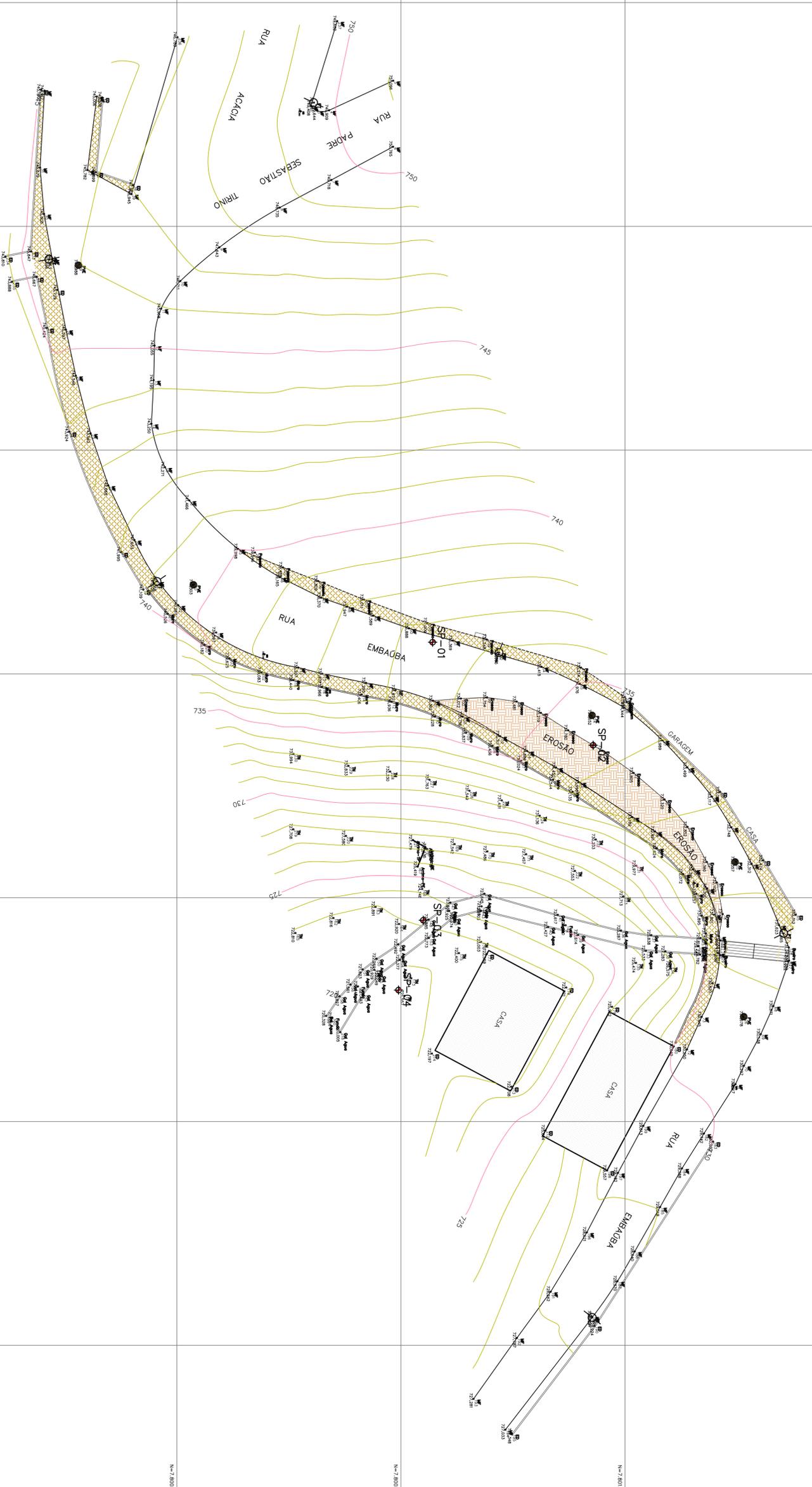


SP-05



LEGENDAS:

- MEIO-FIO EXISTENTE
- MURETA EXISTENTE
- CURVAS DE NIVEL
- EROSAO
- POSTE
- FURROS DE SONDAGEM
- POÇO DE VISITA (ESGOTO) EXISTENTE
- ▨ PAV. ASFALTICO EXISTENTE
- ▩ PASSOIO EXISTENTE
- ▧ EROSAO
- ▦ CONSTRUÇÃO EXISTENTE
- ▤ CANAL EXISTENTE
- ▣ GRELHA METALICA EXISTENTE - DRENAGEM

NOTAS:

1- DIMENSÕES EM METROS E DIÂMETROS EM MILÍMETROS, SALVO INDICAÇÃO CONTRÁRIA.

DESENHOS DE REFERENCIA:

REV.	T.E.	DESCRIÇÃO	PROJ.DES.	VER.	APR.	AUT.	DATA

REVISÕES

Tipo de EMISSÃO	Descrição	Proj. Des.	Ver.	Apr.	Aut.	Data
(1) PRELIMINAR	(2) CORREÇÃO DE ERRORES					
(3) PARA APROVAÇÃO	(4) PARA CONSTRUÇÃO					
(5) PARA COMPLEMENTO	(6) CORRIGIR COMPLEMENTO					
APPROVAÇÃO ASSINATURA						
PROJ. DES.	RICHARDO	VER.				
APR.	FABOLA BASTISTIN PARES	DATA				
DES.						

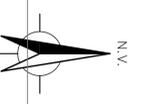


PREFEITURA MUNICIPAL DE SABARÁ

PROJETO DE CONTENÇÃO  
 PROJETO EXECUTIVO  
 CONTENÇÃO RUA EMBAUÇA  
 BAIRRO CABRAL  
 TOPOGRAFIA PLANTA



ESCALA 1:200  
 FOLHA 01 DE 01



SP-05



CORTE PROJETADO NO TALUDE  
INCLINAÇÃO DE 16° E ALTURA VARIÁVEL  
PARA EXECUÇÃO DO SOLO REFORÇADO

BERMA PROJETADA NO TALUDE  
PARA EXECUÇÃO DO MURO DE  
RETANGULO EL=721,640

BERMA PROJETADA NO TALUDE  
PARA EXECUÇÃO DO MURO DE  
RETANGULO EL=720,840

BERMA PROJETADA NO TALUDE  
PARA EXECUÇÃO DO MURO DE  
RETANGULO EL=722,640

N=7801000	E=625.460	N=7801000	E=625.460	N=7801000	E=625.460	N=7801000	E=625.460
N=7801000	E=625.390	N=7801000	E=625.390	N=7801000	E=625.390	N=7801000	E=625.390
N=7801000	E=625.320	N=7801000	E=625.320	N=7801000	E=625.320	N=7801000	E=625.320
N=7801000	E=625.250	N=7801000	E=625.250	N=7801000	E=625.250	N=7801000	E=625.250
N=7801000	E=625.180	N=7801000	E=625.180	N=7801000	E=625.180	N=7801000	E=625.180
N=7801000	E=625.110	N=7801000	E=625.110	N=7801000	E=625.110	N=7801000	E=625.110
N=7801000	E=625.040	N=7801000	E=625.040	N=7801000	E=625.040	N=7801000	E=625.040

QUADRO DE CURVAS E ALINHAMENTO HORIZONTAL – RUA EMBAUÇA

Trecho	Estaca Inicial / Final	Raio	Distancia	Rumo	Coordenada Inicial N / E	Coordenada Final N / E	Azimuth (N)
L1	0+0.00 até 0+12.37	12.37	12.37	N1° 32' 11" W	PP – 7800989.267 / 625400.280	PC – 7800981.633 / 625399.949	358° 27' 49"
L2	0+12.37 até 1+3.10	10.73	10.73	N13° 49' 12" E	PP – 7800981.633 / 625399.949	PC – 7800992.049 / 625402.511	13° 49' 12"
L3	1+3.10 até 1+11.90	8.80	8.80	N19° 58' 08" E	PP – 7800992.049 / 625402.511	PC – 7801000.323 / 625405.518	19° 58' 08"
L4	1+11.90 até 2+8.28	16.38	16.38	N42° 53' 35" E	PP – 7801000.323 / 625405.518	PC – 7801012.323 / 625416.665	42° 53' 35"

- LEGENDAS:**
- MEIO-FIO EXISTENTE
  - MURETA EXISTENTE
  - CURVAS DE NIVEL
  - TALUDE PROJETADO
  - POSTE
  - FURROS DE SONDAJEM
  - POCO DE VISITA (ESGOTO) EXISTENTE
  - ▨ PAV. ASFALTICO EXISTENTE
  - ▨ PASSOIO EXISTENTE
  - ▨ CONSTRUÇÃO EXISTENTE
  - ▨ CANAL EXISTENTE
  - ▨ GRELHA METALICA EXISTENTE – DRENAGEM

**NOTAS:**  
1- DIMENSÕES EM METROS E DIÂMETROS EM MILÍMETROS, SALVO INDICAÇÃO CONTRÁRIA.

DESENHOS DE REFERENCIA:

REV.	T.E.	DESCRIÇÃO	PROJ.	VER.	APR.	AUT.	DATA

TIPO DE EMISSÃO: (1) PRELIMINAR, (2) PARA CONSTRUÇÃO, (3) PARA ANOVAÇÃO, (4) PARA CONSTRUÇÃO, (5) PARA COMPLEMENTO, (6) PARA COMPLEMENTO, (7) CORRIGIDA, (8) CORRIGIDA

**CONEPP** CONSULTORIA

**PREFEITURA MUNICIPAL DE SABARÁ**

**PROJETO DE CONTENÇÃO**

PROJETO EXECUTIVO

CONTENÇÃO RUA EMBAUÇA

BAIRRO CABRAL

PROJETO DE TERRAPLENAGEM

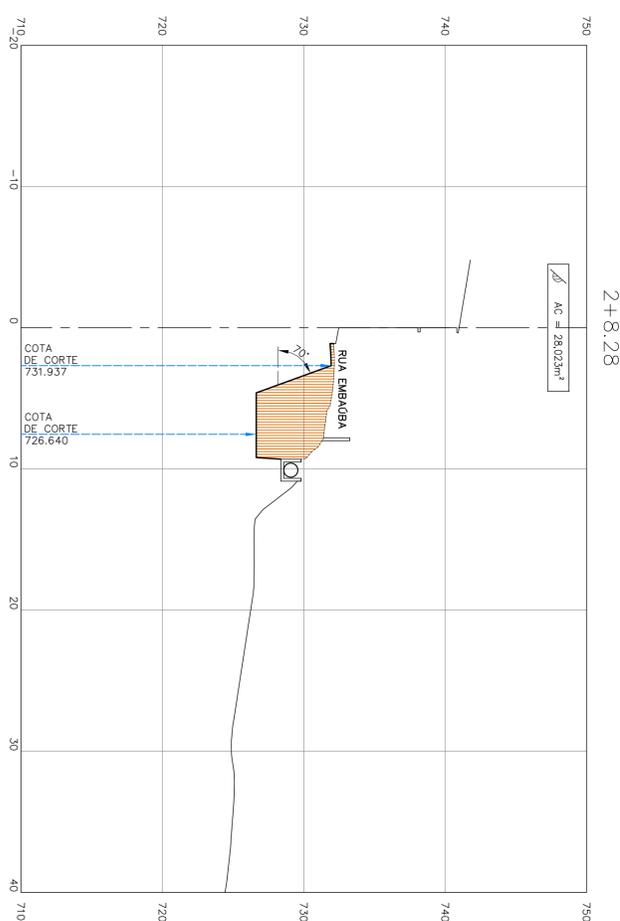
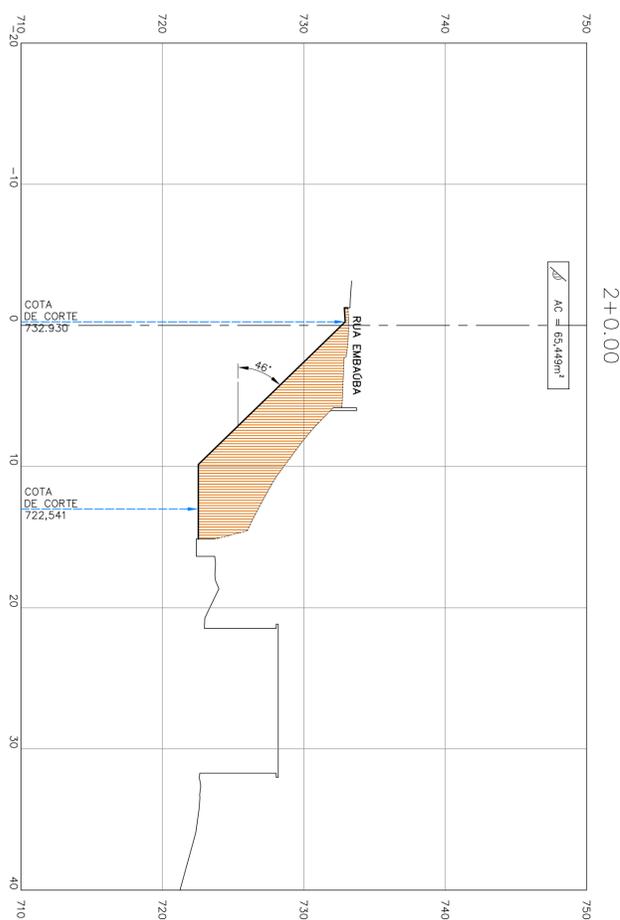
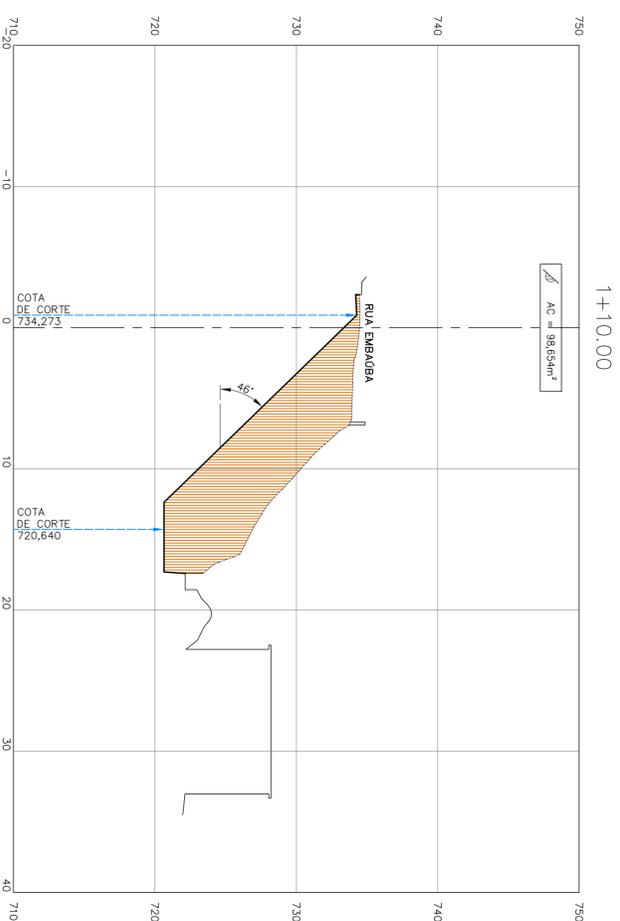
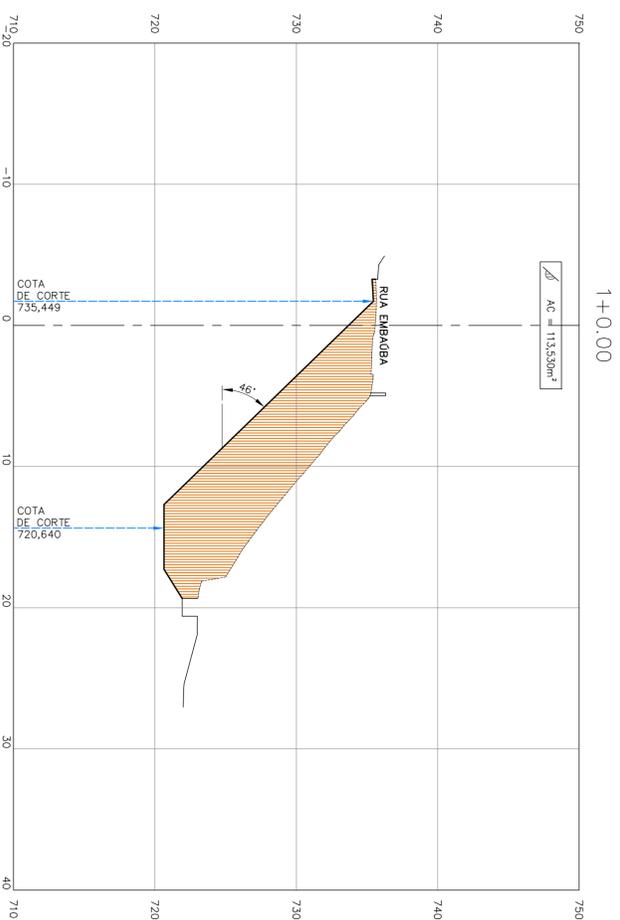
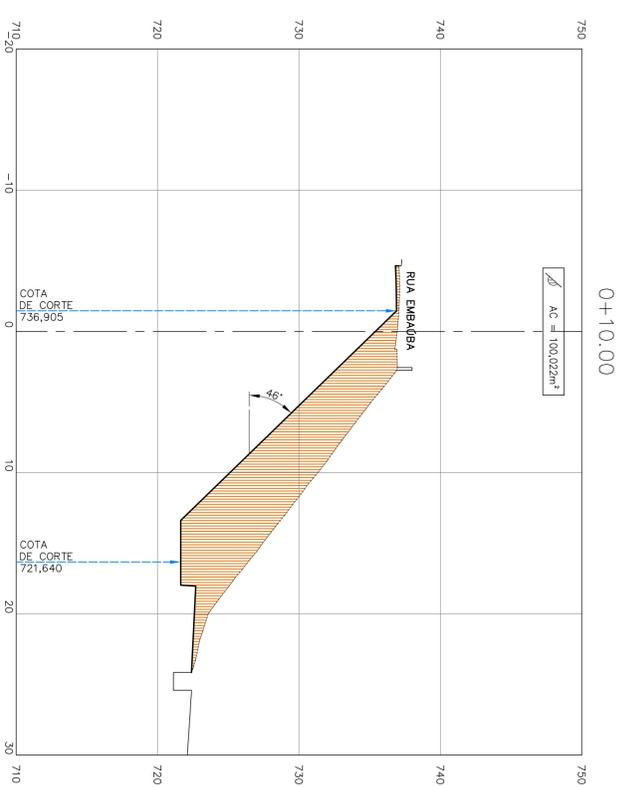
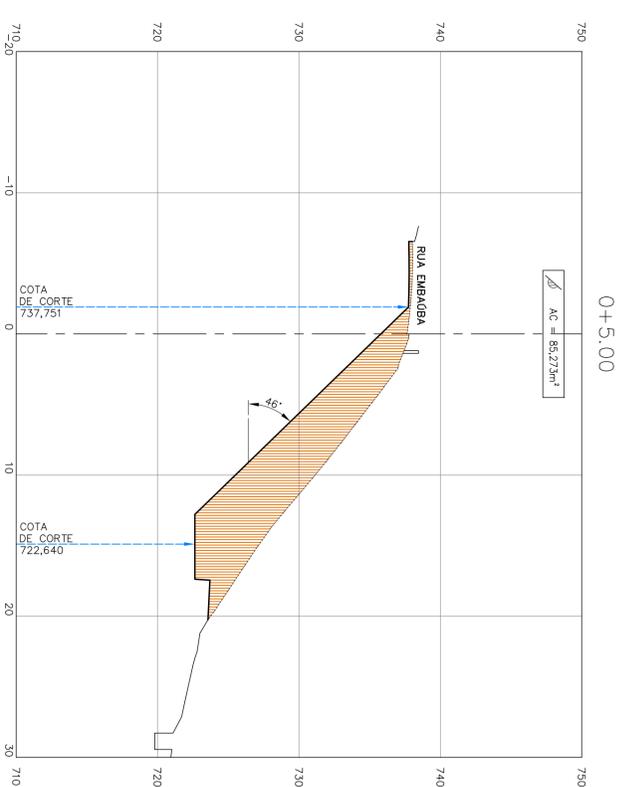
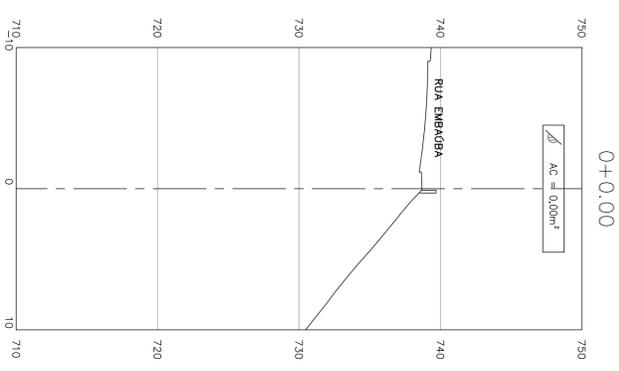
PLANTA

ESCALA: 1:200

FOYAL

02-TERRAPLENAGEM-PLANTA-01da03

01 DE 03



PROJETO DE TERRAPLENAGEM					
RUA EMBAÚBA - VOLUME CORTE					
CÁLCULO DE VOLUMES - CORTE					
Estaca	Áreas Corte - m²	Áreas Médias Corte - m²	Distância - m	Volumes Parciais - m³	
0+0,00	85,27	42,64	5,00	213,18	
0+5,00	100,02	92,65	5,00	483,24	
1+0,00	113,53	106,79	10,00	1.067,76	
1+10,00	98,65	106,69	10,00	1.060,92	
2+0,00	65,45	82,05	10,00	820,52	
2+8,28	28,02	46,74	8,28	398,97	
<b>VOLUME TOTAL - m³</b>				<b>4.012,59</b>	



