



**RODOANEL METROPOLITANO**  
DE BELO HORIZONTE

# Projeto de Modelagem do Processo para Concessão do Rodoanel da Região Metropolitana de BH

## Estudos de Engenharia - Contenções

### Resumo

Este documento contém a descrição e a quantificação das contenções resultantes da Alça Sudoeste do Projeto de Modelagem do Processo para Concessão do Rodoanel da Região Metropolitana de Belo Horizonte, a ser desenvolvido pela Secretaria de Estado de Infraestrutura e Mobilidade do Governo do Estado de Minas Gerais, em parceria com o Movimento Brasil Competitivo e a Accenture.

Novembro, 2020

## ÍNDICE

1.	CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	3
2.	DADOS DISPONÍVEIS.....	3
3.	SOLUÇÕES DE CONTENÇÕES ADOTADAS .....	3
3.1.	Cotensões de corte.....	3
3.1.1.	Solo grampeado .....	3
3.1.2.	Cortina atirantada .....	5
3.2.	Cotensões de aterro .....	6
3.2.1.	Muro de gabiões.....	7
3.2.2.	Solo reforçado (sistema Terra Armada ou similar) .....	7
4.	Custos estimados.....	15
5.	Considerações finais .....	17
	Anexo A – composição de custos .....	18
	Anexo B – Memorial quantitativo para solo grampeado e cortina atirantada; .....	24

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – Solução de solo grampeado: (a) seção típica; (b) vista frontal típica .....	5
Figura 2 – Solução de cortina atirantada: (a) seção típica; (b) vista frontal típica .....	6
Figura 3 – Solução de Muro de gabiões: seção típica .....	7
Figura 4 – Solo reforçado $H_{méd} = 4,0$ m: (a) seção típica; (b) vista frontal típica .....	8
Figura 5 – Solo reforçado $H_{méd} = 6,0$ m: (a) seção típica; (b) vista frontal típica .....	9
Figura 6 – Solo reforçado $H_{méd} = 8,0$ m: (a) seção típica; (b) vista frontal típica .....	10
Figura 7 – Solo reforçado $H_{méd} = 10,0$ m: (a) seção típica; (b) vista frontal típica .....	11
Figura 8 – Solo reforçado $H_{méd} = 12,0$ m: (a) seção típica; (b) vista frontal típica .....	12
Figura 9 – Solo reforçado $H_{méd} = 15,0$ m: (a) seção típica; (b) vista frontal típica .....	13
Figura 10 – Solo reforçado $H_{méd} = 24,0$ m: (a) seção típica; (b) vista frontal típica .....	14



Projeto de Contenções – Alça  
Sudoeste



**MINAS  
GERAIS**  
GOVERNO  
DIFERENTE.  
ESTADO  
EFICIENTE.

**accenture**consulting

**Data:** 30/10/2020

**Versão:** 01

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Custos estimados para alça sudoeste ..... 16

## 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este documento apresenta o memorial descritivo das soluções de contenção adotadas e quantificadas para a para a estimativa de custos na implantação do Rodoanel de Belo Horizonte – MG.

Neste documento não são contempladas contenções associadas a passagens inferiores (PIs) e contenções de emboque de túneis.

## 2. DADOS DISPONÍVEIS

Para a elaboração deste documento, foram disponibilizados os seguintes dados:

- Boletins das sondagens a percussão realizadas ao longo do Rodoanel em estudo
- Projeto geométrico do Rodoanel

## 3. SOLUÇÕES DE CONTENÇÕES ADOTADAS

Para a implantação do Rodoanel, serão necessárias contenções que visam evitar o desenvolvimento de taludes sobre algumas áreas edificadas, vias existentes ou projetadas. As contenções foram divididas em duas categorias, sendo as de corte e as de aterro.

### 3.1. Cotenções de corte

As contenções de corte foram previstas em regiões onde há necessidade de escavação para a sua implantação, sendo adotadas duas soluções, sendo o solo grampeado e a cortina atirantada.

#### 3.1.1. Solo grampeado

A solução de solo grampeado consiste em reforçar o solo com barras de aço e injeções de nata de cimento. Este sistema de solução tem uma funcionalidade passiva, isto é, o reforço será solicitado quando houver algum deslocamento do maciço.

O solo grampeado foi prevista com perfurações de 4", espalhada em malha 1,5 m x 1,5 m na projeção vertical. A inclinação do paramento seria de 3V:1H. Os grampos devem

**Projeto de Contenções – Alça Sudoeste**
**Data:** 30/10/2020

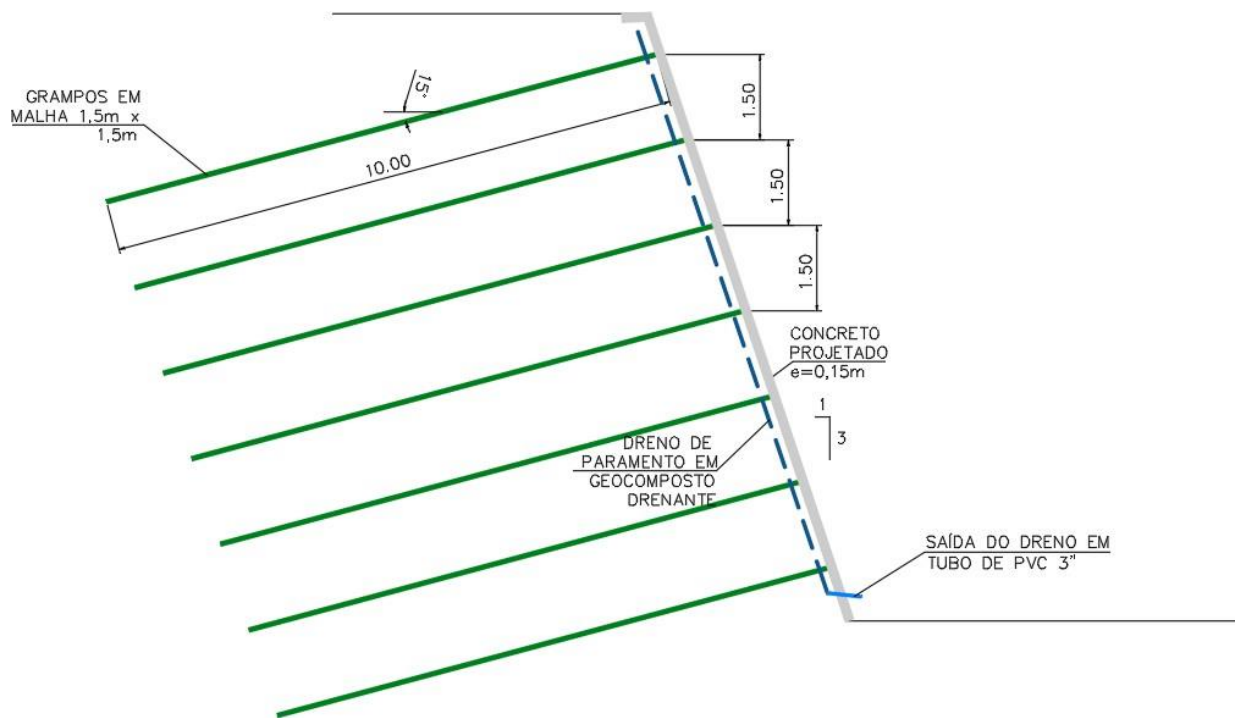
**Versão:** 01

ser em barra de aço CA-50 Ø20,0 mm. Cada perfuração deve ser preenchido com nata de cimento sob gravidade. Após a sua cura mínima, deverá ser realizada a injeção sob pressão através de tubos de PVC com válvulas manchete. A nata de cimento costuma ter um traço de água/cimento = 0,5.

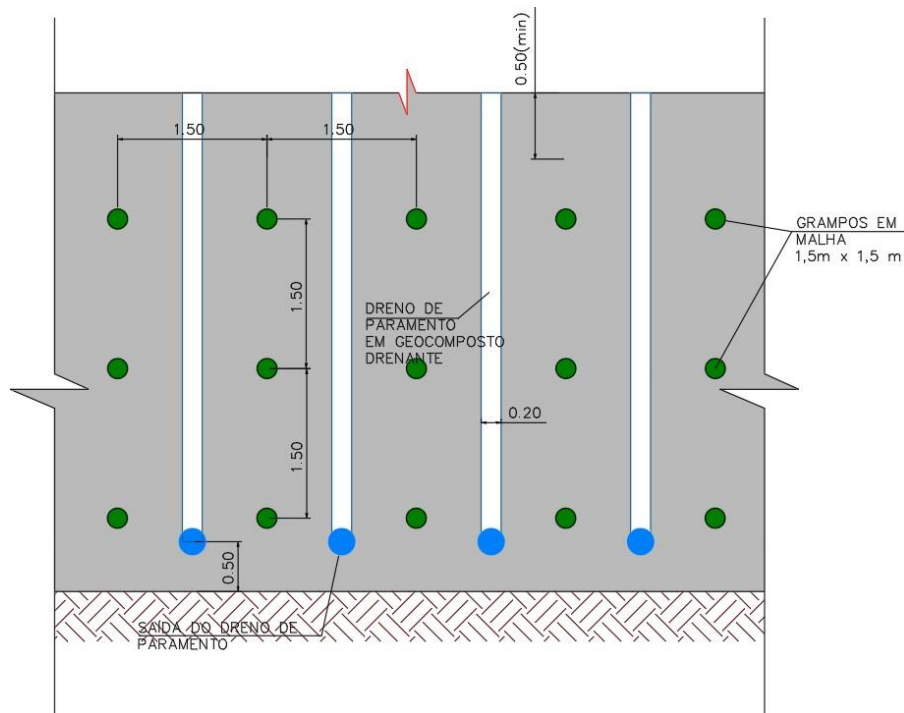
O paramento do solo grampeamento deverá ser executado em concreto projetado de  $f_{ck} \geq 30$  MPa, com espessura de 15 cm. Este deverá ser armado com tela de aço eletrossoldado CA-60, Q246 em duas camadas. Na quantificação, foi considerado um sobreconsumo de 10% devido às sobreposições necessárias.

