



Estudo de Caso da Estabilidade de Encosta para a Implantação de Uma Indústria em Joinville – SC

Angelo Kuskowski

Universidade Regional de Blumenau - FURB, Blumenau, Brasil, angelokzw@gmail.com

Narayana Saniele Massocco

Universidade de Brasília, Distrito Federal, Brasil, nsaniele@gmail.com

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo analisar a segurança de uma encosta em que se realizou uma contenção do tipo muro de arrimo, para por fim, verificar se houve a necessidade real de implantação da estrutura portante. O estudo caracterizou-se inicialmente em uma análise geotécnica, coletaram-se amostras deformadas e indeformadas para ensaios de caracterização e de cisalhamento direto realizados em laboratório, aliados a isto realizaram-se 2 (dois) ensaios SPT. Os parâmetros geotécnicos foram suficientes para verificar as condições de estabilidade do talude em condições antigas (sem o muro de arrimo) através do software Slope do desenvolvedor Geostru. Os resultados dos 8 (oito) cortes de análise mostraram o solo com características silto arenosas (areia fina), ângulo de atrito igual a 27,1°, coesão igual a 14,1, a variação do N_{spt} correspondente de 2 a 10 para o primeiro e último metro respectivamente, estes representaram a fatores de segurança maiores que 1,5 o que mostra que não precisaria da implementação de uma estrutura de contenção, e assim não havendo a necessidade de qualquer melhoria estrutural.

PALAVRAS-CHAVE: Estabilidade de talude; amostra indeformada; cisalhamento, SPT, encosta, método determinístico.

1 INTRODUÇÃO

No município de Joinville – SC está em vigor a instrução normativa (IN) 06 da Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SEMA), esta IN prevê em seu item 5.24 que “Para obra localizada em encostas com declividade superior a 30% (16°) (Lei Complementar 29/96) ou áreas com possibilidade de subsidência, risco de deslizamento, de erosão ou de qualquer suscetibilidade geotécnica (art. 245, Lei Estadual 14.675/09), deve apresentar projeto geotécnico com ART, obedecendo as Normas da ABNT NBR 8044:1983 e da NBR 11682:2009”

Em uma situação de contenção de talude, atentando para a segurança do seu empreendimento a maioria dos investidores do

município, desconhecendo a IN 06, intuitivamente têm a tomada de decisão na solução mais linear possível que normalmente se trata do item 4.4.1.2 da NBR 11682:1991 no que diz respeito a realização de um projeto de estabilização com elementos de contenção, neste caso um muro de arrimo sem previamente realizar análise de estabilidade.

Favarin *et al.* (2012) afirmam a gestão estratégica de custos tem extrema importância no processo de tomada de decisão, pois é através dos dados fornecidos aos gestores que deverá basear suas decisões sobre quanto, quando e em que setor deverá ser investido ou sobre quanto deve custar os produtos/serviços que a organização produz. Os recursos investidos em projeto e execução de um muro são muito superiores ao de um estudo



geotécnico requerido pela intrusão normativa municipal, o conhecimento desta leva a economia de recursos financeiros para as obras do município.

O presente trabalho refere-se a realização do item “e” do número 5.24 da IN 06 da SEMA, que diz respeito ao cálculo do fator de segurança (FS) do talude para implantação de uma indústria, localizada no bairro Itinga na cidade de Joinville – SC, que neste caso já havia executado a obra de contenção, sem o conhecimento da real necessidade, do tipo muro de arrimo (figura 1 e 2).



Figura 1. Formas para Execução do Muro de Arrimo, Kuskowski e Massocco, 2018.



Figura 2. Muro de Arrimo e Elementos da Superestrutura da Indústria Executados, Kuskowski e Massocco, 2018.

Trata-se de uma área composta por solo originário do complexo granulítico do estado de Santa Catarina definido por Hartmann *et al.* (1979) e demonstra-se na figura 3 que o local de estudo é definido pelo Serviço Geológico do

Brasil como uma área de gnaisses granulíticos de Luis Alves.

