


Memorial de Cálculo Estrutural

PROJETO EXECUTIVO DAS CONTENÇÕES LOCALIZADAS NOS TRECHOS 01 E 02 DAS OBRAS DE INTERVENÇÕES DAS DF-001/DF-035/DF-025/DF-027 - RA XXVII - JARDIM BOTÂNICO - DF.

Projeto executivo

Fevereiro/2021

00	Emissão inicial	02/2021			
Nº	MODIFICAÇÃO	DATA	FEITO	VISTO	APROVO
REVISÕES					

 Empreendimentos Sustentáveis		PROJETO <i>Parcelamento De Solo Quinhão 16</i>	
		LOCALIZAÇÃO <i>Região Administrativa do Jardim Botânico – XXVII</i>	
VISTO GOS	DATA	ESPECIALIDADE/SUBESPECIALIDADE <i>Projeto Executivo</i>	
APROVADO RAR	DATA		
AUTOR DO DOCUMENTO / CREA/CAU <i>Rubens Andrade Rocha / CREA: 1553/D-DF</i>			
RESPONSÁVEL TÉCNICO / CREA/CAU <i>Rubens Andrade Rocha/ CREA: 1553/D-DF</i>			
ETAPA DE PROJETO PROJETO EXECUTIVO	TIPO/ESPECIFICAÇÃO DO DOCUMENTO MEMORIA DE CÁLCULO		DATA <i>Fevereiro/2021</i>
	CODIFICAÇÃO Q16-CT-TR_01		REVISÃO R00

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	NORMAS, BIBLIOGRAFIAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	2
3	GEOMETRIA E MODELO ESTRUTURAL.....	3
4	CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS PARA DIMENSIONAMENTO	7
4.1	Sobrecarga no Terreno.....	7
4.2	Dados do Solo	7
4.3	Vida Útil e Espessura Total de Sacrifício "es"	8
4.4	Tipos de Armadura	8
4.5	Paramento	8
4.6	Ficha	8
5	ESTABILIDADE INTERNA.....	9
5.1	DIMENSIONAMENTO DO SOLO REFORÇADO.....	11
5.1.1	$H_{máx} = 9,50$	11
5.1.2	$7,50 < H < 8,50$	11
5.1.3	$6,00 < H < 7,50$	12
5.1.4	$5,00 < H < 6,00$	12
5.1.5	$4,00 < H < 5,00$	12
5.1.6	$3,00 < H < 4,00$	13
5.1.7	$H < 3,00$	13
5.2	Resumo do Comprimento das Armaduras	13
6	ESTABILIDADE EXTERNA.....	14
6.1	Fator de Segurança ao Tombamento.....	14
6.2	Fator de Segurança ao Deslizamento.....	15

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 3.1 – Planta – Locação do Solo Reforçado – Eixos AB e CD.....</i>	<i>3</i>
<i>Figura 3.2 – Planta – Locação do Solo Reforçado – Eixo EF.....</i>	<i>4</i>
<i>Figura 3.3 – Elevação Solo Reforçado Eixos AB-1</i>	<i>4</i>
<i>Figura 3.4 – Elevação Solo Reforçado Eixos AB-2</i>	<i>5</i>
<i>Figura 3.5 – Elevação Solo Reforçado Eixos CD-1</i>	<i>5</i>
<i>Figura 3.6 – Elevação Solo Reforçado Eixos CD-2.....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 3.7 – Elevação Solo Reforçado Eixos EF-1.....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 3.8 – Elevação Solo Reforçado Eixos EF-2.....</i>	<i>6</i>
<i>Figura 3.9 – Elevação Solo Reforçado Eixos EF-3.....</i>	<i>6</i>

1 INTRODUÇÃO

Este documento tem por objetivo apresentar o Memorial de Cálculo Estrutural do projeto executivo das contenções localizadas nos Trechos 01 e 02 das obras de intervenções das DF-001/DF-035/DF-025/DF-027 - RA XXVII - JARDIM BOTÂNICO -DF. As estruturas de contenção dos dois trechos apresentam geometrias e configurações que, para efeito de dimensionamento, as enquadraram numa mesma categoria. Dessa forma, este memorial contém as considerações que contemplam a concepção de projeto representativo para ambas as localidades, sem que haja prejuízo de rigor técnico nas análises e verificações. Como referência, adotou-se as informações das obras de contenção relativas ao Trecho 02.

As contenções foram desenvolvidas com muros em solo reforçado com fitas metálicas, com comprimento total de 7,0 m e altura variando de 9,10 m a 2,0 m. A área total é de 2299,77 m².

As geometrias das estruturas com as indicações de suas principais características são apresentadas, bem como os critérios e parâmetros adotados.

Durante a elaboração dos estudos, as sondagens na região do empreendimento ainda estavam em andamento, dessa forma, as premissas aqui consideradas deverão ser confirmadas após execução das sondagens.

2 NORMAS, BIBLIOGRAFIAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Com o intuito de atender os requisitos básicos exigíveis para o projeto da estrutura foram seguidas as recomendações das seguintes normas e referências bibliográficas:

- Projeto de Estruturas de Concreto (NBR 6118:2014);
- Projeto e Execução de Pontes de Concreto Armado e Protendido (NBR 7187:2003);
- Carga Móvel em Ponte Rodoviária e Passarela de Pedestre (NBR 7188:2013);
- Ações e Segurança nas Estruturas – Procedimento (NBR 8681:2004);
- Projeto e Execução de Fundações (NBR 6122:2010);
- Muros e Taludes em Solos Reforçados (NBR 16920-1:2021);
- Estabilidade de Encostas (NBR 11682:2009);

Como referência para a implantação das contenções foram utilizados o projeto geométrico com notas de serviço fornecidos.