O dreno de paramento é composto de geocomposto drenante com 20 cm de largura, posicionada verticalmente entre as colunas de grampos entre o solo escavado e o concreto projetado. O seu lançamento do tardo do concreto projetado para fora é realizada através tubos de PVC em forma de barbacãs.

A Figura 1 a seguir apresenta a seção típica da solução ora apresentada.



(a)



(b)  
**FIGURA 1 –SOLUÇÃO DE SOLO GRAMPEADO: (A)SEÇÃO TÍPICA; (B)VISTA FRONTAL TÍPICA**

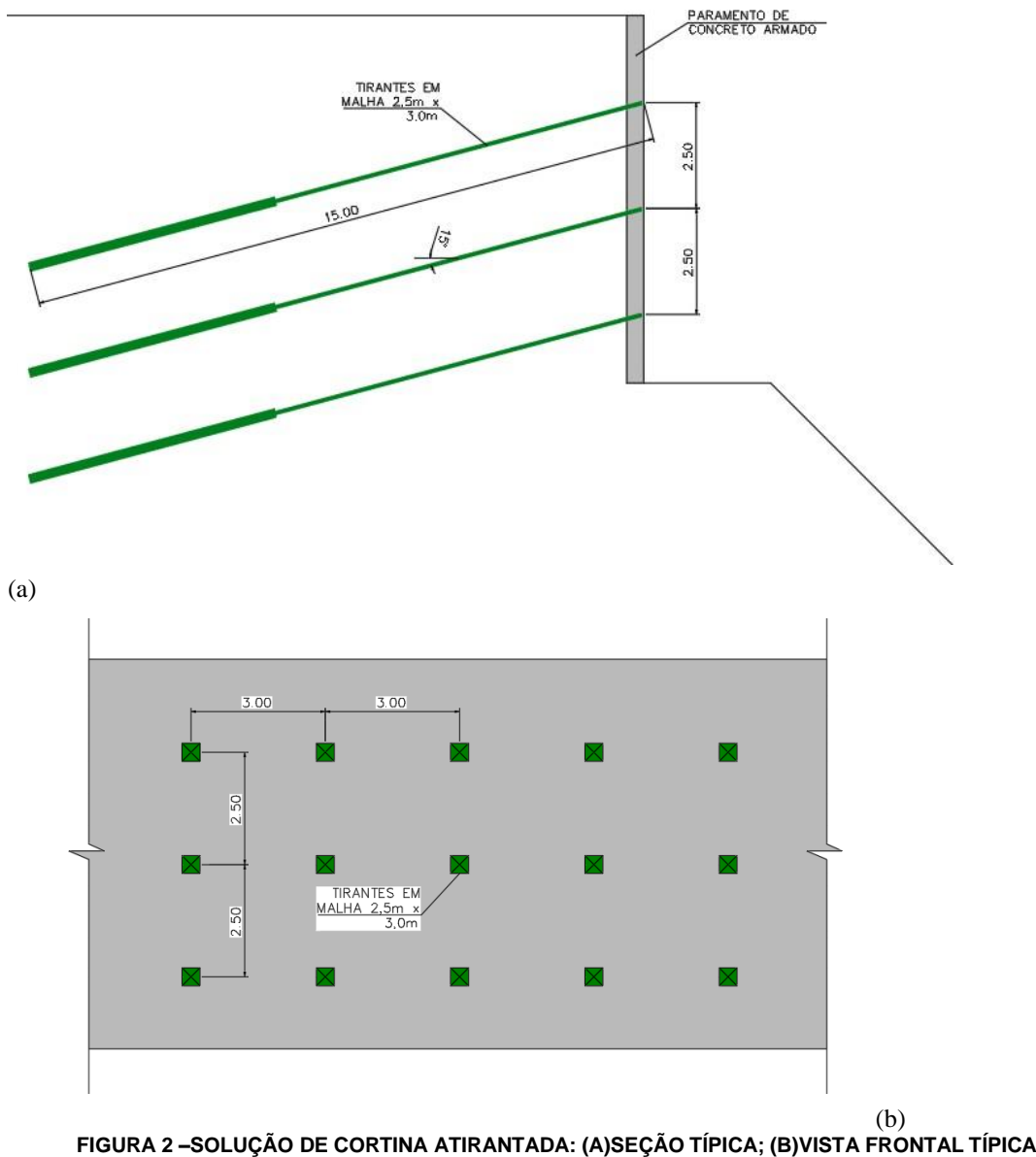
### 3.1.2. Cortina atirantada

A cortina atirantada foi prevista para trechos onde movimentações do maciço contido não são desejáveis, ancorando-se tirantes com cargas ativas.

Esta solução prevê a execução de tirantes de monobarra roscada para até 60 tf de carga de trabalho, distribuída em malha de 2,5 m (V):3,0 m (H). O comprimento médio previsto para os tirantes é de 15,0 m. A perfuração para tirantes deve ser de no mínimo Ø120 mm

O paramento deste sistema é vertical, com placas de concreto armado  $f_{ck} \geq 30$  MPa com 40,0 cm de espessura. A armadura foi prevista em taxa da ordem de 120 kg/m<sup>3</sup> de concreto.

Este sistema foi previsto para conter alturas da ordem de 10,0 m de altura.



### 3.2. Cotenções de aterro

As contenções de aterro predominam na execução do Rodoanel, com alturas variáveis de até 25 m. Assim, as soluções também foram diversificadas para as diferentes faixas de altura, conforme a seguir:

Para alturas da ordem de até 3,0 m, foi adotada a solução de muro de gabões

Para alturas médias a partir de 4,0 m, foi considerada a solução de solo reforçado com sistema de paramento em escama de concreto com fitas metálicas.

### 3.2.1. Muro de gabiões

Esta solução é composta de gabiões tipo caixa, preenchidos com pedras rachão em tamanhos especificados. A sua implantação é rápida por não necessitar de serviços de armação e concretagem.

Na sua implantação, foi prevista uma substituição do solo de fundação por aterro compactado com uma espessura da ordem de 1,0 m, visto a possibilidade da existência de solo de baixa capacidade de suporte na fundação.

No tardo dos gabiões, foi prevista a manta geotêxtil do tipo não tecido, visando evitar a erosão por carreamento de finos pelos vazios das pedras.

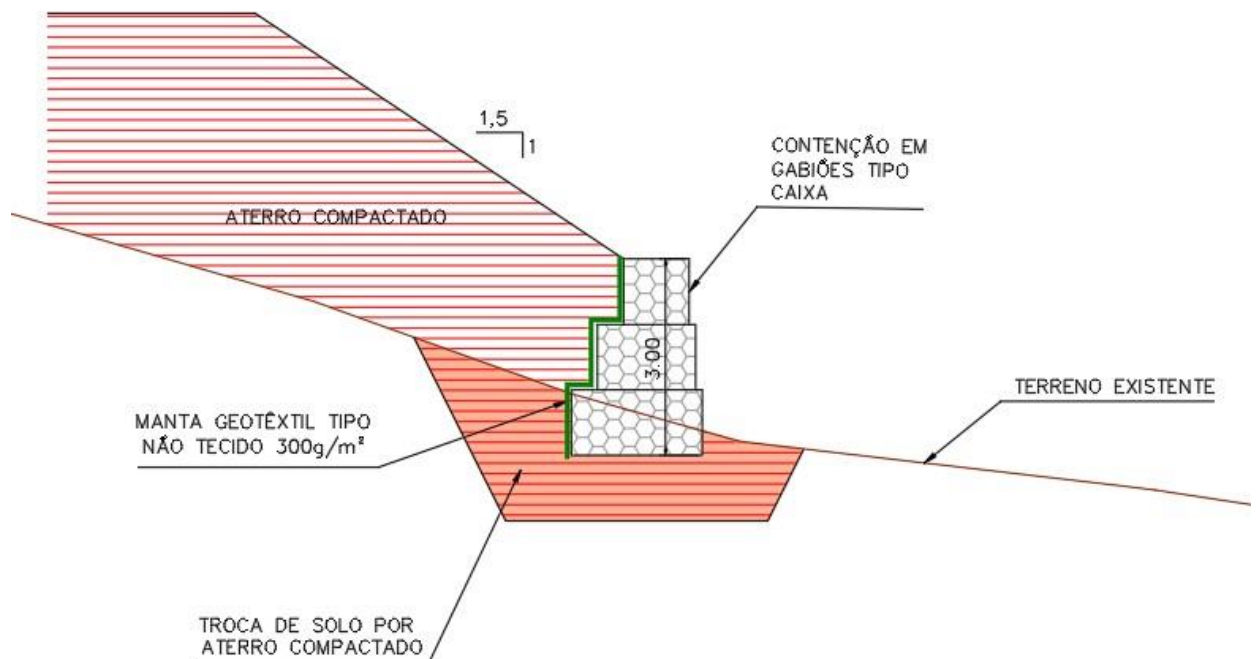


FIGURA 3 –SOLUÇÃO DE MURO DE GABIÕES: SEÇÃO TÍPICA

### 3.2.2. Solo reforçado (sistema Terra Armada ou similar)

Para contenções elevadas, soluções de estruturas flexíveis são mais apropriadas, visto as altas tensões envolvidas. Assim sendo, foi proposta a solução de solo reforçado, composto de paramento de escamas de concreto armado em formato cruciforme, associadas às fitas metálicas corrugadas. As fitas são envolvidas em aterro compactado, ancorando as escamas.