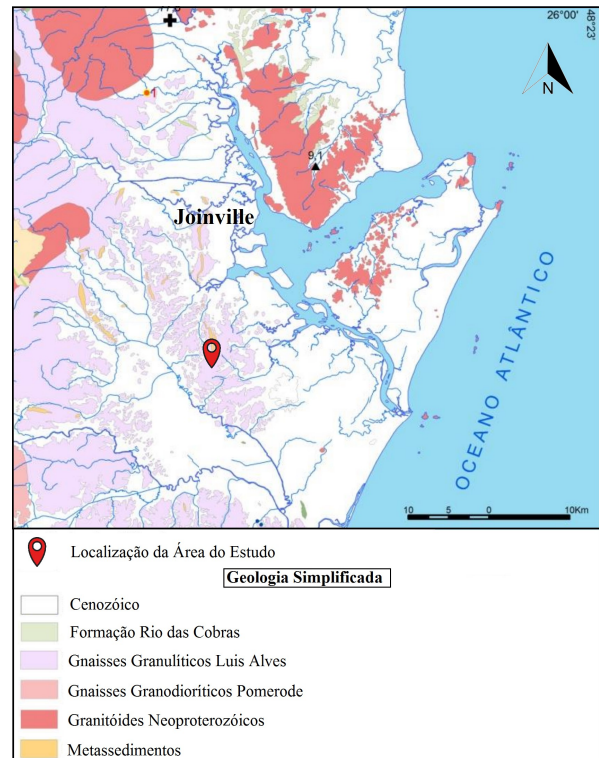


Figura 3. Local do Estudo, adaptado de Iglesias, Carlos Moacyr da Fontoura; Zeffass, Henrique; Silva, Marco Aurélio Schneiders da; Klein, Carla, 2011.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para se chegar nos resultados desta pesquisa, a Figura 4 representa as etapas abordadas nesta metodologia, as quais serão definidas nos itens a seguir.

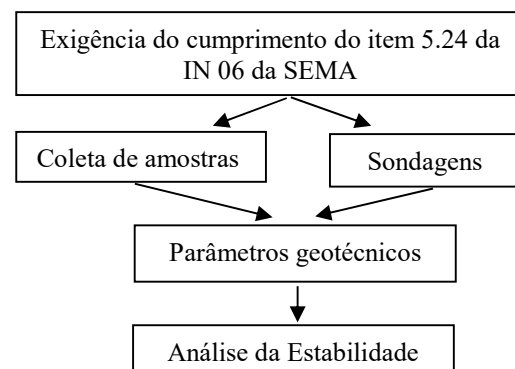


Figura 4. Fluxograma do estudo. Kuskowski e



Massocco, 2019.

O desenvolvimento do trabalho segue as premissas da IN onde especifica que para a obtenção inicial dos parâmetros deve-se realizar ensaios laboratoriais e de campo, e dessa forma possuir os dados de entrada do solo estudado para o cálculo de fator de segurança.

2.1 Parâmetros iniciais

Com o intuito de detalhamento da análise, realizou-se um estudo em 90 metros de extensão da encosta. Dessa forma pode-se dividir em 7 (sete) trechos conforme Figura 6.

Com projeto topográfico planialtimétrico da situação presente pôde-se verificar um talude originário de cortes em encosta formado por um patamar com ângulo máximo encontrado de 33° , trecho este analisando na seção de corte “0+50” que é mais central, logo a que apresenta ao maior ângulo de inclinação do talude, como pode ser observado na figura 5.

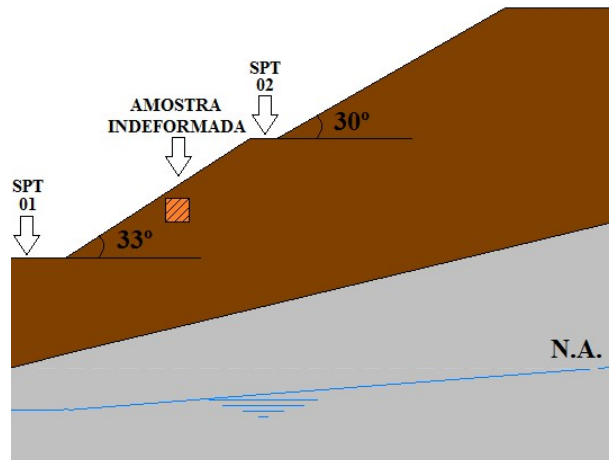


Figura 5. Ângulos entre o Patamar (Seção “0+50”), Kuszowski e Massocco, 2018.

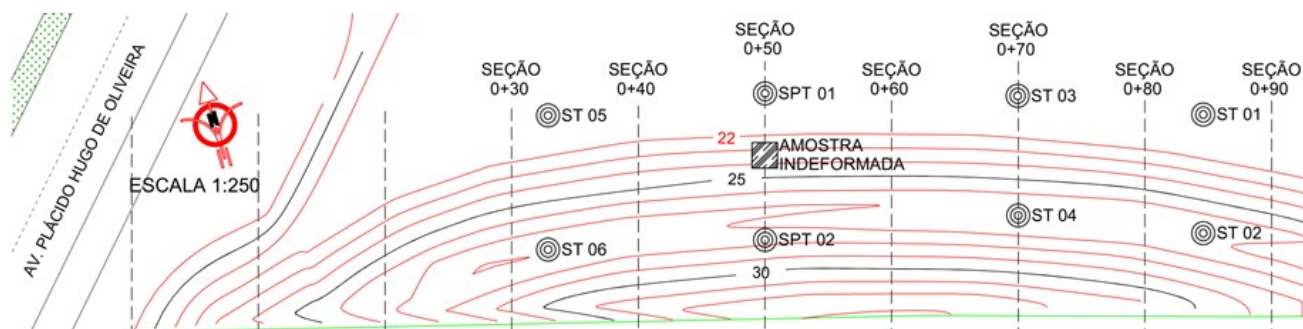


Figura 6. Croqui de Localização das Sondagens (SPT e ST) e Amostra Indeformada, adaptado de Campos Junior, V, 2016.

