

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 Norte 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.	Muro de flexão	3
3.2.	Solo reforçado (sistema Terra Armada ou similar)	4
4.	Custos estimados.....	7
5.	Considerações finais	9
	Anexo A – Composição de custos	10



**MINAS
GERAIS**

GOVERNO
DIFERENTE.
ESTADO
EFICIENTE.

accentureconsulting

Projeto de Contenções – Alça Norte

Data: 30/10/2020

Versão: 01

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Solução de Muro de Flexão: seção típica.....	4
Figura 3 – Solo reforçado $H_{méd} = 6,0$ m: (a) seção típica; (b) vista frontal típica.....	5
Figura 4 – Solo reforçado $H_{méd} = 15,0$ m: (a) seção típica; (b) vista frontal típica.....	6



**MINAS
GERAIS**

GOVERNO
DIFERENTE.
ESTADO
EFICIENTE.

accentureconsulting

Projeto de Contenções – Alça Norte

Data: 30/10/2020

Versão: 01

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Custos estimados para alça norte 8

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 da Alça Norte do Rodoanel de Belo Horizonte – MG.

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

Previamente a divisão das Alças em Norte, Oeste, Sul e Sudoeste, a Alça Oeste estava inserida na Alça Norte. Assim, a divisão do projeto de contenção em termos de quantitativos foi inserida na memória de cálculo da planilha orçamentária final.

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

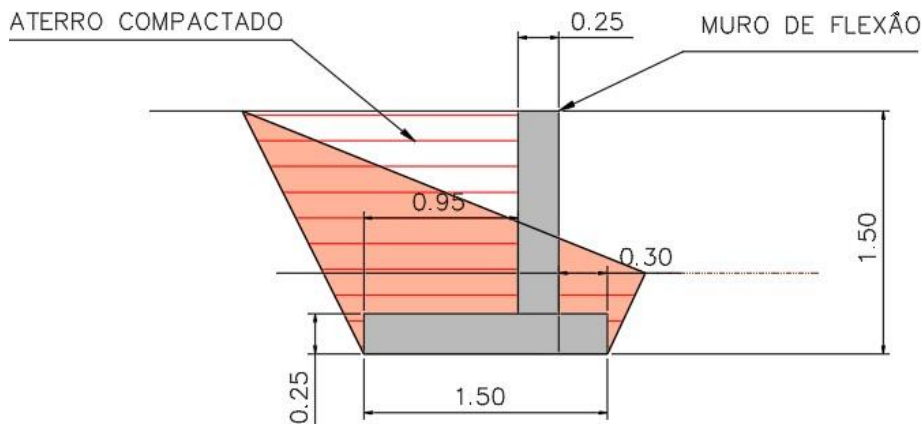
3. SOLUÇÕES DE CONTENÇÕES ADOTADAS

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 necessárias para esta obra são essencialmente em aterro, sendo apresentadas as soluções a seguir.

3.1. Muro de flexão

Esta solução é composto de uma estrutura de concreto armado em formato de “L”. O concreto deverá ter uma resistência de $f_{ck} \geq 30$ MPa, com uma taxa de armação CA-50 de 100 kg/m³.

Para a sua implantação, o apoio de sua base deverá ser escavada e compactada antes de receber o lastro de brita e de concreto magro.


FIGURA 1 –SOLUÇÃO DE MURO DE FLEXÃO: SEÇÃO TÍPICA

3.2. 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.