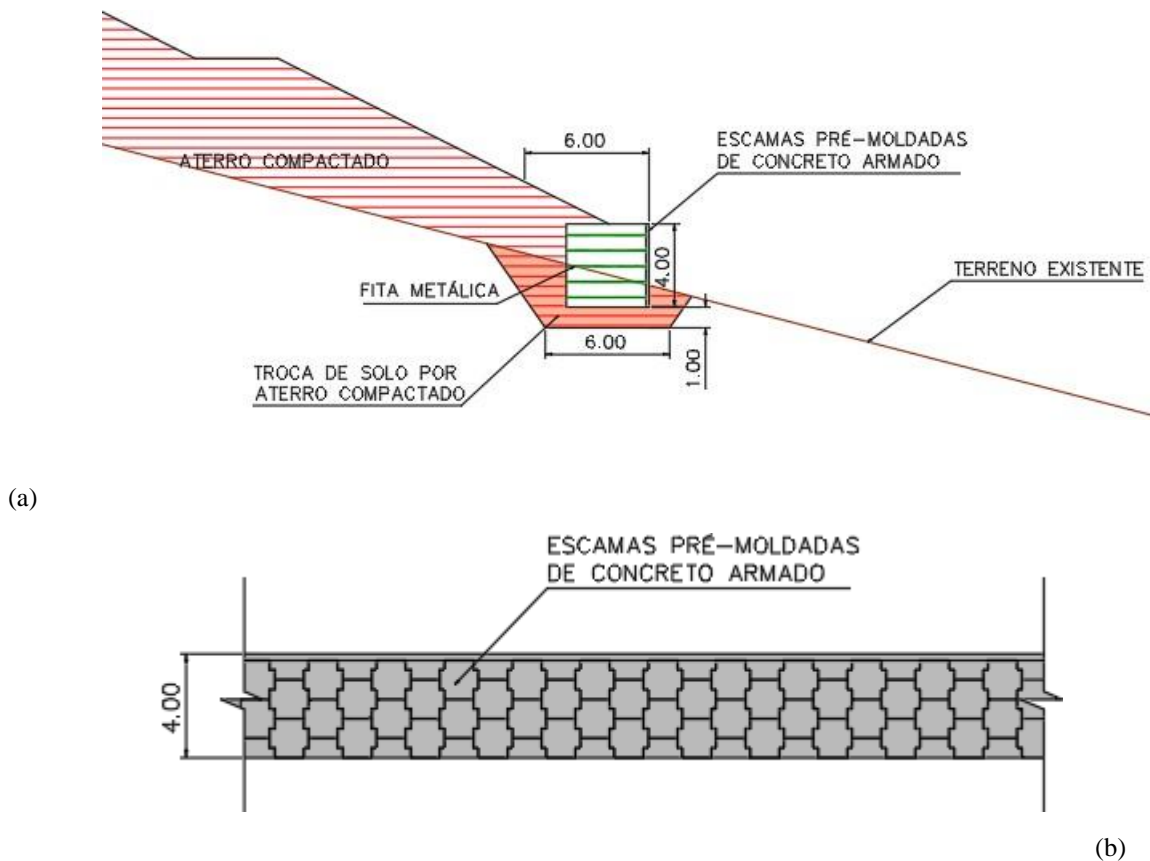
Neste estudo, este tipo de contenção foi quantificada linearmente, conforme a altura média estimada para cada trecho contido, sendo de 4,0 m, 6,0, 8,0 m, 10,0 m, 12,0 m, 15,0 m e 24,0 m.

A largura do sistema de contenção nesta fase de projeto foi estipulado como de igual dimensão da altura.

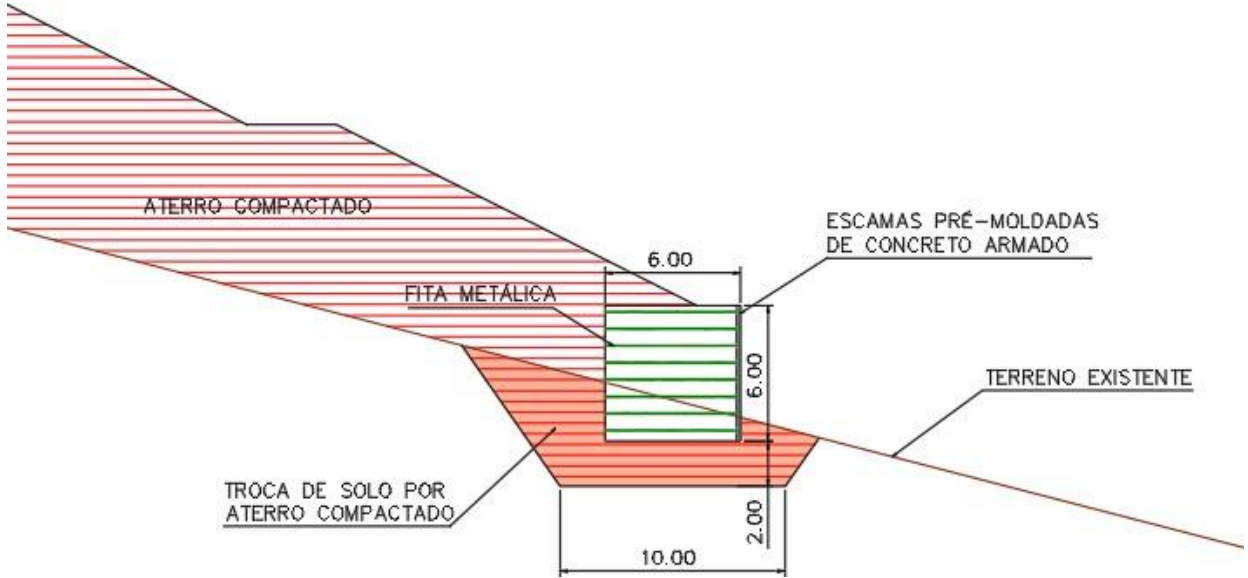
As fitas metálicas ficam densas conforme a altura da contenção para garantir a estabilidade interna, o que torna as contenções elevadas mais robustas e onerosas.

Para garantir uma condição de fundação adequada para estas contenções, foi prevista uma substituição de solo superficial por aterro compactado, de entre 1,0 m e 3,0 m de profundidade, a partir do apoio da base.

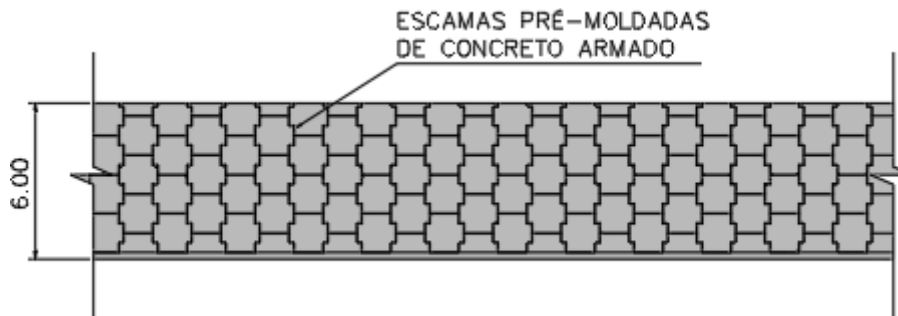
As Figuras a seguir apresentam esquematicamente as soluções para cada faixa de altura contida.



**FIGURA 4 –SOLO REFORÇADO HMÉD = 4,0 M: (A)SEÇÃO TÍPICA; (B)VISTA FRONTAL TÍPICA**

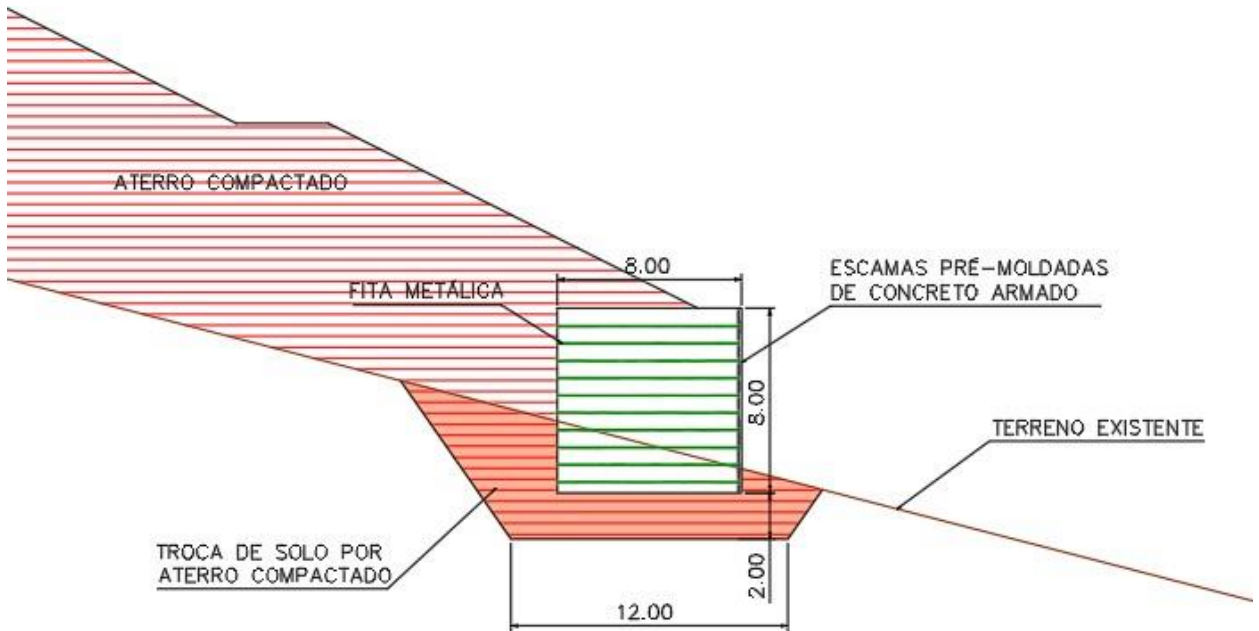


(a)

