913 Página

resiste aos empuxos por flexão, utilizando parte do peso próprio do maciço que se apoia sobre a base da estrutura, para se manter equilibrado. São feitos de concreto armado, desse modo para alturas acima de 5m podem se tornar economicamente inviáveis. Moliterno (1994) relata que a base apresenta uma largura entre 50 e 70% da altura do muro e para muros com alturas superiores a cerca de 5m, é conveniente a utilização de contrafortes para aumentar a estabilidade contra o tombamento. Os muros de flexão também podem ser ancorados na base com tirantes ou chumbadores para melhorar sua condição de estabilidade, geralmente aplicado quando à limitação de espaço disponível para a base do muro e quando na fundação ocorre material competente para a ancoragem

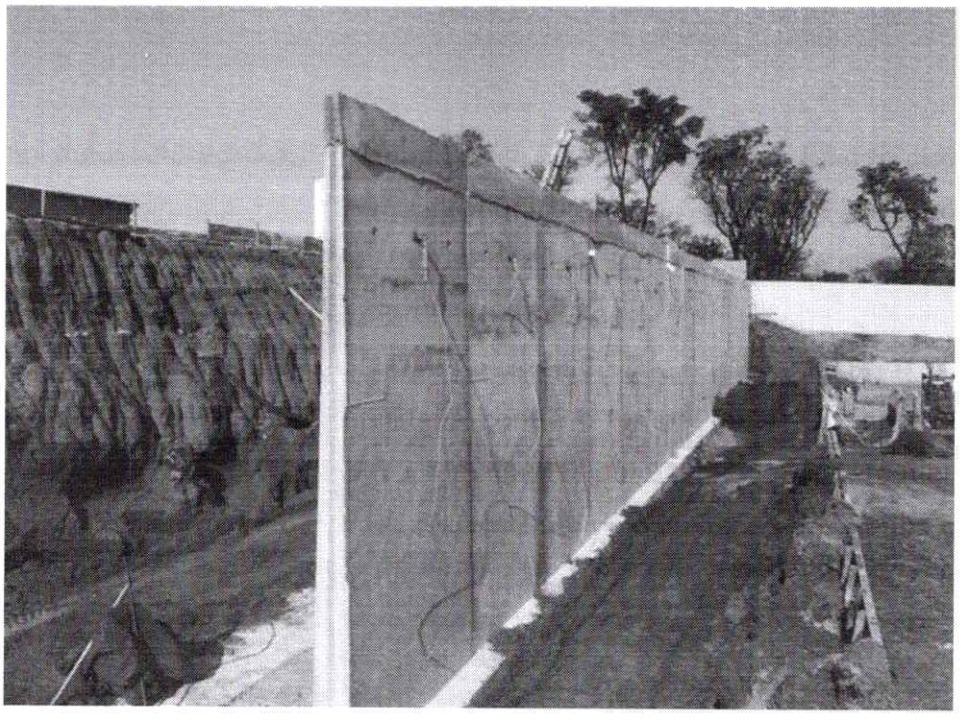


Figura 4 - Muro de Flexão

6.2 SOLO GRAMPEADO

Essencialmente, o solo grampeado consiste numa técnica de estabilização de taludes, por meio da inserção de elementos estruturais passivos (grampos) em taludes naturais ou artificiais, seguido da execução de um paramento de concreto projetado e estruturas de drenagem. Os grampos promovem a estabilização geral do maciço, o concreto projetado dá estabilidade local junto ao paramento e a drenagem age em ambos os casos. A Figura 5 mostra um exemplo em execução de um talude contido por meio do solo grampeado.

Página 914



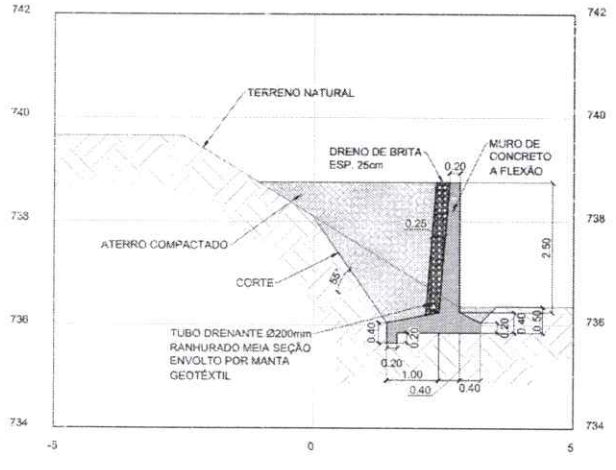
Figura 5 – Solo grampeado

7 CONTENÇÕES

7.1 CONTENÇÃO PACOTI 01-01

7.1.1. Características técnicas dos elementos do projeto

Abaixo estão detalhados os componentes geométricos, estruturais e de drenagem que compõem a solução adotada, em conformidade com as seções e elevações apresentadas na documentação técnica:



SEÇÃO TIPO – MURO EM CONCRETO A FLEXÃO
ESC.1:75

Figura 6 – Seção típica do anteprojeto

COMISSÃO D - LICITAÇÃO P.M DE ... 915 Página

7.1.2. Geometria e estrutura do muro

Tipo Estrutural: Muro de contenção a flexão construído em concreto armado (composto por sapata de fundação e parede vertical).

- Comprimento Longitudinal: A extensão total da face principal do muro projetado é de 15,0m.
- Altura da Parede: A seção vertical do muro apresenta uma altura livre aparente de 2,50m na maior parte de sua extensão.
- Fundação e Embutimento: A base do muro conta com uma sapata estrutural de 0,20m de espessura, assentada sobre o solo firme. Apresenta uma base de apoio com largura de 1,80m. O dente de fixação contra o deslizamento possui profundidade de 0,40m e ficha indicada em 0,50m abaixo do nível de escavação frontal.

7.1.3. Dimensionamento do muro

Para o dimensionamento do muro a flexão, foram consideradas as diretrizes da norma de estabilidades NBR 11682:2009 para muros de contenção, que apresentam os seguintes fatores de segurança mínimos (Figura 7).

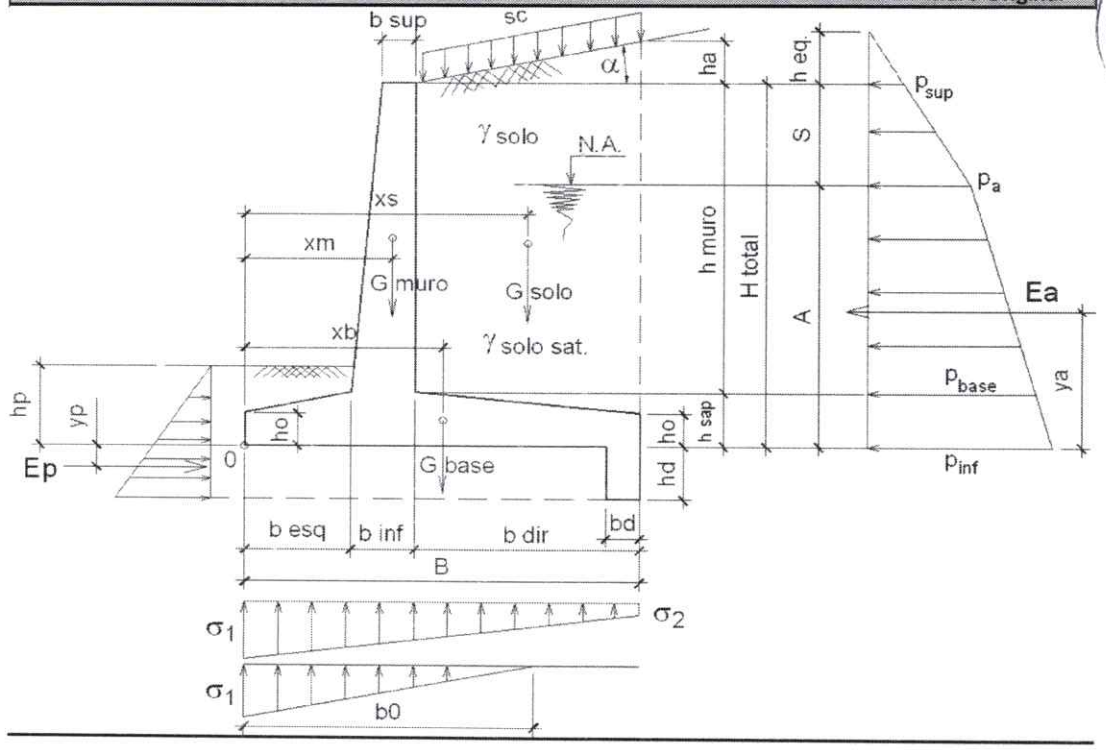
Verificação da segurança	Fator de segurança mínimo
Tombamento	2,0
Deslizamento na base	1,5
Capacidade de carga da fundação	3,0
NOTA Na verificação da capacidade de carga da fundação, podem o ser alternativamente utilizados os critérios e fatores de segurança preconizados pela ABNT NBR 6122.	