2.2 Sondagens Geotécnicas do Solo, Definição da Profundidade do Lençol Freático e Definição do Perfil Geotécnico

Foram executados dois ensaios de sondagem *SPT* de acordo com a NBR 6484/2001 e também seis furos de sondagem a trado para verificar a homogeneidade do solo no talude, a disposição dos ensaios no terreno pode ser verificadas no croqui de localização na figura 6.

Para definir a profundidade do lençol freático utilizou-se as sondagens *SPT* conforme item 6.5.6 da NBR 6484/2001: “Após o encerramento da sondagem e a retirada do tubo de revestimento, decorridas no mínimo 12 h, e estando o furo não obstruído, deve ser medida a posição do nível d’água, bem como a profundidade até onde o furo permanece aberto.” Após 12 horas do término dos ensaios verificou-se a integridade dos furos e observou-se que estes se encontravam aptos para



satisfazer este item, logo utilizou-se um medidor de nível estático para obter esse dado.

Para definir o perfil geotécnico também foram utilizadas as sondagens *SPT*, seguindo o sub-item do item 6.6 da NBR 6484/2001 que diz respeito a caracterização do solo pela amostra obtida no amostrador padrão do ensaio. Buscou-se definir as amostras pela observação tátil-visual em campo e em laboratório, foram definidos aspectos como granulometria, plasticidade, cor e origem.

2.3 Definição dos Parâmetros Geotécnicos do Solo e Cálculo do Fator de Segurança

Para definir os parâmetros de coesão e ângulo de atrito houve a necessidade de retirar uma amostra indeformada (conforme Figura 7), que foi coletada seguindo a NBR 9604/1986. Obteve-se uma amostra com dimensões de comprimento, profundidade e altura de 33x33x37,5cm, estando de acordo com o item 5.4.1 desta que diz respeito as dimensões máximas iguais a 40 cm de aresta e dimensões mínimas iguais a 15 cm de aresta do cubo. Após o êxito do seccionamento da base da amostra, foi identificado o topo do bloco com uma marcação “T” que orienta o topo, conforme item 5.4.2.3 da precedente. Para finalizar o procedimento e garantir a estrutura, condições naturais de umidade e compactidade utilizou-se de talagarça e parafina líquida com três camadas ao todo conforme item 5.4.2.4.



Figura 7. *SPT* 01, *SPT* 02 e Amostra Indeformada, Kuskowski e Massocco, 2018.

Após cuidadoso armazenamento e transporte da amostra até o laboratório foi possível definir os parâmetros de coesão e ângulo de atrito através do ensaio de cisalhamento direto conforme ASTM D3080 - 04, da amostra indeformada foram extraídos quatro corpos de prova pelo anel de cisalhamento e ensaiados para diferentes tensões confinantes, 100, 200, 300 e 400 kPa.

O item 4.1 da NBR NM 26/2001 estabelece que “Amostragem é tão importante quanto o ensaio, por isso devem ser tomadas todas as precauções necessárias para que se obtenha amostras representativas quanto às suas natureza e características.”, o ensaio de granulometria foi realizado com uma amostragem coletada de solo deformado com 3,15 kg de massa total, após isto utilizou-se a peneira 76 mm e obteve-se peso de amostra igual a 1,33 kg, valor coerente para realização do ensaio segundo a tabela 3 da NBR 6457/1986 que prevê a quantidade de amostra para análise granulométrica. Em seguida, com a amostra seca ao ar, fez-se as operações preliminares da NBR 7181/1984 como passar o material na peneira 2,0 mm, tomando o devido cuidado para desmanchar todos os torrões eventualmente existentes para que de fato, havendo a existência, apenas que grãos maiores fiquem retidos na malha. Para realizar o peneiramento fino utilizou-se o solo seco retido na peneira 0,075 mm para ser ensaiado com o agitador mecânico e suas peneiras N° 40, 80 e 200 segundo a A.S.T.M., o peneiramento foi realizado sem a consideração do processo de sedimentação, visto que o laboratório não possuía os procedimentos necessários. O peneiramento grosso não foi possível de ser realizado pois não houve presença de material retido na peneira 2,0 mm.

