

Solução Geotécnica para a Ruptura do Talude do Aterro de Encontro para OAE do Km 4+100 da BR-282/SC (LE)

Matheus Araujo Coelho

Engenheiro, RAV Engenharia e Geotecnia, Florianópolis, Brasil, matheus.araujo.c01@gmail.com

Fábio Krueger da Silva

Docente, IFSC, Florianópolis, Brasil, fabio.krueger@ifsc.edu.br

Rafael Fabiano Cordeiro

Diretor, RAV Engenharia e Geotecnia, Florianópolis, Brasil, rafael@ravgeotecnia.com.br

Fernanda Simoni Schuch

Docente, IFSC, Florianópolis, Brasil, fernandass@ifsc.edu.br

RESUMO: Com o rápido crescimento urbano, a partir da segunda metade do século XX, houve uma expansão na procura por soluções geológicas e geotécnicas que vão ao encontro de sociedades mais seguras, a fim de evitar tragédias socioambientais, visando segurança, rapidez e economia. Levando isso em consideração, o presente artigo tem como objetivo principal a concepção da solução geotécnica, a partir de um estudo de caso, para um talude que apresentou ruptura no aterro de encontro à OAE do Km 4+100 da BR-282 (LE), em São José, Santa Catarina. Para a resolução do problema, buscou-se alternativas para a solução e, por fim, aventou-se uma estrutura de arrimo do tipo gabião. Realizou-se uma retroanálise a fim de compreender o mecanismo de ruptura ocorrido no talude, analisou-se as investigações geotécnicas realizadas no local de estudo e assim, concebeu-se a solução técnica mais adequada para o caso. Com o auxílio de softwares, *Slide 6.0* e *GawacWin 3.0*, verificou-se as condições de estabilidade do muro de gabião, resultando numa estrutura de 4,50m de altura, aliado a um reaterro com rocha detonada como solução definitiva para o trecho em análise da rodovia BR-282.

PALAVRAS-CHAVE: Talude, Aterro, Estabilidade, Muro de Gabião, BR-282.

ABSTRACT: With rapid urban growth, starting in the second half of the 20th century, there was an expansion in the search for geological and geotechnical solutions that meet safer societies, in order to avoid socio-environmental tragedies, aiming for safety, speed and economy. Taking this into consideration, the main objective of this article is to design a geotechnical solution, based on a case study, for a slope that presented a rupture in the embankment against the OAE at Km 4+100 of BR-282 (LE), in São José, Santa Catarina. To solve the problem, alternatives were sought for the solution and, finally, a gabion-type support structure was considered. A retro-analysis was carried out in order to understand the failure mechanism that occurred on the slope, the geotechnical investigations carried out at the study site were analyzed and thus, the most appropriate technical solution for the case was designed. With the help of software, *Slide 6.0* and *GawacWin 3.0*, the stability conditions of the gabion wall were verified, resulting in a 4.50m high structure, combined with a backfill with blasted rock as a definitive solution for the section under analysis of the BR-282 highway.

KEYWORDS: Slope, Embankment, Stability, Gabion Wall, BR-282.

1 INTRODUÇÃO

Durante períodos chuvosos a estabilidade dos taludes pode ser comprometida, em razão da percolação descendente da água no solo, promovendo sua saturação, ocasionar o aumento da sobrecarga e a diminuição da coesão. Este aspecto geotécnico altera o estado de tensões no solo, provocando uma diminuição do fator de segurança, podendo levar o talude ao deslizamento.

De acordo com Possato (2021), no estado de Santa Catarina há a ocorrência de alguns tipos de solos que apresentam maior suscetibilidade a deslizamentos. Uma das maneiras de contornar este problema, ocorre através da construção de estruturas de contenção que atuam resistindo às tensões impostas e mantendo o equilíbrio do maciço. Dentro das soluções geotécnicas para conter um maciço de solo ou de rocha, encontram-se os muros de arrimo por gravidade, que agem a partir do seu elevado peso próprio com a finalidade de resistir aos empuxos horizontais (ANDRADE, 2018).

Posto isto, o presente artigo tem por objetivo principal conceber uma proposta de estrutura de contenção em muro de gabião, analisando-se diferentes alturas e geometrias, para a correção da instabilização do talude do aterro de encontro do Km 4+100 da BR-282/SC (LE). Para tanto, analisou-se as características geológicas, geotécnicas, geométricas, topográficas e econômicas para a concepção da solução.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O solo é um material resultante do longo processo de intemperismo das rochas, ou seja, surge a partir da desintegração mecânica ou da decomposição química da mesma. Com a meteorização da rocha, surgem camadas sobrepostas que apresentam coloração, comportamentos e composições cada vez mais diferentes da rocha matriz à medida que se distanciam dela (LEPSCH, 2006).