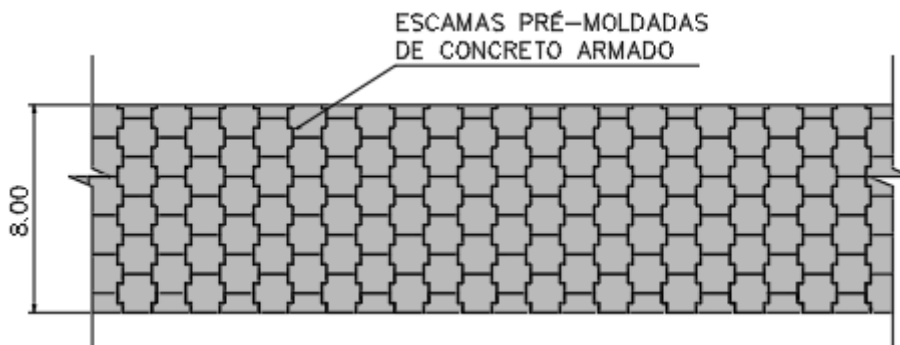


(b)

FIGURA 5 – SOLO REFORÇADO HMÉD = 6,0 M: (A) SEÇÃO TÍPICA; (B) VISTA FRONTAL TÍPICA

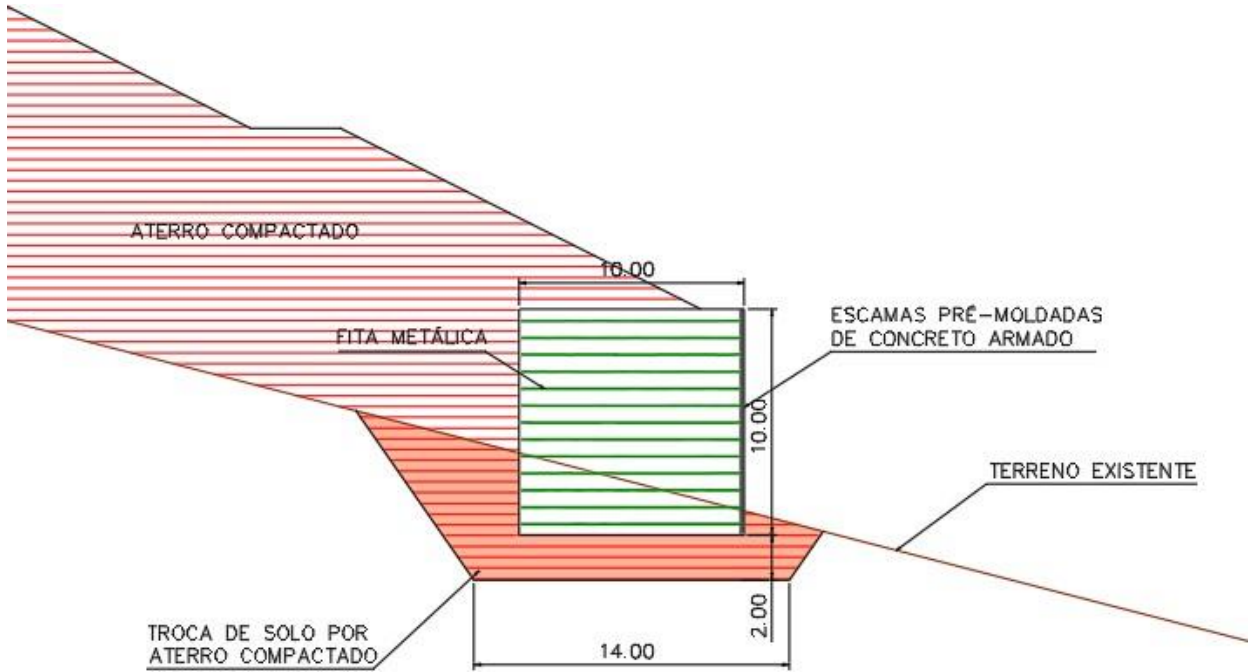


(a)

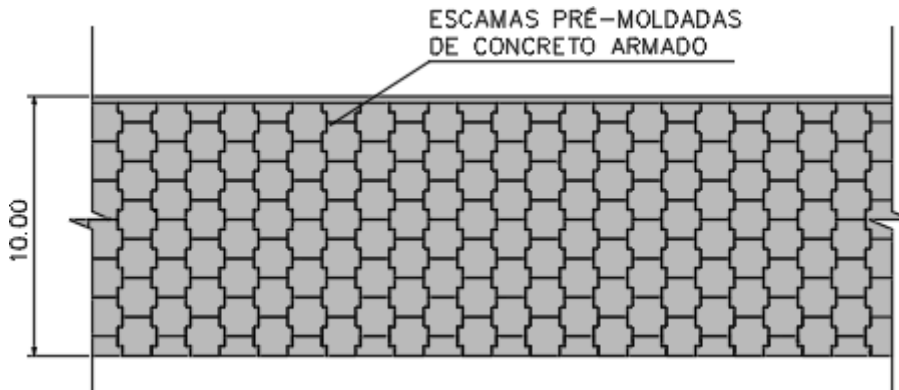


(b)

**FIGURA 6 – SOLO REFORÇADO HMÉD = 8,0 M: (A) SEÇÃO TÍPICA; (B) VISTA FRONTAL TÍPICA**

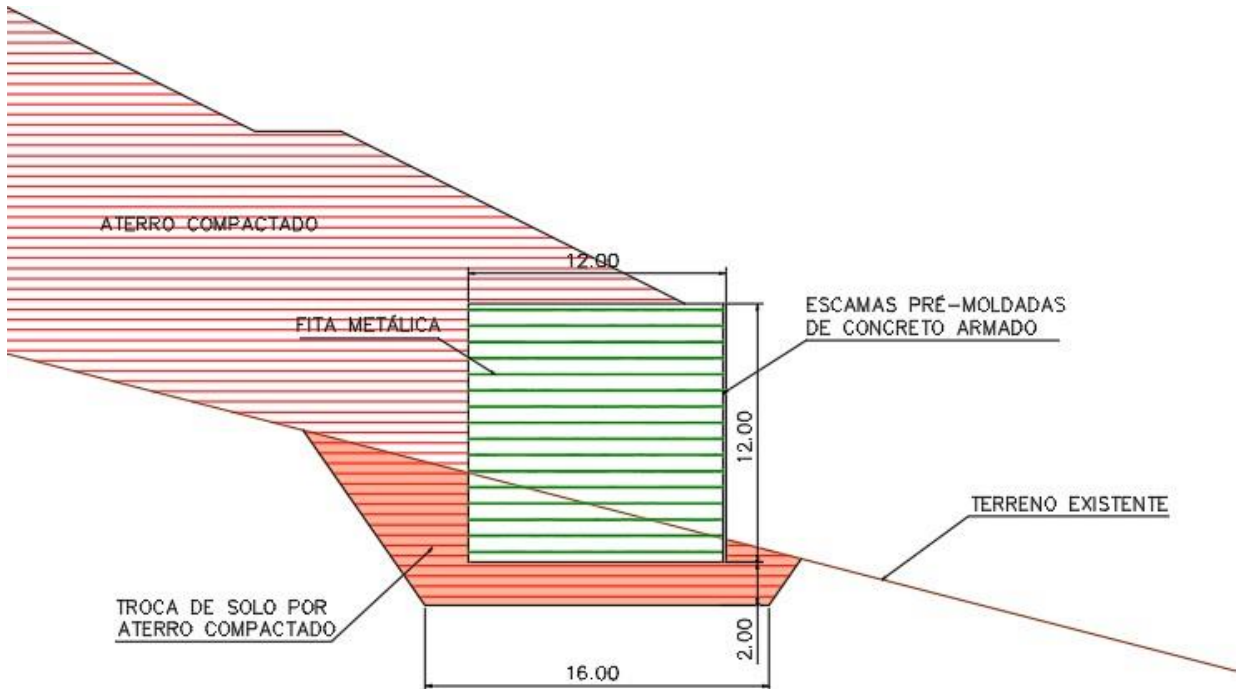


(a)

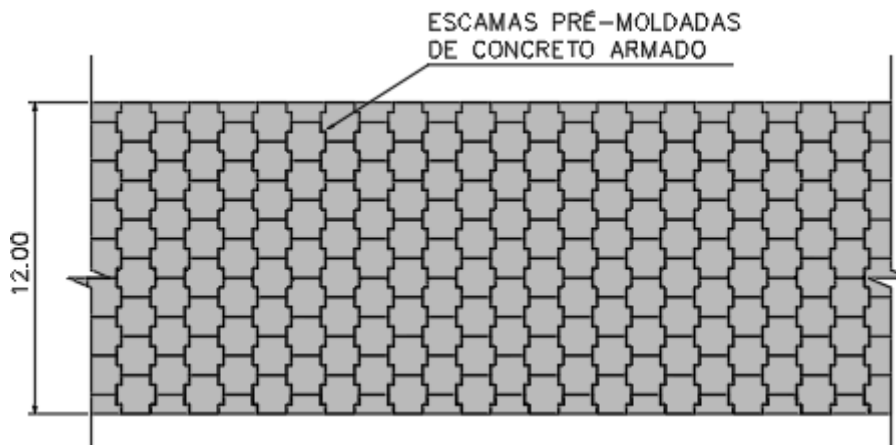


(b)