**NOTAS:**  
 1- DIMENSÕES EM METROS E DIÂMETROS EM MILÍMETROS, SALVO INDICAÇÃO CONTRÁRIA.

**DESENHOS DE REFERÊNCIA:**

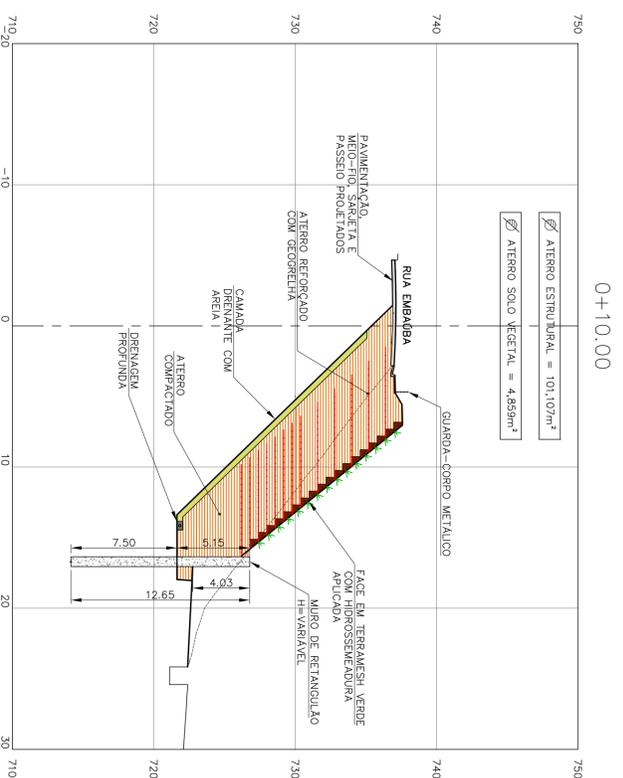
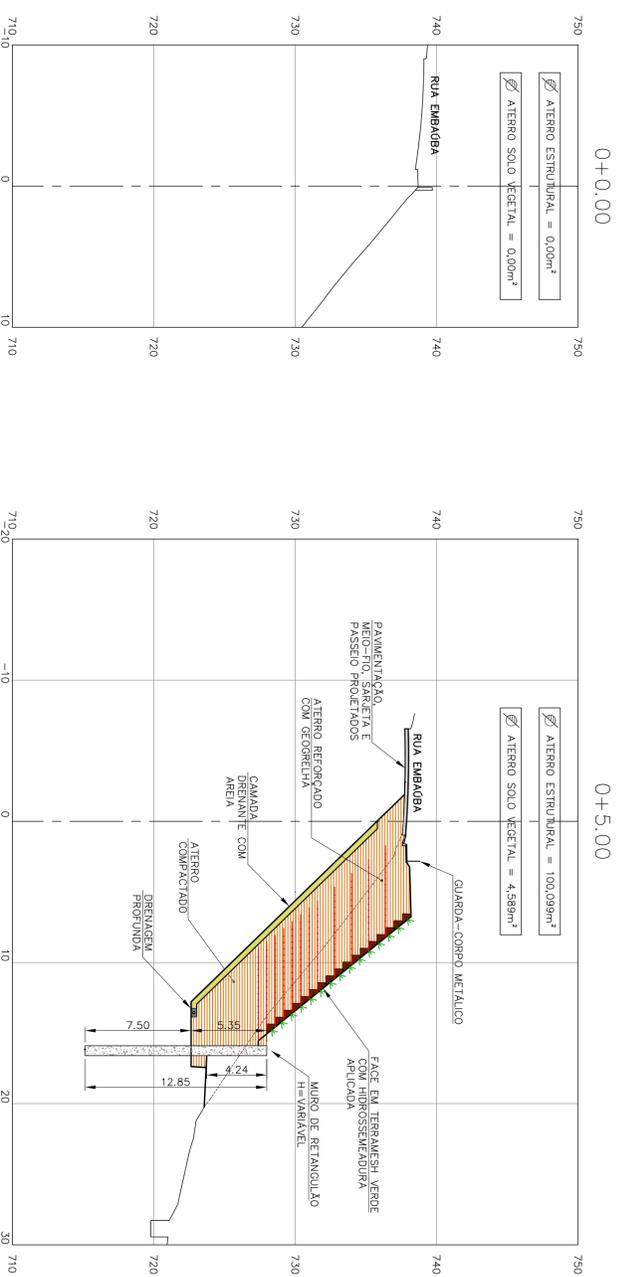
REV.	T.E.	DESCRIÇÃO	VER.	APR.	AUT.	DATA
		REVISÕES				

TIPO DE EMISSÃO	(1) PRELIMINAR (2) PARA APROVAÇÃO (3) PARA CONSTRUÇÃO (4) PARA COMEÇAMENTO DE OBRAS COMPLETADO	(5) CONDIÇÃO CONSTRUÍDO
APPROVAÇÃO	ASSINATURA	DATA
RI	ASSINATURA	DATA
PROJETISTA	FABÍOLA BASTINI PIRES	09/05/2018
DESENHISTA	RICHARDO	14/05/2018
SUPERVISOR		



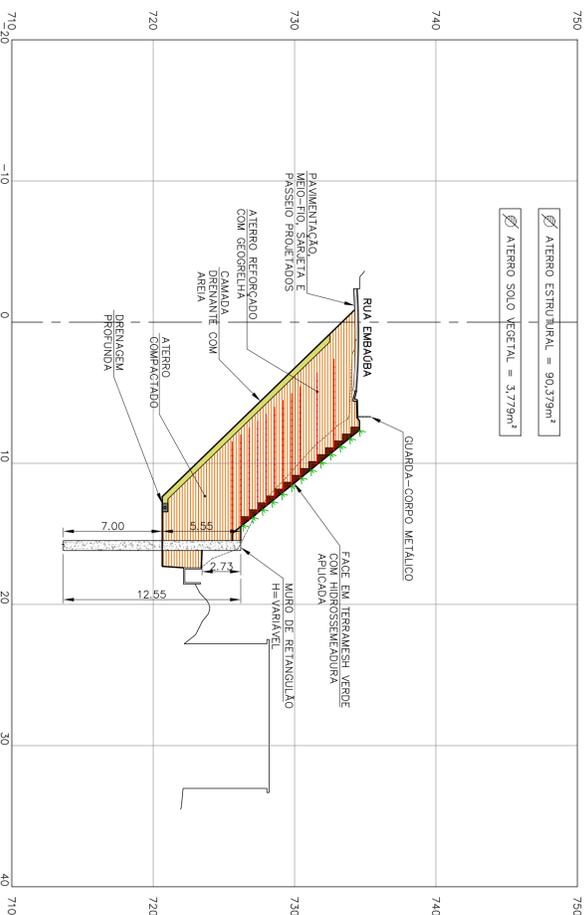
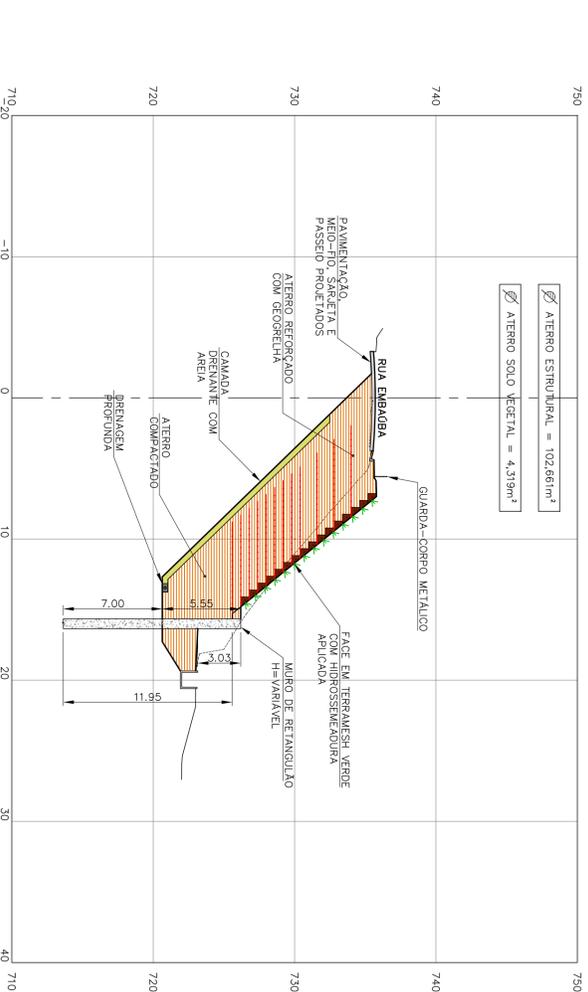
PROJETO EXECUTIVO  
 CONTENÇÃO RUA EMBAÚBA  
 BAIRRO CABRAL  
 PROJETO DE TERRAPLENAGEM  
 SEÇÕES DE CORTE

ESCALA 1:250  
 DATA 02 DE 03



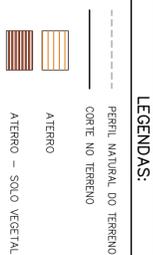
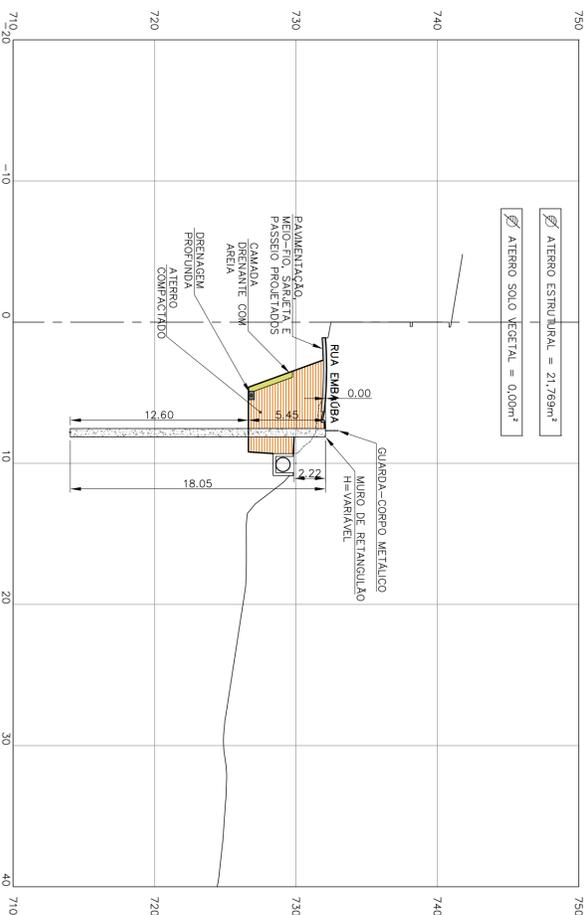
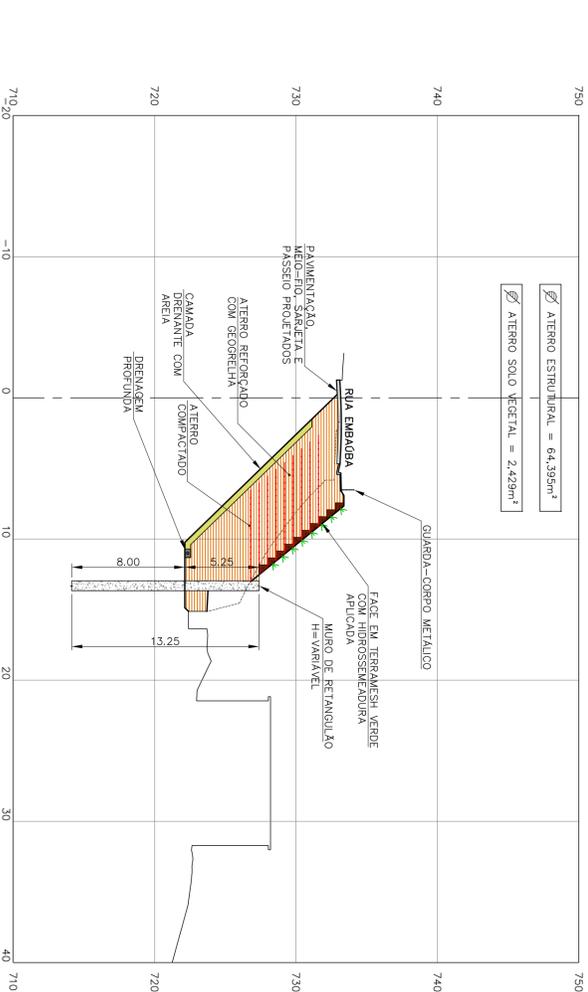
PROJETO DE TERRAPLENAGEM				
RUA EMBAUÇAS - VOLUME ATERRO				
CALCULO DE VOLUMES - ATERRO				
Estaca	Áreas Aterro - m <sup>2</sup>	Áreas Médias Aterro - m <sup>2</sup>	Distancia	Volumes Parciais m <sup>3</sup>
0+0,00	10,00	50,58	5,00	382,58
0+10,00	10,11	100,60	5,00	503,62
1+0,00	102,26	101,88	10,00	1.019,84
2+0,00	64,40	96,52	10,00	965,20
2+8,28	21,77	77,39	10,00	773,87
				356,72
				3.887,89
				<b>VOLUME TOTAL - m<sup>3</sup></b>

1+0.00



PROJETO DE TERRAPLENAGEM				
RUA EMBAUÇAS - VOLUME AREIA				
CALCULO DE VOLUMES - CAMADA DRENANTE AREIA				
Estaca	Áreas Aterro - m <sup>2</sup>	Áreas Médias Aterro - m <sup>2</sup>	Distancia	Volumes Parciais m <sup>3</sup>
0+0,00	0,00	3,70	5,00	18,49
0+5,00	7,40	7,47	5,00	37,24
0+10,00	7,24	7,47	10,00	70,25
1+0,00	6,85	6,98	10,00	69,20
2+0,00	4,83	5,74	10,00	57,28
2+8,28	1,30	3,06	8,28	25,35
				<b>VOLUME TOTAL - m<sup>3</sup></b>
				275,89

2+0.00



**NOTAS:**

1- DIMENSÕES EM METROS E DIÂMETROS EM MILÍMETROS, SALVO INDICAÇÃO CONTRÁRIA.

**DESENHOS DE REFERENCIA:**

REV. T.E.	DESCRIÇÃO	PROJ.DES. VER.	APR. AUT.	DATA

TIPO DE EMISSÃO		REVISÕES	
(1) PRELIMINAR	(2) PROJETO	(3) CORREÇÃO	(4) CONCLUSÃO
(5) PARA APROVAÇÃO	(6) PARA CONSTRUÇÃO	(7) CORREÇÃO	(8) CONCLUSÃO
<b>APROVAÇÃO</b>			
RI	ASSINATURA	DATA	
PROJETA	FABRILA BASTIN PIRES	08/04/2018	
DESENHISTA	RICHARDO	08/04/2018	
SUPERVISOR			

**CONEP** CONSULTORIA

**PREFEITURA MUNICIPAL DE SABARÁ**

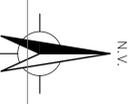
PROJETO EXECUTIVO  
 CONTENÇÃO RUA EMBAUÇA  
 BAIRRO CABRAL  
 PROJETO DE TERRAPLENAGEM  
 SEÇÕES ACABADAS



ESCALA 1:250

02 - TERRAPLENAGEM - SEÇÕES ACABADAS

03 DE 03



SP-05



**LEGENDAS:**

- MEIO-FIO EXISTENTE
- MURETA EXISTENTE
- DRENAGEM PROFUNDA
- DESCIDA D'ÁGUA EM DEGRAUS (DDG)
- SAÍDA D'ÁGUA
- TUBO PEAD DN400 MM
- BOCA DE LOBO DUPLA
- MEIO-FIO PROJETADO
- SARILETA PROJETADA
- CAIXA DE PASSAGEM PROJETADA
- CURVAS DE NIVEL
- TALUDE PROJETADO
- POSTE
- FUROS DE SONAGEM
- POÇO DE VISITA (ESGOTO) EXISTENTE
- FACE EM TERRAMESH VERDE
- PAV. ASFÁLTICO EXISTENTE
- PASSARILHO EXISTENTE
- CONSTRUÇÃO EXISTENTE
- CANAL EXISTENTE
- GRIEHA METÁLICA EXISTENTE - DRENAGEM

**NOTAS:**  
1- DIMENSÕES EM METROS E DIÂMETROS EM MILÍMETROS, SALVO INDICAÇÃO CONTRÁRIA.

**DESENHOS DE REFERÊNCIA:**

REV.	T.E.	DESCRIÇÃO	PROJ.	VER.	APR.	AUT.	DATA

**REVISÕES:**

Tipo de Emissão	Descrição	Proj.	Ver.	Apr.	Aut.	Data
(1) PRELIMINAR	(2) CONDIÇÕES					
(3) PARA APROVAÇÃO	(4) PARA CONSTRUÇÃO					
(5) PARA COMPLEMENTO	(6) CORRIGIR COMPLEMENTO					

PROJ.:	FABRICA BASTISTIN PIREZ	DATA:	MAIO/2018
PROJ.:	RICHARDO	DATA:	14/05/2018
PROJ.:		DATA:	
PROJ.:		DATA:	



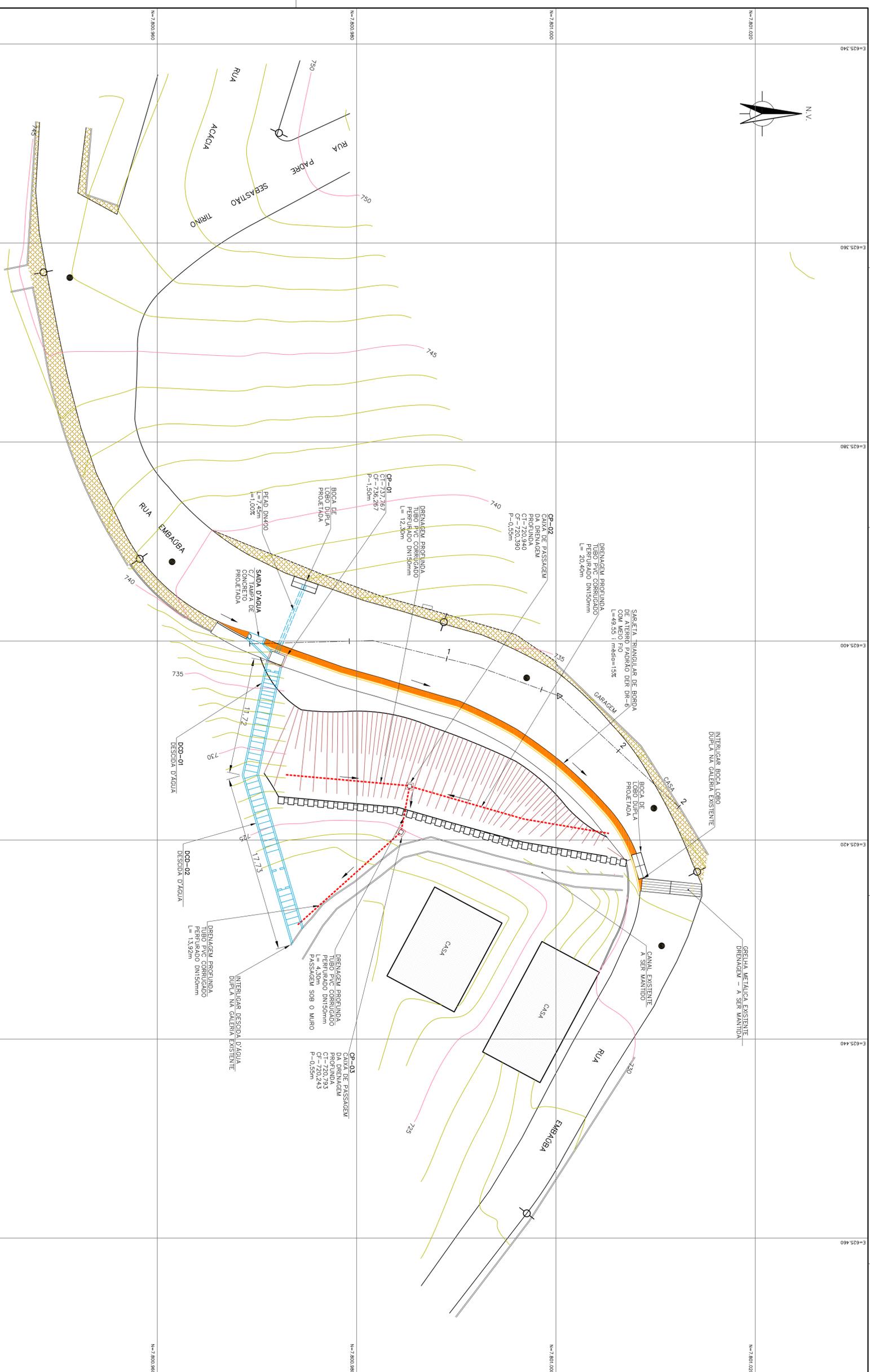
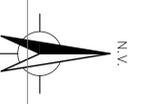
PREFEITURA MUNICIPAL DE SABARÁ

**PROJETO DE CONTENÇÃO**

PROJETO EXECUTIVO  
CONTENÇÃO RUA EMBAUBA  
BAIRRO CABRAL  
PROJETO GEOMÉTRICO  
PLANTA



ESCALA: 1:200  
FOLHA: 01 DE 01



**LEGENDAS:**

- MEIO-FIO EXISTENTE
- MURETA EXISTENTE
- DRENAGEM PROFUNDA
- DESCIDA D'ÁGUA EM DEGRAUS (DCD)
- SAIDA D'ÁGUA
- TUBO PEAD DN400 MM
- BOCA DE LOBO DUPLA
- MEIO-FIO PROJETADO
- SARETA PROJETADA
- CAIXA DE PASSAGEM PROJETADA
- CURVAS DE NIVEL
- TALUDE PROJETADO
- POSTE
- FURROS DE SONAGEM
- POÇO DE VISITA (ESGOTO) EXISTENTE
- FACE EM TERRAMESH VERDE
- PAV ASFALTICO EXISTENTE
- PASSIEO EXISTENTE
- CONSTRUÇÃO EXISTENTE
- CANAL EXISTENTE
- GRELHA METALUCA EXISTENTE - DRENAGEM SENTIDO DE FLUXO

**NOTAS:**

1- DIMENSÕES EM METROS E DIÂMETROS EM MILÍMETROS, SALVO INDICAÇÃO CONTRÁRIA.