3 GEOMETRIA E MODELO ESTRUTURAL

Nas Figuras 3.1 a 3.8, apresentam-se cortes e plantas esquemáticas com as indicações das principais dimensões e elevações da estrutura analisada.

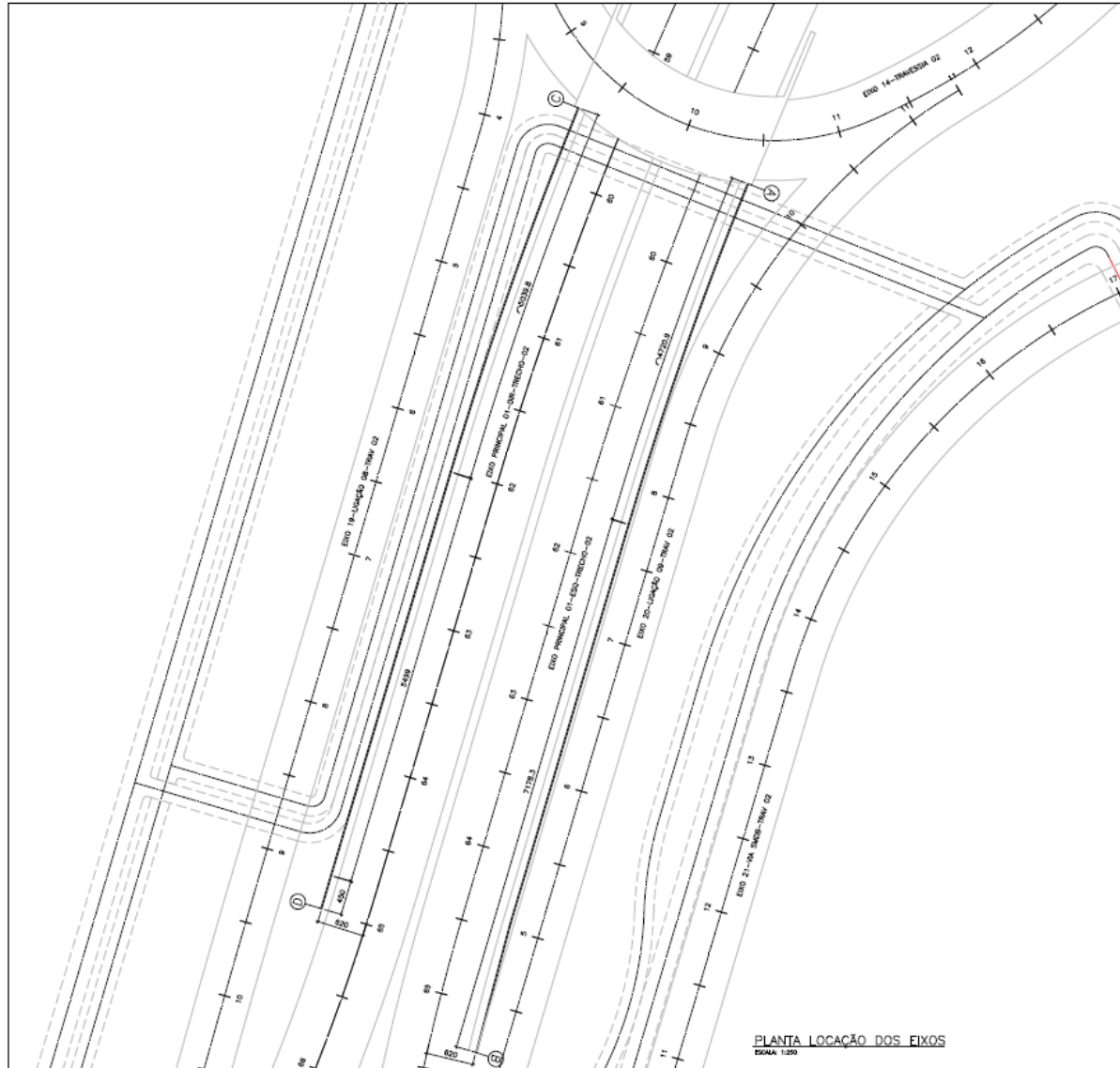


Figura 3.1 – Planta – Locação do Solo Reforçado – Eixos AB e CD

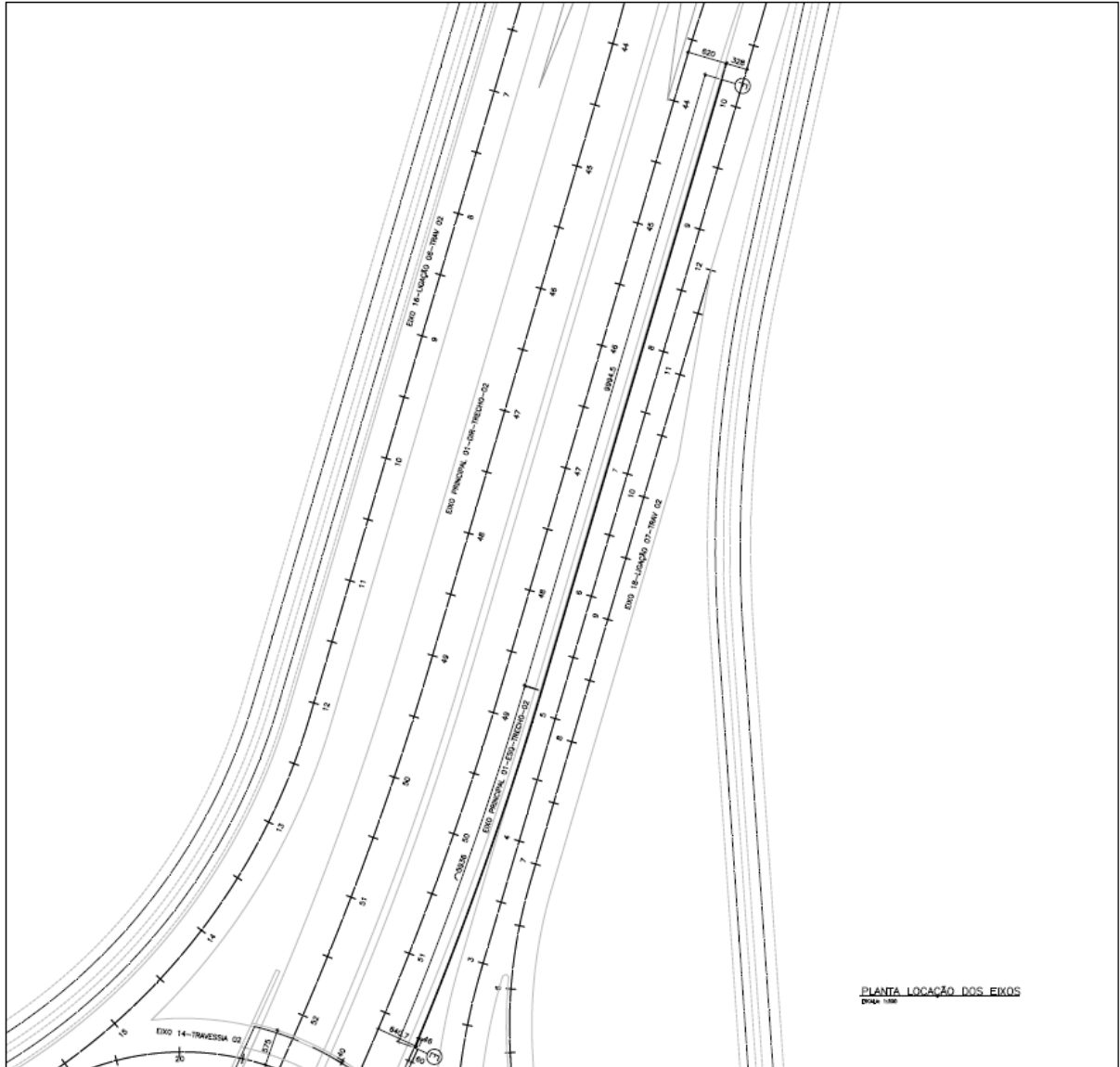


Figura 3.2 – Planta – Localização do Solo Reforçado – Eixo EF