Por se tratar de um solo com granulometria fina, isento de pedregulho e não muito duro a determinação da densidade natural fez-se pelo ensaio *in situ* com cilindro de cravação



segundo a NBR 9813/1987, depois de determinar as dimensões do cilindro de cravação através da média de quatro dimensões igualmente espaçadas obtidas com um paquímetro digital pôde-se determinar o volume interno do cilindro. Após o processo de cravação por queda livre do soquete fez-se a escavação do terreno circunvizinho ao cilindro e o corte a uma profundidade de aproximadamente 5 cm abaixo da sua borda inferior, em seguida removeu-se o excesso de solo com o auxílio da régua biselada.

Com o final do processo de pesagem do cilindro de cravação pôde-se aproveitar o solo deste ensaio, segundo a NBR 6457/1986, para determinar a umidade natural do solo, através do recolhimento de amostragem em 5 cápsulas distintas, utilizando estufa para secagem do material e podendo assim calcular a média das umidades.

2.4 Fator de Segurança

O cálculo do fator de segurança foi realizado pelo método de Bishop (1955) e para isto foi determinado a simulação de todas as seções da Figura 7, em seguida foi desenhado o perfil longitudinal no programa *AutoCad* da *AutoDesk* de acordo com a topografia realizada anteriormente, além do tipodiagrama foi inserida a altura de cada camada de solo obtidas nas sondagens executadas, bem como o nível do lençol freático. Após a conferência da escala o perfil pôde ser importado em formato “.dxf” para o programa *Slope* da *GeoStru*.

3 RESULTADOS E ANÁLISES

3.1 Sondagens Geotécnicas do solo

Foram executados dois ensaios de sondagem *SPT*, o primeiro “*SPT 01*” na cota 21,55m e o segundo “*SPT 02*” na cota 25,33. Ambas as sondagens foram limitadas pelo engenheiro responsável, tomando o critério de prosseguir apenas mais uma seção de 45 cm de amostrador

após a evidência do lençol freático.

As seis sondagens a trado realizadas tiveram caráter investigativo para se precaver de possíveis elementos desconhecidos do solo, seus resultados se mostraram homogêneos em relação as sondagens *SPT* não havendo complicações. A tabela 1 abaixo demonstra os valores encontrados para o nível freático e mudança de camada de cada sondagem a trado.

Tabela 1. Sondagens de Simples Reconhecimento.

Sondagem a Trado	NA (m)	Mudança de Camada de Silte Arenoso para Silte Argiloso (m)
Cota 21,55 m		
ST01	5,63	3,77
ST03	5,62	3,74
ST05	5,6	3,71
Cota 25,33 m		
ST02	9,33	6,39
ST04	9,3	6,34
ST06	9,25	6,3

Kuszkowski e Massocco, 2018.

As Figuras 8 e 9 correspondem aos resultados obtidos pelos perfis de sondagem SP 01 e SP 02. Percebe-se que o solo a ser avaliado equivale a características de silte arenoso. Inicialmente (0 a 3,7 metros), o perfil corresponde a um solo com baixa resistência com N_{SPT} variando de 02 a 10 e características de fofa a pouco fofa.

3.2 Profundidade do Lençol Freático

Com a utilização das sondagens *SPT* utilizou-se o item 6.5.6 da NBR 6484/2001 para se obter dados de profundidade do lençol freático em cada ponto de sondagem e podem ser observados na tabela 1 abaixo.

Tabela 2. Cotas e Níveis da Água obtidas através das sondagens.

Sondagem	Cota do solo (m)	Nível da Água (m)
<i>SPT 01</i>	21,55	5,62
<i>SPT 02</i>	25,33	9,35



Kuszkowski e Massocco, 2018.

SONDAGEM		COTA (m)	INICIO		FIM	
SPT 01		21,55	17/12/18		17/12/18	
PROF. CAMADAS (m)	PERFIL GEOLÓG.	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL	Nº GOLPES PENETRAÇÃO			N
3,74		SILTE ARENOSO (AREIA FINA), COLORAÇÃO MARROM CLARA.				
			02 15	01 15	01 15	02
			03 15	02 15	02 15	04
5,60		SILTE ARGILOSO COM FINA, COLORAÇÃO MARROM.				
			02 15	05 15	05 15	10
			03 15	03 15	07 15	10
6,49						
			05 15	06 15	04 15	10
			03 15	05 15	05 15	10
SONDAGEM LIMITADA PELO ENGENHEIRO RESPONSÁVEL						

Figura 8. Sondagem SPT 01, Kuszkowski e Massocco, 2018.