**DESENHOS DE REFERENCIA:**

REV.	T.E.	DESCRIÇÃO	PROJ.DES. VER.	APR. AUT.	DATA

**QUADRO DE QUANTITATIVOS**

ITEM	ESPECIFICAÇÕES	UNID.	QUANT.
DCD	DESCIDA DE ÁGUA EM DEGRAUS (DCD-01)	m	6,09
DCD	DESCIDA DE ÁGUA EM DEGRAUS (DCD-02)	m	27,86
CP	CAIXA DE PASSAGEM EM CONCRETO COM TAMPA (CP-01) 1,00x1,40x1,50	un	1
CP	CAIXA DE PASSAGEM EM CONCRETO COM TAMPA (CP-02 e 03) 0,60x0,60x0,55	un	2
DRENAGEM PROFUNDA	TUBO PVC CORRUGADO PERFORADO DN150mm ENVOLTO COM FILTRO GEOTÊXTIL E ENGUMENTO COM BRITA 1	m	50,92
DISP. DE DRENAGEM	SARETA TRIANGULAR DE BORDA DE ATERRO L=0,60m PADRÃO DER-DR-6 COM MEIO FIO	m	50,10
BLIS	BOCA DE LOBO DUPLA	m	2
RTP	REDE TUBULAR CORRUGADA DE PEAD DN400	m	7,45
DISP. DE DRENAGEM	SAIDA D'ÁGUA C/ TAMPA DE CONCRETO	un	1

**QUADRO DE CAIXA DE PASSAGEM**

IDENTIFIC.	DM. (LxLxH)	COTA TPO	COTA FUNDO	N	E
CP-01	1,00x1,40x1,50	CT=-237,767	CF=-236,267	N=78009871,7993	E=625401,6619
CP-02	0,60x0,60x0,55	CT=-720,940	CF=-720,390	N=7800985,3194	E=625414,5831
CP-03	0,60x0,60x0,55	CT=-720,793	CF=-720,243	N=7800984,4527	E=625419,1932



**PREFEITURA MUNICIPAL DE SABARÁ**

**PROJETO DE CONTENÇÃO**

PROJETO EXECUTIVO  
CONTENÇÃO RUA EMBAUÇA  
BAIRRO CABRAL  
PROJETO DE DRENAGEM  
PLANTA



ESCALA 1:200  
FOLHA 01 DE 01









QUADRO DE QUANTITATIVOS		
ITEM	ESPECIFICAÇÕES	UNID. QUANT.
GUARDA-CORPO	METALICO PAREDO	m
PROT SUPERFICIAL	GRAMA EMERALDA	m <sup>2</sup>
PASSEIO	PASSEIO EM CONCRETO E=7cm	m <sup>2</sup>
PAVIMENTAÇÃO	PAVIMENTAÇÃO EM CBUU	m <sup>2</sup>
		357,37

**LEGENDAS:**

- GUARDA-CORPO PROJETADO
- MEIO-FIO EXISTENTE
- MURETA EXISTENTE
- DRENAGEM PROFUNDA
- DESCIDA D'ÁGUA EM DEGRAUS (DGD)
- SAIDA D'ÁGUA
- TUBO PEAD DN400 MM
- BOCA DE LOBO DUPLA
- MEIO-FIO PROJETADO
- SARILETA PROJETADA
- CAIXA DE PASSAGEM PROJETADA
- CURVAS DE NIVEL
- TALUDE PROJETADO
- POSTE
- FUROS DE SONDAGEM
- POÇO DE VISITA (ESGOTO) EXISTENTE
- PAV. ASFALTICO PROJETADO
- PASSEIO PROJETADO
- REVEGETAÇÃO COM GRAMA EMERALDA
- FACE EM TERRAMESH VERDE
- PAV. ASFALTICO EXISTENTE
- PASSEIO EXISTENTE
- CONSTRUÇÃO EXISTENTE
- CANAL EXISTENTE
- GRELHA METALICA EXISTENTE - DRENAGEM

**NOTAS:**

1- DIMENSÕES EM METROS E DIÂMETROS EM MILÍMETROS, SALVO INDICAÇÃO CONTRÁRIA.

**DESENHOS DE REFERÊNCIA:**

REV.	T.E.	DESCRIÇÃO	PROJ.DES.	VER.	APR.	AUT.	DATA

**REVISÕES:**

(1) PRELIMINAR (2) CONDIÇÕES DE OBRA  
 (3) PARA APROVAÇÃO (4) PARA CONDIÇÃO (5) CANCELADO  
 (6) PARA COMEÇAMENTO (7) COMEÇAMENTO

TIPO DE EMISSÃO	ASSINATURA	DATA
PROJETA	FABRÍOLA BASTIENI PIRES	14/05/2018
REVISOR	RICHARDO	14/05/2018
DESENHISTA		
SUPERVISOR		

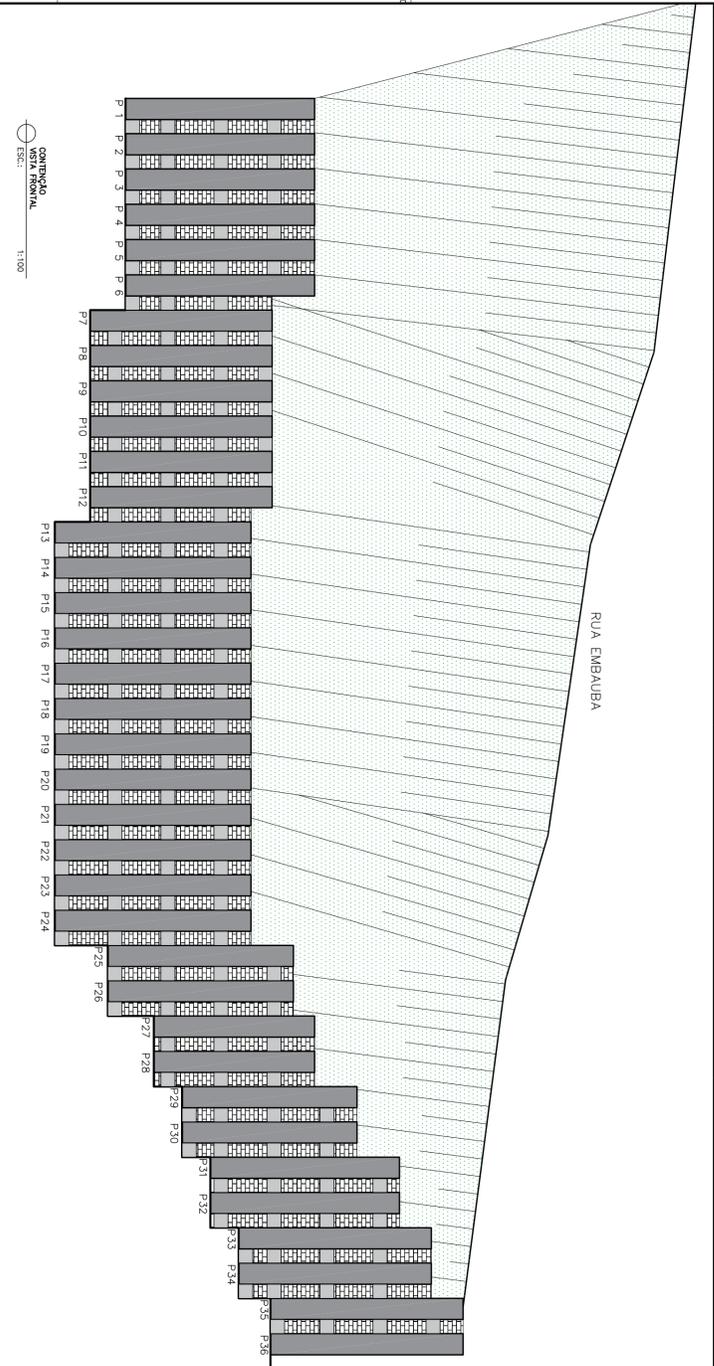
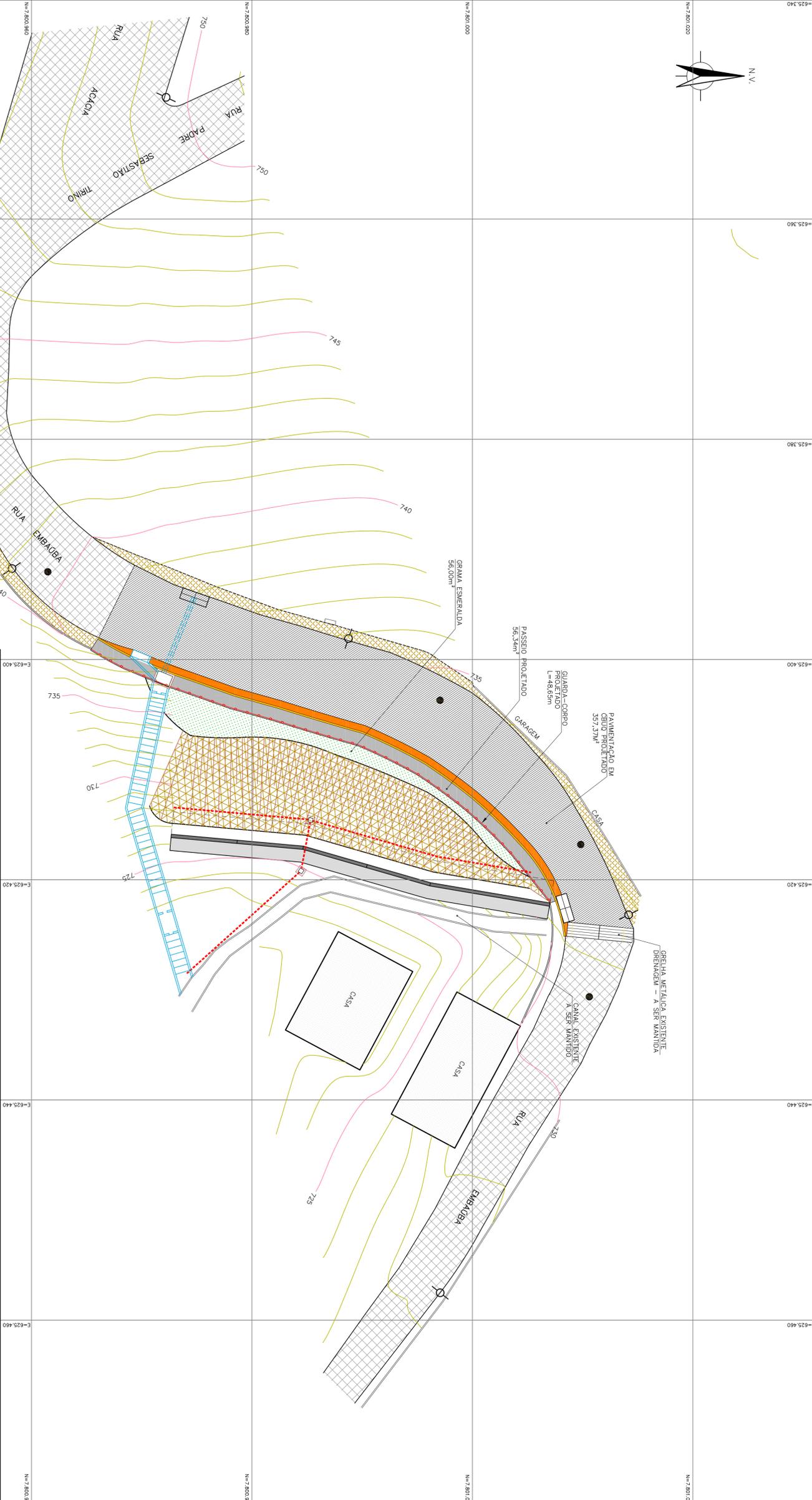
**CONEPP** CONSULTORIA  
 PREFEITURA MUNICIPAL DE SABARÁ

**PROJETO DE CONTENÇÃO**  
 PROJETO EXECUTIVO  
 CONTENÇÃO RUA EMBAUÇA  
 BAIRRO CABRAL  
 PROJETO DE URBANIZAÇÃO  
 PLANTA



ESCALA 1:200  
 DATA 01 DE 01

06-URBANIZAÇÃO-01d601





# **PREFEITURA MUNICIPAL DE SABARÁ / MG**

## **AVALIAÇÃO DE ESTABILIDADE DE ENCOSTA DO GABIÃO RUA EMBAÚBA**

**- MEMORIAL DESCRITIVO-**

**SABARÁ**

**MAIO DE 2018**



## SUMÁRIO

1.	APRESENTAÇÃO .....	4
2.	CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	5
2.1	<b>OBJETIVO</b> .....	5
2.2	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	5
2.3	<b>LOCALIZAÇÃO</b> .....	6
3.	ANÁLISE E CONSOLIDAÇÃO DOS DADOS .....	8
3.1	<b>TOPOGRAFIA</b> .....	8
3.2	<b>SONDAGENS</b> .....	9
3.3	<b>ANÁLISE GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA</b> .....	15
4.	ANÁLISES DE ESTABILIDADE .....	17
4.1	<b>SOLOS E PARÂMETROS</b> .....	17
4.2	<b>ANÁLISES DOS RESULTADOS</b> .....	18
4.3	<b>SOLUÇÃO INDICADA</b> .....	28
5.	DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO PARA ESTABILIZAÇÃO .....	32
5.1	<b>PROJETO DE CONTENÇÃO</b> .....	32
5.2	<b>PROJETO DE DRENAGEM</b> .....	34
5.2.1	DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM .....	34
5.2.1.1	ESTUDOS DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL .....	34
5.2.1.2	BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO .....	36
5.2.1.3	DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO .....	39
5.2.1.4	OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM .....	43
5.2.2	PROJETO DE DRENAGEM .....	43
6.	MÉTODOS CONSTRUTIVOS .....	45
6.1	<b>ATERRO REFORÇADO COM GEOGRELHA E FACE EM TERRAMESH VERDE</b> .....	45
6.2	<b>RETANGULÃO</b> .....	46
6.3	<b>RETALUDAMENTO COM HIDROSSEMEADURA</b> .....	46
6.4	<b>RECOMENDAÇÕES PARA EXECUÇÃO</b> .....	46
	ANEXO 1 – MEMORIA DE CÁLCULO .....	48
7.	TERRAMESH .....	49
8.	TERRAPLENAGEM .....	50
9.	DISPOSITIVOS DE DRENAGEM .....	52
	ANEXO 2 – ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA E PLANO DE OBRAS .....	53
10.	OBJETO .....	54
11.	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA .....	54
11.1	<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b> .....	54
11.2	<b>TERRAPLENAGEM/TRABALHO EM TERRA</b> .....	54



<b>11.3 ADMINISTRAÇÃO DA OBRA .....</b>	<b>54</b>
<b>11.4 REVESTIMENTO DE TALUDE.....</b>	<b>55</b>
<b>11.5 DISPOSITIVOS DE DRENAGEM.....</b>	<b>55</b>
<b>11.6 RECOMPOSIÇÃO E EXECUÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO .....</b>	<b>55</b>
<b>11.7 OBRAS COMPLEMENTARES .....</b>	<b>56</b>
<b>11.8 PLANO DE OBRAS.....</b>	<b>56</b>
<b>ANEXO 3 – PLANILHA ORÇAMENTÁRIA.....</b>	<b>58</b>
<b>ANEXO 4 – PROJETOS ELABORADOS .....</b>	<b>59</b>



## 1. APRESENTAÇÃO

A **CONE PP CONSULTORIA LTDA.**, empresa com sede Rua Américo Luz 521 - 10º andar - Bairro Gutierrez – Belo Horizonte/MG, inscrita no CNPJ sob o nº 10.525.827.0001-72, apresenta Projeto executivo da contenção na rua Embaúba – Município de Sabará/MG.

**Obra:** Projeto executivo da contenção na rua Embaúba

**Proprietário:** Prefeitura Municipal de Sabará

**Endereço:** Rua Embaúba, Bairro Cabral.

**Engenheira Responsável:** Fabiola Batista Pires – CREA/MG 78851/D

Este trabalho é composto pelo seguinte volume:

### **Volume ÚNICO:**

- Memorial Descritivo – Formato A-4;
- Anexo I – Planilha de Orçamento, Memória de Quantidades, Cronograma Físico-Financeiro, QCI, CPU e cotações - Formato A-4;
- Projetos - Desenhos no Formato A-1, dobrados em Formato A-4.



## **2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

### **2.1 OBJETIVO**

Este memorial tem por finalidade fornecer as diretrizes e os escopo do Projeto Executivo elaborado para as condições de estabilidade da Rua Embaúba no município de Sabará determinando assim uma solução de estabilização.

Os serviços, objeto desta contratação, constituem na elaboração de uma solução para contenção ou estabilização geotécnica dos taludes e encostas com risco de movimentações de massa. Assim, é escopo deste trabalho o projeto de contenção, serviços de drenagem, superficial ou profunda, e de proteção superficial dos taludes, além dos demais projetos complementares necessários para o correto funcionamento da obra. No caso da solução adotada envolver movimentos de terra extensivos, também será fornecido o projeto de terraplenagem.

A elaboração deste foi embasada no levantamento topográfico e investigações geológicas e geotécnicas apresentadas no Relatório Preliminar, que embasaram as análises a serem apresentadas subsequentemente

### **2.2 INTRODUÇÃO**

O mesmo trata-se de uma ruptura de uma estrutura de contenção a gravidade do tipo gabião que ocorreu no mês de fevereiro de 2018, ocasionando assim a redução de modo significativo da largura da via. A ruptura desse talude poderá causar danos maiores, como riscos a integridade física dos moradores da região, conforme pode ser observado nas Figura 1 e Figura 2.



Figura 1: Vista da Rua Embaúba pós rompimento do talude.

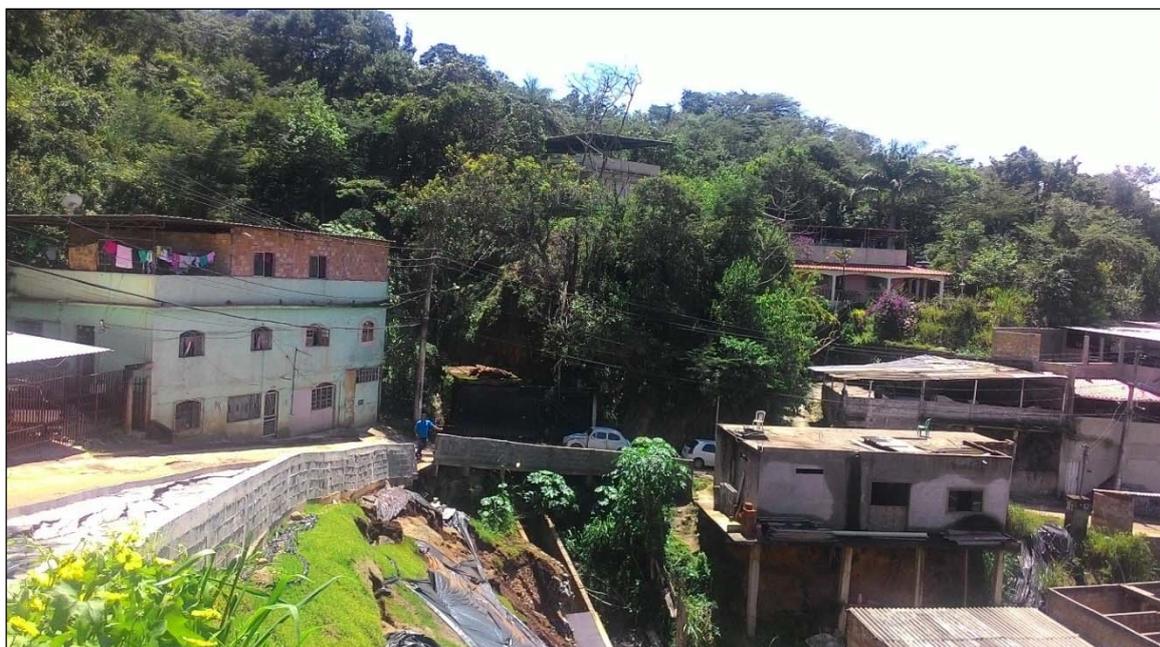


Figura 2: Talude rompido da Rua Embaúba.

## 2.3 LOCALIZAÇÃO

O talude em estudo está localizado na Rua Embaúba no município de Sabará, conforme apresentado na Figura 3.

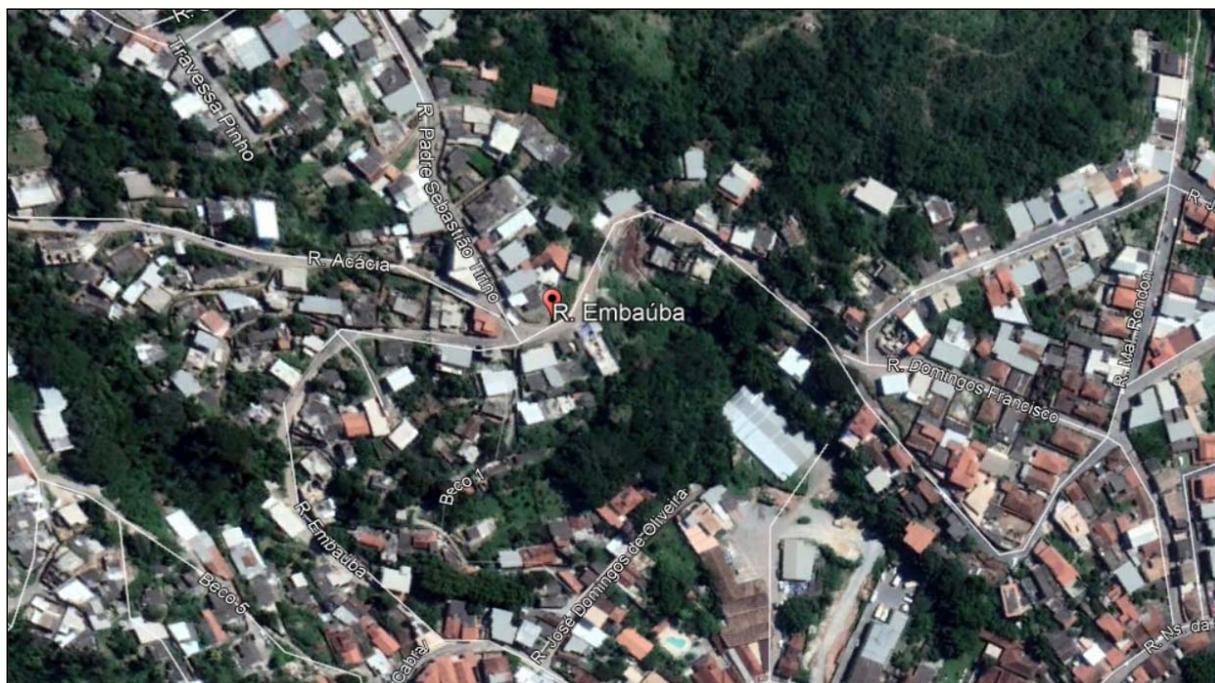


Figura 3: Localização do talude rompido da Rua Embaúba (Fonte: Google Earth).