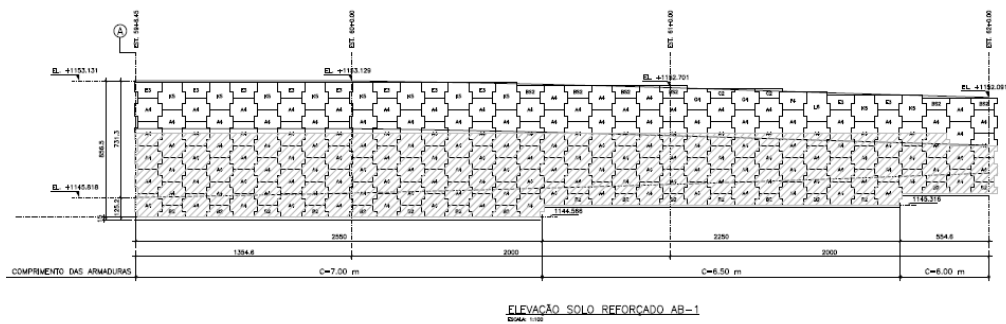


Figura 3.3 – Elevação Solo Reforçado Eixos AB-1

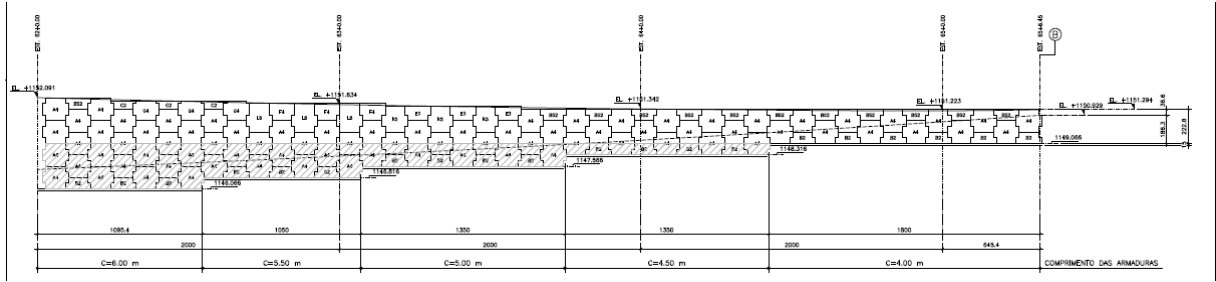


Figura 3.4 – Elevação Solo Reforçado Eixos AB-2

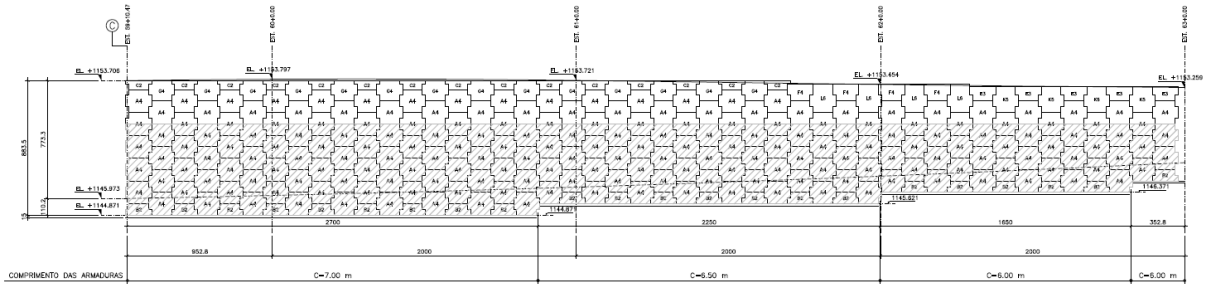


Figura 3.5 – Elevação Solo Reforçado Eixos CD-1

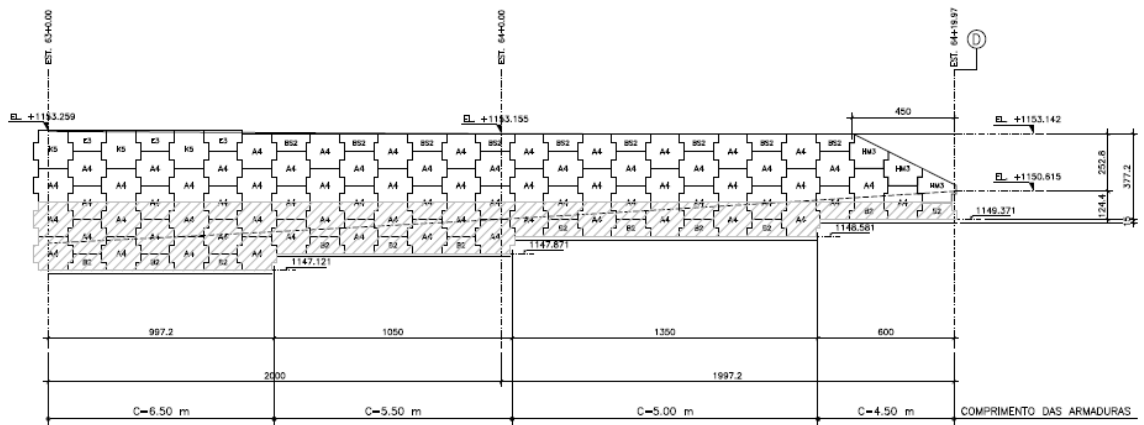


Figura 3.6 – Elevação Solo Reforçado Eixos CD-2

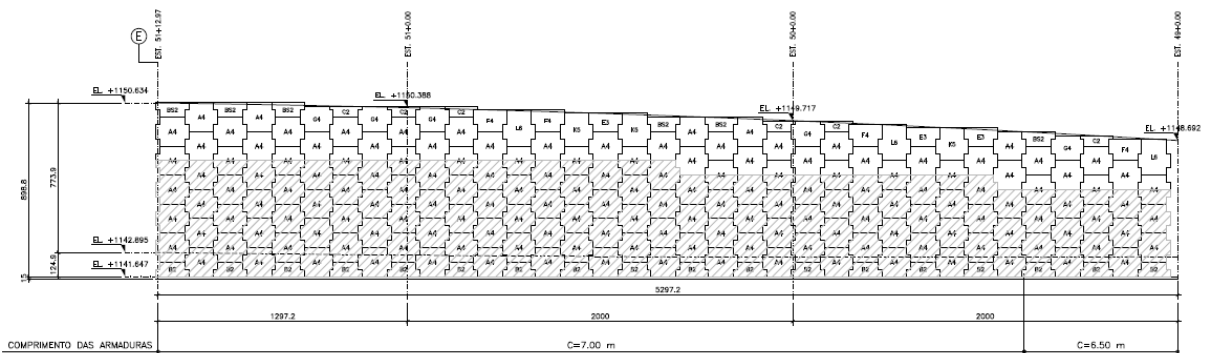