SONDAGEM		COTA (m)	INÍCIO		FIM		
SPT 02		25,33	18/12/18		18/12/18		
PROF. CAMADAS (m)	PERFIL GEOLÓG.	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL	N° GOLPES PENETRAÇÃO			N	PROF.
6,33		SILTE ARENOSO (AREIA FINA), COLORAÇÃO MARROM CLARA.	01 15	02 15	01 15	03	1
			02 15	01 15	01 15	02	3
			02 15	02 15	03 15	05	5
			02 15	02 15	01 15	03	7
			03 15	02 15	03 15	05	9
9,30		SILTE ARGILOSO COM FINA, COLORAÇÃO MARROM.	02 15	03 15	05 15	08	7
04 15			03 15	06 15	09	9	
05 15			04 15	05 15	09	11	
05 15			05 15	07 15	12	13	
04 15			06 15	05 15	11	15	
SONDAGEM LIMITADA PELO ENGENHEIRO RESPONSÁVEL.							

Figura 9. Sondagem SPT 02, Kuszkowski e Massocco, 2018.

3.3 Ensaio de Cisalhamento direto

Foram ensaiados quatro diferentes tensões confinantes, 100, 200, 300 e 400 kPa, os resultados do ensaio são registrados graficamente pela variação da tensão de cisalhamento em função da deformação. A escolha destas tensões configuram as possíveis gama de solicitações que aquele solo virá a

sofrer, para tanto foi determinado entre 100 e 400 kPa. A figura 10 apresenta a curva teste em termos de tensão cisalhante de ruptura em função da deformação.

Os ensaios tiveram como critério de paralização a ruptura da amostra para os 4 (quatro) estados de tensões confinantes, por exemplo, para o estado de tensão confinante de 100 kPa a deformação máxima foi de 3 mm obtendo uma tensão cisalhante de ruptura de 67,00 kPa.

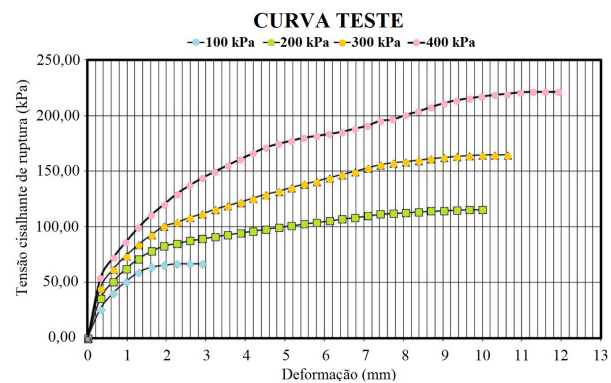


Figura 10. Curva Teste, Kuszkowski e Massocco, 2018.

Para a figura 11 abaixo estão representadas as envoltórias de rupturas obtidas para o material ensaiado, representando a resistência residual do material.

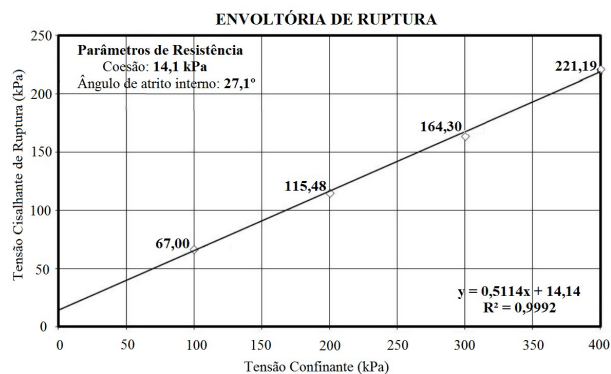


Figura 11. Envoltória de Ruptura, Kuszkowski e Massocco, 2018.

Como é possível observar na figura anterior a coesão do material ensaiado é de 14,1 kPa e o ângulo de atrito interno é de 27,1°, comparando



com a literatura existente, mediante ao ensaio *SPT* pode-se considerar $N = 2$ na camada correspondente a da amostra indeformada, para este valor o nível de consistência do solo é considerado “Muito Mole” (tabela 3) e a compacidade caracteriza-se como “Muito Fofa” (tabela 4). O valor de coesão difere em 2,1 kPa entre o valor obtido através do ensaio e ao da literatura (tabelas 3 e 4). Observando a tabela 4, o valor do ângulo de atrito de 27,1° obtido através do ensaio de cisalhamento direto apresenta-se conexo ao da literatura apresentada por Marangon (2018).

Tabela 3. Correlações Empíricas entre Parâmetros de Resistência e de deformabilidade em Função do *SPT* (ARGILAS E SOLOS ARGILOSOS)

Consistência	ρ (g/cm ³)	C (kPa)	ϕ°
Muito Mole	1,3	0 - 12	0
Mole	1,5	12 - 25	0
Média	1,7	25 - 50	0
Rija	1,9	50 - 150	0
Dura	>2,0	>150	0

Adaptado de Marangon, 2018.

Tabela 4. Correlações Empíricas entre Parâmetros de Resistência e de deformabilidade em Função do *SPT* (AREIAS E SOLOS ARENOSOS)

Compacidade	γ (g/cm ³)	C (kPa)	ϕ°
Fofa	1,6	0	25 - 30
Pouco Compacta	1,8	0	30 - 35
Medianamente Compacta	1,9	0	35 - 40
Compacta	2,0	0	40 - 45
Muito Compacta	>2,0	0	>45

Adaptado de Marangon, 2018.