O comportamento dos solos é determinado em função de duas variáveis fundamentais, a coesão, força de atração das superfícies de contato entre as partículas, e o ângulo de atrito, características friccionais dos materiais constituintes do maciço (SILVA e CARVALHO, 2007).

Mediante essas duas variáveis é possível determinar a resistência ao cisalhamento dos solos, sendo ela, definida pela tensão cisalhante que acontece no plano de ruptura no momento em que ocorre a ruptura, estando intrinsecamente ligada ao seu comportamento de suportar e conservar sua estabilidade (GERSCOVICH, 2010).

Ainda, os valores de coesão e ângulo de atrito são essenciais na determinação do empuxo de terra, caracterizado pelas ações horizontais produzidas pelo maciço terroso sobre as obras com ele em contato (CAPUTO e CAPUTO, 2022).

Com o auxílio das investigações geotécnicas, torna-se possível a determinação da sequência, espessura e a dimensão lateral dos estratos do solo e, quando apropriado, o nível do substrato rochoso; a obtenção de amostras representativas dos solos (e rochas) para identificação e classificação e, se necessário, para o uso em ensaios de laboratório a fim de determinar os parâmetros adequados dos solos; além de identificar as condições da água subterrânea (KNAPPETT e CRAIG, 2014).

Quando da inexistência de informações específicas a respeito dos parâmetros geotécnicos dos materiais em análise, utiliza-se de correlações com os ensaios de penetração *in situ*, desta maneira, são estimados os valores de coesão e ângulo de atrito através de relações empíricas desenvolvidas por diferentes pesquisadores. Dentre os estudos, destacam-se os desenvolvidos por Muromachi (1974), Stroud (1974), Godoy (1983), Teixeira e Godoy (1996), Hatanaka e Uchida (1996), Joppert Júnior (2007), Berberian (2015) e Marangon (2018).

3 METODOLOGIA

Para elaboração deste estudo, coletou-se informações a respeito do ponto em análise, tais como: o levantamento planialtimétrico e os boletins de sondagem do local. Também, compreendeu-se, através de simulações, o mecanismo de ruptura ocorrido no talude do aterro de encontro para OAE do Km 4+100 da BR-282/SC.

Utilizou-se o *software Slide 6.0* e o *software GawacWin 3.0*. Nestes, realizou-se três modelagens distintas em muro de arrimo do tipo gabião para a definição da medida corretiva, com alturas e conseqüentemente geometrias distintas, a fim de respeitar os itens preconizados pela NBR 11682:2009, bem com evitando-se o subdimensionamento ou superdimensionamento da estrutura proposta.

Ainda, para obtenção dos parâmetros geotécnicos das camadas do solo, utilizou-se de correlações presentes na literatura, levando-se em consideração suas particularidades e as investigações geotécnicas de campo, os estudos desenvolvidos por Steffens (2015) e também os resultados da retroanálise de estabilidade da ruptura do talude.

4 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

A área de estudo deste artigo, situada no Km 4+100 da BR-282, localiza-se na divisa entre os municípios de São José e Florianópolis, porém pertencente à São José (Bairro Campinas).

No local de estudo, entre os anos de 2009 e 2011, foi executado um muro de flexão, na parte sul da rodovia, ou seja, em seu lado esquerdo, com o intuito de conter o maciço do aterro de encontro para OAE, em virtude da construção de um acesso à pista de rolamento existente embaixo do viaduto do Bairro Campinas.

Em decorrência dos elevados índices pluviométricos, ocorridos durante o final do ano de 2022 e início do ano de 2023, o muro de flexão apresentou patologias como o surgimento de rachaduras e deformações, de tal forma que, houve a necessidade da demolição e construção de uma nova estrutura de contenção.