### 3. ANÁLISE E CONSOLIDAÇÃO DOS DADOS

Neste item serão descritos todos os dados utilizados na elaboração do projeto de recuperação do talude da Rua Embaúba, que basicamente contemplam os seguintes trabalhos:

- Levantamento topográfico
- Sondagens a percussão
- Laudo geotécnico

#### 3.1 TOPOGRAFIA

O levantamento topográfico foi realizado pela empresa X, no período Y e abrangeu uma área de aproximadamente 2700 m<sup>2</sup>, conforme apresentado pela Figura 4.

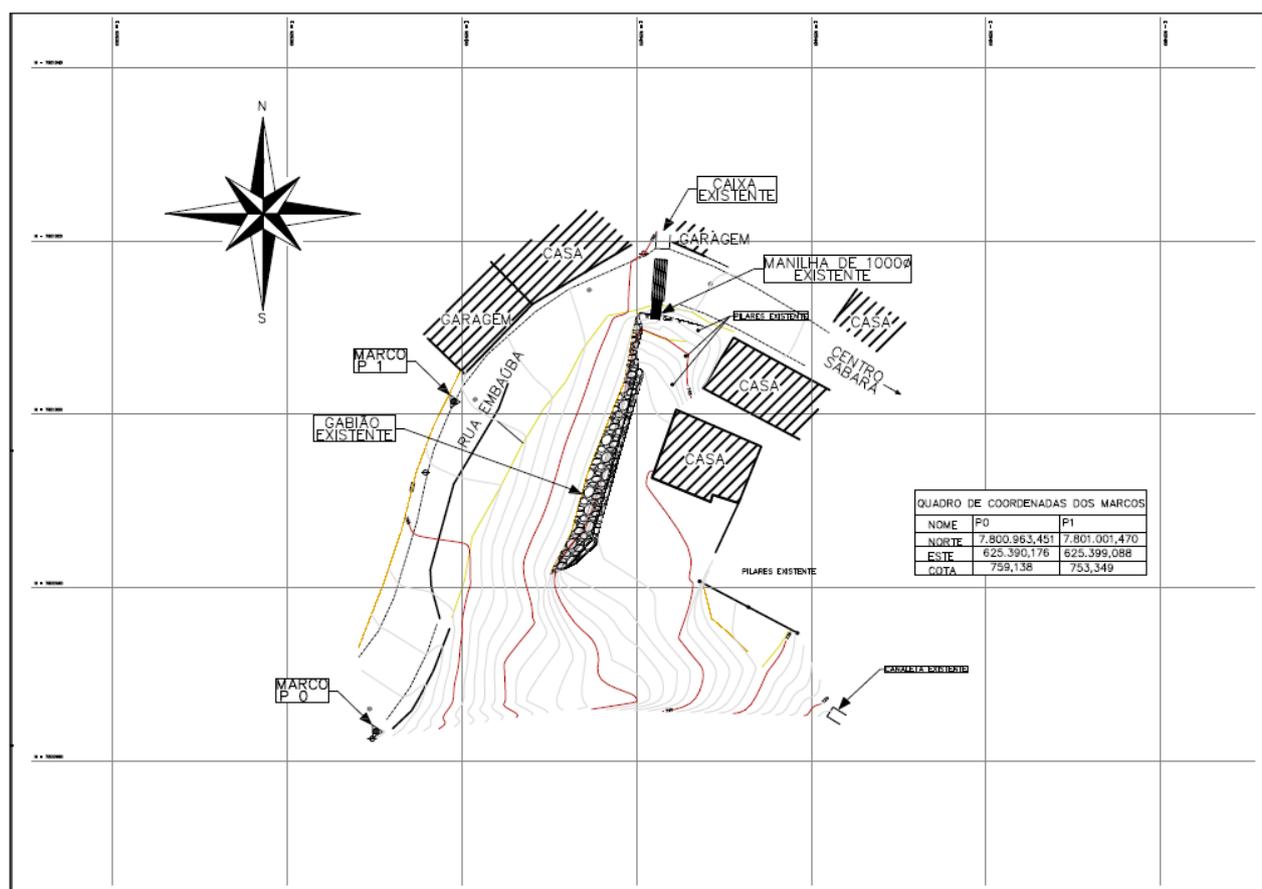


Figura 4: Planta topográfica do local, Rua Embaúba (sem escala).



## 3.2 SONDAGENS

A campanha de sondagens executada pela empresa Torres Geotecnia LTDA, contratada pela empresa Torres constou de 05 furos de sondagem de simples reconhecimento do subsolo, por meio do ensaio SPT, conforme locação apresentada na Figura 4. As sondagens procuraram cobrir as áreas críticas e de melhor representatividade do setor, e assim, possibilitar a geração do perfil geológico-geotécnico e o estudo de estabilidade do talude. A Figura 5 a Figura 9 apresentam os perfis de sondagens emitidos pela empresa responsável pela execução das sondagens.

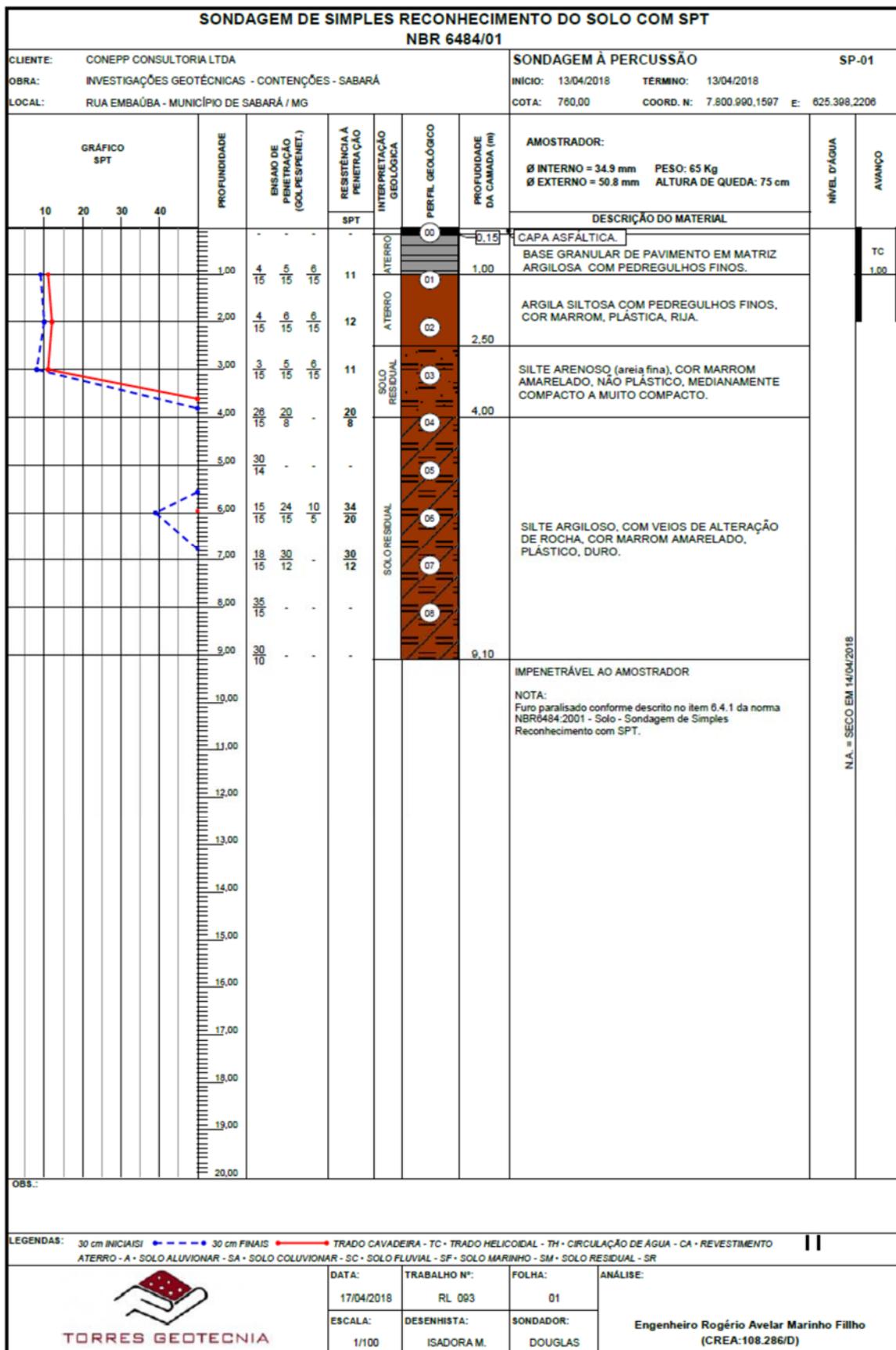


Figura 5: Boletim sondagem SP-01.

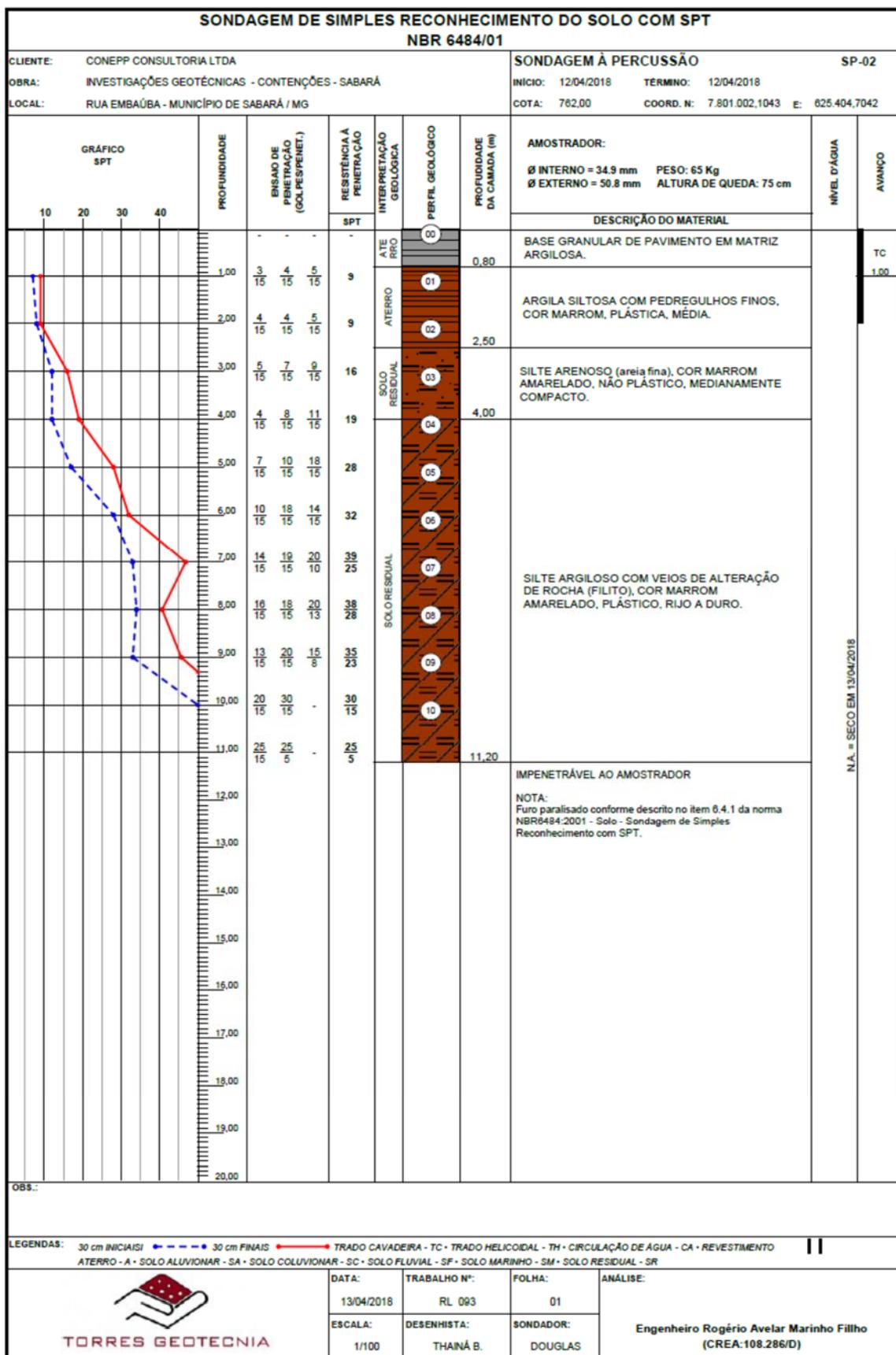
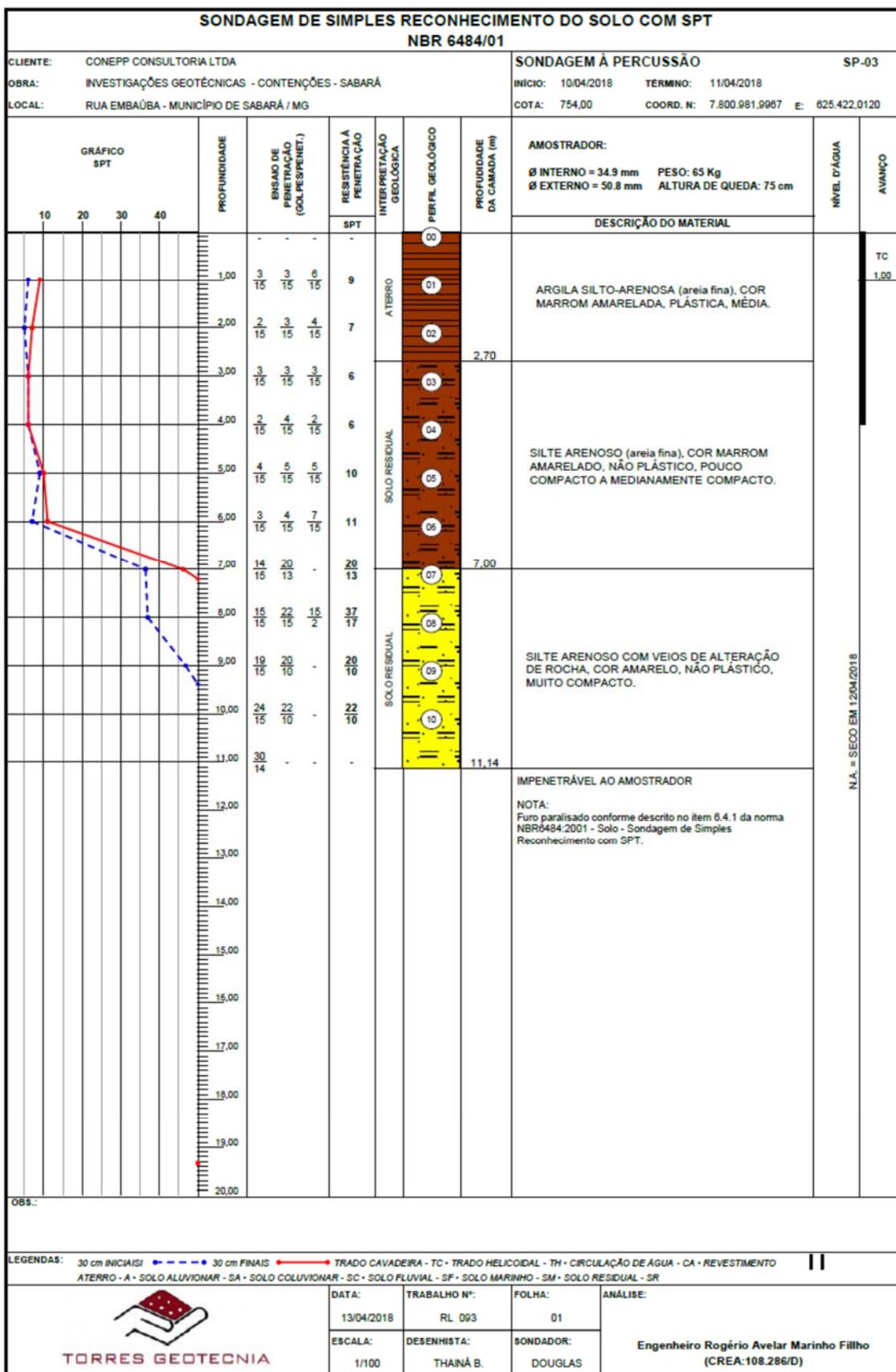


Figura 6: Boletim sondagem SP-02.



Rua Praia Formosa, 217 - Caçara - Belo Horizonte/MG, CEP 32604-080 - Tel: (31) 3024-0362 / (31) 98888-6495 / (31) 98696-6258 - www.torresgeotecnia.com.br

Figura 7: Boletim sondagem SP-03.

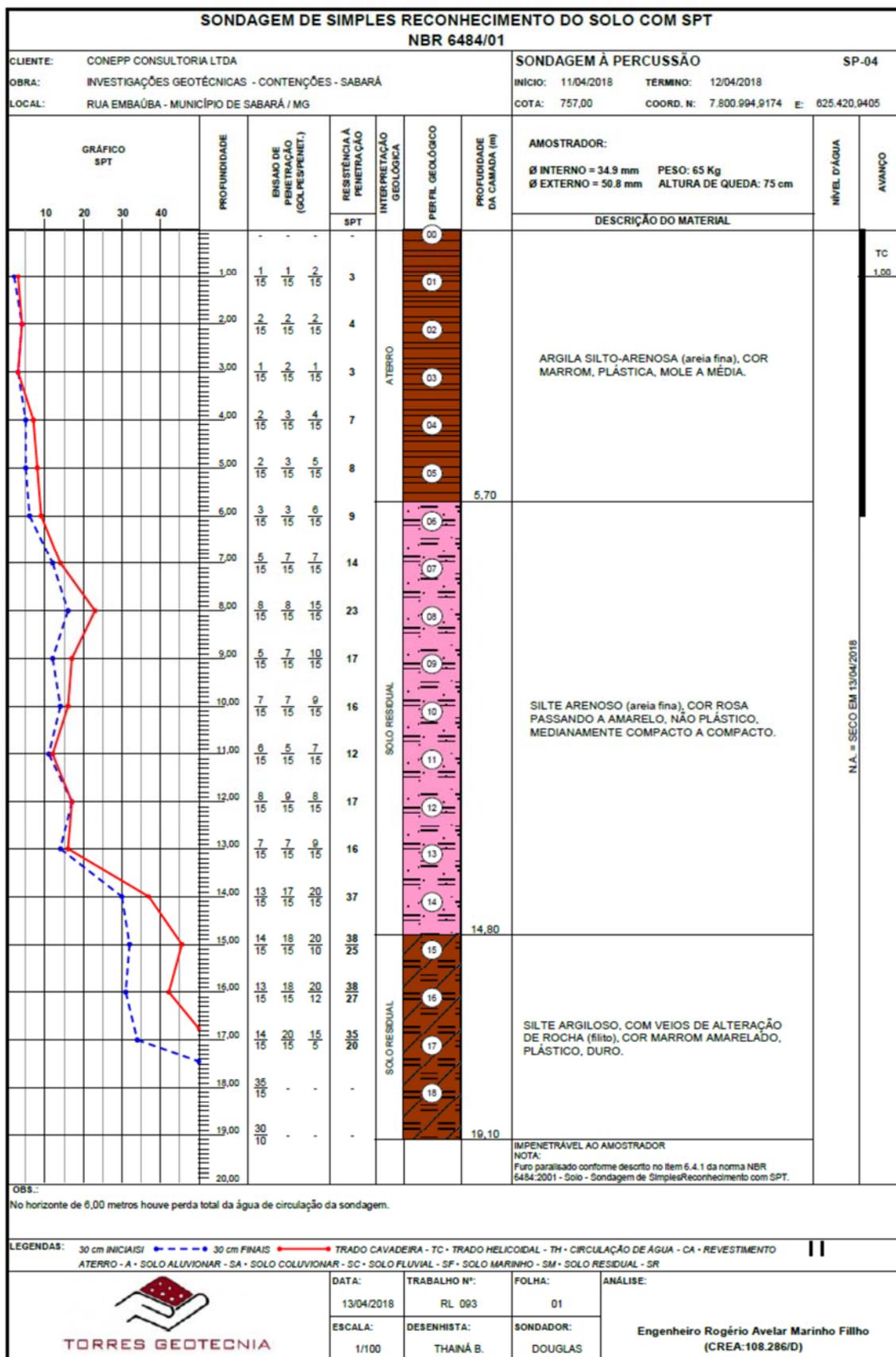


Figura 8: Boletim sondagem SP-04.