**FIGURA 7 – SOLO REFORÇADO HMÉD = 10,0 M: (A) SEÇÃO TÍPICA; (B) VISTA FRONTAL TÍPICA**

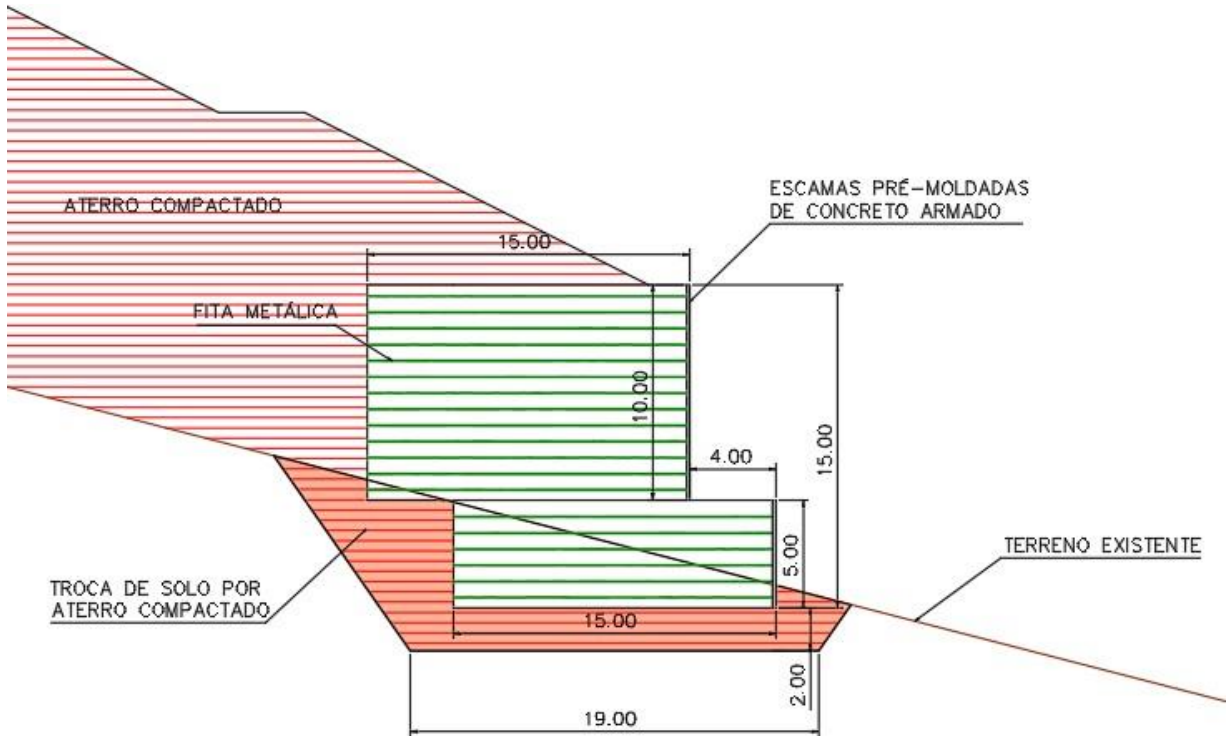


(a)

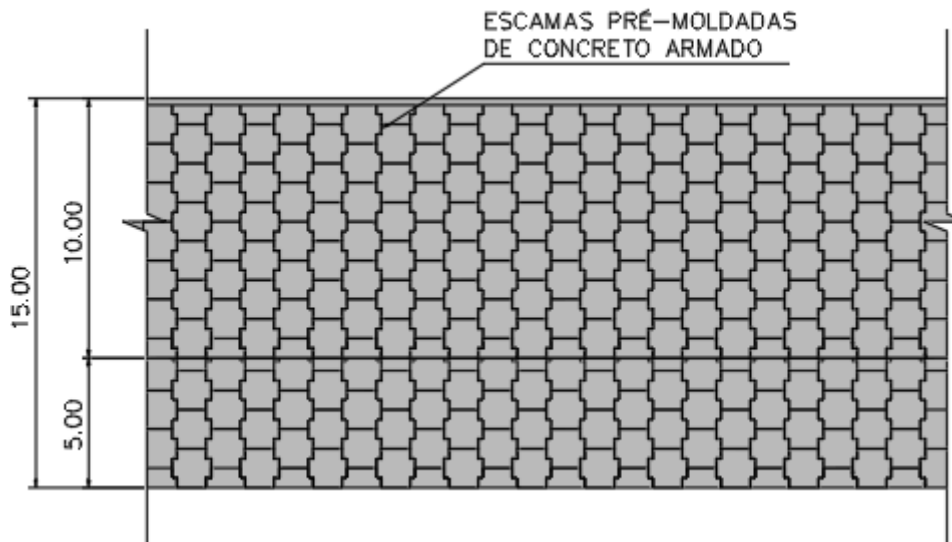


(b)

**FIGURA 8 – SOLO REFORÇADO HMÉD = 12,0 M: (A) SEÇÃO TÍPICA; (B) VISTA FRONTAL TÍPICA**

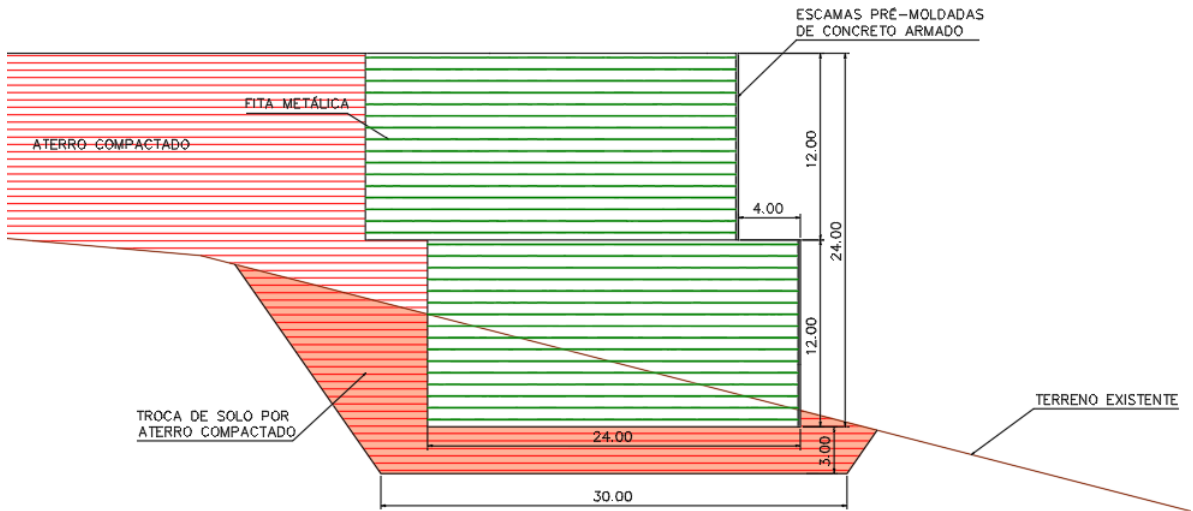


(a)

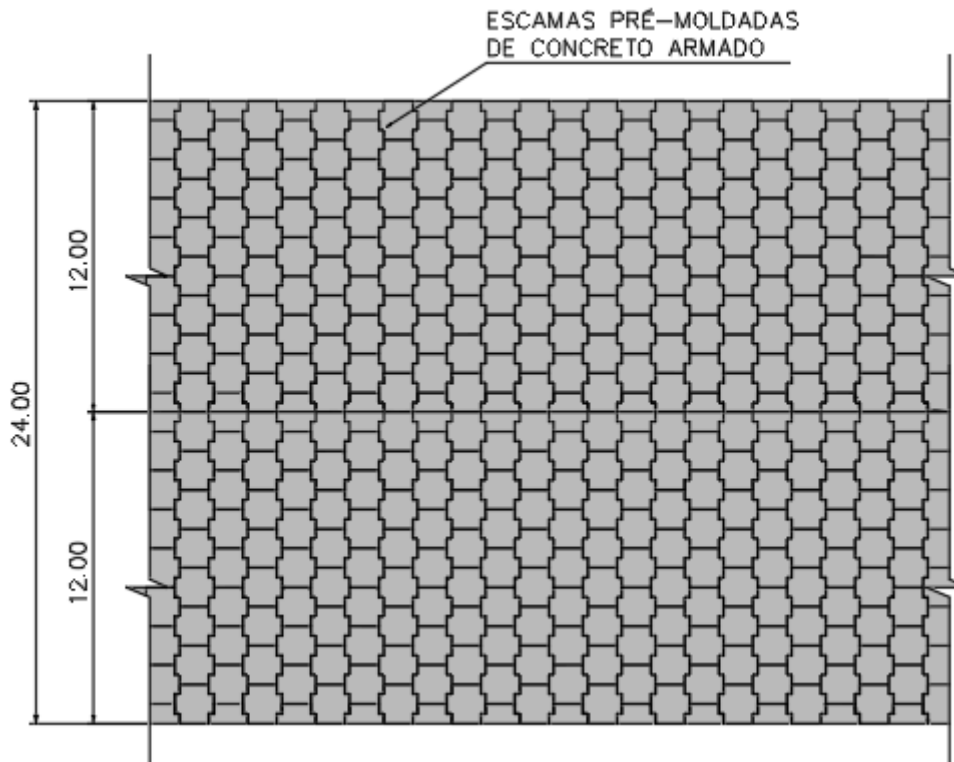


(b)

FIGURA 9 – SOLO REFORÇADO HMÉD = 15,0 M: (A) SEÇÃO TÍPICA; (B) VISTA FRONTAL TÍPICA



(a)



(b)

**FIGURA 10 – SOLO REFORÇADO HMÉD = 24,0 M: (A) SEÇÃO TÍPICA; (B) VISTA FRONTAL TÍPICA**

## **4. Custos estimados**

A partir as soluções descritas anteriormente foram estimados os custos do trecho do Rodoanel. Assim sendo, a Tabela 1 a seguir apresenta as características geométricas, soluções adotadas e os custos de cada contenção prevista para este projeto.