3.4 Granulometria do Material

Para o peneiramento da amostra total ocorreu que 100 % do material passou na peneira 2,0 mm, já para o peneiramento parcial utilizou-se as peneiras A.S.T.M N° 40, 80 e 200 e pode-se observar na Tabela 5 abaixo.

Tabela 5. Peneiramento

Amostra parcial seca (g)	1026,95		
A.S.T.M. mm	N° 40	N° 80	N° 200
	0,42	0,18	0,075
Material retido (g)	135,4	191,17	172,64
Porcentagem da amostra parcial	13,18	18,62	16,81
Porcentagem acumulada	13,18	31,8	48,61
Porcentagem que passa da amostra parcial	86,82	68,2	51,39
Porcentagem que passa da amostra total	86,82	68,2	51,39
Resumo			
Pedregulho (%)	0		
Areia grossa (%)	0		
Areia fina (%)	48,6		
Passando na N° 200 (%)	51,4		

Kuszkowski e Massocco, 2018.

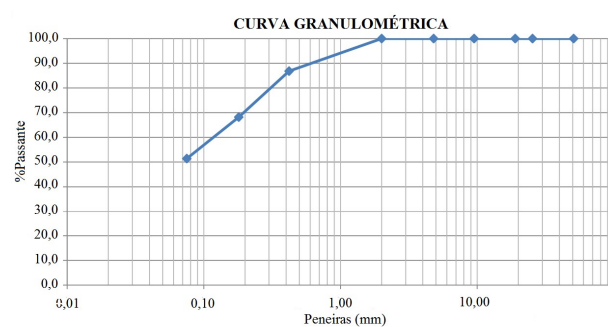


Figura 12. Curva Granulométrica, Kuszkowski e Massocco, 2018.

A composição granulométrica: 0,0 % de pedregulho; 0,0 % de areia grossa; 48,6 % de areia fina e 51,4 % de matéria fina passante na peneira n° 200.

3.5 Densidade Natural



Respeitando a calibração do item 3, letra “a)”, nota da NBR 9813/1987 que diz respeito a relação que deve ser entre 10 % e 15 % da divisão do volume das paredes do cilindro “Vd” e volume interno do cilindro “Vc”. Com esta consideração obtem-se a tabela 2 abaixo e o valor de densidade natural pôde ser obtido com a fórmula descrita em (1) obtida no item 6.1 da NBR 9813/1987.

Tabela 6. Determinação da Massa Específica Aparente in situ, com Emprego de Cilindro de Cravação.

Alturas do Cilindro (cm)	116	116,0	116,0	116,0
		2	7	5
Altura Média =	116,035 cm			
Ø Interno do Cilindro (cm)	103,8	103,7	103,5	103,8
	4	3	5	1
Ø Médio =	103,7325 cm			
Massa do Cilindro =	1031,98 g			
Massa do Cilindro + Solo =	2738,29g			

Kuszkowski e Massocco, 2018.

$$\rho_n = \frac{2738,29 - 1031,98}{\pi * 103,7325^2 * 116,035 * \frac{1}{1000}} \quad (1)$$

$$\rho_n = 1,740 \text{ g/cm}^3$$

3.6 Umidade Natural

Os valores ensaio de umidade natural foram obtidos utilizando o mesmo solo do ensaio do item anterior e estão demonstrados na tabela 7.

Tabela 7. Determinação da Umidade Natural.

Cápsula	01	02	03	04	05
Massa Cápsula	13,88	13,04	11,28	12,09	14,04
Massa Cápsula + Solo Úmido (g)	69,67	68,43	63,06	60,74	72,96
Massa Solo Úmido (g)	55,79	55,39	51,78	48,64	58,92
Massa Sólido (g)	44,50	43,98	41,23	39,02	47,02

Massa Água (g)	11,28	11,41	10,55	9,62	11,90
Teor de Umidade (%)	25,36	25,94	25,60	24,65	25,31
Teor de Umidade Médio (%)	25,37%				

Kuszkowski e Massocco, 2018.

3.7 Cálculo do Fator de Segurança

As tabelas 7, 8, 9, 10, 11 e 12 e também a figura 12 são referentes ao situação mais crítica analisada do talude que é a seção “0+50” representada na figura 14, o resumo do fator de segurança de todas as seções analisadas estão dispostos na tabela 14.

Tabela 8. Vértices do Perfil.

Nr	X (m)	y (m)
1	1,00	0,00
2	2,00	6,73
3	3,00	7,72
4	4,00	16,02
5	5,00	20,02

Kuszkowski e Massocco, 2018.

Tabela 9. Nível Freático.