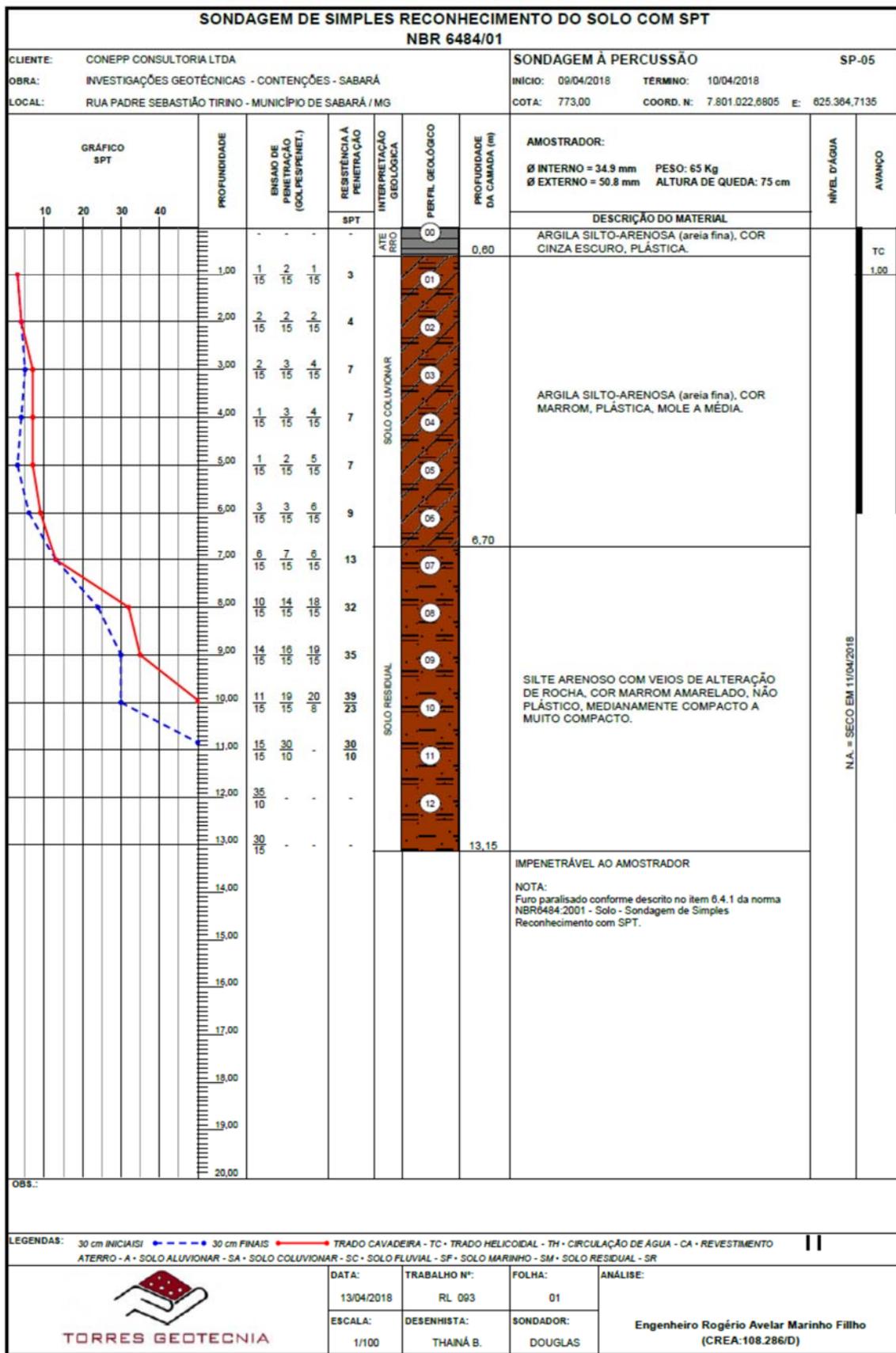


Figura 9: Boletim sondagem SP-05.



### 3.3 ANÁLISE GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA

A partir dos estudos realizados foram gerados o perfil geológico-geotécnicos de duas seções tidas como críticas, apresentada na Figura 23 indicando a presença de:

- Camada de aterro com granulometria argila siltosa a argila silto-arenoso de consistência mole a dura, com espessura variando de 1,0 m a 5,7 m com índice SPT de 2 a 12 golpes;
- Em seguida uma camada de solo residual granulometricamente descrito como silte arenoso de cor marrom amarelado, não plástico medianamente compacto a compacto com índice SPT variando de 05 a 20 golpes;
- Por fim uma camada de solo residual granulometricamente descrito como silte arenoso a silte argiloso com veios de alteração de rocha (filito) de cor marrom amarelado a amarelo, não plástico muito compacto a compacto com índice SPT acima de 20 golpes.

De acordo com os perfis de sondagem apresentados não foi encontrado o nível de água em nenhum ensaio realizado.

A partir da Tabela 1 é possível observar as coordenadas e profundidades de paralisação dos ensaios de sondagem de simples reconhecimento que perfizeram um total 63,69 m de perfuração.

Tabela 1: Profundidade de paralisação das sondagens e nível freático.

Furo	Coordenadas		COTA (m)	Profundidade de Paralisação (m)	Nível de Água (m)
	N	E			
SP-01	7800990,16	625398,22	760,00	9,10	Não foi encontrado
SP-02	7801002,10	625404,70	762,00	11,20	Não foi encontrado
SP-03	7800982,00	625422,01	754,00	11,14	Não foi encontrado
SP-04	7800994,92	625420,94	757,00	19,10	Não foi encontrado
SP-05	7801022,68	625364,71	773,00	13,15	Não foi encontrado

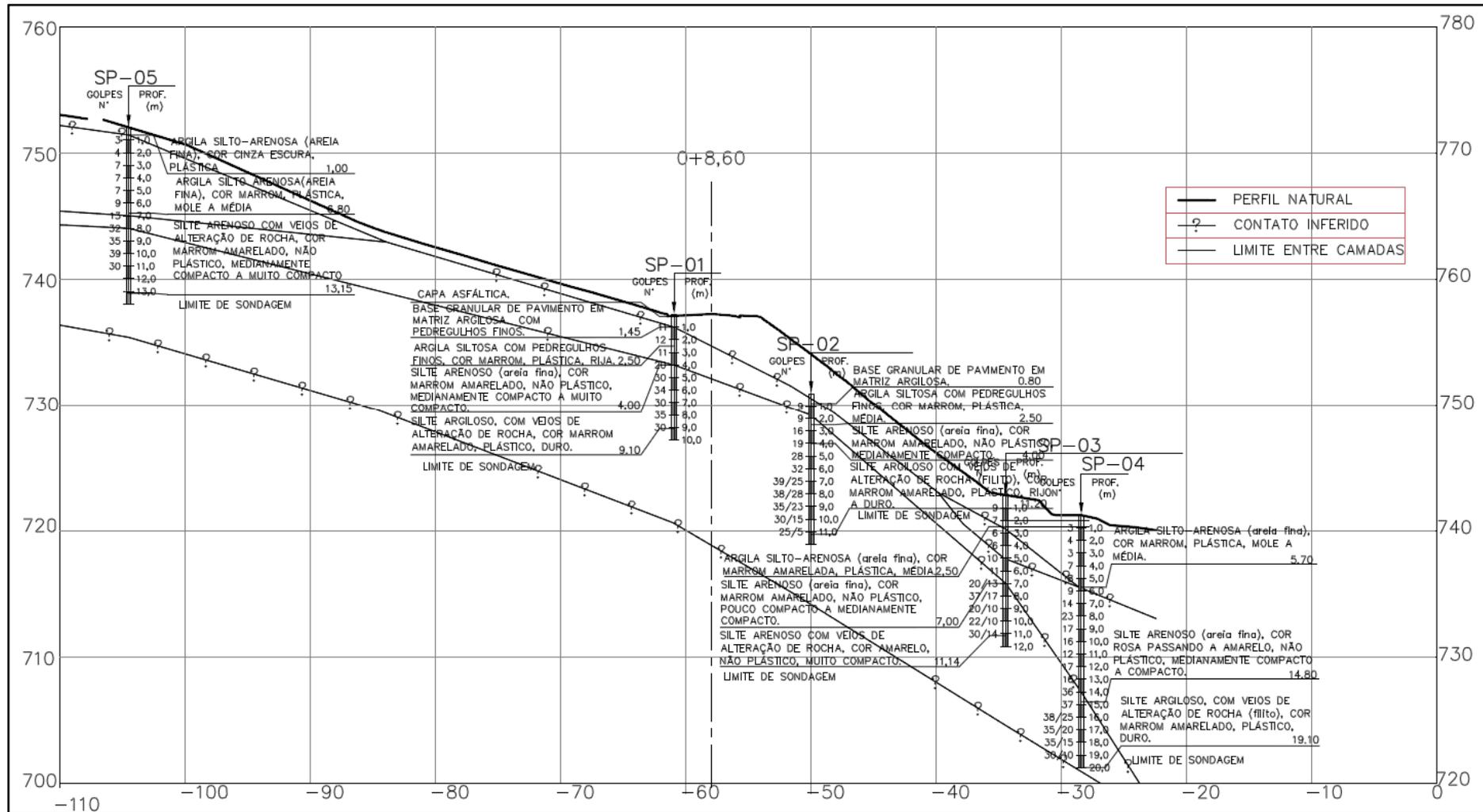


Figura 10: Perfil geológico-geotécnico para a seção transversal crítica, estaca 1+10,00 (sem escala).



## 4. ANÁLISES DE ESTABILIDADE

### 4.1 SOLOS E PARÂMETROS

As análises de estabilidade dos taludes foram realizadas utilizando o auxílio da ferramenta computacional Slide, da Rocscience, versão 6.0. As seções transversais nas estacas 0+8,60 e 1+10,00 foram caracterizadas geológico-geotécnica e transferidas para o software, com a inclusão dos parâmetros de resistência: peso específico ( $\gamma$ ) em  $\text{kN/m}^3$ , coesão, (c) em kPa e ângulo de atrito ( $\phi$ ) em graus.

Os parâmetros de resistência foram estimados a partir da literatura geotécnica que está exemplificada no relatório R02- Estudo Preliminar e nos resultados das sondagens, onde foi possível definir o perfil geológico e os diferentes solos e camadas existentes no ponto da instabilidade em epígrafe. A Tabela 2 apresenta os parâmetros definidos de resistência para os materiais do talude e na Tabela 3 a designação adotada.

Tabela 2: Cálculo dos parâmetros geotécnicos de resistência para o talude em estudo.

CORRELAÇÃO SPT X SONDAAGEM																		
DADOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS - SONDAGENS							ESTIMATIVA DE TENSÕES					DETERMINAÇÃO DE $\phi_{eq}$ (°)						
Cota Boca Furo (m) =	Profundidade NA= OBS.: Informar profundidade (valor negativo). Em caso de furo seco, NA=0	Furo	Profundidade (m)		Cota (m)	NA	SPT	Descrição Sondador	$\gamma$ (em $\text{kN/m}^3$ estimado)	u (em kPa)	$\sigma'_{v1}$ (em kPa)	$\sigma_v$ (em kPa)	$\sigma'_{v0}$ (em kPa)	Eficiência Sondagem= 0,66	OBS.: No ensaio padrão brasileiro a energia aplicada é 66% da teórica, de acordo com a			
			Início	Fim											CN (Liao Whitman 1985)	$N_{60}$	$(N_1)_{60}$	$\phi_{eq}$ (Hataken e Uchida, 1982)
0,0	0,0	SP-05	1	1,45	-1,5	NÃO	3	ARGILA SILTO ARENOSA (areia fina), COR MARRROM, PLÁSTICA, MOLE A MÉDIA.	16,0	0	100	23,2	23,2	2,08	0,00	0,00	20,00	8,44
			2	2,45	-2,5	NÃO	4		16,0	0	100	39,2	39,2	1,60	0,00	0,00	20,00	14,27
			3	3,45	-3,5	NÃO	7		16,0	0	100	55,2	55,2	1,35	0,00	0,00	20,00	20,09
			4	4,45	-4,5	NÃO	7		16,0	0	100	71,2	71,2	1,19	0,00	0,00	20,00	25,91
			5	5,45	-5,5	NÃO	7		16,0	0	100	87,2	87,2	1,07	0,00	0,00	20,00	31,74
			6	6,45	-6,5	NÃO	9		16,0	0	100	103	103,2	0,98	0,00	0,00	20,00	37,56
0,0	0,0	SP-02	1	1,45	-1,5	NÃO	9	ARGILA SILTOSA COM PEDREGULHOS FINOS, COR MARRROM, PLÁSTICA.	16,0	0	100	23,2	23,2	2,08	0,00	0,00	20,00	8,44
			2	2,45	-2,5	NÃO	9	16,0	0	100	39,2	39,2	1,60	0,00	0,00	20,00	14,27	
0,0	0,0	SP-03	1	1,45	-1,5	NÃO	9	ARGILA SILTO ARENOSA (areia fina), COR MARRROM AMARELADA, PLÁSTICA.	16,0	0	100	23,2	23,2	2,08	0,00	0,00	20,00	8,44
			2	2,45	-2,5	NÃO	7	16,0	0	100	39,2	39,2	1,60	0,00	0,00	20,00	14,27	
0,0	0,0	SP-04	1	1,45	-1,5	NÃO	3	ARGILA SILTO ARENOSA (areia fina), COR MARRROM, PLÁSTICA, MOLE A MÉDIA.	16,0	0	100	23,2	23,2	2,08	0,00	0,00	20,00	8,44
			2	2,45	-2,5	NÃO	4		16,0	0	100	39,2	39,2	1,60	0,00	0,00	20,00	14,27
			3	3,45	-3,5	NÃO	3		16,0	0	100	55,2	55,2	1,35	0,00	0,00	20,00	20,09
			4	4,45	-4,5	NÃO	7		16,0	0	100	71,2	71,2	1,19	0,00	0,00	20,00	25,91
			5	5,45	-5,5	NÃO	8		16,0	0	100	87,2	87,2	1,07	0,00	0,00	20,00	31,74
0,0	0,0	SP-A01	1	1,45	-1,5	NÃO	11	ARGILA SILTOSA COM PEDREGULHOS FINOS, COR MARRROM, PLÁSTICA.	16,0	0	100	23,2	23,2	2,08	0,00	0,00	20,00	8,44
			2	2,45	-2,5	NÃO	12	16,0	0	100	39,2	39,2	1,60	0,00	0,00	20,00	14,27	
0,0	0,0	SP-02	3	3,45	-3,5	NÃO	16	SILTE ARENOSO (areia fina), COR MARRROM AMARELADO, NÃO PLÁSTICO, POUCO COMPACTO A	18,0	0	100	62,1	62,1	1,27	0,00	0,00	20,00	22,60
			4	4,45	-4,5	NÃO	19	18,0	0	100	80,1	80,1	1,12	0,00	0,00	20,00	29,15	
0,0	0,0	SP-03	3	3,45	-3,5	NÃO	6	SILTE ARENOSO (areia fina), COR MARRROM AMARELADO, NÃO PLÁSTICO, POUCO COMPACTO A	18,0	0	100	62,1	62,1	1,27	0,00	0,00	20,00	22,60
			4	4,45	-4,5	NÃO	6	18,0	0	100	80,1	80,1	1,12	0,00	0,00	20,00	29,15	
			5	5,45	-5,5	NÃO	10	18,0	0	100	98,1	98,1	1,01	0,00	0,00	20,00	35,71	
			6	6,45	-6,5	NÃO	11	18,0	0	100	116	116,1	0,93	0,00	0,00	20,00	42,26	
0,0	0,0	SP-04	6	6,45	-6,5	NÃO	9	SILTE ARENOSO (areia fina), COR ROSA PASSANDO A AMARELO, NÃO PLÁSTICO, MEDIANAMENTE COMPACTO A COMPACTO	18,0	0	100	116	116,1	0,93	0,00	0,00	20,00	42,26
			7	7,45	-7,5	NÃO	14		18,0	0	100	134	134,1	0,86	0,00	0,00	20,00	48,81
			9	9,45	-9,5	NÃO	17		18,0	0	100	170	170,1	0,77	0,00	0,00	20,00	61,91
			10	10,45	-10,5	NÃO	16		18,0	0	100	188	188,1	0,73	0,00	0,00	20,00	68,46
			11	11,45	-11,5	NÃO	12		18,0	0	100	206	206,1	0,70	0,00	0,00	20,00	75,01
			12	12,45	-12,5	NÃO	17		18,0	0	100	224	224,1	0,67	0,00	0,00	20,00	81,57
			13	13,45	-13,5	NÃO	16		18,0	0	100	242	242,1	0,64	0,00	0,00	20,00	88,12
0,0	0,0	SP-05	7	7,45	-7,5	NÃO	13	SILTE ARENOSO COM VEIOS DE ALTERAÇÃO DE ROCHA, COR MARRROM AMARELADO, NÃO PLÁSTICO.	19,0	0	100	142	141,55	0,84	0,00	0,00	20,00	51,52
			8	8,45	-8,5	NÃO	32	19,0	0	100	161	160,55	0,79	0,00	0,00	20,00	58,44	
0,0	0,0	SP-02	9	9,45	-9,5	NÃO	35	SILTE ARGILOSO COM VEIOS DE ALTERAÇÃO DE ROCHA (ilito), COR MARRROM AMARELADO, PLÁSTICO, DURO	19,0	0	100	180	179,55	0,75	0,00	0,00	20,00	65,35
			5	5,45	-5,5	NÃO	28	19,0	0	100	104	103,55	0,98	0,00	0,00	20,00	37,69	
0,0	0,0	SP-04	6	6,45	-6,5	NÃO	32	19,0	0	100	123	122,55	0,90	0,00	0,00	20,00	44,60	
			14	14,45	-14,5	NÃO	37	19,0	0	100	275	274,55	0,60	0,00	0,00	20,00	99,93	

Tabela 3: Designação adotada.

CONSOLIDAÇÃO DE DADOS								
Descrição do material Sondagem	Caracterização Adotada	Valores Obtidos			Legenda	Valores adotados		
		PARÂMETROS DE RESISTÊNCIA				γ (kN/m <sup>3</sup> )	PARÂMETROS DE RESISTÊNCIA	
		γ (kN/m <sup>3</sup> )	c' (kPa)	φ' (°)			c' (kPa)	φ' (°)
ARGILA SILTO ARENOSA (areia fina), COR MARROM, PLÁSTICA, MOLE A RIJA.	Aterro Mole	16,0	10,0	25,0		16,0	10,0	20,0
SILTE ARENOSO (areia fina), COR VARIEGADA, MEDIANAMENTE COMPACTO A COMPACTO	Solo Residual pouco compacto	18,0	12,0	32,3		18,0	12,0	22,0
SILTE ARGILOSO COM VEIOS DE ALTERAÇÃO DE ROCHA (filito), COR MARROM AMARELADO, PLÁSTICO, DURO	Solo Residual compacto	-	-	-		19,0	16,0	27,0
	Solo Residual Rijo	19,0	22,0	38,4		19,0	20,0	30,0
	IMPENETRÁVEL	-	-	-		20,0	25,0	40,0
	ATERRO COMPACTADO	-	-	-		18,0	15,0	25,0
	Solo Mobilizado	-	-	-		15,0	2,0	20,0
	Areia	-	-	-				

## 4.2 ANÁLISES DOS RESULTADOS

A partir da vistoria inicial foi possível identificar que as prováveis causas da instabilidade do talude se devem principalmente as modificações realizadas na região, concomitantemente com as características geológico-geotécnicas.

A instabilidade do talude compromete diretamente várias pessoas próximas ao talude. Não há indícios que a encosta se estabilize naturalmente, visto as características geológico-geotécnicas observadas e a inclinação atual do talude.

Para este projeto em específico foram consideradas algumas situações de carregamento, sendo elas:

- Ruptura do talude e muro de contenção em gabião;
- Limpeza do terreno para execução nova proposta de estabilização;
- Execução da estrutura de contenção em 3 fases;
- Final de construção da estrutura de contenção.



Inicialmente foi realizada a análise de estabilidade do talude, em função de uma seção estimada da estrutura de contenção em gabião, assim como das condições geotécnicas que podem ter ocasionado a perda de resistência do maciço. Para essa condição de carregamento foi considerado como satisfatório um FS próximo de 1,00.

A segunda situação de carregamento leva em consideração o início de recuperação do talude, ou seja, a operação de escavação liberando a praça de trabalho garantindo segurança operacional. Para esta situação adotou-se como satisfatório um FS mínimo de 1,30, visto que será temporário.

A condição de carregamento foi feita de modo a verificar a estabilidade da estrutura durante a fase de construção das estruturas estabilizantes, ou seja, foi simulado 3 fases de alteamento até atingir a cota final desejada. Nesse cenário foi considerado um FS mínimo de 1,30 e para o aterro controlado no período de construção foi adotado um ru de 0,40.

A quarta simulação foi realizada na condição da obra finalizada e já liberada para utilização da via de tráfego. O fator de segurança mínimo adotado foi de 1,50 para a estabilidade do talude durante o seu período de vida útil, conforme especificação da Norma Técnica ABNT-NBR 11682-Estabilidade de Encostas, considerando uma situação de alto risco para vidas humanas e alto risco de danos materiais e ambientais (ver Tabela 4).

Tabela 4: Tabela da Norma ABNT NBR 11682.

Nível de segurança contra danos a vidas humanas \ Nível de segurança contra danos materiais e ambientais	Alto	Médio	Baixo
	Alto	1,5	1,5
Médio	1,5	1,4	1,3
Baixo	1,4	1,3	1,2

NOTA 1 No caso de grande viabilidade dos resultados dos resultados dos ensaios geotécnicos, os fatores de segurança da tabela acima devem ser majorados em 10%. Alternativamente, pode ser usado em enfoque semi-probabilístico indicado no anexo D.

NOTA 2 No caso de estabilidade de lascas/blocos rochosos, podem ser utilizados fatores de segurança parciais, indicando sobre parâmetros  $\gamma$ ,  $\phi$ ,  $c$ , em função das incertezas sobre estes parâmetros. O método de cálculo deve

ainda considerar um fator de segurança mínimo de 1,1. Este caso deve ser justificado pelo engenheiro civil geotécnico.

NOTA 3 Esta não se aplica aos casos de rastejo, voçorocas, ravinas e quedas ou rolamentos de blocos.

## Retroanálise

A retroanálise teve como objetivo principal auxiliar a estimar os parâmetros geotécnicos do talude no momento em que ocorre a ruptura do mesmo. A Figura 11 e Figura 12 apresenta a análise de estabilidade na situação de ruptura do talude e da estrutura de contenção do talude para a seção 0+8,60 e 1+10,00.