Figura 7 – Fatores de segurança mínimos para muro de contenção de acordo com a NBR 11682

Assim, o dimensionamento do muro é apresentado a seguir na Figura 8.

916
Pagina

CÁLCULO DE MURO DE ARRIMO TIPO FLEXÃO Data: ########## **Muro Original**



DADOS DE ENTRADA

γ conc =	2.50	tf/m³	h sap =	0.40	m
γ solo =	1.70	tf/m³	ho =	0.20	m
γ solo sat =	1.80	tf/m³	H total =	2.90	m
γ H2O=	1.00	tf/m³	hd =	0.20	m
γ subm. =	0.80	tf/m³	bd =	0.20	m
ϕ solo =	35	º	α =	0	º
sc =	2.00	tf/m²	ha =	0.00	m
b sup =	0.20	m	A =	0.00	m
b inf =	0.40	m	S =	2.90	
b esq =	0.40	m	hp =	0.50	m
b dir =	1.00	m	xs =	1.31	m
B =	1.80	m	xm =	0.64	m
h muro =	2.50	m	xb =	0.91	m

DIAGRAMA DE EMPUXO

ka =	0.271		ka adot. =	0.270	
kp =	3.690		kp adot. =	3.000	
h equiv. = sc / γ solo =	1.18	m			
p sup =	0.54	tf/m²			
pa =	1.87	tf/m²			
p base =	1.69	tf/m²			
p inf =	1.87	tf/m²			
Ea =	3.50	tf/m	ya =	1.183	m
Ep =	1.25	tf/m	yp =	0.033	m

VERIFICAÇÃO AO TOMBAMENTO

G muro =	1.88	tf/m	G solo =	6.42	tf/m
G base =	1.55	tf/m	G total =	9.85	tf/m
Mom. resist. =	11.05	tf.m/m			
Mom. solicit. =	-4.14	tf.m/m			
F.S.tomb. =	**2.67**	> 2,0	Ok!		

VERIFICAÇÃO AO DESLIZAMENTO

μ min =	0.47		μ adotado =	0.50	
μ máx =	0.70				
H resistente =	6.17	tf/m			
H solicitante =	3.50	tf/m			
F.S. esc. =	**1.77**	> 1.5	Ok!		

TENSÕES APLICADAS NO SOLO

Mom. no centro da base =	-1.95	tf.m/m	σ 1 =	**0.91**	kgf / cm²
excentricidade =	-0.20	m	σ 2 =	**0.19**	kgf / cm²
Base toda comprimida!					
bo =	1.80	m	**100%** de contato		

Figura 8 – Dimensionamento do muro a flexão 01_01

Assim, o muro atende aos requisitos mínimo de segurança da NBR 11682.

947 Página

7.1.4. Movimentação de terra e reaterro

- Corte do Terreno: Para viabilizar a construção, está prevista uma linha de corte no terreno natural com ângulo inclinado, inclinado para garantir a estabilidade provisória da encosta durante a montagem das fôrmas.
- Aterro Compactado: O espaço confinado entre o dorso do muro e o plano de corte do solo natural será preenchido com aterro compactado. Conforme as especificações gerais, o reaterro deve utilizar material lamelar ou laterítico, lançado e compactado em camadas sucessivas de espessura controlada.

7.1.5. Sistema de drenagem

Para mitigar as pressões hidrostáticas geradas pelo acúmulo de água pluvial e subterrânea atrás da parede de concreto, projetou-se um sistema completo de drenagem de fluxo:

- Dreno de Brita: Camada filtrante vertical de brita instalada diretamente no tardoz (dorso) do muro, com espessura constante de 20cm.
- Tubo Drenante: Na base do dreno de brita, junto ao pé da sapata, posiciona-se um tubo drenante perfurado (ø200mm) responsável por coletar e conduzir as águas infiltradas.
- Manta Geotêxtil: Envolvendo o dreno de brita e a tubulação de PVC, aplica-se uma manta geotêxtil com função de elemento filtrante, retendo as partículas finas do solo e evitando o fenômeno de colmatação do sistema.

7.2 CONTENÇÃO PACOTI 01_02

7.2.1. Características técnicas dos elementos do projeto

Abaixo estão detalhados os componentes geométricos, estruturais e de drenagem que compõem a solução adotada, em conformidade com as seções e elevações apresentadas na documentação técnica:

COMISSÃO D - LICITAÇÃO P.M DE PAÇU
918
Página

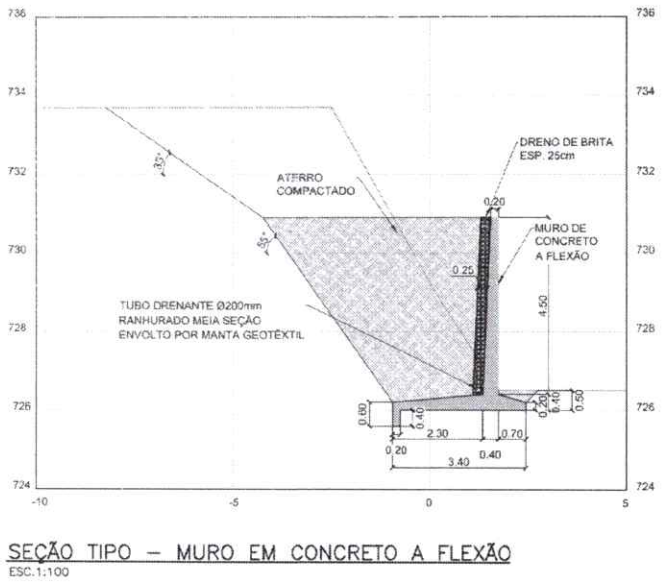


Figura 9 – Seção típica do anteprojeto

7.2.2. Geometria e estrutura do muro

Tipo Estrutural: Muro de contenção a flexão construído em concreto armado (composto por sapata de fundação e parede vertical).

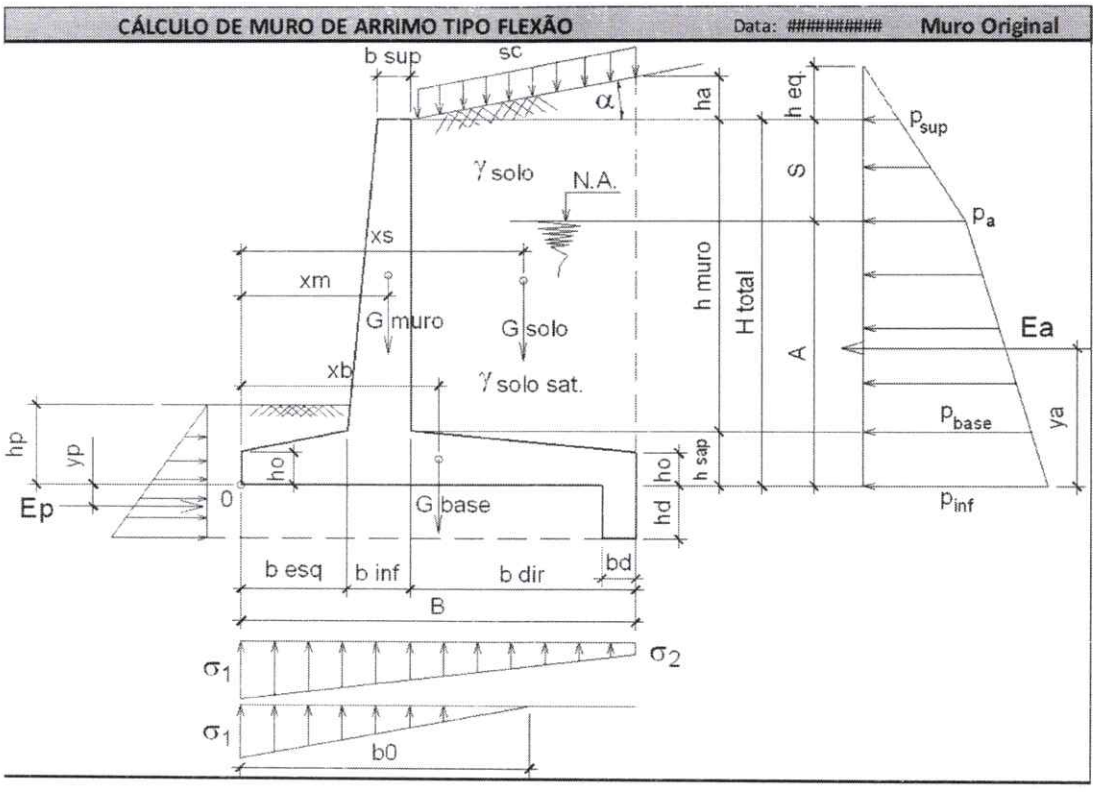
- Comprimento Longitudinal: A extensão total da face principal do muro projetado é de 20,14m.
- Altura da Parede: A seção vertical do muro apresenta uma altura livre aparente de 4,50m na maior parte de sua extensão.
- Fundação e Embutimento: A base do muro conta com uma sapata estrutural de 0,20m de espessura, assentada sobre o solo firme. Apresenta uma base de apoio com largura de 3,40m. O dente de fixação contra o deslizamento possui profundidade de 0,60m e ficha indicada em 0,50m abaixo do nível de escavação frontal.