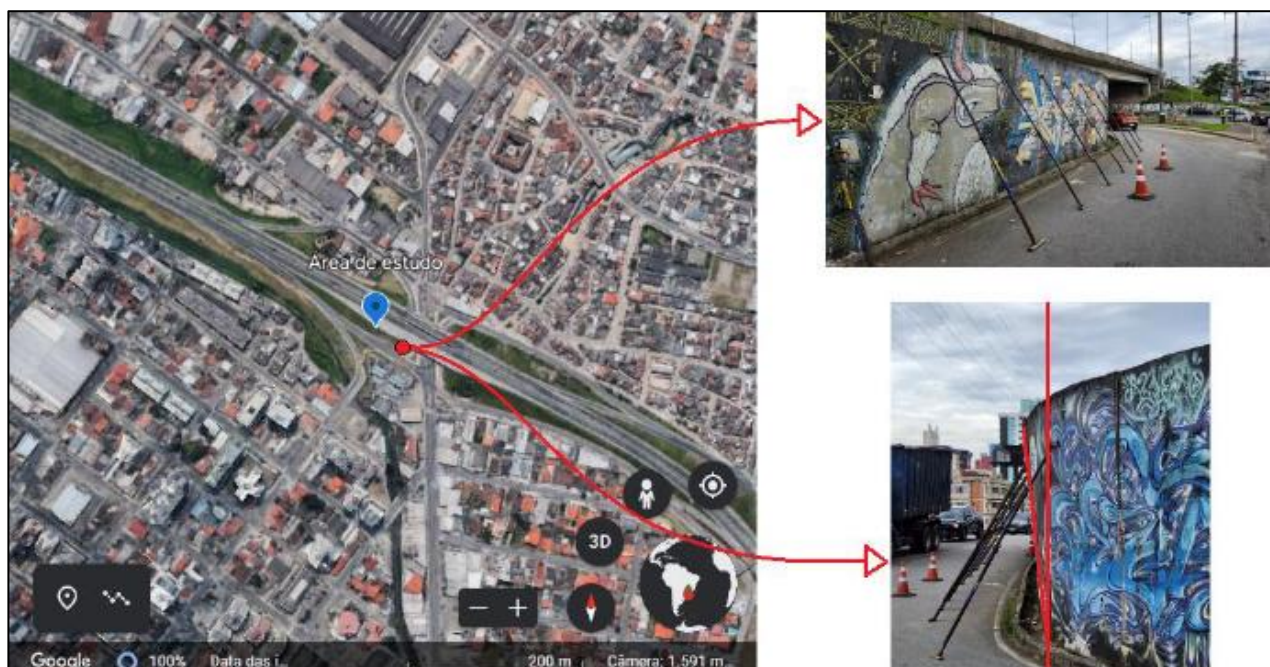


Figura 1. Deformações excessivas da porção superior da contenção.

Fonte: Elaboração própria dos Autores.

4.1 Geologia

Na região de estudo, identificou-se a presença de três domínios geológicos distintos, são eles: as Coberturas Sedimentares do Cenozoico, os Batólitos Florianópolis e os Complexos Granito-Gnáissico-Migmatíticos no Terreno Florianópolis. Porém, o trecho encontra-se assentado sobre as Coberturas Sedimentares do Cenozoico.

De acordo com a CPRM (2014), a região da grande Florianópolis apresenta terrenos formados por rochas graníticas, em geral, com espesso manto de intemperismo, sendo possível a presença de matacões. Em sua grande parte, estes terrenos são propensos a movimentos de massa e queda de blocos em relevos mais dissecados. Entretanto, a área de estudo é caracterizada pela presença de terrenos formados por sedimentos cenozoicos, sendo estes, constituídos de solos de baixa capacidade de suporte.

4.2 Geometria

O aterro de encontro para OAE, do Km 4+100 da BR-282/SC, possui cerca de 7,50 m de altura e inclinação transversal de 27°, na seção crítica.