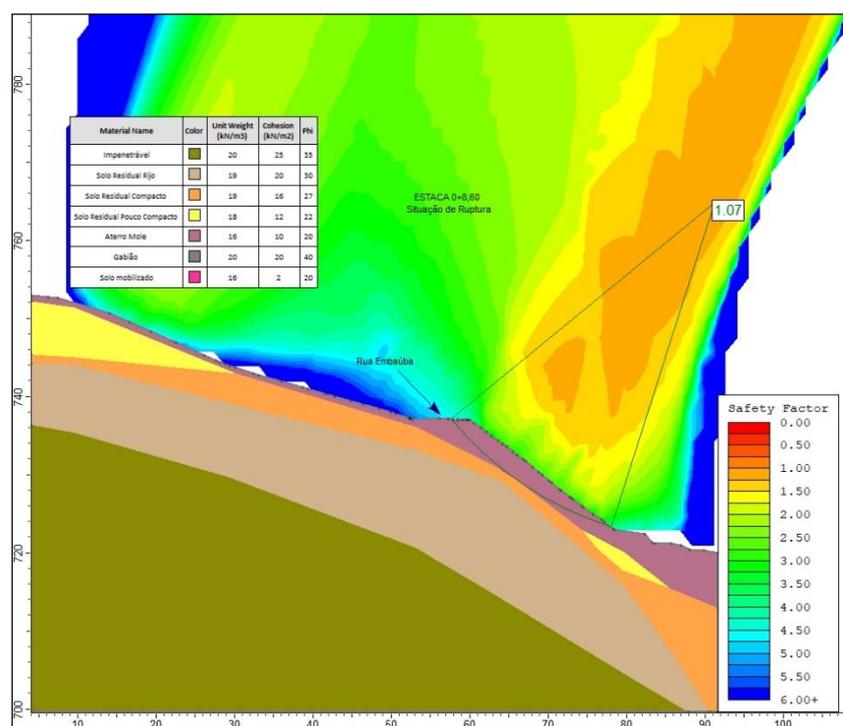


Figura 11: Estabilidade situação atual estaca 0+8,60 - FS=1,07.

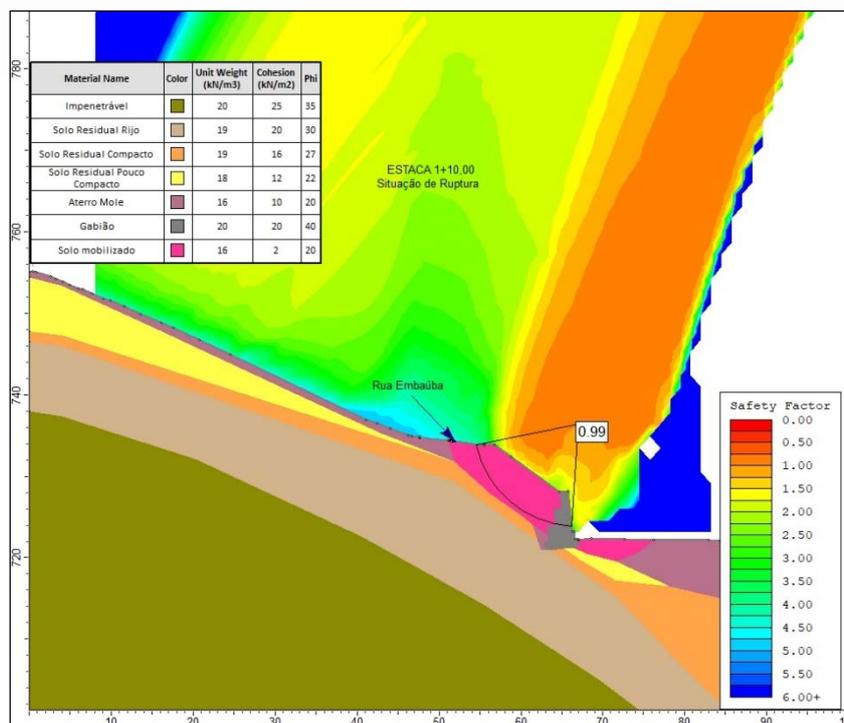


Figura 12: Estabilidade situação atual estaca 1+10,00 - FS=0,99.

É possível observar pelas análises de estabilidade, que o talude se encontra instável, inclusive na área onde ainda não ocorreu a ruptura do mesmo, devendo essa região também ser estabilizada.

### Limpeza Terreno

Essa condição de carregamento analisa a estabilidade do talude no início dos trabalhos de recuperação do mesmo, ou seja, promover a remoção de toda ou a maior parte da camada de solo mobilizado e contaminado pelo esgoto.

A Figura 13 e Figura 14 apresenta a análise de estabilidade na situação de limpeza do terreno para a seção 0+8,60 e 1+10,00.

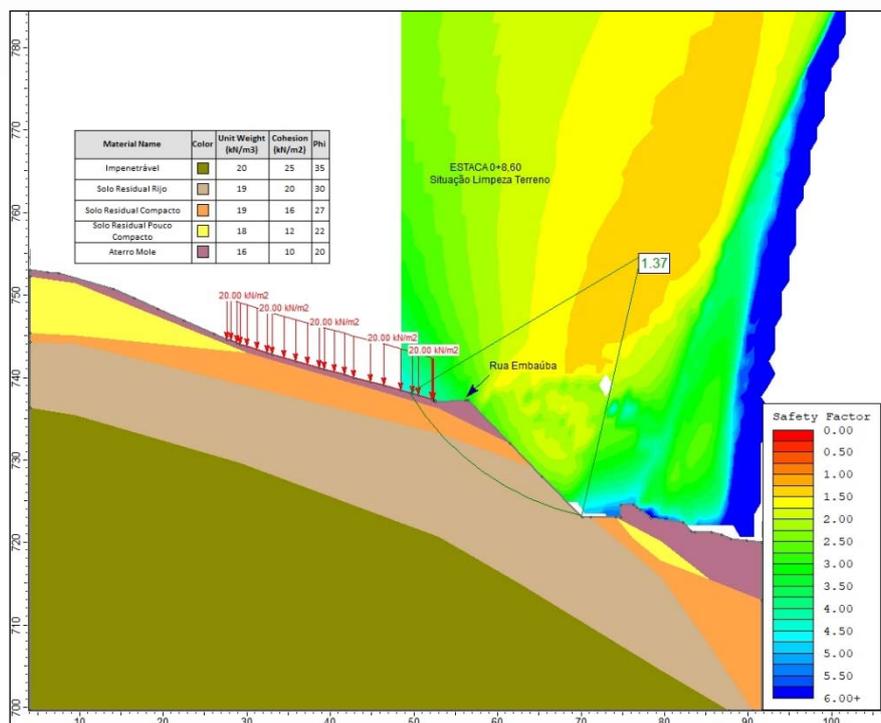


Figura 13: Estabilidade Condição Limpeza Terreno - Estaca 0+8,60 - FS=1,37.

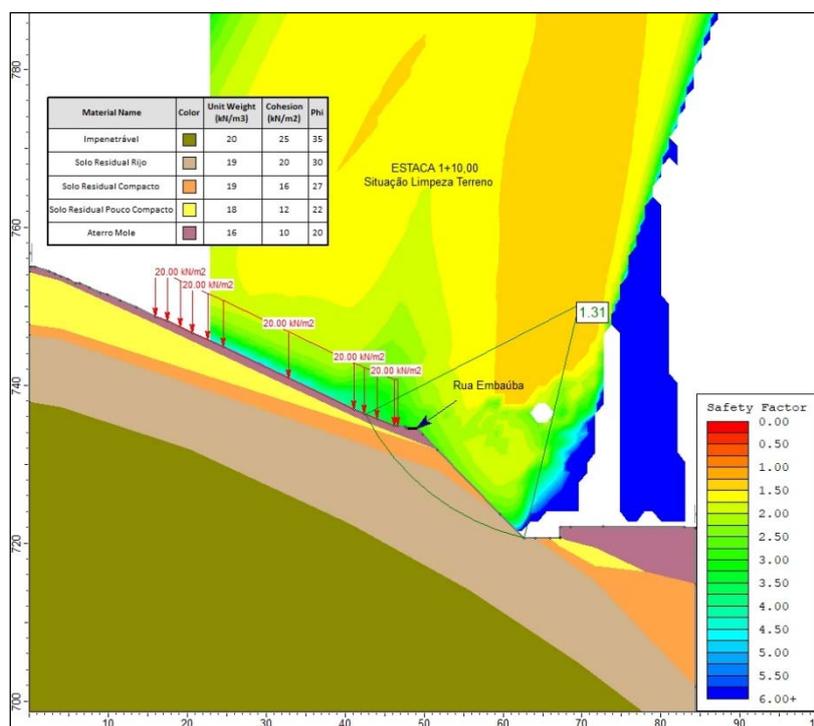


Figura 14: Estabilidade Condição Limpeza Terreno - Estaca 1+10,00 – FS=1,31.

### Período Construtivo

Essa condição de carregamento analisa a estabilidade do talude durante a fase de obra em 3 fases, sendo:

A primeira fase sendo a finalização da execução do retângulo e com o aterro ao tardoz.  
 As Figura 15 e Figura 16 apresentam as análises de estabilidade na primeira fase de construção para a seção 0+8,60 e 1+10,00.

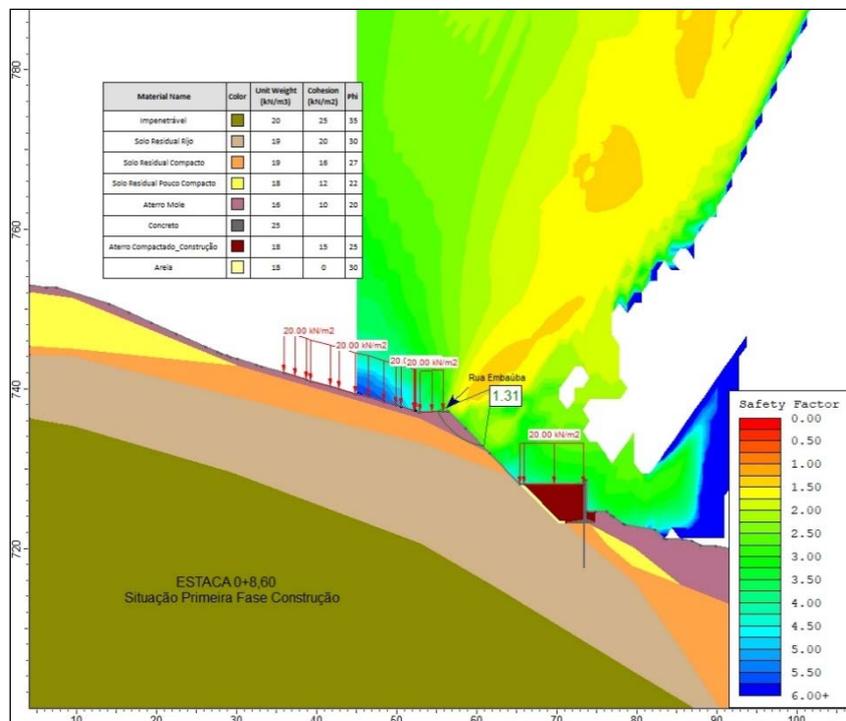


Figura 15: Estabilidade Condição Primeira Fase - Estaca 0+8,60 - FS=1,31.

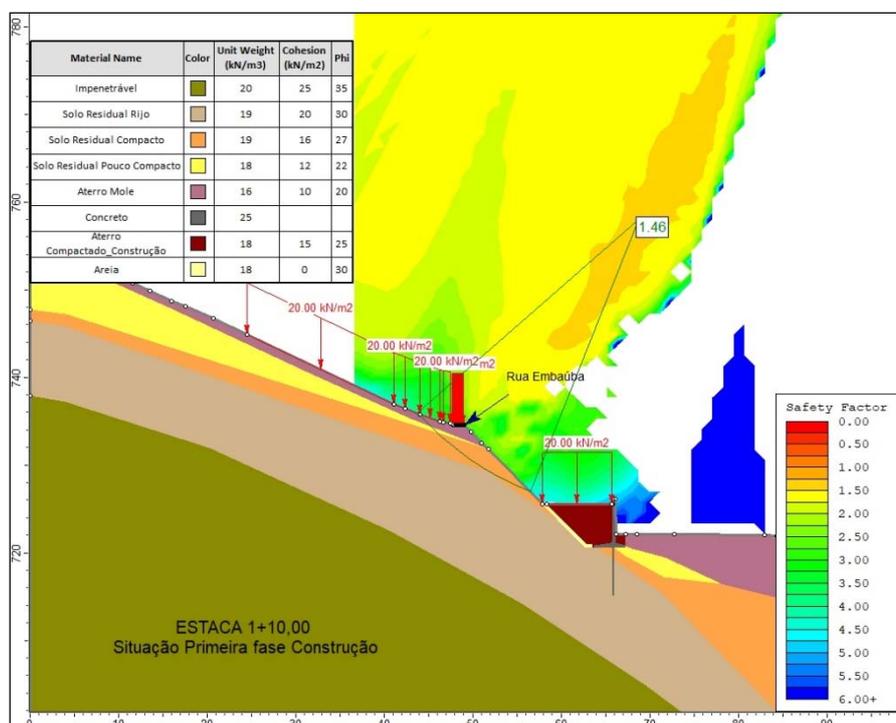


Figura 16: Estabilidade Condição Primeira Fase - Estaca 1+10,00 – FS=1,46.

A segunda fase prevê o aterro reforçado até meia altura, considerando reforço em geogrelha com resistência a tração de 90 KN/m a cada 0,60 m e com comprimento de reforço com 6,5 m. As Figura 17 e Figura 18 apresentam as análises de estabilidade na segunda fase de construção para a seção 0+8,60 e 1+10,00.

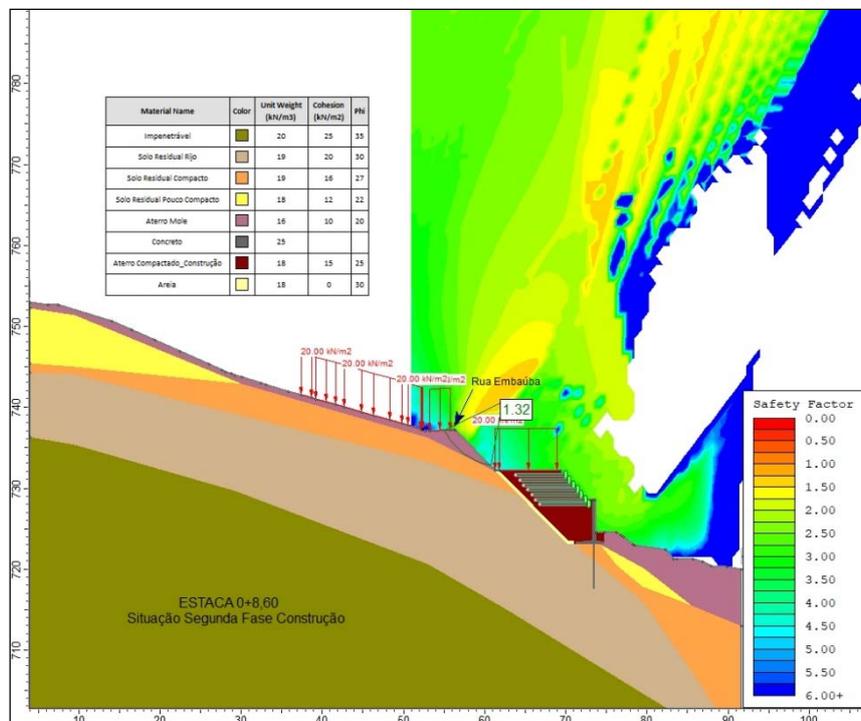


Figura 17: Estabilidade Condição Segunda Fase - Estaca 0+8,60 - FS=1,32.

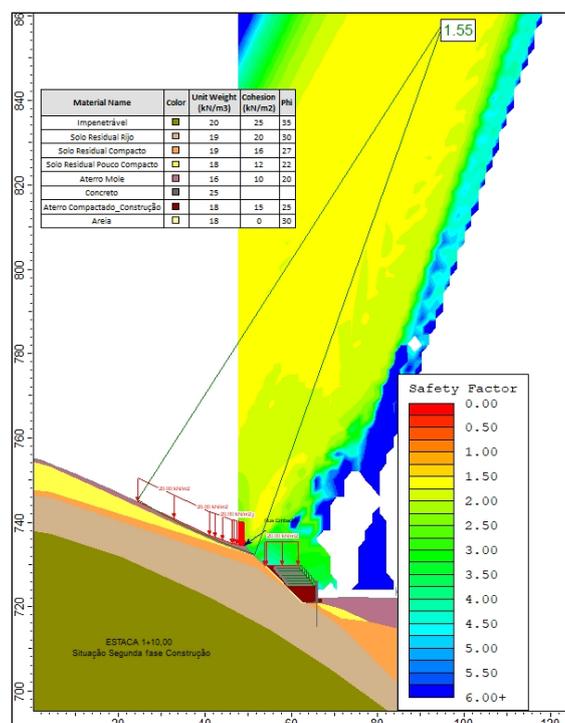


Figura 18: Estabilidade Condição Segunda Fase - Estaca 1+10,00 – FS=1,55.

A terceira fase prevê o aterro reforçado até a altura máxima, considerando reforço em geogrelha com resistência a tração de 90 KN/m a cada 1,2 m e com comprimento de reforço com 6,5 m. Nessa situação simula-se que o aterro tenha sido finalizado e ainda não ocorreu a dissipação da poropressão em função das obras. As Figura 19 e Figura 20 apresentam as análises de estabilidade na segunda fase de construção para a seção 0+8,60 e 1+10,00.

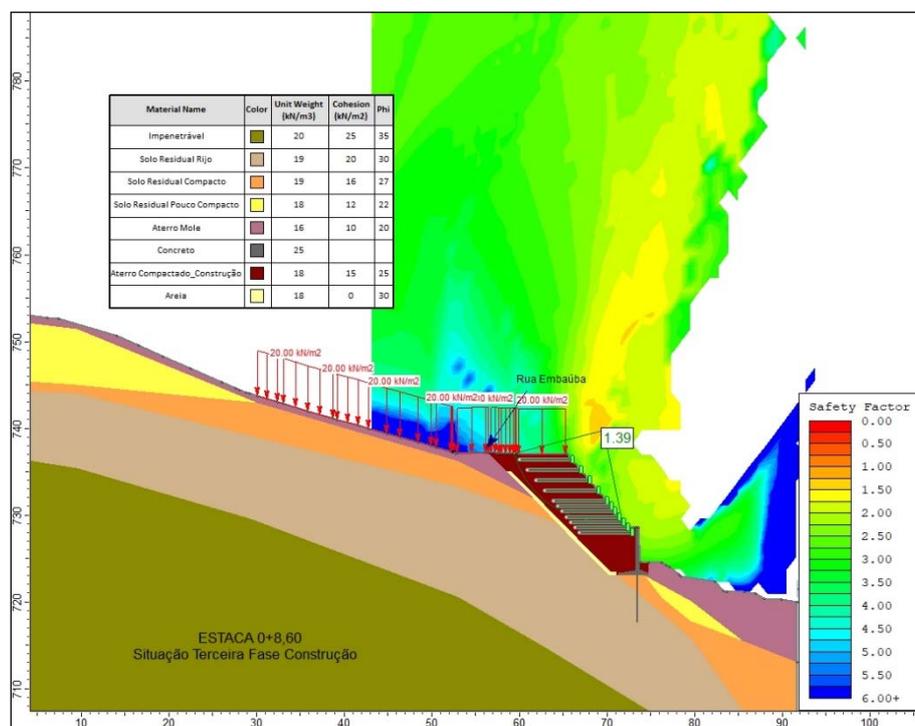


Figura 19: Estabilidade Condição Terceira Fase - Estaca 0+8,60 - FS=1,39.

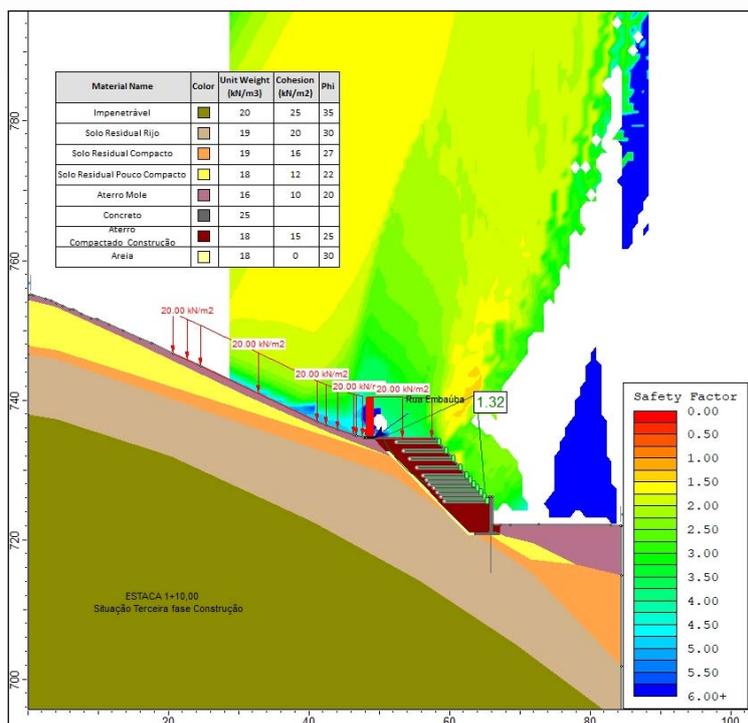


Figura 20: Estabilidade Condição Terceira Fase - Estaca 1+10,00 – FS=1,32.

### Final de Construção e utilização

Essa condição de carregamento analisa a estabilidade do talude após execução da obra, considerando que já ocorreu a dissipação da proressão e que a via já tenha sido liberada para utilização.

A Figura 21 e Figura 22 apresenta a análise de estabilidade na situação de limpeza do terreno para a seção 0+8,60 e 1+10,00.

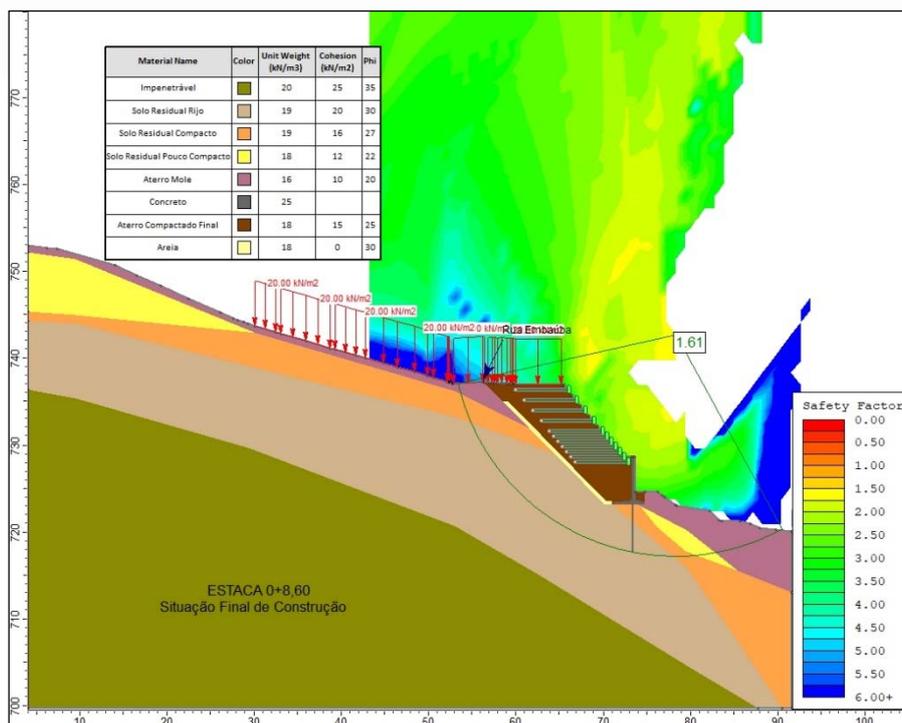


Figura 21: Estabilidade Condição Final de Construção - Estaca 0+8,60 - FS=1,61.