7.2.3. Dimensionamento do muro

O dimensionamento do muro é apresentado a seguir na Figura 10.

COMISSÃO D. LICITAÇÃO P.M. DE PACUTI
919
Página

CÁLCULO DE MURO DE ARRIMO TIPO FLEXÃO Data: ########## **Muro Original**



DADOS DE ENTRADA

γ conc =	2.50	tf/m³	h sap =	0.40	m
γ solo =	1.70	tf/m³	ho =	0.20	m
γ solo sat =	1.80	tf/m³	H total =	4.90	m
γ H2O=	1.00	tf/m³	hd =	0.40	m
γ subm. =	0.80	tf/m³	bd =	0.20	m
ϕ solo =	30	º	α =	0	º
sc =	2.00	tf/m²	ha =	0.00	m
b sup =	0.20	m	A =	0.00	m
b inf =	0.40	m	S =	4.90	
b esq =	0.70	m	hp =	0.50	m
b dir =	2.30	m	xs =	2.26	m
B =	3.40	m	xm =	0.94	m
h muro =	4.50	m	xb =	1.71	m

DIAGRAMA DE EMPUXO

ka =	0.333		ka adot. =	0.330	
kp =	3.000		kp adot. =	3.000	
h equiv. = sc / γ solo =				1.18	m
p sup =	0.66	tf/m²			
pa =	3.41	tf/m²			
p base =	3.18	tf/m²			
p inf =	3.41	tf/m²			
Ea =	9.97	tf/m	ya =	1.898	m
Ep =	2.07	tf/m	yp =	-0.100	m

VERIFICAÇÃO AO TOMBAMENTO

G muro =	3.38	tf/m	G solo =	22.59	tf/m
G base =	2.85	tf/m	G total =	28.81	tf/m
Mom. resist. =	58.87	tf.m/m			
Mom. solicit. =	-18.92	tf.m/m			
F.S.tomb. =	**3.11**	> 2,0	Ok!		

VERIFICAÇÃO AO DESLIZAMENTO

μ min =	0.39		μ adotado =	0.50
μ máx =	0.58			
H resistente =	16.47	tf/m		
H solicitante =	9.97	tf/m		
F.S. esc. =	**1.65**	> 1.5	Ok!	

TENSÕES APLICADAS NO SOLO

Mom. no centro da base =	-9.03	tf.m/m	σ 1 =	**1.32**	kgf / cm²
excentricidade =	-0.31	m	σ 2 =	**0.38**	kgf / cm²
Base toda comprimida!					
bo =	3.40	m	**100%** de contato		

Figura 10 – Dimensionamento do muro a flexão 01_02

Assim, o muro atende aos requisitos mínimo de segurança da NBR 11682.

Demais informações idem do item anterior.

COMISSÃO D. LICITAÇÃO P.M. DE PACOTI
920
Página

7.3 CONTENÇÃO PACOTI 01-03

7.3.1. Características técnicas dos elementos do projeto

Abaixo estão detalhados os componentes geométricos, estruturais e de drenagem que compõem a solução adotada, em conformidade com as seções e elevações apresentadas na documentação técnica:

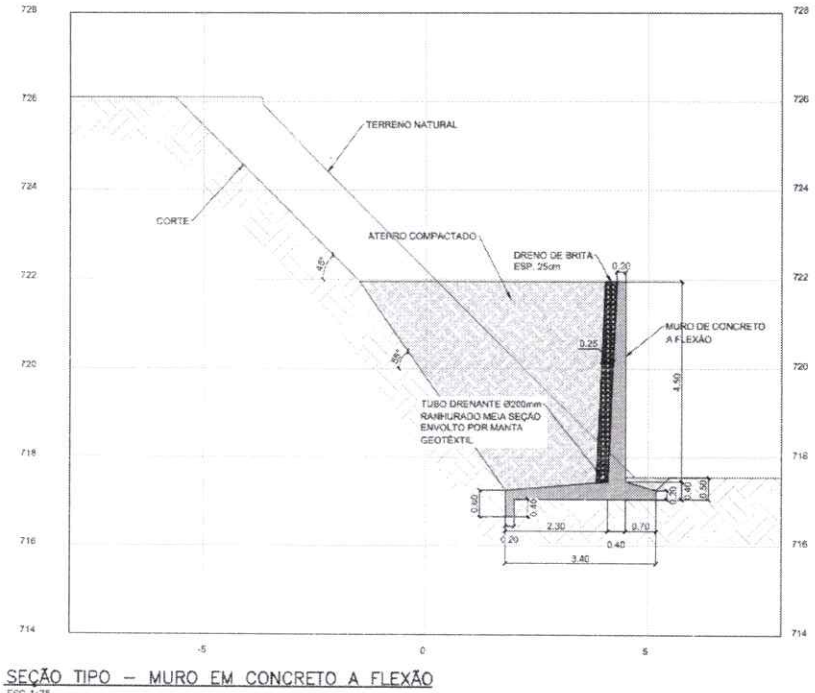


Figura 11 – Seção típica do anteprojeto

7.3.2. Geometria e Estrutura do Muro

Tipo Estrutural: Muro de contenção a flexão construído em concreto armado (composto por sapata de fundação e parede vertical).

- Comprimento Longitudinal: A extensão total da face principal do muro projetado é de 20,14m.
- Altura da Parede: A seção vertical do muro apresenta uma altura livre aparente de 4,50m na maior parte de sua extensão.
- Espessura média da parede: 25 cm;
- Fundação e Embutimento: A base do muro conta com uma sapata estrutural de 0,20m de espessura, assentada sobre o solo firme. Apresenta uma base de apoio com largura de 3,40m. O dente de fixação contra o deslizamento possui

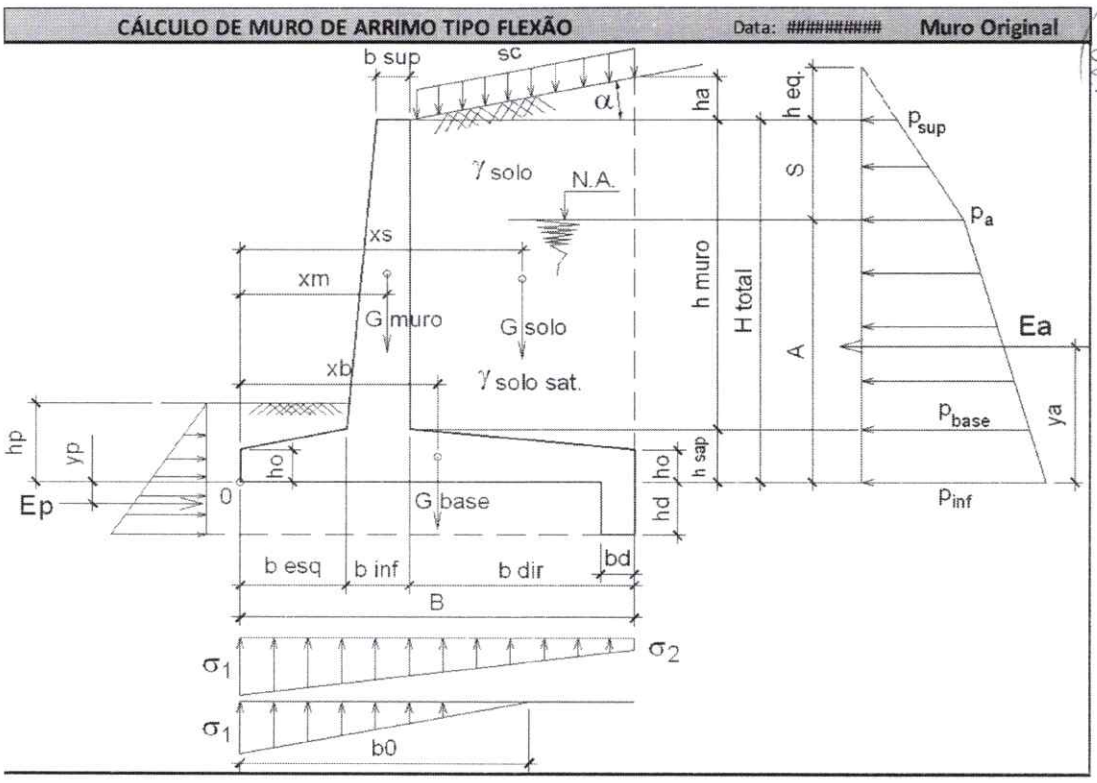
profundidade de 0,60m e ficha indicada em 0,50m abaixo do nível de escavação frontal.

COMISSÃO D - LICITAÇÃO - P.M DE PALC...
924
Página

7.3.3. Dimensionamento do Muro

O dimensionamento do muro é apresentado a seguir na Figura 12.