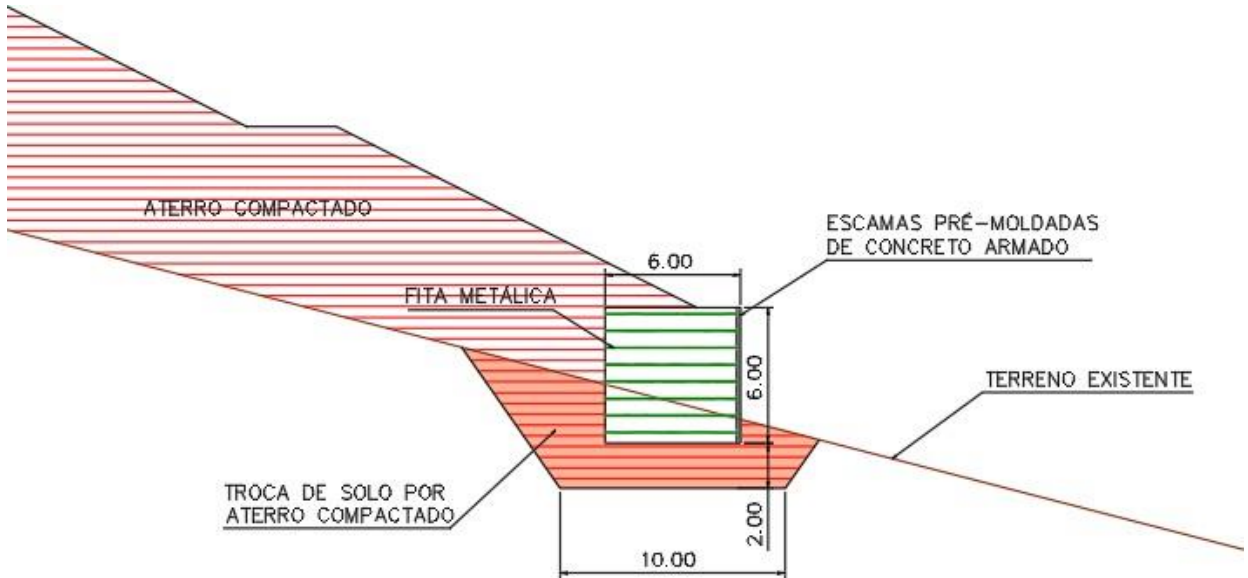
Neste estudo, este tipo de contenção foi quantificada linearmente, conforme a altura média estimada para cada trecho contido, sendo de 6,0 m e de 15,0 m.

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

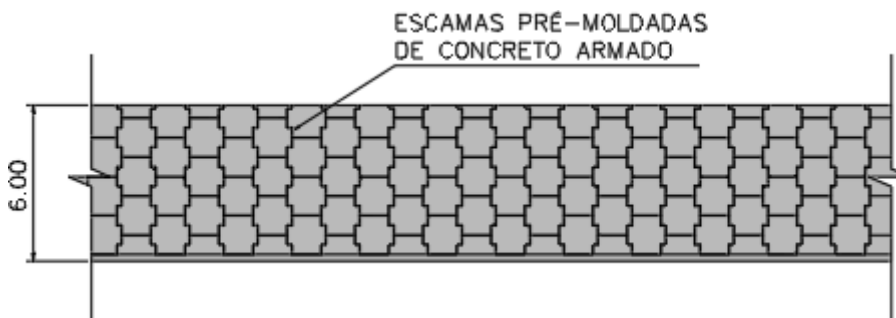
As fitas metálicas ficam densas conforme a altura da contenção para garantir a estabilidade interna, o que torna as contenções elevadas mais robustas e onerosas.

Para garantir uma condição de fundação adequada para estas contenções, foi prevista uma substituição de solo superficial por aterro compactado, da ordem de 2,0 m de profundidade, a partir do apoio da base.