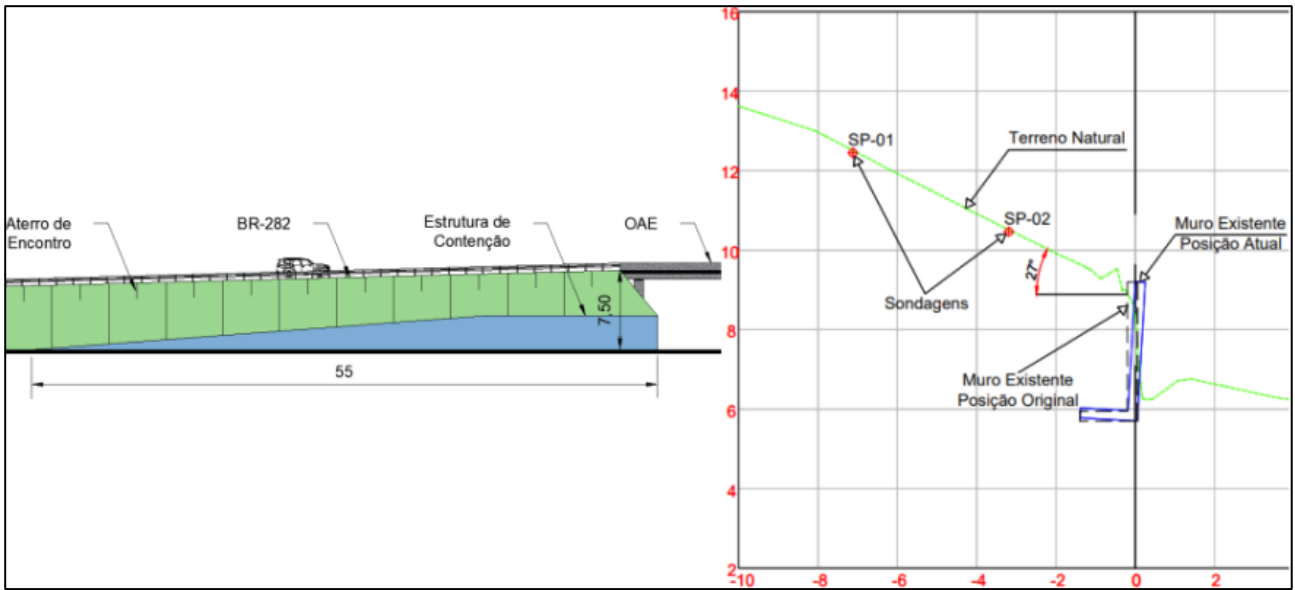


Figura 2. Vista frontal e seção tipo esquemática do muro de flexão.
 Fonte: Elaboração própria dos Autores.

4.3 Investigações Geotécnicas

As investigações geotécnicas foram compostas por ensaios de campo, mais precisamente, por dois furos de sondagem a percussão.

SP-01 - 10/02/2023							SP-02 - 09/02/2023										
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Ensaio SPT			N _{SPT}	Compacidade Consistência	Cota (m)	Classificação do Material	N.A.	Rev. / Perf. (m)	Ensaio SPT			N _{SPT}	Compacidade Consistência	Cota (m)	Classificação do Material
		1ª	2ª	3ª							1ª	2ª	3ª				
9,00 m (10/02/2023)	TH	1,00					Areia média com brita (aterro), cinza clara, pouco compacta.	7,00 m (09/02/2023)	TH	1,00					15,00	Areia média pouco argilosa(aterro), variegada.	
	CA	3	4	4	8	2			1	1	1	2/33	1	Argila plástica pouco arenosa (aterro), variegada, muito mole.			
		3	3	3	6	3			1	1	-	1/22	1		10,00	Areia média, marrom, de fofa a medianamente compacta.	
		2	2	3	5/29	2	15,00		1	1	-	1/27	1	10,00			Areia média, marrom, medianamente compacta.
		18	14						3	3	2	5/31	2		10,00	Argila plástica siltosa pouco arenosa, variegada, mole.	
		3	4	4	8	3			3	6	6	12/31	3	10,00			Argila plástica siltosa pouco arenosa, variegada, mole.
		3	4	4	8	3			2	4	5	9	3		10,00	Argila plástica siltosa pouco arenosa, variegada, mole.	
		2	3	4	7/31	3	10,00		4	2	2	4/31	1	10,00			Argila plástica siltosa pouco arenosa, variegada, mole.
		4	6	8	14	3			2	2	3	5	2		10,00	Argila plástica siltosa pouco arenosa, variegada, mole.	
		5	8	10	18	3			1	2	3	5/33	2	10,00			Argila plástica siltosa pouco arenosa, variegada, mole.
	5	8	8	16	3		1	2	3	5/33	2	10,00	Argila plástica siltosa pouco arenosa, variegada, mole.				
	7	7	5	12/31	3		1	2	3	5/33	2			10,00	Argila plástica siltosa pouco arenosa, variegada, mole.		
	2	1	2	3/35	2		1	2	3	5/33	2	10,00	Argila plástica siltosa pouco arenosa, variegada, mole.				
	11,57	22	18	17			LIMITE DE SONDAAGEM										

Figura 3. Boletins das sondagens de reconhecimento a percussão.
 Fonte: Zavorne Drilling, 2023.

A partir da análise das sondagens, percebe-se a existência de intercalações de camadas de areia com camadas de argila com consistência mole, isso pois, os ensaios foram realizados no material já amolgado, no local da possível cunha de ruptura. Também, nota-se que o nível d'água encontra-se abaixo da fundação do

muro existente, sendo que as sondagens foram realizadas após períodos chuvosos, durante o mês de fevereiro do ano de 2023, mês em que ocorreram chuvas acima do normal para a região da grande Florianópolis.