Figura 3.7 – Elevação Solo Reforçado Eixos EF-1

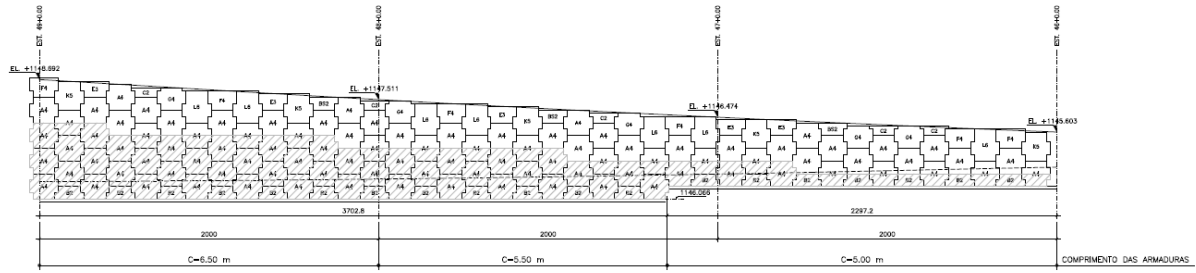


Figura 3.8 – Elevação Solo Reforçado Eixos EF-2

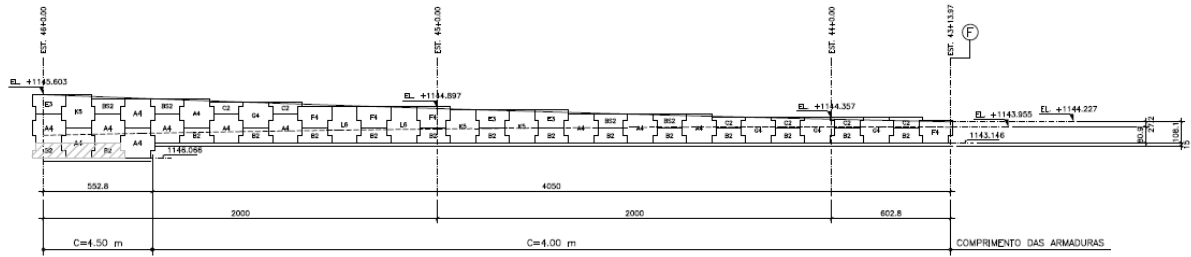


Figura 3.9 – Elevação Solo Reforçado Eixos EF-3

4 CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS PARA DIMENSIONAMENTO

A seguir, são apresentadas as características principais do solo reforçado para dimensionamento.