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

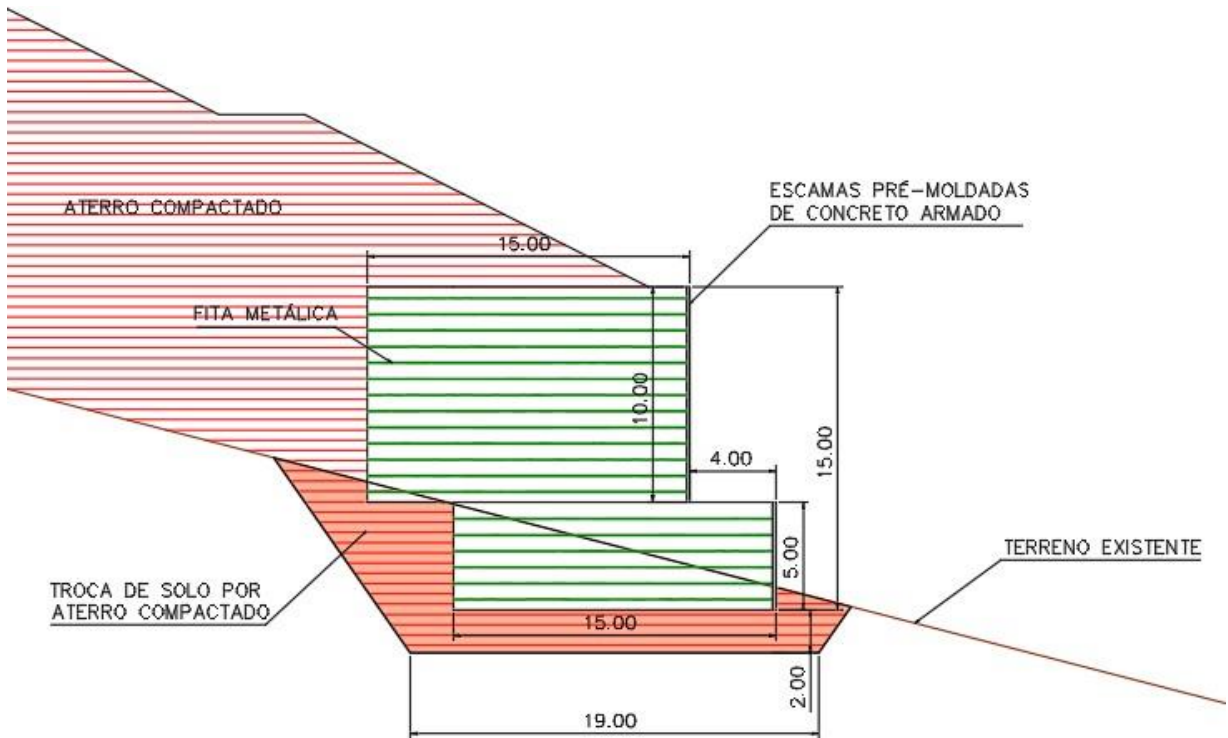


(a)

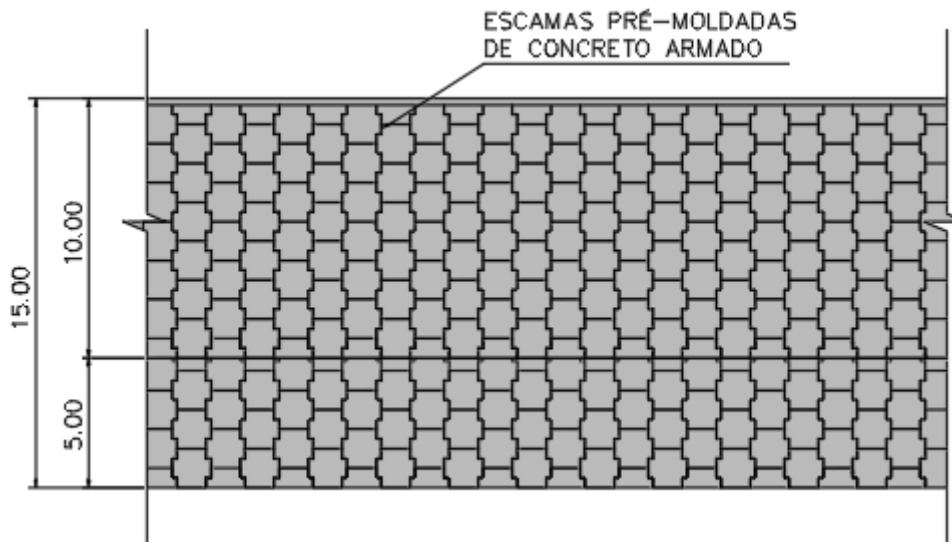


(b)

FIGURA 2 – SOLO REFORÇADO HMÉD = 6,0 M: (A) SEÇÃO TÍPICA; (B) VISTA FRONTAL TÍPICA



(a)



(b)

FIGURA 3 – SOLO REFORÇADO HMÉD = 15,0 M: (A) SEÇÃO TÍPICA; (B) VISTA FRONTAL TÍPICA

4. Custos estimados

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.