A composição de custos destas soluções estão apresentados no Anexo A.

Para o solo grampeado e a cortina atirantada, que têm os custos estimados por unidade de área, foram elaborados memoriais quantitativos para melhor elucidar a composição dos seus custos no Anexo B.

**Projeto de Contenções – Alça Sudoeste**

**Data:** 30/10/2020  
**Versão:** 01

**TABELA 1 – CUSTOS ESTIMADOS PARA ALÇA SUDOESTE**

**ALÇA SUL**

TRECHO/RAMO	ESTACAS			LADO TERRAPLENAGEM	EXTENSÃO (m)	ALTURA MÉDIA (m)	ÁREA CONTIDA	SOLUÇÃO	QDADE UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
	INÍCIO	FIM									
ANEL NORTE EIXO PRINCIPAL	52 +	0,0	62 +	0,0 D	ATERRO	260	15	3900 SOLO REFORÇADO	260 M	47.054,89	<b>12.234.271,40</b>
	62 +	0,0	64 +	10,0 D	ATERRO	50	12	600 SOLO REFORÇADO	50 M	30.973,54	<b>1.548.677,00</b>
	64 +	10,0	79 +	10,0 D	ATERRO	300	8	2400 SOLO REFORÇADO	300 M	12.959,15	<b>3.887.745,00</b>
	79 +	10,0	91 +	0,0 D	ATERRO	230	4	920 SOLO REFORÇADO	230 M	3.459,77	<b>795.747,10</b>
	91 +	0,0	95 +	0,0 D	ATERRO	80	12	960 SOLO REFORÇADO	80 M	30.973,54	<b>2.477.883,20</b>
	95 +	0,0	99 +	10,0 D	ATERRO	90	24	2160 SOLO REFORÇADO	90 M	115.839,04	<b>10.425.513,60</b>
	99 +	10,0	101 +	0,0 D	ATERRO	30	10	300 SOLO REFORÇADO	30 M	22.109,56	<b>663.286,80</b>
	101 +	0,0	110 +	0,0 D	ATERRO	180	4	720 SOLO REFORÇADO	180 M	3.459,77	<b>622.758,60</b>
	110 +	0,0	117 +	0,0 D	ATERRO	160	10	1600 SOLO REFORÇADO	160 M	22.109,56	<b>3.537.529,60</b>
	102 +	5,0	110 +	0,0 E	ATERRO	155	4	620 SOLO REFORÇADO	155 M	3.459,77	<b>536.264,35</b>
	110 +	0,0	117 +	0,0 E	ATERRO	160	10	1600 SOLO REFORÇADO	160 M	22.109,56	<b>3.537.529,60</b>
	141 +	0,0	145 +	10,0 D	ATERRO	110	15	1650 SOLO REFORÇADO	110 M	47.054,89	<b>5.176.037,90</b>
	145 +	10,0	147 +	10,0 D	ATERRO	60	8	480 SOLO REFORÇADO	60 M	12.959,15	<b>777.549,00</b>
	147 +	10,0	164 +	0,0 D	ATERRO	350	4	1400 SOLO REFORÇADO	350 M	3.459,77	<b>1.210.919,50</b>
	141 +	0,0	145 +	10,0 D	ATERRO	110	15	1650 SOLO REFORÇADO	110 M	47.054,89	<b>5.176.037,90</b>
	145 +	10,0	147 +	10,0 D	ATERRO	60	8	480 SOLO REFORÇADO	60 M	12.959,15	<b>777.549,00</b>
	147 +	10,0	156 +	0,0 D	ATERRO	190	4	760 SOLO REFORÇADO	190 M	3.459,77	<b>657.356,30</b>
INTERSEÇÃO 2 (VIA EXPRESSA RAMO 2200 BETIM)	2227 +	15,0	2239 +	0,0 D	ATERRO	245	10	2450 SOLO REFORÇADO	245 M	22.109,56	<b>5.416.842,20</b>
ANEL SUL EIXO PRINCIPAL	2227 +	15,0	2238 +	0,0 E	ATERRO	225	8	1800 SOLO REFORÇADO	225 M	12.959,15	<b>2.915.808,75</b>
	0 +	0,0	7 +	0,0 D	CORTE	140	10	1400 SOLO GRAMPEADO	1400 M2	399,22	<b>558.909,60</b>
ANEL SUL EIXO PRINCIPAL	0 +	0,0	7 +	0,0 E	CORTE	140	10	1400 SOLO GRAMPEADO	1400 M2	399,22	<b>558.909,60</b>
	201 +	6,3	205 +	3,0 E	ATERRO	76,7	6	460,2 SOLO REFORÇADO	76,7 M	6.784,41	<b>520.363,86</b>
	488 +	0,0	495 +	15,0 D	ATERRO	155	10	1550 SOLO REFORÇADO	155 M	22.109,56	<b>3.426.981,80</b>
	514 +	12,4	516 +	10,0 D	ATERRO	76	8	608 SOLO REFORÇADO	76 M	12.959,15	<b>984.895,40</b>
	514 +	12,4	520 +	0,0 E	ATERRO	130	8	1040 SOLO REFORÇADO	130 M	12.959,15	<b>1.684.689,50</b>
ANEL SUL EIXO PRINCIPAL	570 +	15,0	577 +	15,0 E	CORTE	118	10	1180 CORTINA ATIRANTADA	1180 M2	1.147,70	<b>1.354.282,07</b>
	649 +	0,0	651 +	18,0 E	ATERRO	72	4	288 SOLO REFORÇADO	72 M	3.459,77	<b>249.103,44</b>
	15 +	10,0	18 +	10,0 D	ATERRO	145	10	1450 SOLO REFORÇADO	145 M	22.109,56	<b>3.205.886,20</b>
INTERSEÇÃO 4 (BR-040)	28 +	0,0	28 +	0,0 D	ATERRO	25	10	250 SOLO REFORÇADO	25 M	22.109,56	<b>552.739,00</b>
	7 +	0,0	10 +	0,0 E	ATERRO	68	8	544 SOLO REFORÇADO	68 M	12.959,15	<b>881.222,20</b>
	11 +	10,0	14 +	15,0 E	ATERRO	80	8	640 SOLO REFORÇADO	80 M	12.959,15	<b>1.036.732,00</b>
	10 +	0,0	15 +	0,0 E	ATERRO	100	3	300 MURO DE GABIÕES	100 M	1.718,47	<b>171.846,50</b>
										<b>TOTAL</b>	<b>77.561.867,96</b>

## 5. Considerações finais

As soluções apontadas neste documento visam estimar os custos para a implantação das contenções no Rodoanel de Belo Horizonte a nível de projeto funcional. Nas fases seguintes de projeto, deverão ser executadas sondagens e demais ensaios geotécnicos julgados necessários para permitir um devido dimensionamento, com o refino das soluções aqui apresentadas.

**Anexo A – Composição de custos;**

**Anexo B – Memorial quantitativo para solo grampeado e cortina atirantada;**

## Anexo A – composição de custos

### SOLO REFORÇADO - TERRA ARMADA Hméd = 24 m, custo linear

item	órgão	Cód	Serviço	unidade	quant	c. unit (R\$)	c. total (R\$)
<b>PREPARO DO TERRENO E DA FUNDAÇÃO</b>							
1.1	DER-MG	RO-40218	ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALAS EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA (EXECUÇÃO, INCLUINDO REMOÇÃO PARA FORA DO LEITO ESTRADAL)	M3	270,00	6,03	1.628,10
1.2	DER-MG	RO-40239	APILOAMENTO DE FUNDO DE VALAS	M2	30,00	3,16	94,80
1.3	DER-MG	ED-51098	ATERRO COMPACTADO COM ROLO VIBRATÓRIO A 95% DO P.N.	M3	170,00	1,19	202,30
						<b>TOTAL</b>	<b>1.925,20</b>
<b>MURO</b>							
2.1	SICRO	5406042	Muro de escama de concreto armado em solo reforçado com fita metálica com altura de 10,0 a 12 m - tipo 2 - areia extraída e brita produzida	m²	24,00	299,45	7.186,80
2.2	SICRO	5406046	Aterro compactado em solo reforçado com fita metálica galvanizada - taxa 14,88 kg/m³ - material de jazida	M3	576,00	185,29	106.727,04
						<b>TOTAL</b>	<b>113.913,84</b>
<b>TOTAL LINEAR</b>							<b>115.839,04</b>

### SOLO REFORÇADO - TERRA ARMADA Hméd = 15 m, custo linear

item	órgão	Cód	Serviço	unidade	quant	c. unit (R\$)	c. total (R\$)
<b>PREPARO DO TERRENO E DA FUNDAÇÃO</b>							
1.1	DER-MG	RO-40218	ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALAS EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA (EXECUÇÃO, INCLUINDO REMOÇÃO PARA FORA DO LEITO ESTRADAL)	M3	120,00	6,03	723,60
1.2	DER-MG	RO-40239	APILOAMENTO DE FUNDO DE VALAS	M2	19,00	3,16	60,04
1.3	DER-MG	ED-51098	ATERRO COMPACTADO COM ROLO VIBRATÓRIO A 95% DO P.N.	M3	75,00	1,19	89,25
						<b>TOTAL</b>	<b>872,89</b>
<b>MURO</b>							
2.1	SICRO	5406042	Muro de escama de concreto armado em solo reforçado com fita metálica com altura de 10,0 a 12 m - tipo 2 - areia extraída e brita produzida	m²	15,00	299,45	4.491,75
2.2	SICRO	5406046	Aterro compactado em solo reforçado com fita metálica galvanizada - taxa 14,88 kg/m³ - material de jazida	M3	225,00	185,29	41.690,25
						<b>TOTAL</b>	<b>46.182,00</b>
<b>TOTAL LINEAR</b>							<b>47.054,89</b>