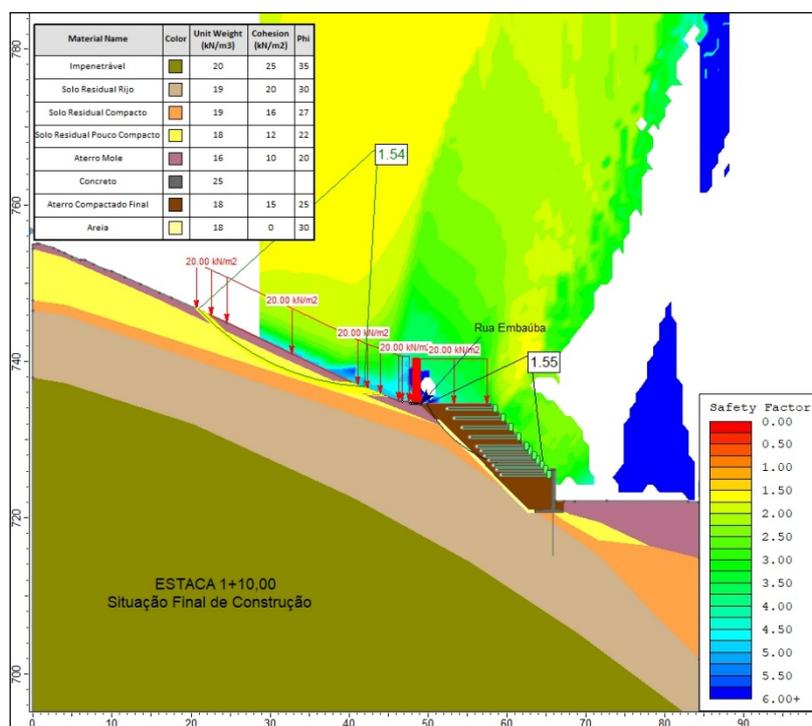


Figura 22: Estabilidade Condição Final de Construção - Estaca 1+10,00 – FS=1,54.



### 4.3 SOLUÇÃO INDICADA

Tomando como base os estudos preliminares realizados, sendo, topografia, sondagens, laudo geotécnico, foi desenvolvido o conceito do projeto de recuperação do talude da Rua Embaúba baseia-se principalmente nas características descritas a seguir:

- Recuperação da rede de esgoto;
- Remoção do maciço rompido;
- Execução de sistema de drenagem interna;
- Implantação de Muro em retângulo na base do talude;
- Execução de aterro reforçado com geogrelha com resistência de 90 KN/m;
- Reconformação do sistema de drenagem superficial;
- Monitoramento da estrutura

É extremamente importante que o sistema da rede de esgoto seja recuperado/consertado de modo que não ocorra nenhum aporte de efluentes no maciço novamente. Recomenda-se que após procedimentos de recuperação desses PVE's, os mesmos sejam monitorados, de modo a verificar se não está ocorrendo nenhum tipo de contribuição de efluentes que possam saturar o maciço.

Recomenda-se que seja removido o solo rompido, pois o mesmo apresenta resistência muito baixa, o que pode comprometer a integridade da solução proposta. A remoção de material deverá ser realizada em patamares para garantir a segurança dos operadores. Todo o material contaminado pelo esgoto deverá ser removido.

Em conjunto a execução do aterro deverá ser executado um sistema de drenagem interna em areia média no contato terreno natural aterro compactado com espessura mínima de 0,40 m com um tubo corrugado envolto em geotêxtil na base da escavação. Esse sistema terá como objetivo principal conduzir qualquer fluxo que possa ocorrer no interior do maciço direcionando-o ao sistema de drenagem superficial. Recomenda-se que antes do início dos trabalhos sejam realizados ensaios de granulometria completa no material que será utilizado para executar o aterro, assim como pela areia para verificar os critérios de filtro, garantindo assim as condições de permeabilidade.



Deverá ser executado um retângulo com fundação profunda na base do talude com altura máxima de 5,55 m ao longo da extensão. O aterro deverá ser realizado com controle de compactação de modo a garantir a compactação com 100% do Proctor Normal e uma variação de umidade de no máximo 0,5%.

O aterro da primeira fase de construção deverá ser interrompido a 0,60 m abaixo da cota máxima do retângulo para engastar o aterro reforçado. A estrutura em solo reforçado deverá ser executada com face em Terramesh Verde com inclinação máxima de 51° em relação a horizontal e o reforço será realizado por meio da utilização de geogrelhas com resistência a tração de 90 KN/m. As geogrelhas serão inicialmente dispostas em camadas de 0,60 m até 3,0 m de altura acima do retângulo. Após atingir este limite, os espaçamentos camadas será de 1,20 m. A face do talude deverá ser protegida por meio da implantação de hidrossemeadura em toda área.

Posteriormente deverá ser recomposto todo o sistema de drenagem superficial da região não permitindo que ocorra a saturação da face do talude por meio da chuva.

É extremamente importante que todos os procedimentos realizados durante a obra sejam acompanhados por meio de instrumentos de auscultação. Em função disso recomenda-se que antes do início dos trabalhos sejam instalados instrumentos de monitoramento (marcos topográficos, inclinômetros), que terão como objetivo monitorar o talude ao longo da fase de execução da obra, assim como posteriormente. A utilização desses instrumentos irá melhorar o controle sobre as deformações que poderão ocorrer durante a fase de construção, melhorando também as condições de segurança da equipe da obra.

A Tabela 5 apresenta um resumo dos fatores de segurança obtidos em cada simulação realizada comparado ao fator de segurança mínimo estabelecido.



Tabela 5: Resumo das Análises de Estabilidade Realizadas e os FS encontrados.

<b>RESUMO DAS ANÁLISES DE ESTABILIDADE</b>			
<b>Descrição da análise realizada</b>	<b>Estaca</b>	<b>FS mínimo</b>	<b>FS obtido</b>
Situação Atual	0+8,60	1	1,07
	1+10,00		0,99
Situação Limpeza do Terreno	0+8,60	1,3	1,37
	1+10,00		1,31
Situação Construção - Fase 1	0+8,60	1,3	1,31
	1+10,00		1,46
Situação Construção - Fase 2	0+8,60	1,3	1,32
	1+10,00		1,55
Situação Construção - Fase 3	0+8,60	1,3	1,39
	1+10,00		1,32
Situação Final de Construção	0+8,60	1,5	1,61
	1+10,00		1,54

De acordo com norma da ABNT a NBR 11682 nos casos de estabilidade de muros de gravidade e de retângulo, aterro reforçado devem ser atendidos além dos fatores de segurança descritos na Tabela 4 os da Tabela 6.

Tabela 6: Requisitos mínimos para estabilidade de muros de contenção.

<b>VERIFICAÇÃO DE SEGURANÇA</b>	<b>FATOR DE SEGURANÇA MÍNIMO</b>
Tombamento	2
Deslizamento na base	1,5
Capacidade de carga da fundação	3



Em suma, as verificações para a solução apresentada atenderam aos seguintes fatores de segurança.

Os taludes remanescentes que vierem a ficar expostos devem ser protegidos com vegetação seja por meio de hidrossemeadura, coveamento ou plantio de gramas.

O projeto executivo foi desenvolvido com o intuito de estabilizar o talude que entrou em colapso na Rua Embaúba.



## 5. DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO PARA ESTABILIZAÇÃO

### 5.1 PROJETO DE CONTENÇÃO

A partir da inspeção inicial e dos estudos acima apresentados, as soluções geotécnicas indicadas são 2 intervenções distintas, sendo: retangulão; execução de solo reforçado deverá ser executada com face em Terramesh Verde com inclinação máxima de 51° com utilização de geogrelhas; e hidrossemeadura. As propostas de soluções estão apresentadas esquematicamente na Figura 23.

Sendo assim, haverá uma significativa redução do risco de deslizamentos em decorrência da adoção dos sistemas de drenagem compatíveis associados à solução geotécnica.

Conforme recomendação da norma de Estabilização de Taludes NBR 11.682 em todo projeto de estabilização de encosta deve ser confirmada as condições de campo, principalmente antes da fase de locação. Deverão ser observadas as condições do talude, detectando possíveis alterações na região estudada, feitas por terceiros e que possam a vir necessitar de alterações nos projetos elaborados.

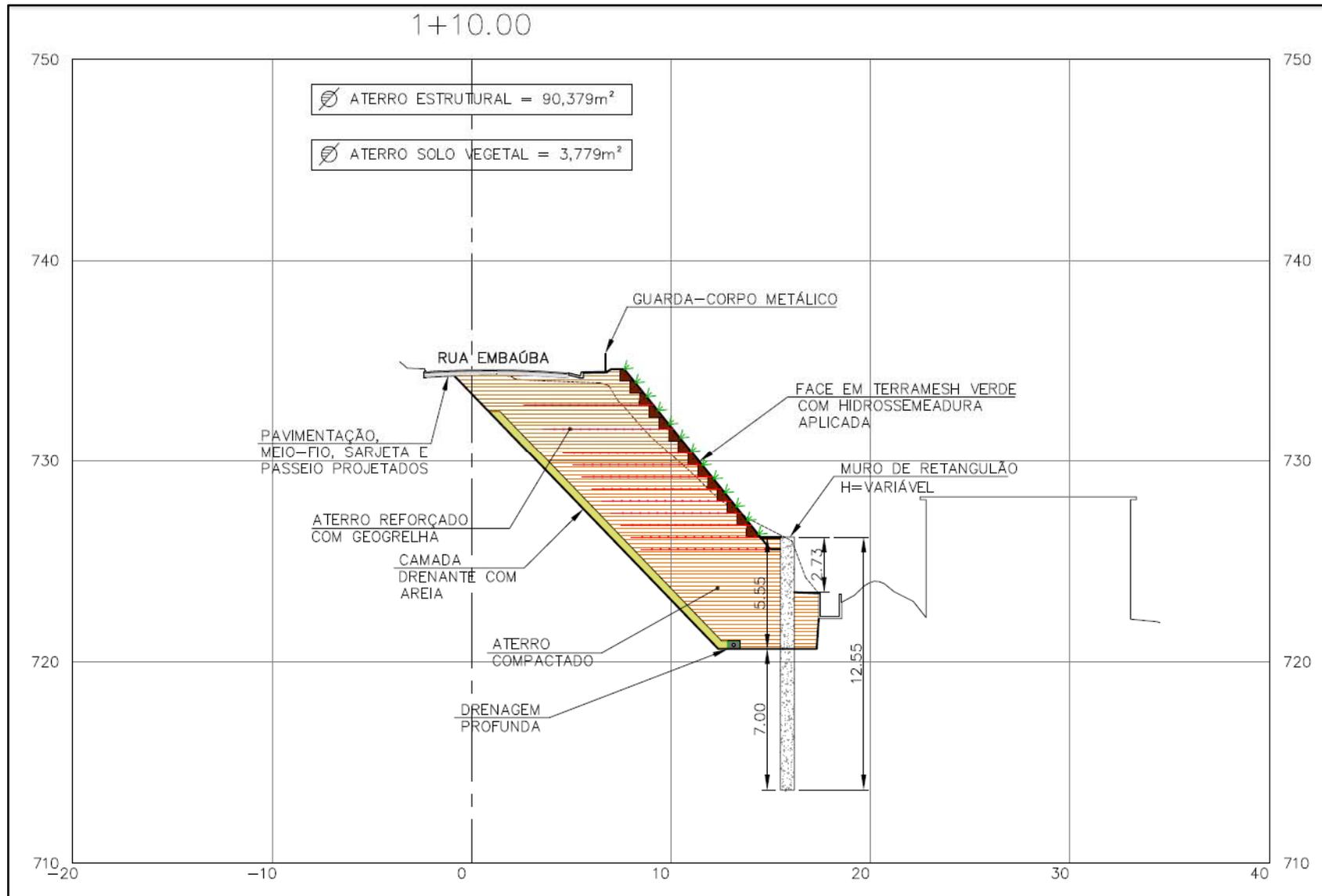


Figura 23: Seção esquemática com a solução proposta.



## 5.2 PROJETO DE DRENAGEM

### 5.2.1 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM

#### 5.2.1.1 ESTUDOS DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL

As vazões de projeto foram calculadas a partir de metodologias indiretas de transformação de chuva em vazão. Considerando-se o tamanho das bacias com áreas aproximadamente pequenas, menores que 2 km<sup>2</sup> foi utilizado o método Racional.

##### 6.2.1.1.1 Método Racional

O Método da Fórmula Racional é utilizado para a estimativa da vazão máxima de cheia (pico) a partir de dados de precipitação. É válido apenas para pequenas bacias, pois considera a chuva com intensidade constante e uniformemente distribuída em toda a área da bacia. Tem a seguinte expressão:

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{6}$$

Onde:

Q = pico de vazão, m<sup>3</sup>/s;

i = intensidade de precipitação sobre a bacia, mm/minuto;

A = área de drenagem da bacia, ha;

c = coeficiente de escoamento superficial "runoff".

Os coeficientes de escoamento superficial deverão ser definidos conforme descrito a seguir.

Tabela 7: Coeficientes de Escoamento Superficial "Runoff".

Superfície	c
ÁREA COMERCIAL	
- Centro	0,70 - 0,95
- Bairro	0,50 - 0,70
ÁREA RESIDENCIAL	
- Residências Isoladas	0,30 a 0,50
- Unidades Múltiplas (separadas)	0,40 a 0,60
- Unidades Múltiplas (conjugadas)	0,60 a 0,75
- Subúrbio	0,25 a 0,45
- Área de prédios e apartamentos	0,50 a 0,70
ÁREA INDUSTRIAL	
- áreas com ocupação leve	0,50 a 0,80

- áreas com ocupação densa	0,60 a 0,90
PARQUES E CEMITÉRIOS	0,10 a 0,25
"PLAY GROUNDS"	0,20 a 0,35
PÁTIOS DE ESTRADA DE FERRO	0,20 a 0,40
TERRENOS BALDIOS	0,10 a 0,30
RUAS	
- Pavimentação Asfáltica	0,70 a 0,95
- Pavimentação de Concreto	0,80 a 0,95
PASSEIOS	0,75 a 0,85
TELHADOS	0,75 a 0,95
GRAMADOS (solos arenosos)	
- Declividade suave (2%)	0,05 a 0,10
- Declividade média (2% a 7%)	0,10 a 0,15
- Declividade forte (7%)	0,15 a 0,20
GRAMADOS (solos pesados - argilosos)	
- Declividade suave (2%)	0,13 a 0,17
- Declividade média (2% a 7%)	0,18 a 0,22
- Declividade forte (7%)	0,25 a 0,35

Fonte: Handbook of Applied Hydrology - Ven Te Chow-1964.

Para cada bacia de contribuição foi verificado o C médio e adotado conforme indicado na planilha de dimensionamento.

#### 6.2.1.1.2 Tempo de concentração

Para o cálculo do tempo de concentração através da equação de Kirpich.

$$t_c = 0,0196 \left( \frac{L^3}{h} \right)^{0,385}$$

Onde:

$t_c$  = tempo de concentração em minutos;

$L$  = comprimento do talvegue em metros;

$h$  = diferença de cotas em metros.

Para o cálculo do tempo de concentração através do Método Cinemático.

$$t_p = \frac{\left( \frac{L}{V_m} \right)}{60}$$

Onde:

$t_p$  = tempo de percurso em minutos;

$L$  = comprimento do talvegue em metros;



$V_m$  = Velocidade média do trecho em m/s.

Considerou-se a duração mínima de 10 minutos. A equação de Kirpich foi utilizada para os trechos iniciais, em seguida quando necessário considerado o método dinâmico determinando-se o tempo de percurso ou trânsito do escoamento dentro das redes coletoras.

#### **6.2.1.1.3 Período de retorno**

Considerando-se a facilidade de elaboração das planilhas eletrônicas os cálculos hidrológicos incluem os períodos de retorno de 10, 25 e 50 anos. O risco hidrológico assumido para o dimensionamento das redes de micro drenagem foi adotado 10 anos.

#### **5.2.1.2 BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO**

As bacias de contribuição foram divididas com referência nas estruturas de drenagem projetadas, conforme croqui abaixo.



Figura 24: Divisão de bacias da Rua Embaúba.



### 6.2.2.1.3 Cálculo das vazões

A seguir são apresentadas as planilhas de cálculo de vazões para cada trecho, considerando os devidos coeficientes de escoamento superficial.

Tabela 8: Cálculo das vazões.

<b>DRENAGEM PLUVIAL - SABARÁ - RUA EMBAÚBA</b>															
<b>PLANILHA DE CÁLCULO DE VAZÕES - MÉTODO RACIONAL (tc mínimo: 10min.)</b>															
Trecho Analisado		A	Σ A	L	H	Tc k	Tp	Tc Adotado	C	I ( mm/h )			Q ( m3/s )		
Montante	Jusante	( m2 )	( m2 )	( m )	( m )	( min. )	( min. )	( min. )		10 Anos	25 Anos	50 Anos	10 Anos	25 Anos	50 Anos
SB-01	BL-PROJ	5.281,98	5.281,98	200,00	5,00	4,78		10,00	0,60	198,00	228,00	249,00	0,17	0,20	0,22
BL-PROJ	CX-PAS.	1.500,00	6.781,98	7,40	0,50	0,26		10,00	0,60	198,00	228,00	249,00	0,22	0,26	0,28
CX-PAS.	DISS. ENER.	39.250,00	46.031,98	332,00	148,00	2,33		10,00	0,60	198,00	228,00	249,00	1,52	1,75	1,91
DISS. ENER.	CAN. EXIST.	0,00	46.031,98	8,33	3,00	0,15		10,00	0,60	198,00	228,00	249,00	1,52	1,75	1,91



### 5.2.1.3 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

As seções de vazão dos dispositivos de drenagem foram dimensionadas considerando-se o regime uniforme, aplicando-se a equação de Chèzy com coeficiente de Manning associada à equação da continuidade, resultando a seguinte expressão:

$$Q = \frac{S \cdot (R_H)^{2/3} \cdot (i)^{1/2}}{n}$$

onde:

Q = vazão, em m<sup>3</sup>/s;

S = área de seção hidráulica, em m<sup>2</sup> ;

R<sub>H</sub> = raio hidráulico, em m;

i = declividade longitudinal, em m/m;

n = coeficiente de rugosidade da fórmula de Manning.

Os coeficientes de rugosidade da fórmula de Manning adotados foram:

n = 0,013 para redes e estruturas de concreto;

n = 0,010 para redes em PEAD.

#### **Equação da Continuidade:**

$$Q = A \cdot v$$

onde:

A = área molhada, m<sup>2</sup>;

Q = vazão, m<sup>3</sup>/s;

v = velocidade, m/s.

#### **6.2.1.3.1 Redes de drenagem**



Foram realizados os dimensionamentos para os dispositivos de coleta de drenagem pluvial das micro bacias na área de interferência do empreendimento até seu lançamento final. As notas de serviço para execução das mesmas estão apresentadas a seguir.

Tabela 9: Dimensionamento da rede.

<b>DRENAGEM PLUVIAL - SABARÁ - RUA EMBAÚBA</b>							
<b>CÁLCULOS HIDRÁULICOS: DIMENSIONAMENTO DA REDE</b>							
<b>Tempo de Recorrença:</b>		<b>10 Anos</b>	<b>Coef. de rugosidade n:</b>			<b>0,013</b>	
<b>Trecho Analisado</b>		<b>Extensão</b>	<b>Q</b>	<b>DN</b>	<b>decliv.</b>	<b>Veloc.</b>	<b>h/d</b>
<b>Montante</b>	<b>Jusante</b>	<b>(m)</b>	<b>(l/s)</b>	<b>(mm)</b>	<b>(m/m)</b>	<b>(m/s)</b>	<b>(%)</b>
SB-01	BL-PROJ	BL PROJ.	174,31	Recebimento até a BL			
BL-PROJ	CX-PAS.	7,45	223,81	400	0,0100	1,98	84,44
CX-PAS.	DISS. ENER.	5,09	1.519,06	DCD-01 - Descida d'agua em degraus			
DISS. ENER.	CAN. EXIST.	18,03	1.519,06	DCD-02 - Descida d'agua em degraus			
DISS. ENER.	CAN. EXIST.	4,33	1.519,06	DCD-02 - Descida d'agua em degraus			

### 6.2.1.3.2 Descida d'água em degraus

- Descida d'água em degraus B 1,30m- DCD01

SisCCoH - Sistema para Cálculos de Componentes Hidráulicos	
Escoamento em Degraus - Regime Skimming Flow	
Dados de Entrada	
Vazão (m <sup>3</sup> /s)	1,5191
Largura do Canal (m)	1,3
Altura do Degrau (m)	0,4
Comprimento do Patamar do Degrau (m)	0,4
Desnível do Trecho (m)	4
Resultados	
Escoamento não uniforme - Tipo A	
Ângulo com a Horizontal (graus)	45
Vazão (m <sup>3</sup> /s.m)	1,169
Profundidade Crítica (m)	0,518
Concentração Média de Ar	0,522
Dados para dimensionamento	
Profundidade Aerada do Escoamento (m)	0,405
Velocidade do Escoamento Aerado (m/s)	2,887
Profundidade Final do Escoamento (m)	0,194
Velocidade Final do Escoamento (m/s)	6,036
Energia Residual (m)	1,994
Altura de Referência da Parede (m)	0,567
Cálculo do Ponto de Início do Escoamento Aerado	
Altura da rugosidade do degrau - k (m)	0,283
Posição do Início da Aeração - LA (m)	5,783
Profundidade do Início da Aeração - Ya (m)	0,219
Risco de Cativação	
Velocidade no Início da Aeração - Va (m/s)	5,324
Velocidade Crítica de Cavitação no Início da Aeração - Vcra (m/s)	17,771

#### METODOLOGIA

Flow Characteristics of Skimming Flows in Stepped Channels', de Ohtsu, A metodologia adotada para a formulação dos cálculos foi fundamentada em Yasuda e Takahashi, publicado no Journal of Hydraulic Engineering - ASCE em Setembro de 2004; Páginas 860 - 869.

