



**PROJETO EXECUTIVO DE TERRAPLANAGEM, ESTABILIZAÇÃO
GEOTÉCNICA E CONTENÇÕES**

MEMORIAL DESCRITIVO E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

HOSPITAL EVANGÉLICO DE CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM-ES

Alexandre Vianna Bahiense, DSc.
Engenheiro Civil
Junho - 2020

Índice

1 – Introdução e objetivo:	2
2 – Localização e aspecto da área.....	2
3 - Equipes de trabalho	5
4 – Prospecção geotécnica	5
5 – Estudos topográficos	6
5.1 - Metodologia - topografia	7
5.2 - Equipamentos e softwares empregados	7
5.3 – Levantamento topográfico primitivo.....	8
6 – Projeto de terraplanagem.....	10
6.1 - Metodologia – projeto de terraplanagem.....	10
6.2 - Equipe de trabalho e softwares.....	12
6.3 - Balanço de corte/aterro para os platôs e relocação da rede de drenagem.....	12
6.4 - Área de bota fora	12
6.5 - Seções de corte: Transversais e longitudinal.....	13
7 – Drenagem.....	14
8 – Estabilização geotécnica e contenções.....	14
8.1 - Metodologia – técnicas de estabilização	15
8.2 - Metodologia – Investigações geotécnicas.....	17
8.3 – Estabilização geotécnica – talude de corte	18
8.4 – Contenção – talude de aterro	19
9 - Disposições gerais	19
10 – Planilha orçamentária.....	20
11 – Cronograma físico financeiro.....	24
12 – Referências bibliográficas	25

1 – Introdução e objetivo:

O objetivo desse projeto é descrever os serviços a serem executados bem como as soluções e as respectivas metodologias adotadas na execução da Terraplanagem e também das intervenções de Estabilização Geotécnica da área de implantação das obras de construção/ampliação do Hospital Evangélico de Cachoeiro de Itapemirim-ES.

O Projeto é composto por 02 volumes, cujas respectivas finalidades são descritas abaixo.

- Prancha 1 – Planta Topográfica.
- Prancha 2 – Terraplanagem corte/aterro e Seções.

2 – Localização e aspecto da área

A área em questão pode ser visualizada na Figura 01.



Figura 01 – Croqui de localização do empreendimento. Fonte Google Earth 12/2019.

A área indicada no círculo mostra a localização das intervenções, que serão obras terraplanagem e de estabilização que darão base às futuras obras construção civil.

As Figuras de 02 a 04 evidenciam o aspecto geral da área.



Figura 02 – Aspecto geral da área.



Figura 03 – Aspecto geral da área. No detalhe pode-se visualizar o perfil de solo.



Figuras 03 e 04 – Atual uso da área como estacionamento.

3 - Equipes de trabalho

Para realização dos levantamentos de campo, foram empregados os seguintes profissionais:

- 02 engenheiros agrimensores;
- 01 técnico de edificações;
- 01 ajudante;
- 01 engenheiro civil – orientação e supervisão.

Para realização do projeto de terraplanagem, foram empregados os seguintes profissionais:

- 01 engenheiro agrimensor – apoio topográfico;
- 01 engenheiro civil.

4 – Prospecção geotécnica

A área em questão foi historicamente ocupada por pequenas intervenções e construções, inclusive pela disposição de rede de drenagem pela municipalidade. Atualmente é usada como estacionamento.

A título de investigação preliminar, sobretudo para identificação das cotas da citada rede de drenagem, foi realizada sondagem do solo por meio de escavadeira, onde foi possível identificar as características dos materiais constituintes do subleito. As sondagens foram embasadas no estudo topográfico e de projeto geométrico para atendimento dos requisitos arquitetônicos das futuras obras.

A Figura 05 apresenta o perfil de solo encontrado.



Figura 05: Sondagem com o perfil do solo.

O perfil de aproximadamente 4 m indicou que a sub-base é composta predominantemente de um material silte-arenoso, com pedregulhos e aterros de constituição variada, sem ocorrência de lençol freático.

O subsolo apresenta um indicativo cujas características podem alcançar resistência adequada e suficiente para suportar a estrutura dos pavimentos a serem projetados, desde que sejam aprofundados os estudos de sondagem (SPT entre outros) com as devidas tecnologias de fundações.

5 – Estudos topográficos

O objetivo principal da topografia é realizar medidas angulares, lineares e desníveis para representar uma porção da superfície terrestre em uma escala adequada.

Para subsidiar as obras de movimentação de terra para conformação final do terreno, foram necessários então os devidos levantamentos topográficos por meio de trabalhos *in loco*, uso de equipamentos de precisão, técnicas e ferramentas computacionais.