**SOLO REFORÇADO - TERRA ARMADA Hméd = 12 m, custo linear**

item	órgão	Cód	Serviço	unidade	quant	c. unit (R\$)	c. total (R\$)
<b>PREPARO DO TERRENO E DA FUNDAÇÃO</b>							
1.1	DER-MG	RO-40218	ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALAS EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA (EXECUÇÃO, INCLUINDO REMOÇÃO PARA FORA DO LEITO ESTRADAL)	M3	95,00	6,03	572,85
1.2	DER-MG	RO-40239	APILOAMENTO DE FUNDO DE VALAS	M2	16,00	3,16	50,56
1.3	DER-MG	ED-51098	ATERRO COMPACTADO COM ROLO VIBRATÓRIO A 95% DO P.N.	M3	63,00	1,19	74,97
						<b>TOTAL</b>	<b>698,38</b>
<b>MURO</b>							
2.1	SICRO	5406042	Muro de escama de concreto armado em solo reforçado com fita metálica com altura de 10,0 a 12 m - tipo 2 - areia extraída e brita produzida	m²	12,00	299,45	3.593,40
2.2	SICRO	5406046	Aterro compactado em solo reforçado com fita metálica galvanizada - taxa 14,88 kg/m³ - material de jazida	M3	144,00	185,29	26.681,76
						<b>TOTAL</b>	<b>30.275,16</b>
<b>TOTAL LINEAR</b>							<b>30.973,54</b>

**SOLO REFORÇADO - TERRA ARMADA Hméd = 10 m, custo linear**

item	órgão	Cód	Serviço	unidade	quant	c. unit (R\$)	c. total (R\$)
<b>PREPARO DO TERRENO E DA FUNDAÇÃO</b>							
1.1	DER-MG	RO-40218	ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALAS EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA (EXECUÇÃO, INCLUINDO REMOÇÃO PARA FORA DO LEITO ESTRADAL)	M3	79,00	6,03	476,37
1.2	DER-MG	RO-40239	APILOAMENTO DE FUNDO DE VALAS	M2	14,00	3,16	44,24
1.3	DER-MG	ED-51098	ATERRO COMPACTADO COM ROLO VIBRATÓRIO A 95% DO P.N.	M3	55,00	1,19	65,45
						<b>TOTAL</b>	<b>586,06</b>
<b>MURO</b>							
2.1	SICRO	5406042	Muro de escama de concreto armado em solo reforçado com fita metálica com altura de 10,0 a 12 m - tipo 2 - areia extraída e brita produzida	m²	10,00	299,45	2.994,50
2.2	SICRO	5406046	Aterro compactado em solo reforçado com fita metálica galvanizada - taxa 14,88 kg/m³ - material de jazida	M3	100,00	185,29	18.529,00
						<b>TOTAL</b>	<b>21.523,50</b>
<b>TOTAL LINEAR</b>							<b>22.109,56</b>

**SOLO REFORÇADO - TERRA ARMADA Hméd = 8 m, custo linear**

item	órgão	Cód	Serviço	unidade	quant	c. unit (R\$)	c. total (R\$)
<b>PREPARO DO TERRENO E DA FUNDAÇÃO</b>							
1.1	DER-MG	RO-40218	ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALAS EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA (EXECUÇÃO, INCLUINDO REMOÇÃO PARA FORA DO LEITO ESTRADAL)	M3	65,00	6,03	391,95
1.2	DER-MG	RO-40239	APILOAMENTO DE FUNDO DE VALAS	M2	12,00	3,16	37,92
1.3	DER-MG	ED-51098	ATERRO COMPACTADO COM ROLO VIBRATÓRIO A 95% DO P.N.	M3	48,00	1,19	57,12
						<b>TOTAL</b>	<b>486,99</b>
<b>MURO</b>							
2.1	SICRO	5406030	Muro de escama de concreto armado em solo reforçado com fita metálica com altura de 8,0 a 10 m - tipo 2 - areia e brita comerciais	M2	8,00	313,66	2.509,28
2.2	SICRO	5406044	Aterro compactado em solo reforçado com fita metálica galvanizada - taxa 12,40 kg/m³ - material de jazida	m³	64,00	155,67	9.962,88
						<b>TOTAL</b>	<b>12.472,16</b>
<b>TOTAL LINEAR</b>							<b>12.959,15</b>

**SOLO REFORÇADO - TERRA ARMADA Hméd = 6 m, custo linear**

item	órgão	Cód	Serviço	unidade	quant	c. unit (R\$)	c. total (R\$)
<b>PREPARO DO TERRENO E DA FUNDAÇÃO</b>							
1.1	DER-MG	RO-40218	ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALAS EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA (EXECUÇÃO, INCLUINDO REMOÇÃO PARA FORA DO LEITO ESTRADAL)	M3	51,00	6,03	307,53
1.2	DER-MG	RO-40239	APILOAMENTO DE FUNDO DE VALAS	M2	10,00	3,16	31,60
1.3	DER-MG	ED-51098	ATERRO COMPACTADO COM ROLO VIBRATÓRIO A 95% DO P.N.	M3	40,50	1,19	48,20
						<b>TOTAL</b>	<b>387,33</b>
<b>MURO</b>							
2.1	SICRO	5406036	Muro de escama de concreto armado em solo reforçado com fita metálica com altura de 4,0 a 6 m - tipo 2 - areia extraída e brita produzida	m²	6,00	309,82	1.858,92
2.2	SICRO	5406043	Aterro compactado em solo reforçado com fita metálica galvanizada - taxa 9,92 kg/m³ - material de jazida	m³	36,00	126,06	4.538,16
						<b>TOTAL</b>	<b>6.397,08</b>
<b>TOTAL LINEAR</b>							<b>6.784,41</b>

**SOLO REFORÇADO - TERRA ARMADA Hméd = 4 m, custo linear**

item	órgão	Cód	Serviço	unidade	quant	c. unit (R\$)	c. total (R\$)
<b>PREPARO DO TERRENO E DA FUNDAÇÃO</b>							
1.1	DER-MG	RO-40218	ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALAS EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA (EXECUÇÃO, INCLUINDO REMOÇÃO PARA FORA DO LEITO ESTRADAL)	M3	22,00	6,03	132,66
1.2	DER-MG	RO-40239	APILOAMENTO DE FUNDO DE VALAS	M2	10,00	3,16	31,60
1.3	DER-MG	ED-51098	ATERRO COMPACTADO COM ROLO VIBRATÓRIO A 95% DO P.N.	M3	33,00	1,19	39,27
						<b>TOTAL</b>	<b>203,53</b>
<b>MURO</b>							
2.1	SICRO	5406036	Muro de escama de concreto armado em solo reforçado com fita metálica com altura de 4,0 a 6 m - tipo 2 - areia extraída e brita produzida	m³	4,00	309,82	1.239,28
2.2	SICRO	5406043	Aterro compactado em solo reforçado com fita metálica galvanizada - taxa 9,92 kg/m³ - material de jazida	m³	16,00	126,06	2.016,96
						<b>TOTAL</b>	<b>3.256,24</b>
<b>TOTAL LINEAR</b>							<b>3.459,77</b>

**MURO DE GABIÕES Hméd = 3 m, custo linear**

item	órgão	Cód	Serviço	unidade	quant	c. unit (R\$)	c. total (R\$)
<b>PREPARO DO TERRENO E DA FUNDAÇÃO</b>							
1.1	DER-MG	RO-40218	ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALAS EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA (EXECUÇÃO, INCLUINDO REMOÇÃO PARA FORA DO LEITO ESTRADAL)	M3	7,50	6,03	45,23
1.2	DER-MG	RO-40239	APILOAMENTO DE FUNDO DE VALAS	M2	4,00	3,16	12,64
1.3	DER-MG	ED-51098	ATERRO COMPACTADO COM ROLO VIBRATÓRIO A 95% DO P.N.	M3	6,50	1,19	7,74
						<b>TOTAL</b>	<b>65,60</b>
<b>MURO</b>							
2.1	DER-MG	RO-40230	MURO DE ARRIMO EM GABIÃO CAIXA, TELA GALVANIZADA (EXECUÇÃO, INCLUINDO FORNECIMENTO DE TODOS OS MATERIAIS)	M3	4,5	333,65	1.501,43
2.2	DER-MG	RO-40238	COMPACTAÇÃO MANUAL DE ATERROS	M3	6	21,98	131,88
2.3	DER-MG	RO-40981	MANTA GEOTÊXTIL NÃO TECIDA, A/300, OP/30 OU SIMILAR, RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DE 21 KN/M2 (EXECUÇÃO, INCLUINDO FORNECIMENTO, TRANSPORTE E COLOCAÇÃO)	M2	4	4,89	19,56
						<b>TOTAL</b>	<b>1.652,87</b>
<b>TOTAL LINEAR</b>							<b>1.718,47</b>