4.3 Parâmetros Geotécnicos

Com base nas considerações obtidas em revisão de literatura, observou-se os métodos produzidos por: Muromachi (1974), Stroud (1974), Godoy (1983), Teixeira e Godoy (1996), Hatanaka e Uchida (1996), Joppert Júnior (2007), Berberian (2015), Steffens (2015) e Marangon (2018), a partir dos quais estimou-se os parâmetros geotécnicos das camadas do solo do local de estudo.

Ainda, para a calibração dos parâmetros, realizou-se a retroanálise de estabilidade da ruptura do talude do aterro de encontro, da marginal sul (Figura 4). Nela, foram fixadas as condições de contorno do problema, além da consideração do coeficiente de proporcionalidade, ou fator ru, para as camadas superiores ao nível d'água, sendo este, a razão entre o $\gamma_{h\acute{a}gua}$ e o $\gamma_{h\acute{a}gua}$.

Também, ressalta-se que, em função da capa impermeável de asfalto, a parte central do corpo do aterro não encontra-se saturada, apenas as saias do aterro de encontro apresentam camadas de solo saturadas.

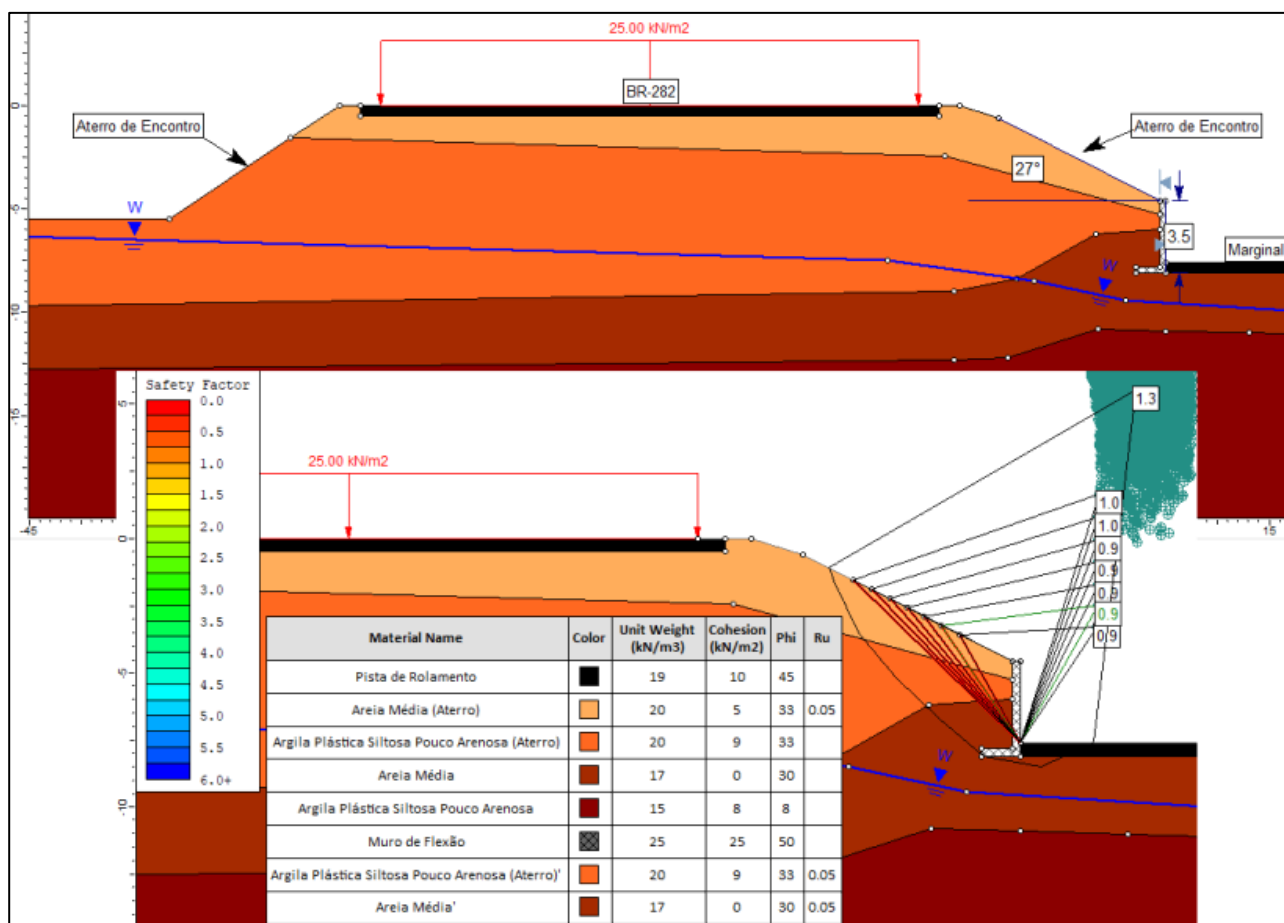


Figura 4. Retroanálise de estabilidade da ruptura do talude do aterro de encontro para OAE.