Os estudos topográficos para definição dos limites do terreno, elaboração dos platôs e determinação dos volumes de corte/aterro, seguiram as definições previamente estabelecidas no Projeto Arquitetônico e nos limites estabelecidos nas Matrículas nº 5.246; nº 17.517; nº 2-0131; nº 30.604; nº 29.765; nº 29.766 e nº 23.008.

5.1 - Metodologia - topografia

O trabalho prático da atividade de levantamento topográfico se resume em quatro etapas:

- Tomada de decisão: em função do local e do tipo de serviço é que se definem os métodos de posicionamento e os equipamentos que serão utilizados, feições a serem levantadas, etc;
- Trabalho de campo / aquisição de dados: equipe de topografia foi ao local efetuar as medições e gravação dos dados;
- Cálculos e processamento: com as informações coletadas em campo, efetuam-se os cálculos em *softwares* específicos para determinação de coordenadas das feições levantadas;
- Representação gráfica: elaboração de planta, mapa ou carta contendo todas informações obtidas do local onde foi feito o levantamento topográfico.

5.2 - Equipamentos e softwares empregados

A equipe dispôs dos seguintes equipamentos e *softwares* para realização de levantamentos topográficos:

- Estação Total Leica TCR 407 Power;
- GNSS RTK Hi-Target V90 Plus;
- DataGeosis Office;
- AutoCad Civil 3D;

As Figuras 06 e 07 ilustram os equipamentos utilizados.



Figura 06: GNSS Hi-Target V90 Plus



Figura 07: Estação Total Leica TCR 407 Power.

5.3 – Levantamento topográfico primitivo

Os serviços de campo foram executados entre os meses de fevereiro e março de 2020.

Após a conclusão do levantamento topográfico com curva de nível de metro em metro, foi elaborada planta de entorno, tamanho A2, plotadas em papel sulfite, na escala 1/500. Foram obtidos dados em planta e em perfil, configurando os seguintes elementos:

Em planta

- Representação das cotas e identificações;
- Representações do rumo do levantamento de campo e dos limites utilizados no projeto arquitetônico;

- Bueiros e rede de drenagem existente;
- Árvores e acessos;
- Legenda, escalas e convenção adotados.

Em perfil

- Linha de terreno e a linha do greide de Terraplenagem dos platôs projetados;
- 05 seções transversais e 01 longitudinal.

A abrangência abarcou as vias de acesso a saber: Ruas Fernando de Abreu, Honorina de Oliveira Silva, Manoel B. Machado e Mário Imperial.

No Quadro 01, tem-se as coordenadas efetivamente levantadas em campo, que indicou uma área de 5.222,29 m².

Quadro 01 – Coordenadas do levantamento.

<i>MEMORIAL RUMO LEVANTADO</i>				
VÉRTICES	R U M O	DISTÂNCIA(m)	ESTE	NORTE
01 - 02	89°59'17,2356" NE	27,7226	279,975,251	7,693,758,348
02 - 03	88°42'34,1616" NE	37,9360	280,013,178	7,693,759,202
03 - 04	77°16'18,0987" NE	5,2119	280,018,268	7,693,760,335
04 - 05	65°13'39,2053" NE	8,1559	280,034,569	7,693,761,711
05 - 06	58°13'32,2706" NE	10,5222	280,044,908	7,693,763,088
06 - 07	50°00'37,4592" NE	23,4717	280,059,908	7,693,764,951
07 - 08	29°00'37,7506" NE	30,9375	280,069,908	7,693,766,814
08 - 09	62°54'49,6621" SW	99,3344	280,079,908	7,693,768,677
09 - 10	60°03'51,1627" SW	60,0010	280,089,908	7,693,770,540
10 - 11	25°09'52,8862" SW	40,0008	280,099,908	7,693,772,403
11 - 12	7°21'32,6937" SW	49,0008	280,109,908	7,693,774,266
12 - 13	57°04'45,7489" SW	108,0008	280,119,908	7,693,776,129
13 - 14	7°48'27,7089" SW	33,374	280,129,908	7,693,777,992
14 - 15	1°34'45,6489" SW	90,905	280,139,908	7,693,779,855
15 - 16	27°48'27,7089" SW	33,374	280,149,908	7,693,781,718
16 - 17	1°34'45,6489" SW	90,905	280,159,908	7,693,783,581
17 - 18	27°48'27,7089" SW	33,374	280,169,908	7,693,785,444
18 - 19	1°34'45,6489" SW	90,905	280,179,908	7,693,787,307
19 - 20	27°48'27,7089" SW	33,374	280,189,908	7,693,789,170
20 - 21	1°34'45,6489" SW	90,905	280,199,908	7,693,791,033
21 - 22	27°48'27,7089" SW	33,374	280,209,908	7,693,792,896
22 - 23	1°34'45,6489" SW	90,905	280,219,908	7,693,794,759
23 - 24	27°48'27,7089" SW	33,374	280,229,908	7,693,796,622
24 - 25	1°34'45,6489" SW	90,905	280,239,908	7,693,798,485
25 - 26	27°48'27,7089" SW	33,374	280,249,908	7,693,799,348
26 - 27	1°34'45,6489" SW	90,905	280,259,908	7,693,801,211
27 - 28	27°48'27,7089" SW	33,374	280,269,908	7,693,803,074
28 - 29	1°34'45,6489" SW	90,905	280,279,908	7,693,804,937
29 - 30	27°48'27,7089" SW	33,374	280,289,908	7,693,806,800
30 - 31	1°34'45,6489" SW	90,905	280,299,908	7,693,808,663
31 - 32	27°48'27,7089" SW	33,374	280,309,908	7,693,810,526
32 - 33	1°34'45,6489" SW	90,905	280,319,908	7,693,812,389
33 - 34	27°48'27,7089" SW	33,374	280,329,908	7,693,814,252
34 - 01	34°40'02,9342" NW	30,833	279,947,526	7,693,758,342