4.1 Sobrecarga no Terreno

A sobrecarga de tráfego foi adotada como 25kN/m² (TB-45).

4.2 Dados do Solo

Adotou-se como solo de aterro Classe A da Tabela D.1 da NBR 16920-1:2021.

O ângulo de atrito interno foi adotado, conforme item D.3.1 da NBR 16920-1:2021, para solos granulares dos grupos A e B igual a 36°.

O solo do aterro deve atender aos critérios eletroquímicos do item D.3.1 da NBR 16920-1:2021.

O coeficiente de atrito entre solo e armadura, para solos da Classe A, é definido pela equação:

$$f^* = f_0^* \left(1 - \frac{Z}{Z_0}\right) + \text{tg} \phi \left(\frac{Z}{Z_0}\right) \text{ para } Z < Z_0 \text{ e}$$

$$f^* = \text{tg} \phi \text{ para } Z \geq Z_0$$

onde

Z_0 é igual a 6 m;

ϕ é o ângulo de atrito interno mínimo de solos que atendam aos critérios estabelecidos conforme Tabela D.1 (determinado por ensaio de cisalhamento direto rápido em amostra moldada na umidade ótima e compactada até atingir 95 % do peso específico aparente seco máximo do ensaio de compactação, com energia Proctor Normal).

O coeficiente f_0^* pode ser avaliado pela seguinte equação:

$$f_0^* = 1,2 + \log_{10} C_u$$

sendo

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

onde

C_u é o coeficiente de uniformidade do aterro;

Conforme norma NBR 16920-1:2021, permite-se adotar para f^*0 , na falta de informações mais precisas, o valor de 1,50, que deve ser confirmado durante a fase de execução.

4.3 Vida Útil e Espessura Total de Sacrifício "es"

Conforme tabela D.3 da NBR 16920-1:2021, foi considerado o tempo de 50 anos como vida útil mínima, aço galvanizado e classificação como obras não inundáveis. Dessa forma a espessura de sacrifício $es = 0,75\text{mm}$.

4.4 Tipos de Armadura

Nesse projeto foram considerados os seguintes tipos de armadura:

Tipo	Aço	Fy (MPa)	Largura (mm)	Espessura (mm)
1	A572	350	40	4
2	A572	350	50	4
3	A572	350	60	4

As armaduras serão nervuradas, conforme especificado em projeto.

Para fixação da armadura no paramento serão utilizados parafusos, com furo na chapa de 13mm.

4.5 Paramento

O paramento será constituído de placas pré-moldadas de concreto armado (escamas), articuladas umas em relação às outras.

O paramento deve ser assentado sobre uma soleira de concreto simples, com dimensões de 35cm de largura e 15cm de altura. Essa soleira deve estar nivelada perfeitamente horizontal.

A altura máxima do paramento é de 9,10m

4.6 Ficha

A ficha mínima adotada foi de $D = 0,1H$ ou mínimo de 40cm.

5 ESTABILIDADE INTERNA

Será verificada, em cada nível de reforço, a segurança das armaduras, tanto à ruptura por tração, quanto à aderência com o solo.

A verificação das armaduras à tração é feita pela seguinte fórmula:

$$T_{\text{máx.}} \leq \bar{T}_{r1} = \frac{1}{\gamma_r} \cdot T_r \cdot \frac{e_c}{e_o}$$

onde

\bar{T}_{r1} é a força-limite de tração na armadura, em seção plena, afetada pela redução da espessura de sacrifício e pelo coeficiente de segurança, expressa em quilonewtons (kN);

γ_r é o coeficiente de segurança à tração que deve ser igual ou superior a 1,50;

T_r é a carga correspondente ao limite elástico (f_y , expresso em kPa) na seção plena da armadura, sendo: $T_r = f_y \cdot e_o \cdot b$, expressa em quilonewtons (kN);

e_o é a espessura nominal da armadura, expressa em metros (m);

e_c é a espessura de cálculo, conforme definido em D.3.2, expressa em metros (m).

$$\alpha \cdot T_{\text{máx.}} \leq \bar{T}_{r2} = \frac{1}{\gamma_r} \cdot T_r \cdot \frac{b'}{b} \cdot \frac{e_c}{e_o}$$

sendo

$\alpha = 0,75$ (para paramentos flexíveis – por exemplo, tela metálica);

$\alpha = 0,85$ (para paramentos semiflexíveis – por exemplo, escamas pré-moldadas de concreto);

$\alpha = 1,00$ (para paramentos rígidos – por exemplo: painéis monoblocos de concreto).

onde

\bar{T}_{r2} é a força-limite de tração na armadura, na seção do furo, afetada pela redução da espessura de sacrifício e pelo coeficiente de segurança, expressa em quilonewtons (kN);

γ_r é o coeficiente de segurança à tração que deve ser igual ou superior a 1,50;

T_r é a carga correspondente à tensão de escoamento (f_y , expressa em kPa) na seção plena da armadura, sendo: $T_r = f_y \cdot e_o \cdot b$, expressa em quilonewtons (kN);

e_o é a espessura nominal da armadura, expressa em metros (m);

e_c é a espessura de cálculo, conforme definido em D.3.2, expressa em metros (m);

b é a largura nominal da armadura, expressa em metros (m);

b' é a largura reduzida pelo furo, expressa em metros (m).