Pagina 922



DADOS DE ENTRADA

γ conc =	2.50	tf/m³	h sap =	0.40	m
γ solo =	1.70	tf/m³	ho =	0.20	m
γ solo sat =	1.80	tf/m³	H total =	4.90	m
γ H2O =	1.00	tf/m³	hd =	0.40	m
γ subm. =	0.80	tf/m³	bd =	0.20	m
ϕ solo =	30	º	α =	0	º
sc =	2.00	tf/m²	ha =	0.00	m
b sup =	0.20	m	A =	0.00	m
b inf =	0.40	m	S =	4.90	
b esq =	0.70	m	hp =	0.50	m
b dir =	2.30	m	xs =	2.26	m
B =	3.40	m	xm =	0.94	m
h muro =	4.50	m	xb =	1.71	m

DIAGRAMA DE EMPUXO

ka =	0.333		ka adot. =	0.330	
kp =	3.000		kp adot. =	3.000	
h equiv. = sc / γ solo =				1.18	m
p sup =	0.66	tf/m²			
pa =	3.41	tf/m²			
p base =	3.18	tf/m²			
p inf =	3.41	tf/m²			
Ea =	9.97	tf/m	ya =	1.898	m
Ep =	2.07	tf/m	yp =	-0.100	m

VERIFICAÇÃO AO TOMBAMENTO

G muro =	3.38	tf/m	G solo =	22.59	tf/m
G base =	2.85	tf/m	G total =	28.81	tf/m
Mom. resist. =	58.87	tf.m/m			
Mom. solicit. =	-18.92	tf.m/m			
F.S.tomb. =	**3.11**	> 2,0	Ok!		

VERIFICAÇÃO AO DESLIZAMENTO

μ min =	0.39		μ adotado =	0.50	
μ máx =	0.58				
H resistente =	16.47	tf/m			
H solicitante =	9.97	tf/m			
F.S. esc. =	**1.65**	> 1.5	Ok!		

TENSÕES APLICADAS NO SOLO

Mom. no centro da base =	-9.03	tf.m/m	σ 1 =	**1.32**	kgf / cm²
excentricidade =	-0.31	m	σ 2 =	**0.38**	kgf / cm²
Base toda comprimida!					
bo =	3.40	m	**100%** de contato		

Figura 12 – Dimensionamento do muro a flexão 01_03

Assim, o muro atende aos requisitos mínimo de segurança da NBR 11682.

Página 923

Demais informações idem do item anterior.

7.4 CONTENÇÃO PACOTI 03-01

Abaixo estão detalhados os componentes geométricos, estruturais e de drenagem que compõem a solução adotada, em conformidade com as seções e elevações apresentadas na documentação técnica:

7.4.1. Geometria da contenção

O sistema adotado consiste em contenção em solo grampeado ("soil nailing"), executada através da introdução de grampos metálicos passivos inclinados no maciço, associados a revestimento superficial em concreto projetado armado com tela metálica.

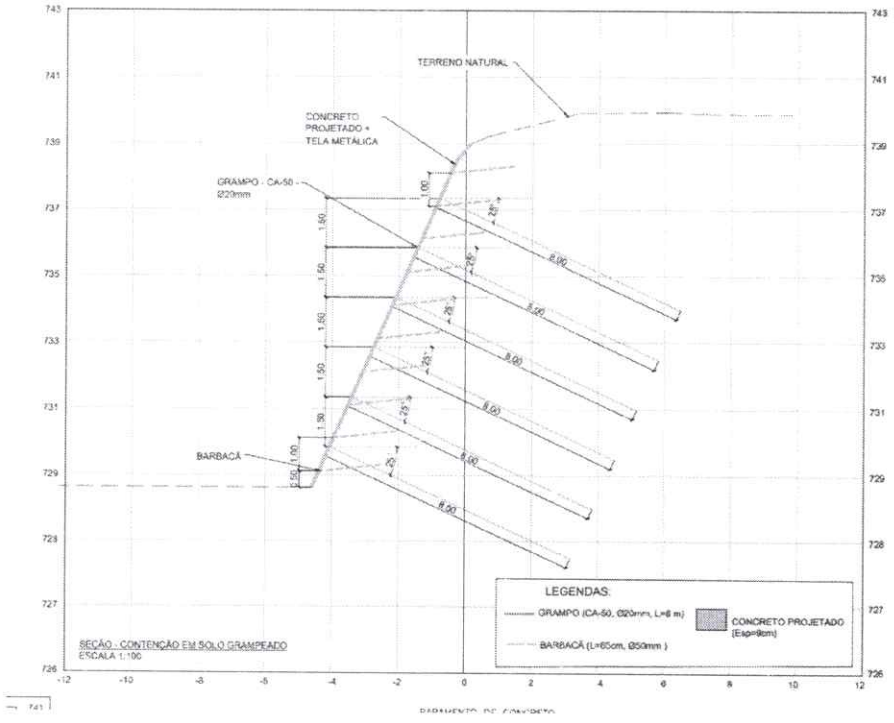


Figura 13 - Seção típica do anteprojeto

- Comprimento Longitudinal: A extensão total da face principal do muro projetado é de 38,95m.
- Altura aproximada da contenção: 11,30 m;
- Inclinação do paramento: conforme terreno natural;
- Espaçamento vertical entre grampos: 1,50 m;
- Espaçamento horizontal entre os grampos 1,25m:
- Inclinação dos grampos: 25°;
- Comprimento dos grampos: 8,00 m;
- Diâmetro das barras: Ø20 mm;

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
924
Página

- Espessura do concreto projetado: 9 cm;
- Barbacãs: Ø50 mm com comprimento de 65 cm.
- Espaçamento vertical e horizontal entre os barbacãs 1,00m:
- Espessura mínima do concreto projetado: 9 cm;
- Tela soldada nervurada Q196 (CA60).

7.5 CONTENÇÃO PACOTI 03-02

Abaixo estão detalhados os componentes geométricos, estruturais e de drenagem que compõem a solução adotada, em conformidade com as seções e elevações apresentadas na documentação técnica:

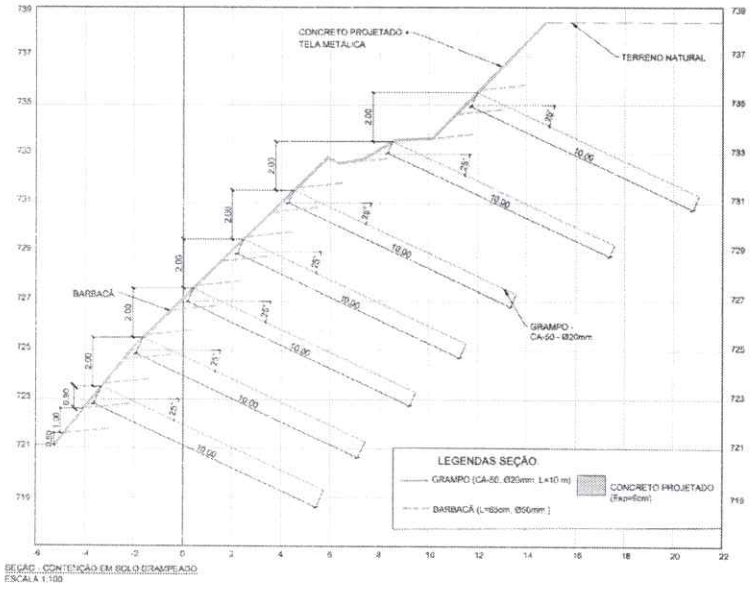


Figura 14 - Seção típica do anteprojeto

7.5.1. Geometria da contenção

O sistema adotado consiste em contenção em solo grampeado ("soil nailing"), executada através da introdução de grampos metálicos passivos inclinados no maciço, associados a revestimento superficial em concreto projetado armado com tela metálica.

- Comprimento Longitudinal: A extensão total da face principal do muro projetado é de 160,51m.
- Altura aproximada da contenção: 17,28 m;
- Inclinação do paramento: conforme terreno natural;
- Espaçamento vertical entre grampos: 2,00 m;
- Espaçamento horizontal entre os grampos 1,50m:
- Inclinação dos grampos: 25°;

Página 925

- Comprimento dos grampos: 10,00 m;
- Diâmetro das barras: Ø20 mm;
- Espessura do concreto projetado: 9 cm;
- Barbacãs: Ø50 mm com comprimento de 65 cm.
- Espaçamento vertical e horizontal entre os barbacãs 1,00m:
- Espessura mínima do concreto projetado: 9 cm;
- Tela soldada nervurada Q196 (CA60)

8 ORÇAMENTO PRELIMINAR

O presente orçamento tem por finalidade apresentar a estimativa preliminar de custos para execução dos sistemas de contenções, destinado à estabilização geotécnica do talude e garantia da segurança estrutural da área em estudo.

Os quantitativos e valores foram elaborados com base nas características geométricas do anteprojeto, contemplando os principais serviços necessários para implantação da contenção.

Custo de mobilização e desbalização, administração e equipe operacional não foi considerado por ser uma característica a depender da região.