Nr.	X (m)	y (m)
1	1,00	-0,99
2	2,00	7,23
3	3,00	19,94

Kuszkowski e Massocco, 2018.

Tabela 10. Vértices Camada 1.

N	X (m)	y (m)
1	0,00	-2,60
2	7,23	-0,88
3	20,02	2,17

Kuszkowski e Massocco, 2018.

Tabela 11. Estratigrafia.

Camada	1	2
Coesão (kg/cm²)	0,141	0,141



Ângulo de Atrito (°)	27,100	27,100
Peso Específico Natural (Kg/m³)	1740,000	1740,000
Peso Específico Saturado (Kg/m³)	2100,000	2100,000

Litologia	Silte arenoso (areia fina), coloração marrom clara.	Silte argiloso com areia fina, coloração marrom.
-----------	---	--

Kuszkowski e Massocco, 2018.

Tabela 12. Rebanada e Forças Atuantes.

Nr.	B (m)	Alfa (°)	Li (m)	Wi (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0,85	-	15,00	0,88	587,82	823,20
2	0,85	-	11,40	0,87	1699,44	1949,10
3	0,85	-7,80	0,86	2728,70	2933,90	1305,80
4	0,85	-4,30	0,85	3678,18	3802,30	1515,70
5	0,85	-0,80	0,85	4549,42	4573,00	1703,80
6	0,85	2,70	0,85	5343,06	5259,60	1873,40
7	0,53	5,60	0,53	3677,49	3573,70	1240,00
8	1,18	9,10	1,19	8304,00	7965,50	2768,60
9	0,85	13,40	0,88	6241,14	5926,70	2053,10
10	0,85	17,00	0,89	6627,54	6273,30	2148,80
11	0,85	20,80	0,91	6925,14	6559,60	2232,80
12	0,85	24,60	0,94	7127,83	6783,30	2305,30
13	0,85	28,50	0,97	7227,30	6939,10	2365,80
14	0,85	32,60	1,01	7212,36	7016,70	2413,10
15	0,85	36,80	1,07	7067,51	6999,20	2445,30
16	0,85	41,40	1,14	6770,77	6857,70	2458,50
17	0,85	46,30	1,23	6289,44	6540,70	2446,20
18	0,44	50,20	0,69	2995,42	3178,50	1251,50
19	1,26	56,30	2,28	6327,19	6641,30	3179,60
20	0,85	65,20	2,04	1502,01	387,00	1475,60

Kuszkowski e Massocco, 2018.

Sendo:

B: Largura da Fatia;

Alfa: Ângulo de Inclinação da Base da Fatia;

Li: Comprimento da Base da Fatia;

Wi: Peso da Fatia;

Ni: Forças Atuando Normalmente na Direção de Deslizamento;

Ti: Forças Atuando Paralelamente a Superfície de Deslizamento;

Tabela 13. Resumo dos Resultados

Fator de segurança mínimo encontrado	2,08
Abcissa do Centro de Superfície (m)	5,11
Ordenada do Centro de Superfície (m)	14,87
Raio de Superfície (m)	13,91

Kuszkowski e Massocco, 2018.

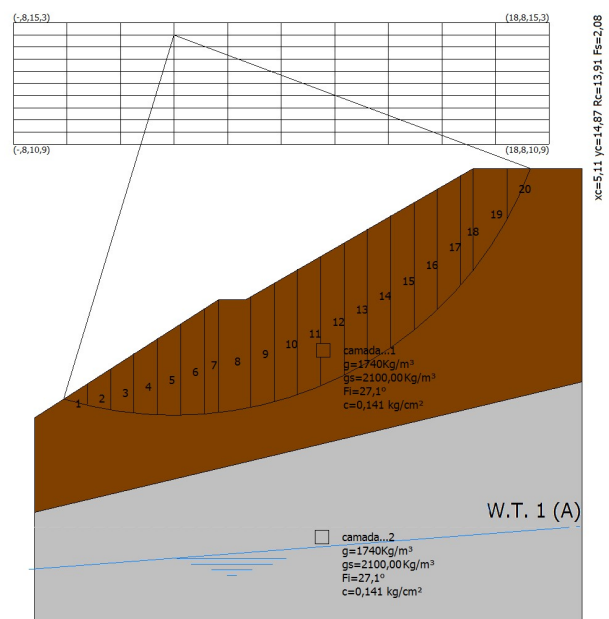


Figura 13. Fator de Segurança Mínimo, Kuszkowski e Massocco, 2018.

Tabela 14. Resumo dos Resultados

Seção	Fator de Segurança Mínimo Encontrado
0+10	2,98
0+20	2,51
0+30	2,09
0+40	2,11
0+50	2,08
0+60	2,09
0+70	2,10
0+80	2,15
0+90	2,27

Kuszkowski e Massocco, 2018.