A verificação das armaduras à aderência é feita pela fórmula:

$$T_{\text{máx.}} \leq \bar{T}_f \text{ sendo } \bar{T}_f = \frac{1}{\gamma_f} \cdot f^*(z) \cdot \sigma_V(z) \cdot L_a(z)$$

onde

\bar{T}_f é a força-limite mobilizada de aderência na armadura, no nível z, já afetada do coeficiente de segurança γ_f , expressa em quilonewtons (kN);

γ_f é o coeficiente de segurança que deve ser igual ou superior a 1,50;

$f^*(z)$ é o coeficiente de atrito aparente de cálculo atuante no nível z;

$\sigma_V(z)$ é a tensão vertical atuante no nível z, expressa em quilopascal (kPa);

$L_a(z)$ é o comprimento da armadura na zona resistente no nível z (ver Figura D.5), expressa em metros (m);

5.1 DIMENSIONAMENTO DO SOLO REFORÇADO

5.1.1 $H_{máx} = 9,50$

Tipo Armadura	H1 (m)	H (m)	ev (m)	eh (m)	σ_v	k	σ_h	Tmáx (kN)	Tr1 (kN)	Tmáx<Tr1	Tr2 (kN)	0,85*Tmáx<Tr2	f*	L (m)	La (m)	Tf (kN)	Tmáx<Tf
1	0,375	1,695	0,75	0,75	32,21	0,37	11,89	6,69	30,33	OK	20,48	OK	1,28	7	3,82	8,40	OK
1	1,125	2,445	0,75	0,75	46,46	0,35	16,26	9,15	30,33	OK	20,48	OK	1,18	7	3,94	11,58	OK
1	1,875	3,195	0,75	0,75	60,71	0,33	20,09	11,30	30,33	OK	20,48	OK	1,09	7	4,07	14,35	OK
1	2,625	3,945	0,75	0,75	74,96	0,31	23,38	13,15	30,33	OK	20,48	OK	0,99	7	4,20	16,65	OK
3	3,375	4,695	0,75	0,75	89,21	0,29	26,12	14,69	45,50	OK	35,64	OK	0,89	7	4,33	27,63	OK
3	4,125	5,445	0,75	0,75	103,46	0,27	28,32	15,93	45,50	OK	35,64	OK	0,80	7	4,45	29,43	OK
3	4,875	6,195	0,75	0,75	117,71	0,26	30,56	17,19	45,50	OK	35,64	OK	0,73	7	4,58	31,35	OK
3	5,625	6,945	0,75	0,75	131,96	0,26	34,26	19,27	45,50	OK	35,64	OK	0,73	7	4,69	35,95	OK
3	6,375	7,695	0,75	0,75	146,21	0,26	37,96	21,35	45,50	OK	35,64	OK	0,73	7	5,06	43,02	OK
3	7,125	8,445	0,75	0,75	160,46	0,26	41,66	23,43	45,50	OK	35,64	OK	0,73	7	5,44	50,71	OK
3	7,875	9,195	0,75	0,75	174,71	0,26	45,36	25,51	45,50	OK	35,64	OK	0,73	7	5,81	59,02	OK
3	8,625	9,945	0,75	0,75	188,96	0,26	49,06	27,59	45,50	OK	35,64	OK	0,73	7	6,19	67,96	OK
3	9,375	10,695	0,75	0,75	203,21	0,26	52,76	29,68	45,50	OK	35,64	OK	0,73	7	6,56	77,51	OK

5.1.2 $7,50 < H < 8,50$

Tipo Armadura	H1 (m)	H (m)	ev (m)	eh (m)	σ_v	k	σ_h	Tmáx (kN)	Tr1 (kN)	Tmáx<Tr1	Tr2 (kN)	0,85*Tmáx<Tr2	f*	L (m)	La (m)	Tf (kN)	Tmáx<Tf
1	0,375	1,695	0,75	0,75	32,21	0,37	11,89	6,69	30,33	OK	20,48	OK	1,28	6,5	3,62	7,96	OK
1	1,125	2,445	0,75	0,75	46,46	0,35	16,26	9,15	30,33	OK	20,48	OK	1,18	6,5	3,74	10,99	OK
1	1,875	3,195	0,75	0,75	60,71	0,33	20,09	11,30	30,33	OK	20,48	OK	1,09	6,5	3,87	13,64	OK
1	2,625	3,945	0,75	0,75	74,96	0,31	23,38	13,15	30,33	OK	20,48	OK	0,99	6,5	4,00	15,85	OK
3	3,375	4,695	0,75	0,75	89,21	0,29	26,12	14,69	45,50	OK	35,64	OK	0,89	6,5	4,13	26,36	OK
3	4,125	5,445	0,75	0,75	103,46	0,27	28,32	15,93	45,50	OK	35,64	OK	0,80	6,5	4,25	28,10	OK
3	4,875	6,195	0,75	0,75	117,71	0,26	30,56	17,19	45,50	OK	35,64	OK	0,73	6,5	4,38	29,98	OK
3	5,625	6,945	0,75	0,75	131,96	0,26	34,26	19,27	45,50	OK	35,64	OK	0,73	6,5	4,69	35,95	OK
3	6,375	7,695	0,75	0,75	146,21	0,26	37,96	21,35	45,50	OK	35,64	OK	0,73	6,5	5,06	43,02	OK
3	7,125	8,445	0,75	0,75	160,46	0,26	41,66	23,43	45,50	OK	35,64	OK	0,73	6,5	5,44	50,71	OK
3	7,875	9,195	0,75	0,75	174,71	0,26	45,36	25,51	45,50	OK	35,64	OK	0,73	6,5	5,81	59,02	OK