Tabela 4 - Estimativa de custo contenção - PACOTI 01-01

...LICITAÇÃO D... P.M DE ... 926 Página

Estimativa Preliminar de Custos

Item	Quant.	Unidade	Preço Unitário	Subtotal
Escavação / corte mecanizado	47	m³	R$ 85,00	R$ 3.995,00
Aterro compactado controlado	98	m³	R$ 145,00	R$ 14.210,00
Concreto estrutural fck 30 MPa	21	m³	R$ 1.250,00	R$ 26.250,00
Forma + montagem	92,76	m²	R$ 220,00	R$ 20.407,20
Aço CA-50 fornecimento + montagem	1900	kg	R$ 12,50	R$ 23.750,00
Sistema drenante Ø200 mm	16	m	R$ 420,00	R$ 6.720,00
Brita drenante	11	m³	R$ 290,00	R$ 3.190,00
Manta geotêxtil	86	m²	R$ 28,00	R$ 2.408,00
Impermeabilização do tardoz	46,38	m²	R$ 65,00	R$ 3.014,70
Equipamentos / mobilização	1	vb	R$ 12.000,00	R$ 12.000,00
Administração de obra	1	vb	R$ 14.000,00	R$ 14.000,00
			TOTAL	**R$ 129.944,90**

Cenários com BDI / Custos Indiretos

Cenário	Percentual BDI	Total Estimado
Mínimo (25%)	25%	**R$ 162.431,13**
Máximo (35%)	35%	**R$ 175.425,62**

Tabela 5 - Estimativa de custo contenção - PACOTI 01-02

Estimativa Preliminar de Custos

Item	Quant.	Unidade	Preço Unitário	Subtotal
Escavação / corte mecanizado	703	m³	R$ 85,00	R$ 59.755,00
Aterro compactado controlado	444	m³	R$ 145,00	R$ 64.380,00
Concreto estrutural fck 30 MPa	50	m³	R$ 1.250,00	R$ 62.500,00
Forma + montagem	205,428	m²	R$ 220,00	R$ 45.194,16
Aço CA-50 fornecimento + montagem	4305,66	kg	R$ 12,50	R$ 53.820,75
Sistema drenante Ø200 mm	20,15	m	R$ 420,00	R$ 8.463,00
Brita drenante	26	m³	R$ 290,00	R$ 7.540,00
Manta geotêxtil	192	m²	R$ 28,00	R$ 5.376,00
Impermeabilização do tardoz	102,714	m²	R$ 65,00	R$ 6.676,41
Equipamentos / mobilização	1	vb	R$ 12.000,00	R$ 12.000,00
Administração de obra	1	vb	R$ 14.000,00	R$ 14.000,00
			TOTAL	**R$ 339.705,32**

Cenários com BDI / Custos Indiretos

Cenário	Percentual BDI	Total Estimado
Mínimo (25%)	25%	**R$ 424.631,65**
Máximo (35%)	35%	**R$ 458.602,18**

COMISSÃO D. LICITAÇÃO P.M. DE PA... 927 Página

Tabela 6 - Estimativa de custo contenção - PACOTI 01-03

Estimativa Preliminar de Custos

Item	Quant.	Unidade	Preço Unitário	Subtotal
Escavação / corte mecanizado	730	m^3	R$ 85,00	R$ 62.050,00
Aterro compactado controlado	656	m^3	R$ 145,00	R$ 95.120,00
Concreto estrutural fck 30 MPa	73	m^3	R$ 1.250,00	R$ 91.250,00
Forma + montagem	138,46	m^2	R$ 220,00	R$ 30.461,20
Aço CA-50 fornecimento + montagem	6272,65	kg	R$ 12,50	R$ 78.408,13
Sistema drenante Ø200 mm	29,46	m	R$ 420,00	R$ 12.373,20
Brita drenante	38	m^3	R$ 290,00	R$ 11.020,00
Manta geotêxtil	281	m^2	R$ 28,00	R$ 7.868,00
Impermeabilização do tardoz	276,92	m^2	R$ 65,00	R$ 17.999,80
Equipamentos / mobilização	1	vb	R$ 12.000,00	R$ 12.000,00
Administração de obra	1	vb	R$ 14.000,00	R$ 14.000,00
			TOTAL	**R$ 432.550,33**

Cenários com BDI / Custos Indiretos

Cenário	Percentual BDI	Total Estimado
Mínimo (25%)	25%	**R$ 540.687,91**
Máximo (35%)	35%	**R$ 583.942,94**

Tabela 7 - Estimativa de custo contenção - PACOTI 03-01

Estimativa preliminar de custos

Item	Quant.	Preço estimado	Subtotal
Perfuração para chumbadores Ø10 cm	1.624 m	R$ 90/m	R$ 146.160
Calda de cimento	15,00 m^3	R$ 900/m^3	R$ 13.500
Barra aço Ø20 mm	4.006 kg	R$ 12/kg	R$ 48.072
Tela soldada Q196	1.247 kg	R$ 10/kg	R$ 12.470
Área de paramento	399,2 m^2	R$ 80/m^2	R$ 31.936
Concreto projetado	38,93 m^3	R$ 1.800/m^3	R$ 70.074
Barbacã	200 m	R$ 45/m	R$ 9.000

Subtotal estimado: R$ 331.200

Com BDI/indiretos entre 25% e 35%:

Total estimado: R$ 414 mil a R$ 447 mil

Página 928

Tabela 8 – Estimativa de custo contenção - PACOTI 03-02

Item	Quant.	Unidade	Preço unit. estimado	Subtotal
Perfuração para chumbadores Ø10 cm	5.890	m	R$ 90/m	R$ 530.100
Calda de cimento	50,89	m^3	R$ 900/m^3	R$ 45.801
Barra aço 20 mm	14.524,70	kg	R$ 12/kg	R$ 174.296
Tela soldada Q196	4.832	kg	R$ 10/kg	R$ 48.320
Área de paramento	1.523,31	m^2	R$ 80/m^2	R$ 121.865
Concreto projetado fck 25 MPa, esp. 9 cm	150,81	m^3	R$ 1.800/m^3	R$ 271.458
Barbacã	978	m	R$ 45/m	R$ 44.010

Subtotal estimado: R$ 1.235.850

Aplicando BDI/indiretos entre 25% e 35%:

Custo total estimado:
R$ 1,55 milhão a R$ 1,67 milhão

Tabela 9 – Tabela resumo estimativa de custo

Resumo de Estimativa de Custos das Contenções

Contenção	Tipo	Valor Estimado
Contenção 01-01	Muro em concreto à flexão	R$ 129.944,90
Contenção 01-02	Muro em concreto à flexão	R$ 339.705,32
Contenção 01-03	Muro em concreto à flexão	R$ 432.550,33
Contenção 03-01	Solo grampeado + concreto projetado	R$ 331.200,00
Contenção 03-02	Solo grampeado + concreto projetado	R$ 1.235.850,00
Valor total estimado das contenções		**R$ 2.469.250,55**

Cenários com BDI / Custos Indiretos

Cenário	Percentual BDI	Total Estimado
Mínimo (25%)	25%	**R$ 3.086.563**
Máximo (35%)	35%	**R$ 3.333.488**

LICITAÇÃO P.M DE P... 329 Página

9 MATRIZ DE RISCO

A execução de estruturas de contenções, envolve uma série de variáveis geotécnicas, hidrogeológicas e operacionais. A interação dinâmica entre o maciço de solo, as cargas atuantes e as condições climáticas locais exigem um monitoramento rigoroso e preditivo.

Com o objetivo de mapear, avaliar e mitigar as incertezas inerentes às fases de escavação, construção e operação da estrutura, foi desenvolvida a presente Matriz de Risco. Esta ferramenta atua como um instrumento estratégico de engenharia consultiva, fundamentada na correlação direta entre a probabilidade de ocorrência de determinado evento e o impacto gerado caso ele venha a se concretizar.

A metodologia adotada categoriza os riscos em níveis de severidade (Baixo, Médio, Médio/Alto e Alto), permitindo que a equipe de gestão de obras e fiscalização direcione a atenção e os recursos tecnológicos de forma prioritária aos pontos mais críticos.