4 CONCLUSÃO

Conclui-se, assim, que antes de realizar qualquer obra a fim de aprimorar as condições da situação presente, quando se trata de obras de terra, é necessário aferir qual a real necessidade de cada circunstância, por isso a importância do engenheiro geotécnico, pois é ele que tem a capacidade de analisar, diagnosticar a real necessidade da conjuntura e indicar qual a solução mais eficiente para cada situação apresentada. Precavendo-se sempre em consultar as leis e normativas municipais que determinam a obrigatoriedade de realizar um estudo geotécnico completo de cada área, a fim de garantir que não ocorra acidentes garantindo assim a segurança e economizando recursos financeiros do investidor.

A simulação aqui realizada de todas as seções do talude via *software* específico, com todos os seus parâmetros de solo obtidos através dos respectivos ensaios *insitu* e em laboratório, posto tudo isso pôde-se obter um fator de segurança mínimo igual a 2,08 sendo considerado um talude seguro e apto a aprovação perante ao item 5.24 da IN 06 da SEMA de Joinville – SC sem necessidade de implantação do muro de arrimo.

Apesar de um bom coeficiente de segurança o monitoramento do talude deve ser periódico, conforme prevê a instrução normativa, para que nenhum fator desconhecido venha a causar um escorregamento de terra. É importante obter as informações mais completas quanto possíveis do solo e da natureza, por isso levou-se em conta a magnitude do talude fez-se necessária a realização de seis sondagens de simples reconhecimento que são indispensáveis, diminuindo assim a probabilidade de haver algum fator desconhecido, como por exemplo uma camada com parâmetros desfavoráveis para situação de talude. Com tudo isto, do mesmo modo é que se caracteriza uma análise geotécnica segura, no sentido de diminuir ao máximo cada variável desconhecida, prezando

pelo acompanhamento e monitoramento do talude inclusive após a realização do estudo.

5 AGRADECIMENTOS

Agradeço a Mestre Narayana pela inspiração.

6 REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1983). NBR 8044: *Projeto Geotécnico*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1984). NBR 7181: *Solo – Análise Granulométrica*. Rio de Janeiro, 6 p.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1986). NBR 6457: *Amostra de Solo – Preparação para Ensaios de Compactação e Ensaios de Caracterização*. Rio de Janeiro, 4 p.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1986). NBR 9604: *Abertura de Poço e Trincheira de Inspeção em Solo, com Retirada de Amostras Deformadas e Indeformadas*. Rio de Janeiro, p. 6-8.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1987). NBR 9813: *Solo – Determinação da Massa Específica Aparente In Situ, com Emprego de Cilindro de Cravação*. Rio de Janeiro, p. 1-5.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1991). NBR 11682: *Estabilidade de Taludes*. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2001). NBR NM 26: *Agregados - Amostragem*. Rio de Janeiro, 2 p.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2001). NBR 6484: *Solo - Sondagens de Simples Reconhecimento com SPT - Método de Ensaio*. Rio de Janeiro, p. 11-15.
- American Society for Testing Materials (1990). D3080 – 04. *Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions*. Philadelphia, PA, 6 p.
- Bishop, A. W. (1955). *The Use of Slip Circle in the Stability Analysis of Earth Slopes*. *Geotechnique*, Vol 5, p. 7-17.
- Favarin, R. R.; Boligon, J. A. R.; Medeiros, F. S. B.; Murini, L. T.; Cerezer, B. F. (2012). *Gestão dos Custos: Um Estudo para a Formação do Preço de Venda com Base na Margem de Contribuição*. In: XXXII Encontro Nacional De Engenharia De Produção, Bento Gonçalves. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2012_TN_STO_159_927_19985.pdf> Acesso em maio/2019. 2 p.
- Hartmann, L.A; Silva, L.C.; Orlandi, V. (1979). *O Complexo Granulítico de Santa Catarina*. Acta



- Geologica Leopoldensia, p. 94-112.
- Joinville. Secretaria do Meio Ambiente (2014). *Instrução Normativa 06*, item 5.24. Joinville, 5 p.
- Marangon, M. (2018). *Unidade 03 Investigação Geotécnica e Parâmetros para Fundações*. Disponível em:
<<http://www.ufjf.br/nugeo/files/2017/07/GEF03-Investiga%C3%A7%C3%A3o-Geot%C3%A9cnica-e-Par%C3%A2metros-para-Funda%C3%A7%C3%B5es-2018.pdf>> Acesso em maio/2019. 67 p.
- Iglesias, Carlos Moacyr da Fontoura; Zeffass, Henrique; Silva, Marco Aurélio Schneiders da; Klein, Carla (2011). *Geologia e Recursos Minerais da Folha Joinville - SG. 22-Z-B*. Porto Alegre. Disponível em:
<<http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/17685>> Acesso em julho/2019. 89 p.