5.1.3 6,00 < H < 7,50

Tipo Armadura	H1 (m)	H (m)	ev (m)	eh (m)	σ_v	k	σ_h	Tmáx (kN)	Tr1 (kN)	Tmáx<Tr1	Tr2 (kN)	0,85*Tmáx<Tr2	f*	L (m)	La (m)	Tf (kN)	Tmáx<Tf
1	0,375	1,695	0,75	0,75	32,21	0,37	11,89	6,69	30,33	OK	20,48	OK	1,28	6	3,42	7,52	OK
1	1,125	2,445	0,75	0,75	46,46	0,35	16,26	9,15	30,33	OK	20,48	OK	1,18	6	3,54	10,41	OK
1	1,875	3,195	0,75	0,75	60,71	0,33	20,09	11,30	30,33	OK	20,48	OK	1,09	6	3,67	12,94	OK
1	2,625	3,945	0,75	0,75	74,96	0,31	23,38	13,15	30,33	OK	20,48	OK	0,99	6	3,80	15,06	OK
3	3,375	4,695	0,75	0,75	89,21	0,29	26,12	14,69	45,50	OK	35,64	OK	0,89	6	3,93	25,08	OK
3	4,125	5,445	0,75	0,75	103,46	0,27	28,32	15,93	45,50	OK	35,64	OK	0,80	6	4,05	26,78	OK
3	4,875	6,195	0,75	0,75	117,71	0,26	30,56	17,19	45,50	OK	35,64	OK	0,73	6	4,31	29,50	OK
3	5,625	6,945	0,75	0,75	131,96	0,26	34,26	19,27	45,50	OK	35,64	OK	0,73	6	4,69	35,95	OK
3	6,375	7,695	0,75	0,75	146,21	0,26	37,96	21,35	45,50	OK	35,64	OK	0,73	6	5,06	43,02	OK
3	7,125	8,445	0,75	0,75	160,46	0,26	41,66	23,43	45,50	OK	35,64	OK	0,73	6	5,44	50,71	OK

5.1.4 5,00 < H < 6,00

Tipo Armadura	H1 (m)	H (m)	ev (m)	eh (m)	σ_v	k	σ_h	Tmáx (kN)	Tr1 (kN)	Tmáx<Tr1	Tr2 (kN)	0,85*Tmáx<Tr2	f*	L (m)	La (m)	Tf (kN)	Tmáx<Tf
1	0,375	1,695	0,75	0,75	32,21	0,37	11,89	6,69	30,33	OK	20,48	OK	1,28	5,5	3,37	7,41	OK
1	1,125	2,445	0,75	0,75	46,46	0,35	16,26	9,15	30,33	OK	20,48	OK	1,18	5,5	3,49	10,26	OK
1	1,875	3,195	0,75	0,75	60,71	0,33	20,09	11,30	30,33	OK	20,48	OK	1,09	5,5	3,62	12,76	OK
1	2,625	3,945	0,75	0,75	74,96	0,31	23,38	13,15	30,33	OK	20,48	OK	0,99	5,5	3,75	14,86	OK
3	3,375	4,695	0,75	0,75	89,21	0,29	26,12	14,69	45,50	OK	35,64	OK	0,89	5,5	3,88	24,76	OK
3	4,125	5,445	0,75	0,75	103,46	0,27	28,32	15,93	45,50	OK	35,64	OK	0,80	5,5	4,19	27,66	OK
3	4,875	6,195	0,75	0,75	117,71	0,26	30,56	17,19	45,50	OK	35,64	OK	0,73	5,5	4,56	31,22	OK
3	5,625	6,945	0,75	0,75	131,96	0,26	34,26	19,27	45,50	OK	35,64	OK	0,73	5,5	4,94	37,87	OK

5.1.5 4,00 < H < 5,00

Tipo Armadura	H1 (m)	H (m)	ev (m)	eh (m)	σ_v	k	σ_h	Tmáx (kN)	Tr1 (kN)	Tmáx<Tr1	Tr2 (kN)	0,85*Tmáx<Tr2	f*	L (m)	La (m)	Tf (kN)	Tmáx<Tf
1	0,375	1,695	0,75	0,75	32,21	0,37	11,89	6,69	30,33	OK	20,48	OK	1,28	5	3,17	6,97	OK
1	1,125	2,445	0,75	0,75	46,46	0,35	16,26	9,15	30,33	OK	20,48	OK	1,18	5	3,29	9,67	OK
1	1,875	3,195	0,75	0,75	60,71	0,33	20,09	11,30	30,33	OK	20,48	OK	1,09	5	3,42	12,06	OK
1	2,625	3,945	0,75	0,75	74,96	0,31	23,38	13,15	30,33	OK	20,48	OK	0,99	5	3,55	14,07	OK
3	3,375	4,695	0,75	0,75	89,21	0,29	26,12	14,69	45,50	OK	35,64	OK	0,89	5	3,81	24,35	OK
3	4,125	5,445	0,75	0,75	103,46	0,27	28,32	15,93	45,50	OK	35,64	OK	0,80	5	4,19	27,66	OK
3	4,875	6,195	0,75	0,75	117,71	0,26	30,56	17,19	45,50	OK	35,64	OK	0,73	5	4,56	31,22	OK

5.1.6 3,00 < H < 4,00

Tipo Armadura	H1 (m)	H (m)	ev (m)	eh (m)	σ_v	k	σ_h	Tmáx (kN)	Tr1 (kN)	Tmáx<Tr1	Tr2 (kN)	0,85*Tmáx<Tr2	f*	L (m)	La (m)	Tf (kN)	Tmáx<Tf
1	0,375	1,695	0,75	0,75	32,21	0,37	11,89	6,69	30,33	OK	20,48	OK	1,28	4,5	3,27	7,19	OK
1	1,125	2,445	0,75	0,75	46,46	0,35	16,26	9,15	30,33	OK	20,48	OK	1,18	4,5	3,39	9,97	OK
1	1,875	3,195	0,75	0,75	60,71	0,33	20,09	11,30	30,33	OK	20,48	OK	1,09	4,5	3,56	12,55	OK
1	2,625	3,945	0,75	0,75	74,96	0,31	23,38	13,15	30,33	OK	20,48	OK	0,99	4,5	3,94	15,61	OK
3	3,375	4,695	0,75	0,75	89,21	0,29	26,12	14,69	45,50	OK	35,64	OK	0,89	4,5	4,31	27,54	OK