PMS GESTÃO 2021 - 2024 PREFEITURA MUNICIPAL DE PACOTI
930
Página

Tabela 10 - Tabela de risco matriz contenção 01_01

MATRIZ DE ALOCAÇÃO DE RISCOS – MURO DE CONCRETO À FLEXÃO – PACOTI 01_01

Empreendimento: Prefeitura Municipal de Pacoti | **Tipologia: Muro de Concreto à Flexão** | **Referência: PACOTI 01_01 – Anteprojeto de Contenção**

ITEM	EVENTO / RISCO	CAUSA PROVÁVEL	CONSEQUÊNCIA	PROBABILIDADE	IMPACTO	NÍVEL DE RISCO	ALOCAÇÃO DO RISCO	MEDIDAS MITIGADORAS
1	Instabilidade durante escavação da fundação	Escavação sem estabilização provisória	Colapso parcial e risco operacional	MÉDIA	ALTO	ALTO	Empresa Executora	Escavação em etapas e acompanhamento geotécnico.
2	Recalque diferencial da contenção	Solo heterogêneo ou mal compactado	Fissuras, desaprumo e deslocamentos	MÉDIA	ALTO	ALTO	Empresa Executora	Regularização da base e controle geotécnico.
3	Pressão hidrostática excessiva	Ineficiência da drenagem interna	Sobrecarga e instabilidade	MÉDIA	ALTO	ALTO	Empresa Executora	Implantar sistema drenante conforme projeto.
4	Obstrução do sistema drenante	Colmatação da brita ou tubo	Saturação do tardoz e aumento dos empuxos	MÉDIA	ALTO	ALTO	Compartilhado	Inspeção e manutenção periódica do sistema drenante.
5	Compactação inadequada do aterro	Controle insuficiente de umidade e energia	Recalques e deformações	MÉDIA	ALTO	ALTO	Empresa Executora	Ensaios e controle tecnológico.
6	Uso de material inadequado no aterro	Material fora da especificação	Perda de desempenho e instabilidade	BAIXA	ALTO	MÉDIO/ALTO	Empresa Executora	Controle e aprovação dos materiais.
7	Erosão superficial do talude	Ausência de proteção vegetal	Carreamento superficial do solo	MÉDIA	MÉDIO	MÉDIO	Empresa Executora	Proteção vegetal e drenagem superficial.
8	Infiltração através do muro	Impermeabilização deficiente	Deterioração do concreto e armaduras	MÉDIA	MÉDIO	MÉDIO	Empresa Executora	Impermeabilização adequada no tardoz.
9	Sobrecarga próxima ao muro	Tráfego de equipamentos pesados	Aumento dos empuxos	MÉDIA	ALTO	ALTO	Empresa Executora	Restringir cargas próximas à contenção.
10	Escavações próximas à fundação	Intervenções futuras não previstas	Redução da estabilidade global	BAIXA	ALTO	MÉDIO/ALTO	Compartilhado	Controle e autorização técnica prévia.
11	Interferências enterradas	Cabos, dutos ou drenagens existentes	Danos e paralisações	MÉDIA	MÉDIO	MÉDIO	Compartilhado	Mapeamento e prospecção prévios.
12	Instabilidade durante chuvas intensas	Saturação do maciço e drenagem insuficiente	Movimentações do terreno e perda de segurança	MÉDIA	ALTO	ALTO	Compartilhado	Proteção provisória e drenagem emergencial.
13	Licenças e autorizações ambientais	Não obtenção ou atraso nas licenças/anuências necessárias	Impedimento ou paralisação da obra	MÉDIA	ALTO	ALTO	PM Pacoti / Compartilhado	Planejamento e obtenção prévia das autorizações; compatibilizar com a DECLARAÇÃO do processo
14	Descumprimento de condicionantes ambientais	Não atendimento às exigências durante a execução	Autuação, paralisação e custos	BAIXA	ALTO	MÉDIO/ALTO	Empresa Executora	Controle ambiental e atendimento rigoroso às condicionantes.
15	Falha no Projeto Básico/Executivo	Erros, omissões ou incompatibilidades nos projetos elaborados pela contratada	Retrabalho, alteração de quantitativos e riscos técnicos	MÉDIA	ALTO	ALTO	Empresa Executora	Revisão, compatibilização, verificação técnica e responsabilidade formal pelos projetos.
16	Condições de campo divergentes das premissas de projeto	Situações não identificadas previamente ou informações insuficientes	Necessidade de revisão do projeto, prazo e quantitativos	MÉDIA	ALTO	ALTO	Compartilhado	Vistoria, investigação complementar e adequação formal do projeto.
17	Atraso na elaboração/aprovação dos projetos	Demora da contratada ou no fluxo de análise	Impacto no cronograma da obra	MÉDIA	MÉDIO	MÉDIO	Compartilhado	Cronograma de projeto e definição de prazos de análise e resposta.
18	Incompatibilidade entre disciplinas	Falha de compatibilização entre contenção, drenagem, urbanização e pavimentação	Interferências, retrabalho e atrasos	MÉDIA	ALTO	ALTO	Empresa Executora	Compatibilização dos projetos executivos antes da implantação.
19	Falha na execução da pavimentação	Compactação, materiais ou espessuras inadequadas	Deformações e redução da vida útil	MÉDIA	ALTO	MÉDIO/ALTO	Empresa Executora	Controle tecnológico e atendimento às especificações de projeto.
20	Falha na urbanização	Incompatibilidade geométrica ou execução inadequada	Retrabalho e perda de funcionalidade	MÉDIA	MÉDIO	MÉDIO	Empresa Executora	Compatibilização e controle executivo.
21	Deficiência da drenagem da urbanização/pavimentação	Projeto ou execução inadequados	Infiltrações, erosões e deterioração	MÉDIA	ALTO	ALTO	Empresa Executora	Compatibilização e controle da drenagem superficial e profunda.
22	Interferências não cadastradas	Redes subterrâneas ou estruturas existentes desconhecidas	Paralisação, danos e alterações de projeto	MÉDIA	ALTO	ALTO	Compartilhado	Prospecção, cadastro e validação das interferências antes da intervenção.
23	Chuvas e intempéries adversas	Eventos meteorológicos que afetem as frentes de serviço	Atrasos, erosões e perda de produtividade	MÉDIA	ALTO	ALTO	Compartilhado	Planejamento sazonal, drenagem provisória e proteção das frentes.
24	Atraso no andamento da obra	Planejamento, recursos ou produtividade insuficientes	Descumprimento do cronograma	MÉDIA	ALTO	ALTO	Empresa Executora	Planejamento executivo, controle físico e reprogramação quando necessária.
25	Falta de materiais/equipamentos	Problemas de suprimento ou logística	Paralisação ou redução do ritmo da execução	MÉDIA	MÉDIO	MÉDIO	Empresa Executora	Planejamento de suprimentos e fornecedores alternativos.
26	Não conformidade executiva	Serviços em desacordo com projetos ou especificações	Retrabalho, rejeição e comprometimento do desempenho	MÉDIA	ALTO	ALTO	Empresa Executora	Controle tecnológico, inspeção e registros de qualidade.
27	Acidentes durante a execução	Falha nos procedimentos de segurança	Danos, paralisação e responsabilização	BAIXA	ALTO	MÉDIO/ALTO	Empresa Executora	Plano de segurança, sinalização, isolamento e procedimentos executivos.
28	Divergência de quantitativos	Condições reais diferentes das estimadas	Alterações de custo e medição	MÉDIA	ALTO	ALTO	Compartilhado	Levantamentos conjuntos, registros de campo e memória de medição.
29	Divergência na medição	Documentação ou critérios de medição inadequados	Glosas, disputas e atraso de pagamento	MÉDIA	MÉDIO	MÉDIO	Compartilhado	Critérios objetivos, registros e memória de medição.
30	Atraso de pagamento de medição aprovada	Tramitação administrativa ou financeira	Impacto financeiro na execução	BAIXA	ALTO	MÉDIO/ALTO	PM Pacoti	Controle do fluxo de aprovação e pagamento.
31	Serviço executado sem autorização	Alteração de escopo sem formalização	Glosa e disputa contratual	BAIXA	MÉDIO	MÉDIO	Empresa Executora	Formalização prévia das alterações e ordens de serviço.
32	Atraso na liberação das frentes	Áreas, interferências ou autorizações não disponibilizadas	Paralisação e improdutividade	MÉDIA	ALTO	ALTO	PM Pacoti	Planejamento e liberação prévia das áreas/frentes.
33	Danos a terceiros	Atividades executivas e movimentação de equipamentos	Reclamações, indenizações e paralisações	BAIXA	ALTO	MÉDIO/ALTO	Empresa Executora	Vistoria cautelar, monitoramento e controle executivo.
34	AS BUILT incompleto ou divergente	Falha de levantamento ou documentação	Perda de rastreabilidade da obra	BAIXA	MÉDIO	MÉDIO	Empresa Executora	Cadastro contínuo, conferência e documentação final.
35	Atraso na entrega do AS BUILT e documentação final	Gestão documental inadequada	Atraso no recebimento definitivo	BAIXA	MÉDIO	MÉDIO	Empresa Executora	Cronograma documental e controle de entregáveis.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PACOTI - SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA - LICITAÇÃO
Página 934

Tabela 11 - Tabela de risco matriz contenção 01_02

MATRIZ DE ALOCAÇÃO DE RISCOS – MURO DE CONCRETO À FLEXÃO – PACOTI 01_02

Empreendimento: Prefeitura Municipal de Pacoti | **Tipologia: Muro de Concreto à Flexão** | **Referência: PACOTI 01_02 – Antaprojeto de Contenção**

