabilidade. Estas obras serão combinadas com contenções localizadas.

➤ Cortina Atirantada

Cortinas são contenções ancoradas ou apoiadas em outras estruturas, caracterizadas pela pequena deslocabilidade (RANZINI e NEGRO JR., 1998). As estruturas deste tipo podem ser construídas em concreto armado, concreto projetado, parede diafragma ou perfis metálicos cravados, e ancoradas por meio de tirantes introduzidos em solo ou rocha e protendidos com carga de trabalho apropriada, que transmite o esforço externo de tração para o terreno, através do bulbo. Sua aplicação é recomendada para cortes em taludes de grandes alturas e empuxos de terra referentes a solos com baixos parâmetros de resistência. Em certas circunstâncias é o único sistema de contenção possível de ser executado, podendo ser utilizada para conter solos sobre o nível freático. É necessário levar em consideração que esta solução pode interferir com terrenos vizinhos. As perfurações para instalação dos tirantes podem provocar recalques, as injeções para fixação, e a protensão destes podem introduzir esforços horizontais nas fundações adjacentes.

Podem ser utilizadas em qualquer situação geométrica, tipo de solo ou condição hidrológica e necessita da presença de horizontes resistentes e estáveis o suficiente para a ancoragem dos tirantes a profundidades compatíveis.

Serão executadas cortinas atirantadas na região entre os perfis 1 e 8, para contenção da área de instabilidade.

➤ Obras de proteção superficial

A proteção superficial tem a função de impedir a formação de processos erosivos e diminuir a infiltração de água no maciço.

Pode se utilizar materiais naturais ou artificiais. Deverá ser realizada cobertura com grama esmeralda em toda a área de intervenção, conforme projeto.

➤ Obras de drenagem e esgoto

As obras de drenagem têm por finalidade a captação e o direcionamento das águas do escoamento superficial, assim como a retirada de parte da água de percolação do maciço diminuindo os os riscos decorrentes dos processos erosivos, bem como os riscos de escorregamentos decorrentes da concentração de águas superficiais em taludes.

A implantação do sistema de drenagem superficial pode ser executada por meio de calha, canaleta, tubulação, escada hidráulica, rápido, caixa de transição, de areia, etc.

---

Deverá também ser realizada a implantação do sistema de coleta de esgotos, uma vez que em grande parte das áreas de risco mapeadas verifica-se o lançamento de águas servidas e esgoto em superfície, contribuindo para agravar a situação

Os ramais de ligação de esgoto não foram detalhados no projeto executivo pelos seguintes motivos:

01 - Por se tratar de soluções individuais, para cada morador, que deverá contemplar as particularidades de cada propriedade, é melhor que as ligações sejam definidas em obra, pela equipe de fiscalização da PMJF.

02 - É desejável que os moradores regularizem os lançamentos de esgoto por conta própria, de preferência para as redes da rua, se possível.

03 - Deverá ser acordado com a concessionária local que tipo de ligação/caixa fazer.

04 - No projeto inserimos a especificação: A ligação dos ramais particulares de esgoto será definida em obra, entre a fiscalização, o proprietário e a concessionária local. Dever-se-á adotar diâmetro mínimo de 100mm, em PVC, com declividade mínima de 2%. Dever-se-á construir caixa de inspeção ou poço luminar anteriormente ao lançamento, conforme normas e orientações da concessionária local.

➤ Remoções de Moradias

As remoções podem ser definitivas ou temporárias. As remoções definitivas ocorrem quando o nível de risco no qual a área habitada se encontra é muito alto e a relação entre custo e benefício para executar obras estruturais é de ordem superior à mesma relação para a remoção das moradias. As remoções temporárias são adotadas quando há possibilidade de realização de obras de intervenção, porém durante a execução as famílias devem se ausentar das moradias, para evitar possíveis situações de risco.

Na área de intervenção serão realizadas apenas remoções temporárias durante a execução da obra.

---

## 5 ANEXOS

A – RELATÓRIO DE SONDAGEM

B – PARÂMETROS DO SOLO

C – CADERNO DE ENCARGOS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

D – PLANILHAS

E – ART'S



**MARLON BATISTA DA COSTA**

Engº Civil / Sanitarista - CREA 50744/D



**ALINE FERREIRA COSTA**

Engª Civil - CREA 198443/D

**FERREIRA COSTA ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA**

**CNPJ: 65.337.107/0001-75**

**ARCOS/MG, OUTUBRO DE 2021**

## **A – RELATÓRIO DE SONDAGEM**

## **B - PARÂMETROS DO SOLO**

**C – CADERNO DE ENCARGOS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**

**D – PLANILHAS**

**E – ART'S**