Fonte: Elaboração própria dos Autores.

A partir da Figura 4 e de visitas realizadas no local, percebe-se a ocorrência de uma ruptura local no talude do aterro de encontro, devido à falta de estabilidade externa da estrutura, tendo sido ocasionada pelo subdimensionamento da base do muro de contenção do tipo de flexão (“L”) e pelo excesso de poropressão gerada em decorrência dos elevados índices pluviométricos e do escoamento das águas pluviais, da pista de rolamento para a saia do talude, produzindo empuxos elevados na região de contato solo-muro. Como consequência deste evento, a estrutura de contenção apresentou um grande deslocamento de sua porção superior, com o surgimento de rachaduras, ocasionando a rotação do muro em relação ao seu pé (processo

típico de tombamento). Ainda da Figura 4, verifica-se a ocorrência de uma ruptura local e não global, visto que ocorreu a rotação da base do muro e não houve o soerguimento da pista marginal em frente ao muro, podendo ser comprovado não só pelo já explanado anteriormente, como também, pelo fator de segurança global de 1,3, obtido na retroanálise, corroborando com a cunha de ruptura visualizada em campo, próxima ao SP-02.

5 RESULTADOS

Após a caracterização do local, verificou-se as estabilidades globais das três soluções aventadas, sendo elas com muro de gabião com altura de 4,00 m (Figura 5A), 4,50 m (Figura 5B) e 5,00 m (Figura 5C). Aliada às soluções, propôs-se a troca do material amolgado por um reaterro compactado com o uso de rochas detonadas, e também, considerou-se um denteamento do talude, em degraus, de 1H:1,5V. Ainda, adotou-se um nível d'água mais elevado do que o detectado nas sondagens, a fim de considerar a sazonalidade ambiental do local. A seguir, serão ilustradas as análises realizadas.