ITEM	EVENTO / RISCO	CAUSA PROVÁVEL	CONSEQUÊNCIA	PROBABILIDADE	IMPACTO	NÍVEL DE RISCO	ALOCAÇÃO DO RISCO	MEDIDAS MITIGADORAS
1	Instabilidade durante escavação da fundação	Escavação sem drenagem ou avanço inadequado	Colapso parcial do talude e acidentes	MÉDIA	ALTO	ALTO	Empresa Executora	Escavação sequencial e supervisão geotécnica.
2	Recalque diferencial da estrutura	Variabilidade do solo de apoio	Fissuração e deslocamento do muro	MÉDIA	ALTO	ALTO	Compartilhado	Inspeção da fundação e adequação às condições encontradas.
3	Acúmulo de pressão hidrostática	Ineficiência da drenagem interna	Sobrecarga estrutural e instabilidade	MÉDIA	ALTO	ALTO	Empresa Executora	Execução rigorosa dos drenos e saídas hidráulicas.
4	Obstrução do sistema drenante	Colmatação do tubo e brita	Saturação do tardoz e aumento de empuxos	MÉDIA	ALTO	ALTO	Compartilhado	Inspeção e manutenção periódica.
5	Erosão superficial do talude	Ausência de proteção vegetal e drenagem	Carreamento de solo e exposição do sistema	MÉDIA	MÉDIO	MÉDIO	Empresa Executora	Proteção vegetal e drenagem superficial.
6	Compactação inadequada do aterro	Controle tecnológico insuficiente	Empuxos excessivos e deformações	MÉDIA	ALTO	ALTO	Empresa Executora	Ensaios de compactação e controle de umidade.
7	Fissuração do concreto	Retração, recalques ou sobrecargas não previstas	Perda de durabilidade e infiltrações	BAIXA	ALTO	MÉDIO/ALTO	Empresa Executora	Controle executivo, juntas e detalhamento adequado.
8	Infiltração através da estrutura	Impermeabilização deficiente	Corrosão das armaduras e deterioração do concreto	MÉDIA	MÉDIO	MÉDIO	Empresa Executora	Impermeabilização adequada das superfícies.
9	Sobrecargas no tardoz	Tráfego de equipamentos pesados	Incremento de empuxos atuantes	MÉDIA	ALTO	ALTO	Empresa Executora	Restrição operacional próxima ao muro.
10	Escavações próximas à contenção	Intervenções não previstas no projeto	Redução da estabilidade global	BAIXA	ALTO	MÉDIO/ALTO	Compartilhado	Controle e autorização prévia das escavações.
11	Variabilidade geotécnica não mapeada	Ausência de investigações complementares	Revisões executivas e riscos estruturais	MÉDIA	ALTO	ALTO	Compartilhado	Investigações geotécnicas adicionais e atualização do projeto.
12	Instabilidade em períodos chuvosos	Saturação do maciço e drenagem superficial deficiente	Movimentações do terreno e perda de estabilidade	MÉDIA	ALTO	ALTO	Compartilhado	Cobertura provisória, drenagem emergencial e monitoramento.
13	Licenças e autorizações ambientais	Não obtenção ou atraso nas licenças/anuências necessárias	Impedimento ou paralisação da obra	MÉDIA	ALTO	ALTO	PM Pacoti / Compartilhado	Planejamento e obtençao previa das autorizações; compatibilizar com a DECLARAÇÃO do processo
14	Descumprimento de condicionantes ambientais	Não atendimento às exigências durante a execução	Autuação, paralisação e custos	BAIXA	ALTO	MÉDIO/ALTO	Empresa Executora	Controle ambiental e atendimento rigoroso às condicionantes.
15	Falha no Projeto Básico/Executivo	Erros, omissões ou incompatibilidades nos projetos elaborados pela contratada	Retrabalho, alteração de quantitativos e riscos técnicos	MÉDIA	ALTO	ALTO	Empresa Executora	Revisão, compatibilização, verificação técnica e responsabilidade formal pelos projetos.
16	Condições de campo divergentes das premissas de projeto	Situações não identificadas previamente ou informações insuficientes	Necessidade de revisão do projeto, prazo e quantitativos	MÉDIA	ALTO	ALTO	Compartilhado	Vistoria, investigação complementar e adequação formal do projeto.
17	Atraso na elaboração/aprovação dos projetos	Demora da contratada ou no fluxo de análise	Impacto no cronograma da obra	MÉDIA	MÉDIO	MÉDIO	Compartilhado	Cronograma de projeto e definição de prazos de análise e resposta.
18	Incompatibilidade entre disciplinas	Falha de compatibilização entre contenção, drenagem, urbanização e pavimentação	Interferências, retrabalho e atrasos	MÉDIA	ALTO	ALTO	Empresa Executora	Compatibilização dos projetos executivos antes da implantação.
19	Falha na execução da pavimentação	Compactação, materiais ou espessuras inadequadas	Deformações e redução da vida útil	MÉDIA	ALTO	MÉDIO/ALTO	Empresa Executora	Controle tecnológico e atendimento às especificações de projeto.
20	Falha na urbanização	Incompatibilidade geométrica ou execução inadequada	Retrabalho e perda de funcionalidade	MÉDIA	MÉDIO	MÉDIO	Empresa Executora	Compatibilização e controle executivo.
21	Deficiência da drenagem da urbanização/pavimentação	Projeto ou execução inadequados	Infiltrações, erosões e deterioração	MÉDIA	ALTO	ALTO	Empresa Executora	Compatibilização e controle da drenagem superficial e profunda.
22	Interferências não cadastradas	Redes subterrâneas ou estruturas existentes desconhecidas	Paralisação, danos e alterações de projeto	MÉDIA	ALTO	ALTO	Compartilhado	Prospecção, cadastro e validação das interferências antes da intervenção.
23	Chuvas e intempéries adversas	Eventos meteorológicos que afetem as frentes de serviço	Atrasos, erosões e perda de produtividade	MÉDIA	ALTO	ALTO	Compartilhado	Planejamento sazonal, drenagem provisória e proteção das frentes.
24	Atraso no andamento da obra	Planejamento, recursos ou produtividade insuficientes	Descumprimento do cronograma	MÉDIA	ALTO	ALTO	Empresa Executora	Planejamento executivo, controle físico e reprogramação quando necessária.
25	Falta de materiais/equipamentos	Problemas de suprimento ou logística	Paralisação ou redução do ritmo da execução	MÉDIA	MÉDIO	MÉDIO	Empresa Executora	Planejamento de suprimentos e fornecedores alternativos.
26	Não conformidade executiva	Serviços em desacordo com projetos ou especificações	Retrabalho, rejeição e comprometimento do desempenho	MÉDIA	ALTO	ALTO	Empresa Executora	Controle tecnológico, inspeção e registros de qualidade.
27	Acidentes durante a execução	Falha nos procedimentos de segurança	Danos, paralisação e responsabilização	BAIXA	ALTO	MÉDIO/ALTO	Empresa Executora	Plano de segurança, sinalização, isolamento e procedimentos executivos.
28	Divergência de quantitativos	Condições reais diferentes das estimadas	Alterações de custo e medição	MÉDIA	ALTO	ALTO	Compartilhado	Levantamentos conjuntos, registros de campo e memória de medição.
29	Divergência na medição	Documentação ou critérios de medição inadequados	Glosas, disputas e atraso de pagamento	MÉDIA	MÉDIO	MÉDIO	Compartilhado	Critérios objetivos, registros e memória de medição.
30	Atraso de pagamento de medição aprovada	Tramitação administrativa ou financeira	Impacto financeiro na execução	BAIXA	ALTO	MÉDIO/ALTO	PM Pacoti	Controle do fluxo de aprovação e pagamento.
31	Serviço executado sem autorização	Alteração de escopo sem formalização	Glosa e disputa contratual	BAIXA	MÉDIO	MÉDIO	Empresa Executora	Formalização prévia das alterações e ordens de serviço.
32	Atraso na liberação das frentes	Áreas, interferências ou autorizações não disponibilizadas	Paralisação e improdutividade	MÉDIA	ALTO	ALTO	PM Pacoti	Planejamento e liberação prévia das áreas/frentes.
33	Danos a terceiros	Atividades executivas e movimentação de equipamentos	Reclamações, indenizações e paralisações	BAIXA	ALTO	MÉDIO/ALTO	Empresa Executora	Vistoria cautelar, monitoramento e controle executivo.
34	AS BUILT incompleto ou divergente	Falha de levantamento ou documentação	Perda de rastreabilidade da obra	BAIXA	MÉDIO	MÉDIO	Empresa Executora	Cadastro contínuo, conferência e documentação final.
35	Atraso na entrega do AS BUILT e documentação final	Gestão documental inadequada	Atraso no recebimento definitivo	BAIXA	MÉDIO	MÉDIO	Empresa Executora	Cronograma documental e controle de entregáveis.