## SOLO GRAMPEADO, custo por m2

item	órgão	Cód	Serviço	unidade	quant	c. unit (R\$)	c. total (R\$)
<b>SOLO GRAMPEADO</b>							
1.1	SICRO	5605896	Grampo de aço CA-50 D = 20 mm para solo grampeado com capacidade de 80 kN - fornecimento, perfuração e instalação	m	4,44	48,16	214,04
1.2	SICRO	1207719	Concreto projetado via seca fck = 30 MPa aplicado em superfícies inclinadas e verticais	m3	0,16	727,74	115,07
1.3	SICRO	5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m <sup>3</sup> - rodovia pavimentada (areia)	tkm	14,88	0,39	5,80
1.4	SICRO	5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m <sup>3</sup> - rodovia pavimentada (brita)	tkm	9,14	0,39	3,56
1.5	SICRO	5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada (cimento)	tkm	4,71	0,39	1,84
1.6	SICRO	408067	Tela de aço eletrosoldada - fornecimento, preparo e colocação	kg	9,07	6,15	55,76
1.7	SICRO	M0107	GEOCOMPOSTO PARA DRENAGEM	M2	0,14	15,46	2,16
1.8	SICRO	2003821	Dreno tipo barbacã - DRB 02 - D = 50 mm em estrutura de contenção de encosta - excluso o tubo de drenagem	unid	0,07	11,00	0,77
1.9	SICRO	M1656	Tubo de PVC esgoto - D = 75 mm	m	0,03	6,28	0,21
						<b>TOTAL</b>	<b>399,22</b>

**CORTINA ATIRANTADA, custo por m2**

item	órgão	Cód	Serviço	unidade	quant	c. unit (R\$)	c. total (R\$)
<b>CORTINA ATIRANTADA</b>							
1.1	DER-MG	RO-41614	FORMAS PLANAS DE MADEIRA DE PINHO DE 3ª (EXECUÇÃO, INCLUINDO DESFORMA, FORNECIMENTO E TRANSPORTE DE TODOS OS MATERIAIS)	M2	1,00	46,61	<b>46,61</b>
1.2	DER-MG	RO-41387	ARMAÇÃO DE AÇO TIPO CA-50 (EXECUÇÃO, INCLUINDO PREPARO, DOBRAGEM, COLOCAÇÃO NAS FORMAS E TRANSPORTE DE TODOS OS MATERIAIS)	KG	48,00	7,31	<b>350,88</b>
1.3	DER-MG	RO-41633	CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND, FCK >= 30,0 MPA (EXECUÇÃO, INCLUINDO O FORNECIMENTO E TRANSPORTE DOS AGREGADOS)	M3	0,40	399,53	<b>159,81</b>
1.4	SICRO	5605938	Perfuração para tirantes em material de 1ª categoria com diâmetro de até 120 mm	M	2,00	14,72	<b>29,44</b>
1.5	SICRO	5605966	Tirante permanente protendido INCO 60D D = 53mm, com capacidade de 600 kN - exceto perfuração	m	2,00	252,35	<b>504,70</b>
1.6	SICRO	605949	Ancoragem de tirante de barra de aço de D = 53mm com grouteamento da cabeça	unid	0,13	421,91	<b>56,25</b>
						<b>TOTAL</b>	<b>1.147,70</b>

## Anexo B – Memorial quantitativo para solo grampeado e cortina atirantada;

SOLO GRAMPEADO					
1.1	SICRO	5605896	Grampo de aço CA-50 D = 20 mm para solo grampeado com capacidade de 80 kN - fornecimento, perfuração e instalação	<b>4,44</b>	<b>m/m<sup>2</sup></b>
			a área de influência do grampo na projeção vertical (1,5x1,5)	2,25	m <sup>2</sup>
			b comprimento unitário estimado do grampo	10	m
			c densidade do grampo por metro quadrado a/b	4,44	m/m <sup>2</sup>
1.2	SICRO	1207719	Concreto projetado via seca fck = 30 MPa aplicado em superfícies inclinadas e verticais	<b>0,158</b>	<b>m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup></b>
			a inclinação do paramento em relação a vertical	18	°
			b área do paramento em relação a área da projeção vertical	1,05	
			c espessura do concreto projetado	0,15	cm
			d volume de concreto projetado por metro quadrado da projeção vertical b*c	0,158	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
1.3	SICRO	5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m <sup>3</sup> - rodovia pavimentada (areia)	<b>14,876</b>	<b>tkm</b>
			a concreto necessário na projeção, incluindo perdas	1,42	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
			b areia por metro cúbico do concreto	1,10	t/m <sup>3</sup>
			c areia necessária, incluindo perdas a*b	1,568	t/m <sup>3</sup>
			d volume de concreto projetado por metro quadrado na projeção vertical (vide item 1.2)	0,158	m <sup>3</sup>
			e peso da areia por m <sup>2</sup> de paramento acabado c*d	0,248	t
			f distância da jazida de areia	60,000	km
			g momento de transporte por m <sup>2</sup> de paramento acabado e*f	14,876	tkm
1.4	SICRO	5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m <sup>3</sup> - rodovia pavimentada (brita)	<b>9,138</b>	<b>tkm</b>
			a concreto necessário na projeção, incluindo perdas	1,42	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
			b pedra por metro cúbico do concreto	0,87	t/m <sup>3</sup>
			c pedra necessária, incluindo perdas a*b	1,228	t/m <sup>3</sup>
			d volume de concreto projetado por metro quadrado na projeção vertical (vide item 1.2)	0,248	m <sup>3</sup>
			e peso da pedra por m <sup>2</sup> de paramento acabado c*d	0,305	t
			f distância da jazida de pedra	30,000	km
			g momento de transporte por m <sup>2</sup> de paramento acabado e*f	9,138	tkm
1.5	SICRO	5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada (cimento)	<b>4,713</b>	<b>tkm</b>
			a concreto necessário na projeção, incluindo perdas	1,42	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
			b cimento por metro cúbico do concreto	0,36	t/m <sup>3</sup>
			c cimento necessário, incluindo perdas a*b	0,516	t/m <sup>3</sup>
			d volume de concreto projetado por metro quadrado na projeção vertical (vide item 1.2)	0,305	m <sup>3</sup>
			e peso do cimento por m <sup>2</sup> de paramento acabado c*d	0,157	t
			f distância de frete do cimento	30,000	km
			g momento de transporte por m <sup>2</sup> de paramento acabado e*f	4,713	tkm

1.3	SICRO	408067	Tela de aço eletrosoldada - fornecimento, preparo e colocação	<b>9,067</b>	<b>kg/m2</b>
			a densidade do aço CA-60 Q246	3,91	kg/m2
			b densidade da armadura no concreto projetado, considerando a inclinação do paramento e 10% de sobreposição (2*a*1,05*1,1)	9,07	kg/m2
1.4	SICRO	M0107	GEOCOMPOSTO PARA DRENAGEM	<b>0,14</b>	<b>m2/m2</b>
			a proporção da área coberto pelo geocomposto: 0,2/1,5	0,133	m2/m2
			b área do geocomposto na projeção vertical a*1,05	0,14	m2/m2
1.5	SICRO	2003821	Dreno tipo barbacã - DRB 02 - D = 50 mm em estrutura de contenção de encosta - exceto o tubo de drenagem	<b>0,07</b>	<b>unid/m2</b>
			a densidade do barbacã no paramento 1unid / 15m2	0,07	unid/m2
1.6	SICRO	M1656	Tubo de PVC esgoto - D = 75 mm	<b>0,03</b>	<b>m/m2</b>
			a comprimento unitário do barbacã	0,5	m
			b densidade do barbacã no paramento 1unid / 15m2	0,07	unid/m2
			c comprimento de barbacão por área contida	0,03	m/m2

**CORTINA ATIRANTADA**

1.1	DER-MG	RO-41614	FORMAS PLANAS DE MADEIRA DE PINHO DE 3ª (EXECUÇÃO, INCLUINDO DESFORMA, FORNECIMENTO E TRANSPORTE DE TODOS OS MATERIAIS)	<b>1,00</b>	<b>m2/m2</b>
			a área de forma por metro quadrado de contenção	1	m2
1.2	DER-MG	RO-41387	ARMAÇÃO DE AÇO TIPO CA-50 (EXECUÇÃO, INCLUINDO PREPARO, DOBRAGEM, COLOCAÇÃO NAS FORMAS E TRANSPORTE DE TODOS OS MATERIAIS)	<b>48,00</b>	<b>kg/m2</b>
			a densidade do aço por volume de concreto	120,00	kg/m3
			b volume do concreto por metro quadrado do paramento (vide item 1.3)	0,40	m3/m2
			c peso do aço por metro quadrado de paramento a*b	48,00	kg/m2
1.3	DER-MG	RO-41633	CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND, FCK >= 30,0 MPA (EXECUÇÃO, INCLUINDO O FORNECIMENTO E TRANSPORTE DOS AGREGADOS)	<b>0,40</b>	<b>m3/m2</b>
			a espessura do paramento	0,40	m
			b volume de concreto por metro quadrado	0,40	m3/m2
1.4	SICRO	5605938	Perfuração para tirantes em material de 1ª categoria com diâmetro de até 120 mm	<b>2,00</b>	<b>m/m2</b>
			a comprimento médio da perfuração do tirante	15,00	m
			b área de influência do tirante 2,5*3	7,50	m2
			c comprimento do tirante por metro quadrado de paramento	2,00	m/m2
1.5	SICRO	5605966	Tirante permanente protendido INCO 60D D = 53mm, com capacidade de 600 kN - exceto perfuração	<b>2,00</b>	<b>m/m2</b>
			a comprimento médio da perfuração do tirante	15,00	m
			b área de influência do tirante 2,5*3	7,50	m2
			c comprimento do tirante por metro quadrado de paramento	2,00	m/m2

**Projeto de Contenções – Alça  
Sudoeste****Data:** 30/10/2020**Versão:** 01

1.6	SICRO	605949	Ancoragem de tirante de barra de aço de D = 53mm com grouteamento da cabeça	<b>0,13</b>	<b>unid/m2</b>
		a	área de influência do tirante 2,5*3	7,50	m2
		b	quantidade de ancoragem por metro quadrado 1/a	0,13	unid/m2