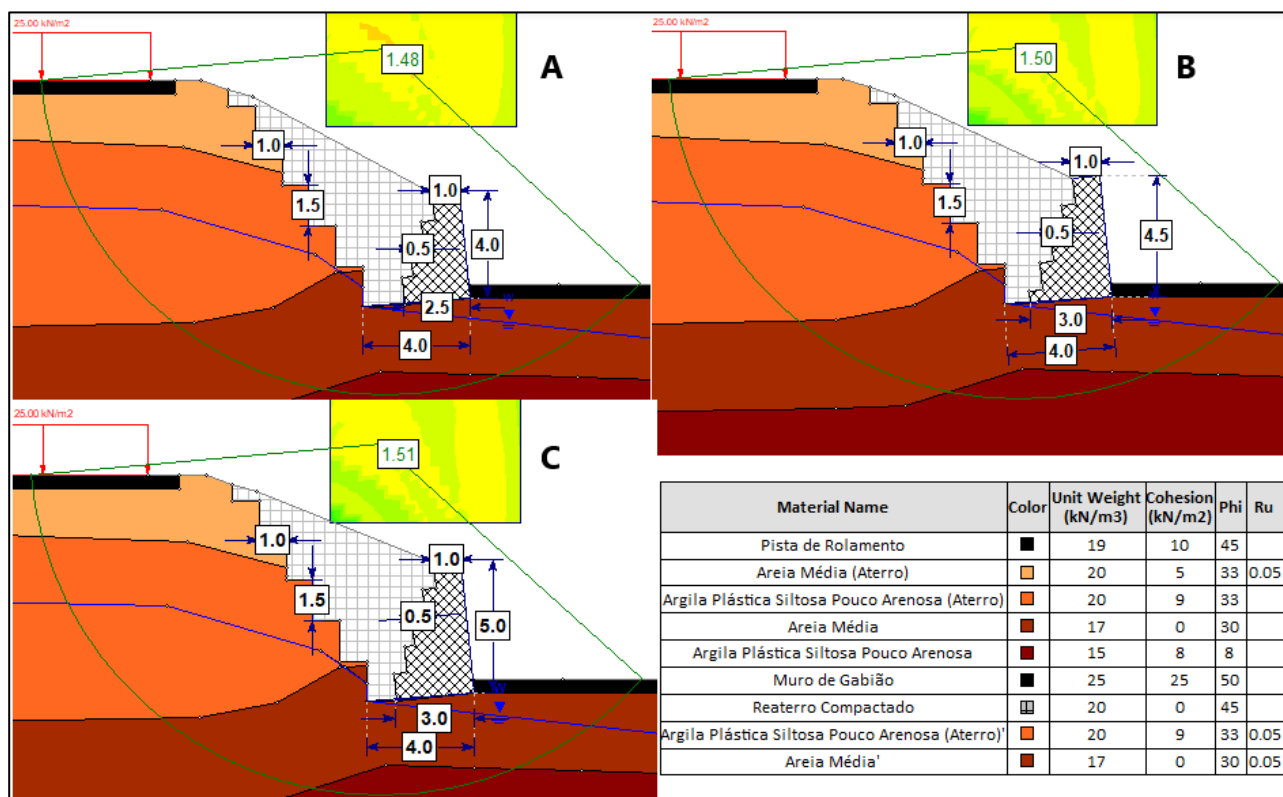


Figura 5. Análises de estabilidade globais das soluções geotécnicas aventadas.

Fonte: Elaboração própria dos Autores.

Das três soluções aventadas, a solução em muro de gabião com altura de 4,00 m não encontra-se em concordância com a NBR 11682:2009, isso pois, apresenta o fator de segurança de 1,48, inferior ao preconizado pela norma ($F_s = 1,5$), não estando adequada sua utilização no trecho em estudo, sendo ela, uma estrutura de contenção subdimensionada. Já para a solução geotécnica de 5,00 m de altura, o fator de segurança de 1,51 atende ao mínimo preconizado pela norma supracitada, entretanto, entre as três modelagens, essa solução não representa a medida corretiva mais econômica para o local, devido a quantidade de matéria prima utilizada em sua concepção. Por fim, a solução de 4,50 m de altura, além de atender à norma, corresponde a solução geotécnica otimizada, sendo ela, a definitiva para o trecho em questão.

Com o objetivo de averiguar se a geometria da solução definitiva para o trecho encontra-se em concordância com os fatores de segurança mínimos preestabelecidos para estabilidade externa (deslizamento, tombamento e capacidade de carga da fundação), utilizou-se o *software GawacWin 3.0* para a realização dessas análises. A seguir, serão apresentados os resultados da seção otimizada do muro de gabião.

Deslizamento	
Força normal sob a base [kN/m]	262.22
Ponto de apl. ref. ao eixo X [m]	1.45
Ponto de apl. ref. ao eixo Y [m]	-0.15
Força atuante tangencial [kN/m]	48.43
Força resistente tangencial [kN/m]	174.30
Deslizamento	3.60

Tombamento	
Momento Atuante [kN/m x m]	75.17
Momento Resistente [kN/m x m]	458.03
Tombamento	6.09

Tensões Atuantes na Fundação	
Excentricidade	0.05
Tensão normal na borda externa [kN/m ²]	96.16
Tensão normal na borda interna [kN/m ²]	79.54
Tensão última da fundação [kN/m ²]	530.62
Tensão na Base esq.	5.52
Tensão na Base dir.	6.67

Figura 6. Análise de estabilidade externa da solução geotécnica adotada, h = 4,50 m.
Fonte: Elaboração própria dos Autores.

Percebe-se, da Figura 6, que a alternativa adotada como definitiva, muro com 4,50 m de altura, atende aos fatores de segurança mínimos definidos, para estabilidade externa, pela NBR 11682:2009, ou seja, para o deslizamento ($F_s = 1,5$), para o tombamento ($F_s = 2,0$) e para capacidade de carga da fundação ($F_s = 3,0$).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo apresentou um estudo de caso, abordando as principais características encontradas no talude do aterro de encontro para OAE do Km 4+100 da BR-282/SC (LE). Baseando-se nas investigações geotécnicas de campo, em estudos já realizados e nas normas vigentes, foram realizadas três modelagens em muro de gabião, a fim de definir a solução geotécnica para o trecho.

A partir das análises realizadas, com o auxílio tanto do *software Slide 6.0* quanto do *software GawacWin 3.0*, determinou-se que a altura otimizada na seção crítica é de 4,50 m. Para essa altura, obteve-se o fator de segurança global mínimo exigido pela norma para o local ($F_s = 1,5$). Já para a estabilidade externa da contenção, atingiu-se os seguintes valores: $F_{s\text{Tombamento}} = 6,09$, $F_{s\text{Deslizamento}} = 3,60$, $F_{s\text{Rup.Fund.Esq.}} = 5,52$ e $F_{s\text{Rup.Fund.Dir.}} = 6,67$, também em concordância com a NBR 11682:2009.