5.1.7 H < 3,00

Tipo Armadura	H1 (m)	H (m)	ev (m)	eh (m)	σ_v	k	σ_h	Tmáx (kN)	Tr1 (kN)	Tmáx<Tr1	Tr2 (kN)	0,85*Tmáx<Tr2	f*	L (m)	La (m)	Tf (kN)	Tmáx<Tf
1	0,375	1,695	0,75	0,75	32,21	0,37	11,89	6,69	30,33	OK	20,48	OK	1,28	4	3,07	6,75	OK
1	1,125	2,445	0,75	0,75	46,46	0,35	16,26	9,15	30,33	OK	20,48	OK	1,18	4	3,19	9,36	OK
1	1,875	3,195	0,75	0,75	60,71	0,33	20,09	11,30	30,33	OK	20,48	OK	1,09	4	3,56	12,55	OK
1	2,625	3,945	0,75	0,75	74,96	0,31	23,38	13,15	30,33	OK	20,48	OK	0,99	4	3,94	15,61	OK

5.2 Resumo do Comprimento das Armaduras

O comprimento da armadura foi dimensionado para faixas de altura, apresentadas na tabela abaixo:

Altura (m)	Comprimento Armadura (m)
8,5 a 9,5	7,0
7,5 a 8,5	6,5
6,0 a 7,5	6,0
5,0 a 6,0	5,5
4,0 a 5,0	5,0
3,0 a 4,0	4,5
<3,0	4,0

6 ESTABILIDADE EXTERNA

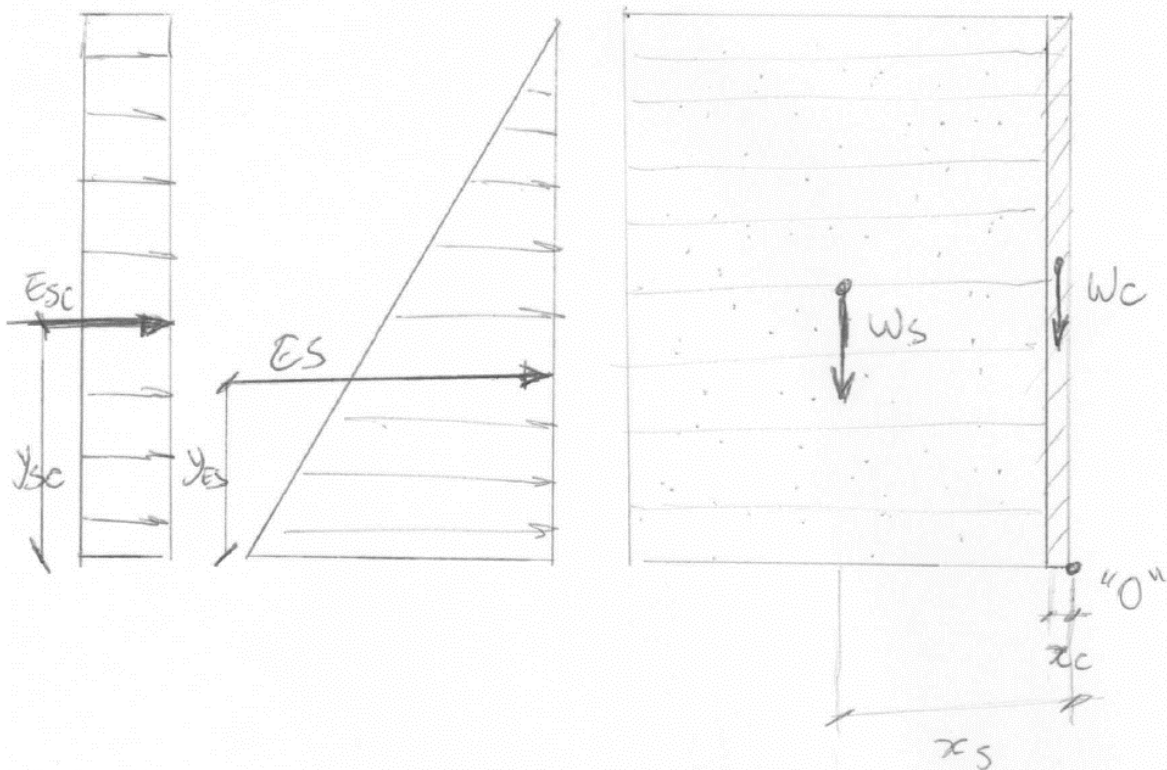
A seguir é apresentada a verificação da estabilidade externa para segurança em relação ao tombamento e deslizamento.

Foram adotadas as seguintes premissas para dimensionamento:

- Empuxo passivo negligenciado;
- Atrito na base do muro igual ao ângulo de atrito estimado da fundação existente (30°);
- Coeficiente de empuxo do solo existente ($\phi=30^\circ$);

A verificação foi feita para a maior altura do solo reforçado que é de 9,10m.

As cargas consideradas na verificação são apresentadas, esquematicamente, abaixo:



6.1 Fator de Segurança ao Tombamento

$$FS_T = \frac{M_E}{M_T} = \frac{PP * x_{pp}}{ES * y_{ES}} = \frac{4407,64}{1252,61} = 3,82 > 2,0 \text{ OK!}$$

6.2 Fator de Segurança ao Deslizamento

$$FS_T = \frac{M_E}{M_T} = \frac{PP * x_{pp}}{ES * y_{ES}} = \frac{4407,64}{1252,61} = 3,82 > 2,0 \text{ OK!}$$