Projeto de Contenções – Alça Norte

Data: 30/10/2020

Versão: 01

TABELA 1 – CUSTOS ESTIMADOS PARA ALÇA NORTE

ALÇA NORTE

TRECHO/RAMO	ESTACAS		LADO	TERRAPLENAGEM	EXTENSÃO (m)	ALTURA MÉDIA (m)	ÁREA CONTIDA	SOLUÇÃO	QDADE	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
	INÍCIO	FIM										
INTERSEÇÃO 6 (MG-424)	RAMO 6000	6020 + 0,0	6032 + 0,0	D	ATERRO	260	8	2080	SOLO REFORÇADO	260 M	12.959,15	3.369.379,00
												0,00
INTERSEÇÃO 8 (MG-020)	RAMO 8000	8009 + 0,0	8015 + 0,0	E	ATERRO	140	6	840	SOLO REFORÇADO	140 M	6.784,41	949.816,70
		8101 + 0,0	8104 + 0,0	D	ATERRO	80	6	480	SOLO REFORÇADO	80 M	6.784,41	542.752,40
	RAMO 8100	8104 + 0,0	8110 + 0,0	D	ATERRO	140	15	2100	SOLO REFORÇADO	140 M	47.054,89	6.587.684,60
		8110 + 0,0	8116 + 0,0	D	ATERRO	140	6	840	SOLO REFORÇADO	140 M	6.784,41	949.816,70
INTERSEÇÃO 5 (LMG-806)	RAMO 5300	5310 + 15,0	5318 + 5,0	D	ATERRO	170	1,5	255	MURO DE FLEXAO	170 M	577,36	98.151,03
		5321 + 5,0	5339 + 0,0	D	ATERRO	375	1,5	562,5	MURO DE FLEXAO	375 M	577,36	216.509,63
	RAMO 5500	5522 + 0,0	5545 + 0,0	E	ATERRO	480	1,5	720	MURO DE FLEXAO	480 M	577,36	277.132,32
											TOTAL	12.991.242,38

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 A – Composição de custos

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

item	órgão	Cód	Serviço	unidade	quant	c. unit (R\$)	c. total (R\$)
PREPARO DO TERRENO E DA FUNDAÇÃO							
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
						TOTAL	872,89
MURO							
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
						TOTAL	46.182,00
TOTAL LINEAR							47.054,89

Projeto de Contenções – Alça Norte
Data: 30/10/2020

Versão: 01

SOLO REFORÇADO - TERRA ARMADA H_{méd} = 6 m, custo linear

item	órgão	Cód	Serviço	unidade	quant	c. unit (R\$)	c. total (R\$)
PREPARO DO TERRENO E DA FUNDAÇÃO							
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
						TOTAL	387,33
MURO							
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	m ²	6,00	309,82	1.858,92
2.2	SICRO	5406043	Aterro compactado em solo reforçado com fita metálica galvanizada - taxa 9,92 kg/m ³ - material de jazida	m ³	36,00	126,06	4.538,16
						TOTAL	6.397,08
TOTAL LINEAR							6.784,41

MURO DE FLEXÃO H_{méd} = 1,5 m, custo linear

item	órgão	Cód	Serviço	unidade	quant	c. unit (R\$)	c. total (R\$)
PREPARO DO TERRENO E DA FUNDAÇÃO							
1.1	DER-MG	RO-40218	ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALAS EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA (EXECUÇÃO, INCLUINDO REMOÇÃO PARA FORA DO LEITO ESTRADAL)	M3	1,90	6,03	11,46
1.2	DER-MG	RO-40239	APILOAMENTO DE FUNDO DE VALAS	M2	1,50	3,16	4,74
						TOTAL	16,20
MURO							
2.1	DER-MG	ED-49813	LASTRO DE BRITA 2 OU 3 APILOADO MANUALMENTE	M3	0,15	99,43	14,91
2.2	DER-MG	ED-49812	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, INCLUSIVE TRANSPORTE, LANÇAMENTO E ADENSAMENTO	M3	0,075	330,48	24,79
2.3	DER-MG	RO-42418	FORMAS PLANAS DE COMPENSADO COM REVESTIMENTO RESINADO (EXECUÇÃO, INCLUINDO DESFORMA.FORNECIMENTO E TRANSPORTE DE TODOS OS MATERIAIS)	M2	3	53,76	161,28
2.4	DER-MG	RO-41633	CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND, FCK >= 30,0 MPA (EXECUÇÃO, INCLUINDO O FORNECIMENTO E TRANSPORTE DOS AGREGADOS)	M3	0,7	399,53	279,67
2.5	DER-MG	RO-42285	ARMAÇÃO: AÇO CA-50 (EXECUÇÃO, INCLUINDO PREPARO, DOBRAGEM, COLOCAÇÃO NAS FORMAS E TRANSPORTE DE TODOS OS MATERIAIS)	KG	70	7,42	519,40
2.6	DER-MG	RO-40238	COMPACTAÇÃO MANUAL DE ATERROS	M3	1,9	21,98	41,76
						TOTAL	561,16
TOTAL LINEAR							577,36