- Descida d'água em degraus B 1,00m- DCD02

SisCCoH - Sistema para Cálculos de Componentes Hidráulicos	
Escoamento em Degraus - Regime Skimming Flow	
Dados de Entrada	
Vazão (m <sup>3</sup> /s)	1,5191
Largura do Canal (m)	1
Altura do Degrau (m)	0,4
Comprimento do Patamar do Degrau (m)	0,6
Desnível do Trecho (m)	12,85
Resultados	
Escoamento não uniforme - Tipo A	
Ângulo com a Horizontal (graus)	33,69
Vazão (m <sup>3</sup> /s.m)	1,519
Profundidade Crítica (m)	0,617
Concentração Média de Ar	0,456
Dados para dimensionamento	
Profundidade Aerada do Escoamento (m)	0,378
Velocidade do Escoamento Aerado (m/s)	4,014
Profundidade Final do Escoamento (m)	0,206
Velocidade Final do Escoamento (m/s)	7,372
Energia Residual (m)	2,941
Altura de Referência da Parede (m)	0,53
Cálculo do Ponto de Início do Escoamento Aerado	
Altura da rugosidade do degrau - k (m)	0,333
Posição do Início da Aeração - LA (m)	7,373
Profundidade do Início da Aeração - Ya (m)	0,283
Risco de Cativação	
Velocidade no Início da Aeração - Va (m/s)	5,363
Velocidade Crítica de Cavitação no Início da Aeração - Vcra (m/s)	17,771

#### METODOLOGIA

Flow Characteristics of Skimming Flows in Stepped Channels', de Ohtsu, A metodologia adotada para a formulação dos cálculos foi fundamentada em Yasuda e Takahashi, publicado no Journal of Hydraulic Engineering - ASCE em Setembro de 2004; Páginas 860 - 869.



#### 5.2.1.4 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM

Um sistema de drenagem por si só não necessita de um plano de manutenção específico. Constituído para proteger uma obra principal integrante de um determinado sistema de drenagem, de eventos hidrológicos naturais que possam vir a colapsar estas obras, o sistema de drenagem é projetado para que funcione a qualquer momento em que houver este tipo de necessidade.

Já com relação à manutenção recomendam-se algumas observações básicas, exatamente para se garantir que quando haja necessidade de funcionamento em suas capacidades máximas, as estruturas que constituem o sistema de drenagem operem da forma adequada para as quais foram projetadas.

As recomendações são as de se manter as estruturas limpas e desobstruídas de quaisquer materiais que impeçam a livre circulação das águas. O acúmulo excessivo de vegetação ou entulhos em períodos longos de estiagem ou em períodos longos de eventos com pouca intensidade deve ser eliminado nas valas de drenagem e junto aos bueiros, evitando o mau funcionamento das mesmas num próximo evento.

Após a passagem de um evento hidrológico significativo, suficiente para promover o arraste de materiais com maiores diâmetros, devem ser verificadas as condições de todas as estruturas, principalmente a dos bueiros, que podem estar obstruídos.

#### 5.2.2 PROJETO DE DRENAGEM

Para atender ao escoamento superficial da área será utilizado um sistema de drenagem pluvial conforme as condições e necessidades locais de drenagem. Optou-se por assentar meia cana de concreto nos pés e cristas em toda a extensão dos taludes de forma a minimizar o escoamento superficial na face do talude.

A metodologia adotada na definição dos tipos e dimensões dos dispositivos para o projeto de drenagem superficial teve como base a comparação de vazões (vazão de contribuição versus vazão de dispositivo).

As declividades serão adequadas de forma a atingir o máximo aproveitamento do dispositivo sem que haja dano ao mesmo, limitando, portanto a velocidade de escoamento a 4,5 m/s para dispositivos em concreto acabado, outros materiais apresentam velocidades



limites diferentes, e serão consideradas.

Também cabe lembrar que os dispositivos serão definidos conforme padrão SUDECAP e DER/MG visando à facilitação da contratação, execução e orçamento.

Em linhas gerais, o sistema de drenagem superficial proposto consiste na drenagem da Rua Embaúba através de bocas de lobo que convergem através de tubo PEAD para descida em degraus, que por sua vez encaminham as águas para o lançamento final em canal existente.

## 6. MÉTODOS CONSTRUTIVOS

A partir da inspeção inicial e dos estudos acima apresentados, é proposto a solução de estabilização considerando a execução de três estruturas distintas, sendo:

- Aterro reforçado com geogrelha e face em Terramesh Verde;
- Retangulão;
- Retaludamento com Hidrossemeadura.

### 6.1 ATERRO REFORÇADO COM GEOGRELHA E FACE EM TERRAMESH VERDE

A execução do Terramesh envolve uma estrutura em solo reforçado. O Terramesh é utilizado, para contenções de maior altura, principalmente quando é necessária a formação ou a recomposição do maciço a conter, é preferível, em geral, a solução Terramesh System. Outra grande vantagem desta solução é que permite a formação do maciço estrutural com a utilização do próprio solo local, requerendo-se somente, na pior das situações, mesclá-lo com solos de melhor qualidade.

Os elementos Terramesh® Verde da Maccaferri são formados pela associação de um reforço metálico em malha hexagonal de dupla torção fabricado com arames em aço de baixo teor de carbono revestidos com a liga Galfan®, a um paramento frontal constituído pelo mesmo pano de reforço, associado a um painel em geomanta MacMat® ou biomanta BioMac®, reforçado por varetas de aço e tela eletrosoldada, sustentados por dois elementos metálicos em forma de mão francesa, resultando um elemento de elevada resistência à tração e baixos níveis de alongamento, com paramento frontal apto a desenvolver vegetação. Sua estrutura é formada por um parâmetro externo devidamente inclinado (geralmente 20°) para facilitar o desenvolvimento da vegetação.

Sua aplicação é principalmente indicada por seu mínimo impacto ambiental e utilizada quando se deseja um paramento externo com cobertura vegetal idêntico a um talude natural, ou quando há escassez de pedras no local.



## **6.2 RETANGULÃO**

O sistema denominado retangulões é um método de contenção que inclui processos extremamente simples, tanto na sua concepção quanto na execução do sistema, propiciando uma maior agilidade e rapidez na definição das características e parâmetros da contenção.

A armação dos retangulões é especificada nos projetos. A execução dos retangulões segue passos e seqüências previamente especificadas em projeto. Alguns cuidados precisam ser seguidos para se executar esse método.

## **6.3 RETALUDAMENTO COM HIDROSSEMEADURA**

Após a finalização dos serviços de terraplenagem serão regularizados os taludes, os mesmos serão revestidos com geomanta fixada em tela metálica galvanizada (Mac Mat R10622 GO, ou similar) com aplicação de hidrossemeadura, o mesmo será executado utilizando equipamentos hidráulicos para dispersar as sementes, depois deverá ser aplicado nos taludes remanescentes o método de proteção e reforço, sobre toda a face revestida com a geomanta. Os métodos de proteção e reforço dos taludes tem a função de reconstruir e estabilizar a área degradada.

## **6.4 RECOMENDAÇÕES PARA EXECUÇÃO**

A terraplenagem deve respeitar a seqüência, geometria e detalhes especificados no projeto básico em anexo. Qualquer alteração somente será dotada quando aprovada pela fiscalização. As escavações são limitadas até a cota das linhas de grampos, máximo de 2,0 metros, com a finalidade de garantir a estabilidade do talude. Os serviços de terraplenagem devem ser executados conforme indicado pelas normas e especificações complementares: NBR 11682 Estabilidade de taludes; NBR 9061 Segurança de escavações a céu aberto; caderno de encargos da SUDECAP, vol. 1, capítulo 3- terraplenagem/trabalhos de terra.



O revestimento da face do talude será flexível, dotado de geomanta e tela metálica galvanizada.

A rede de drenagem de água pluvial que direciona o escoamento até a terreno natural deverá ser construída em paralelo as construções das estruturas de contenções. A mesma será executada por meio de Descida d'água em degraus, Caixas de passagens, Tubo PVC DN 150 mm, Sarjeta triangular, Boca de lobo e Redes de PEAD DN 400 e Saída d'água.



# ANEXO 1 – MEMORIA DE CÁLCULO

## 7. TERRAMESH

As Figura 25 a ilustra a vista frontal da contenção em solo reforçado Terramesh.

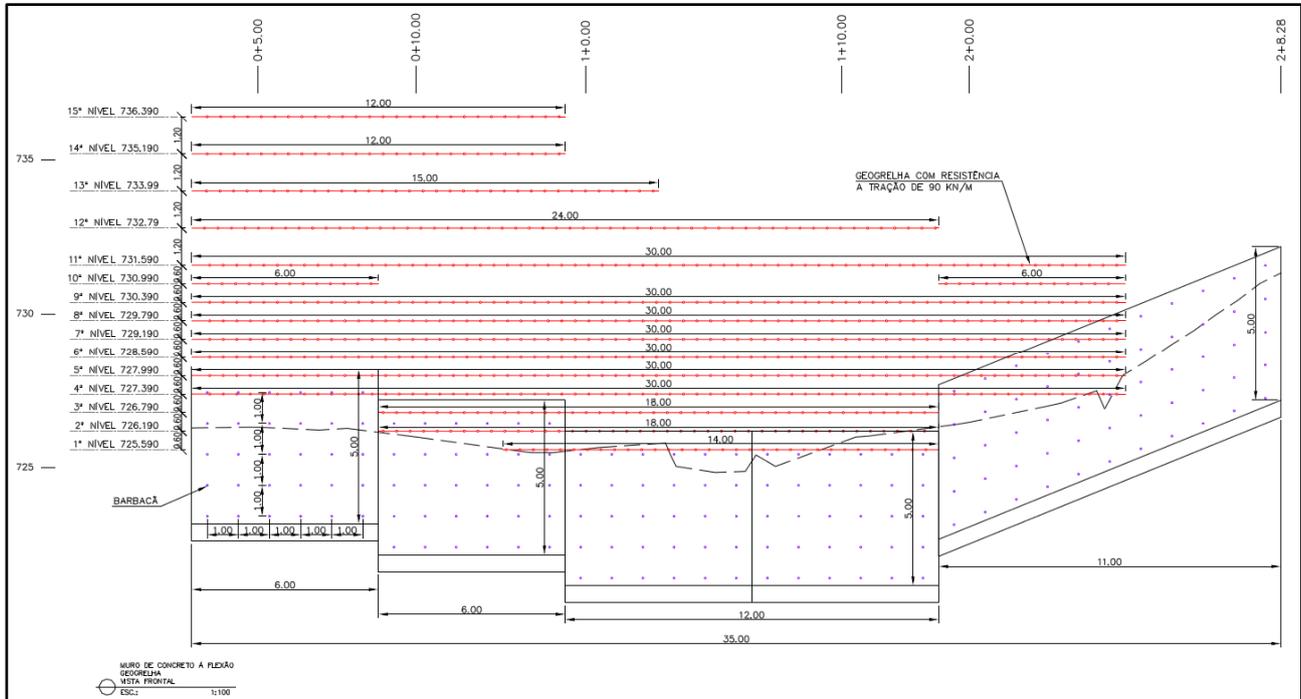


Figura 25: Vista frontal da contenção em solo reforçado (sem escala).



## 8. TERRAPLENAGEM

As

Tabela 10 a Tabela 11 apresenta o resumo dos quantitativos de movimento de terra para o retaludamento do talude situada nas Rua Embaúba.

Tabela 10: Resumo de movimento de terra por estaca – corte.

<b>PROJETO DE TERRAPLENAGEM</b>				
<b>RUA EMBAÚBAS - VOLUME CORTE</b>				
<b>CÁLCULO DE VOLUMES - CORTE</b>				
Estaca	Áreas Corte - m <sup>2</sup>	Áreas Médias Corte - m <sup>2</sup>	Distancia	Volumes Parciais m <sup>3</sup>
0+0,00	0,00	-	-	-
0+5,00	85,27	42,64	5,00	213,18
0+10,00	100,02	92,65	5,00	463,24
1+0,00	113,53	106,78	10,00	1.067,76
1+10,00	98,65	106,09	10,00	1.060,92
2+0,00	65,45	82,05	10,00	820,52
2+8,28	28,02	46,74	8,28	386,97
<b>VOLUME TOTAL - m<sup>3</sup></b>				<b>4.012,59</b>

Tabela 11: Resumo de movimento de terra por estaca – aterro.

<b>PROJETO DE TERRAPLENAGEM</b>				
<b>RUA EMBAÚBAS - VOLUME ATERRO</b>				
<b>CÁLCULO DE VOLUMES - ATERRO</b>				
Estaca	Áreas Aterro - m <sup>2</sup>	Áreas Médias Aterro - m <sup>2</sup>	Distancia	Volumes Parciais m <sup>3</sup>
0+0,00	0,00	-	-	-
0+5,00	100,10	50,05	5,00	250,25
0+10,00	101,11	100,60	5,00	503,02
1+0,00	102,66	101,88	10,00	1.018,84
1+10,00	90,38	96,52	10,00	965,20
2+0,00	64,40	77,39	10,00	773,87
2+8,28	21,77	43,08	8,28	356,72
<b>VOLUME TOTAL - m<sup>3</sup></b>				<b>3.867,89</b>

Tabela 12: Resumo de movimento de terra por estaca – aterro com solo vegetal.

<b>PROJETO DE TERRAPLENAGEM</b>				
<b>RUA EMBAÚBAS - VOLUME ATERRO SOLO VEGETAL</b>				
<b>CÁLCULO DE VOLUMES - ATERRO</b>				
Estaca	Áreas Aterro - m <sup>2</sup>	Áreas Médias Aterro - m <sup>2</sup>	Distancia	Volumes Parciais m <sup>3</sup>
0+0,00	0,00	-	-	-
0+5,00	4,59	2,29	5,00	11,47
0+10,00	4,86	4,72	5,00	23,62
1+0,00	4,32	4,59	10,00	45,89
1+10,00	3,78	4,05	10,00	40,49
2+0,00	2,43	3,10	10,00	31,04
2+8,28	0,00	1,21	8,28	10,06
<b>VOLUME TOTAL - m<sup>3</sup></b>				<b>162,57</b>

Tabela 13: Resumo de movimento de terra por estaca – areia.

<b>PROJETO DE TERRAPLENAGEM</b>				
<b>RUA EMBAÚBAS - VOLUME AREIA</b>				
<b>CÁLCULO DE VOLUMES - CAMADA DRENANTE AREIA</b>				
Estaca	Áreas Areia - m <sup>2</sup>	Áreas Médias Areia - m <sup>2</sup>	Distancia	Volumes Parciais m <sup>3</sup>
0+0,00	0,00	-	-	-
0+5,00	7,40	3,70	5,00	18,49
0+10,00	7,54	7,47	5,00	37,34
1+0,00	6,65	7,09	10,00	70,95
1+10,00	6,65	6,65	10,00	66,47
2+0,00	4,83	5,74	10,00	57,38
2+8,28	1,30	3,06	8,28	25,35
<b>VOLUME TOTAL - m<sup>3</sup></b>				<b>275,98</b>

## 9. DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

A

Tabela 14 apresenta o resumo de quantitativos de dispositivos.

Tabela 14: Resumo de quantitativos de dispositivos de drenagem.

QUADRO DE QUANTITATIVOS			
ITEM	ESPECIFICAÇÕES	UNID	QUANT.
DCD	DESCIDA DE ÁGUA EM DEGRAUS (DCD-01)	m	6,09
DCD	DESCIDA DE ÁGUA EM DEGRAUS (DCD-02)	m	27,86
CP	CAIXA DE PASSAGEM EM CONCRETO COM TAMPA (CP-01) 1.00x1.40x1.50	un	1
CP	CAIXA DE PASSAGEM EM CONCRETO COM TAMPA (CP-02 e 03) 0,60x0,60x0,55	un	2
DRENAGEM PROFUNDA	TUBO PVC CORRUGADO PERFURADO DN150mm ENVOLTO COM FILTRO GEOTÉXTI E ENCHIMENTO COM BRITA 1	m	50,92
DISP. DE DRENAGEM	SARJETA TRIANGULAR DE BORDA DE ATERRO L=0,60m PADRÃO DER DR-6 COM MEIO FIO	m	50,10
BLS	BOCA DE LOBO DUPLA	un	2
RTP	REDE TUBULAR CORRUGADA DE PEAD DN400	m	7,45
DISP. DE DRENAGEM	SAIDA D'ÁGUA C/ TAMPA DE CONCRETO	un	1



## **ANEXO 2 – ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA E PLANO DE OBRAS**



## **10. OBJETO**

Este documento visa fornecer as especificações técnicas de todos os materiais, equipamentos e serviços, bem como descrever os procedimentos de controle tecnológico, as normas de fiscalização, os procedimentos e critérios das medições dos volumes, áreas, distâncias relativos a cada serviço, em correspondência com os itens da planilha de quantitativos. Além disso, será fornecido o plano de obras contendo a proposta de encadeamento de serviços e atividades elaboradas a partir da identificação das necessidades específicas de precedência entre atividades.

## **11. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA**

### **11.1 SERVIÇOS PRELIMINARES**

- Mobilização e desmobilização de obra (valor máximo de 1% do valor da obra);
- Tapume em chapa compensado de 6mm;
- Fornecimento e colocação de placa de obra (Placa chapa galvanizada de 6,00 m x 3,00 m);
- Locação da obra c/ gabarito de madeira e instrumento de precisão;
- Barracão depósito e ferramentaria e container para escritório com sanitários;
- Limpeza do terreno;
- Remoção provisória de moradores para execução das obras.

### **11.2 TERRAPLENAGEM/TRABALHO EM TERRA**

- Escavação mecânica;
- Carga de material de qualquer natureza sobre caminhão – Mecânica;
- Transporte de material de qualquer natureza sobre caminhão.

### **11.3 ADMINISTRAÇÃO DA OBRA**

- Encarregado geral;
- Apontador ou apropriador;



- Vigia noturno.

#### **11.4 REVESTIMENTO DE TALUDE**

- Biomanta de polipropileno com tela metálica hexagonal galvanizada de dupla torção (Mac Mat ou similar);
- Hidrossemeadura com mix de sementes;
- Terramesh;
- Geogrelha;
- Aterro compactado;
- Muro retângulo.

#### **11.5 DISPOSITIVOS DE DRENAGEM**

- Descida em degraus- DCD 01;
- Descida em degraus- DCD 02;
- Caixa de passagem (CP-01) – dimensões externas de 1,50 m de altura e 1,00 m e 1,40 m de largura;
- Caixa de passagem (CP-02 e CP-03) – dimensões externas de 0,55 m de altura e 0,60 m de largura;
- Tubo PVC Corrugado perfurado- DN 150 mm;
- Sarjeta triangular de borda de aterro – l=0,60 m;
- Boca de lobo dupla;
- Rede Tubular de Corrugada de PEAD- DN 400 mm e 600 mm;
- Saída d'água com tampa de concreto.

#### **11.6 RECOMPOSIÇÃO E EXECUÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO**

- Recomposição de pavimento em CBUQ.



## 11.7 OBRAS COMPLEMENTARES

- Execução de guarda-corpo tipo B;
- Execução de passeio em concreto;
- Plantio de grama tipo esmeralda.

## 11.8 PLANO DE OBRAS

A primeira fase das obras inicia-se com a locação por meio da topografia dos pontos onde serão implantadas as estruturas de contenção (solo reforçado com geogrelha e face em terramesh, retaludamento com hidrossemeadura e retângulo) e os dispositivos de drenagem de água pluvial. Os dispositivos de drenagem e as estruturas de contenção serão implantados concomitantemente, sendo pelo menos uma equipe de trabalho voltada para execução dos dispositivos de drenagem, solo reforçado, retaludamento com hidrossemeadura e terraplenagem. As obras ocorreram paralelamente sem interferência entre elas.

As obras de terraplenagem e o solo reforçado com a face em terramesh devem respeitar a sequência construtiva da contenção em solo grampeado, sendo elas executadas alternadamente. Assim, inicia-se a escavação após a limpeza dos taludes, conforme geometria indicada no projeto básico. A face frontal do terramesh é constituída por, além de outros elementos um painel em geomemanta MacMat® (sintético) ou BioMac® (biodegradável), para evitar a fuga dos finos de solo e, ao mesmo tempo, ajudar o crescimento da vegetação.

Após a finalização do terramesh serão executadas o retaludamento. A hidrossemeadura será realizada após a fixação da tela metálica com biomanta sobre toda a face do talude com o uso de equipamentos hidráulicos para dispersar as sementes. Todas as espécies não indicadas para a preservação deverão ser suprimidas, recomenda-se se possível, que seja feito remanejamento destas espécies para locais determinados pelo departamento responsável. A hidrossemeadura é um procedimento de plantio que emprega o uso de equipamentos hidráulicos para dispersar uma suspensão espessa de sementes e água. A suspensão é dispersa sobre a terra com a utilização de um tanque do pulverizador que



normalmente é transportado por caminhão ou reboque ao local. Utilizar o mix 1 de sementes composto pelas seguintes espécies: Crotalária (Crotalaria Spectabilis/Crotalaria Juncea), capim gordura (Melinis Minutiflora), Andropogon (Andropogon Gayanus), sem Brachiaria em sua composição. Após, será executado o retângulo, que é um método inovador que ainda está se difundindo no meio da construção civil, e tem como objetivo conter taludes e encostas que estão ou sofreram problemas de deslizamentos ou escorregamentos de terra; pode ser utilizado para reforçar elementos estruturais ou até mesmo servir de sub-base para muros de divisa ou estruturas apoiadas diretamente no solo.

*Fabiola Batista Pires*

*Rachel Gonçalves Braga*

Eng. <sup>a</sup> Fabíola Batista Pires	Eng. <sup>a</sup> Rachel Gonçalves Braga
CREA 78.851/D	CREA 119.768/D