932 Página

Tabela 12 - Tabela de risco matriz contenção 01_03

MATRIZ DE ALOCAÇÃO DE RISCOS – MURO DE CONCRETO À FLEXÃO – PACOTI 01_03

Empreendimento: Prefeitura Municipal de Pacoti | **Tipologia: Muro de Concreto à Flexão** | **Referência: PACOTI 01_03 – Anteprojeto de Contenção**

ITEM	EVENTO / RISCO	CAUSA PROVÁVEL	CONSEQUÊNCIA	PROBABILIDADE	IMPACTO	NÍVEL DE RISCO	ALOCAÇÃO DO RISCO	MEDIDAS MITIGADORAS
1	Instabilidade durante escavação da fundação	Corte do terreno sem estabilização ou avanço inadequado	Ruptura parcial do talude e risco à obra	MÉDIA	ALTO	ALTO	Empresa Executora	Executar escavação por etapas, com acompanhamento geotécnico.
2	Recalque diferencial do muro	Solo de apoio heterogêneo, mal regularizado ou de baixa capacidade	Fissuras, desaprumo e deslocamentos	MÉDIA	ALTO	ALTO	Compartilhado	Inspecionar base de apoio, regularizar e compactar antes da execução.
3	Empuxo hidrostático excessivo	Falha ou insuficiência da drenagem no tardoz	Aumento dos esforços e perda de estabilidade	MÉDIA	ALTO	ALTO	Empresa Executora	Executar tubo drenante Ø200 mm, dreno de brita e manta geotêxtil conforme projeto.
4	Obstrução do sistema drenante	Colmatação da brita, manta ou tubo drenante	Saturação do aterro e aumento de pressão	MÉDIA	ALTO	ALTO	Compartilhado	Prever manutenção, inspeção e saídas adequadas de drenagem.
5	Compactação inadequada do aterro	Falta de controle de umidade, energia ou espessura de camada	Deformações, recalques e aumento de empuxos	MÉDIA	ALTO	ALTO	Empresa Executora	Compactar em camadas controladas e realizar ensaios de liberação.
6	Uso de material inadequado no aterro	Solo orgânico, expansivo ou fora da especificação	Perda de desempenho e instabilidade	BAIXA	ALTO	MÉDIO/ALTO	Empresa Executora	Utilizar material laterítico granular caracterizado por ensaios.
7	Erosão superficial dos taludes	Ausência de proteção vegetal ou drenagem superficial	Carreamento de solo e exposição da contenção	MÉDIA	MÉDIO	MÉDIO	Empresa Executora	Implantar cobertura vegetal e drenagem superficial.
8	Infiltração pela estrutura	Impermeabilização deficiente da face em contato com o solo	Deterioração do concreto e armaduras	MÉDIA	MÉDIO	MÉDIO	Empresa Executora	Aplicar pintura betuminosa e impermeabilização no tardoz.
9	Sobrecarga próxima ao muro	Tráfego de caminhões, rolos ou equipamentos pesados	Incremento de empuxos e deslocamentos	MÉDIA	ALTO	ALTO	Empresa Executora	Restringir tráfego pesado conforme premissas do projeto.
10	Escavações próximas à base	Intervenções futuras não previstas próximas à fundação	Redução do embutimento e da estabilidade global	BAIXA	ALTO	MÉDIO/ALTO	Compartilhado	Proibir escavações sem avaliação técnica prévia.
11	Interferências enterradas	Dutos, cabos ou drenagens não cadastrados	Danos, paralisações e alterações executivas	MÉDIA	MÉDIO	MÉDIO	Compartilhado	Mapear e remanejar interferências antes da obra.
12	Instabilidade durante chuvas	Saturação do maciço e obra paralisada sem proteção	Movimentações do terreno e perda de segurança	MÉDIA	ALTO	ALTO	Compartilhado	Usar cobertura impermeável provisória e drenagem emergencial.
13	Licenças e autorizações ambientais	Não obtenção ou atraso nas licenças/anuências necessárias	Impedimento ou paralisação da obra	MÉDIA	ALTO	ALTO	PM Pacoti / Compartilhado	Planejamento e obtenção prévia das autorizações; compatibilizar com a DECLARAÇÃO do processo
14	Descumprimento de condicionantes ambientais	Não atendimento às exigências durante a execução	Autuação, paralisação e custos	BAIXA	ALTO	MÉDIO/ALTO	Empresa Executora	Controle ambiental e atendimento rigoroso às condicionantes.
15	Falha no Projeto Básico/Executivo	Erros, omissões ou incompatibilidades nos projetos elaborados pela contratada	Retrabalho, alteração de quantitativos e riscos técnicos	MÉDIA	ALTO	ALTO	Empresa Executora	Revisão, compatibilização, verificação técnica e responsabilidade formal pelos projetos.
16	Condições de campo divergentes das premissas de projeto	Situações não identificadas previamente ou informações insuficientes	Necessidade de revisão do projeto, prazo e quantitativos	MÉDIA	ALTO	ALTO	Compartilhado	Vistoria, investigação complementar e adequação formal do projeto.
17	Atraso na elaboração/aprovação dos projetos	Demora da contratada ou no fluxo de análise	Impacto no cronograma da obra	MÉDIA	MÉDIO	MÉDIO	Compartilhado	Cronograma de projeto e definição de prazos de análise e resposta.
18	Incompatibilidade entre disciplinas	Falha de compatibilização entre contenção, drenagem, urbanização e pavimentação	Interferências, retrabalho e atrasos	MÉDIA	ALTO	ALTO	Empresa Executora	Compatibilização dos projetos executivos antes da implantação.
19	Falha na execução da pavimentação	Compactação, materiais ou espessuras inadequadas	Deformações e redução da vida útil	MÉDIA	ALTO	MÉDIO/ALTO	Empresa Executora	Controle tecnológico e atendimento às especificações de projeto.
20	Falha na urbanização	Incompatibilidade geométrica ou execução inadequada	Retrabalho e perda de funcionalidade	MÉDIA	MÉDIO	MÉDIO	Empresa Executora	Compatibilização e controle executivo.
21	Deficiência da drenagem da urbanização/pavimentação	Projeto ou execução inadequados	Infiltrações, erosões e deterioração	MÉDIA	ALTO	ALTO	Empresa Executora	Compatibilização e controle da drenagem superficial e profunda.
22	Interferências não cadastradas	Redes subterrâneas ou estruturas existentes desconhecidas	Paralisação, danos e alterações de projeto	MÉDIA	ALTO	ALTO	Compartilhado	Prospecção, cadastro e validação das interferências antes da intervenção.
23	Chuvas e intempéries adversas	Eventos meteorológicos que afetem as frentes de serviço	Atrasos, erosões e perda de produtividade	MÉDIA	ALTO	ALTO	Compartilhado	Planejamento sazonal, drenagem provisória e proteção das frentes.
24	Atraso no andamento da obra	Planejamento, recursos ou produtividade insuficientes	Descumprimento do cronograma	MÉDIA	ALTO	ALTO	Empresa Executora	Planejamento executivo, controle físico e reprogramação quando necessária.
25	Falta de materiais/equipamentos	Problemas de suprimento ou logística	Paralisação ou redução do ritmo da execução	MÉDIA	MÉDIO	MÉDIO	Empresa Executora	Planejamento de suprimentos e fornecedores alternativos.
26	Não conformidade executiva	Serviços em desacordo com projetos ou especificações	Retrabalho, rejeição e comprometimento do desempenho	MÉDIA	ALTO	ALTO	Empresa Executora	Controle tecnológico, inspeção e registros de qualidade.
27	Acidentes durante a execução	Falha nos procedimentos de segurança	Danos, paralisação e responsabilização	BAIXA	ALTO	MÉDIO/ALTO	Empresa Executora	Plano de segurança, sinalização, isolamento e procedimentos executivos.
28	Divergência de quantitativos	Condições reais diferentes das estimadas	Alterações de custo e medição	MÉDIA	ALTO	ALTO	Compartilhado	Levantamentos conjuntos, registros de campo e memória de medição.
29	Divergência na medição	Documentação ou critérios de medição inadequados	Glosas, disputas e atraso de pagamento	MÉDIA	MÉDIO	MÉDIO	Compartilhado	Critérios objetivos, registros e memória de medição.
30	Atraso de pagamento de medição aprovada	Tramitação administrativa ou financeira	Impacto financeiro na execução	BAIXA	ALTO	MÉDIO/ALTO	PM Pacoti	Controle do fluxo de aprovação e pagamento.
31	Serviço executado sem autorização	Alteração de escopo sem formalização	Glosa e disputa contratual	BAIXA	MÉDIO	MÉDIO	Empresa Executora	Formalização prévia das alterações e ordens de serviço.
32	Atraso na liberação das frentes	Áreas, interferências ou autorizações não disponibilizadas	Paralisação e improdutividade	MÉDIA	ALTO	ALTO	PM Pacoti	Planejamento e liberação prévia das áreas/frentes.
33	Danos a terceiros	Atividades executivas e movimentação de equipamentos	Reclamações, indenizações e paralisações	BAIXA	ALTO	MÉDIO/ALTO	Empresa Executora	Vistoria cautelar, monitoramento e controle executivo.
34	AS BUILT incompleto ou divergente	Falha de levantamento ou documentação	Perda de rastreabilidade da obra	BAIXA	MÉDIO	MÉDIO	Empresa Executora	Cadastro contínuo, conferência e documentação final.
35	Atraso na entrega do AS BUILT e documentação final	Gestão documental inadequada	Atraso no recebimento definitivo	BAIXA	MÉDIO	MÉDIO	Empresa Executora	Cronograma documental e controle de entregáveis.