Por último, as soluções geotécnicas devem compatibilizar o desempenho da estrutura com a simplicidade executiva e o custo para a realização da mesma, senão, acabam tornando-se soluções inviáveis de serem realizadas. Ademais, devem ser concebidas por profissionais capacitados para a realização dos mais variados projetos geotécnicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, M. O. (2018) *Análise Comparativa de Custos entre Estruturas de Contenção*. 108 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/10130/2/Mariana_Oliveira_Andrade.pdf. Acesso em: 23 abr. 2023.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2009). NBR 11682. *Estabilidade de encostas*. 2 ed. Rio de Janeiro.

Berberian, D. (2015) *Engenharia de Fundações*. 2 ed. Brasília: INFRASOLOS.

- Caputo, H. P., Caputo, A. N (2022) *Mecânica dos Solos: Obras de Terra e Fundações*. Rio de Janeiro: Grupo GEN. E-book. ISBN 9788521638018. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521638018/>. Acesso em: 21 mai. 2023.
- Coelho, M. A. (2023) *Projeto Geotécnico de Recuperação do Talude do Aterro de Encontro para OAE do Km 4+100 da BR-282/SC (LE)*. 139p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – IFSC, Florianópolis.
- CPRM (2014). *Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina*. Mapa. Escala 1:500.000.
- Gerscovich, D. (2010) *Resistência ao Cisalhamento*. In: Gerscovich, Denise. *Resistência ao Cisalhamento*. [S.l.]. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.eng.uerj.br/~denise/pdf/resistenciacisalhamento.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2023.
- Godoy, N. S. de (1983) *Estimativa da capacidade de carga de estacas a partir de resultados de penetrômetro estático*. [s.l.] Palestra proferida na Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo.
- Hatanaka, M., Uchida, A. (1996) *Empirical correlation between penetration resistance and effective friction of sand soil*. *Soils Found.*, v. 36, n. 4, p. 1-9.
- Joppert Jr., I. (2007) *Fundações e Contensões de Edifícios* – São Paulo: Pini ISBN 978-85-7266-177-5. 221p.
- Knappett, J. A., Craig, R F. (2014) *Craig | Mecânica dos Solos, 8ª edição*. Rio de Janeiro: Grupo GEN. E-book. ISBN 978-85-216-2703-6. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-2703-6/>. Acesso em: 22 abr. 2023.
- Lepsch, I. F. (2006) *Formação e conservação dos solos*. 2ª. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 334 p. ISBN 9788579750083. Disponível em: https://www.google.com.br/books/edition/Forma%C3%A7%C3%A3o_e_conserva%C3%A7%C3%A3o_dos_solos/NH8LDAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=1&printsec=frontcover. Acesso em: 24 mar. 2023.
- Marangon, M. (2018) *Capacidade de carga dos solos*. In: Marangon, Márcio. *Mecânica dos Solos II*. Juiz de Fora: Ufjf. p. 186-203. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ufjf.br/nugeo/files/2013/06/MARANGON-M.-Dez-2018-Cap%C3%ADtulo-07-Capacidade-de-Carga-dos-Solos1.pdf>. Acesso em: 07 maio 2023.
- Muromachi, T., Oguro, I., Miyashita, T. (1974) *Penetration Testing in Japan*. Proc European Symposium on Penetration Testing. Stockholm, Vol. 1, p. 193-200.
- Possato, A. P. L. (2021) *Dimensionamento de contenção de tipo gabião em região de solo residual na cidade de Biguaçu/SC*. 95 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - IFSC, Florianópolis, 2021. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://sites.florianopolis.ifsc.edu.br/gptr/files/2021/10/TC-C-Ana-Paula-Possato-Revisao-Final.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2023.
- Silva, A. J. N. da, Carvalho, F. G. de (2007) *Coesão e resistência ao cisalhamento relacionadas a atributos físicos e químicos de um Latossolo Amarelo de tabuleiro costeiro*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, [S.L.], 31, n. 5, p. 853-862. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-06832007000500003>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/56pstWd3WWRF8SpNkmXDKZC/?lang=pt>. Acesso em: 01 out. 2023.
- Steffens, A. H. D. (2015) *Projeto Geotécnico do Aterro de Encontro do Viaduto Kobrasol na Via Expressa - BR-282*. 130 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/157220>. Acesso em: 01 out. 2023.
- Stroud, M. A. (1974) *The Standard Penetration Test in Insensitive Clays and Soft Rocks* Proceedings of the European Symposium on Penetration Testing, Stockholm, June 5-7, 2(2), p. 367-375.
- Teixeira, A. T., Godoy, N. S. (1996) *Análise, Projeto e Execução de Fundações Rasas*. Fundação: Teoria e Prática. São Paulo, SP, PINI.