ÁREA = 5.222,29 m² PERÍMETRO 388,351 m

Em anexo tem-se apresentada a identificada como “Planta Topográfica” enumerada de 01/04.

6 – Projeto de terraplanagem

O projeto de terraplanagem tem por objetivo a definição das seções transversais em corte e aterro, a localização, determinação e distribuição dos volumes dos materiais destinados a conformação dos platôs de acordo com os requisitos de projeto e especificações vigentes.

O projeto foi precedido da definição das projeções da arquitetura da futura edificação nos elementos levantados nos estudos topográficos (planta topográfica/cadastral planialtimétrica), vias de acesso, rede de drenagem, assim como as definições previamente estabelecidas pelas secretarias municipais de Cachoeiro de Itapemirim-ES, Secretaria de Municipal de Meio Ambiente – Semma e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano - Semdurb.

6.1 - Metodologia – projeto de terraplanagem

- Definição dos platôs e cotas do projeto:

O projeto arquitetônico prevê uma edificação com dois níveis de subsolo, sendo com entradas independentes pelas vias de acesso local. Com isso, foi necessária a concepção de 02 platôs em níveis escalonados.

- Cálculo de volumes:

Tendo a necessidade de se conhecer um volume de material a ser movimentado, de acordo com o perfil definido, foram necessárias a sobreposição da projeção da edificação sobre o levantamento topográfico primitivo do local, ou seja, antes de qualquer intervenção de máquinas no mesmo.

Para o cálculo de volume, é utilizado o software AutoCad Civil 3D, usando a metodologia de comparação entre duas superfícies.

- Seções de corte: Transversais e longitudinal

Foram realizadas 05 seções de corte transversais com espaçamento mínimo de 4,74 m e máximo de 30 m, de modo a caracterizar as principais feições do terreno. No sentido longitudinal foi promovida 01 seção em corte uma vez que o terreno tem uma área aproximadamente alongada.

- Definição dos platôs: áreas de corte/aterro

Segundo requisitos do projeto arquitetônico, foi necessária a definição de 02 platôs, sendo um na cota 38,50 m e outro na cota 36,20 m.

O perfil topográfico primitivo apresenta cotas variáveis entre 41 a 34 m, perfazendo assim uma pequena parcela de aterro e uma predominante de corte.

- Relocação da rede de drenagem existente

Conforme citado, atualmente existe uma rede de drenagem na área. Com isso, será necessária uma intervenção de forma a modificar sua direção a fim de possibilitar a implantação das obras de construção/ampliação do Hospital Evangélico de Cachoeiro de Itapemirim-ES. Essa intervenção gerará um volume de terra em corte para a disposição da futura rede.

A seção de corte é de formato trapezoidal, com inclinação 2/3, uma vez que para fins de segurança as bermas devem ter uma inclinação mínima para prevenção de desmoronamentos e também a colocação dos elementos de drenagem a posteriori.

A altura desse trapézio será a diferença de cota (caixas de passagem e a cota do solo natural) somada à camada do berço, e a base será de 1,20 m. a Figura 08 ilustra o corte, a berma e a seção transversal da manilha de 0,80 m.

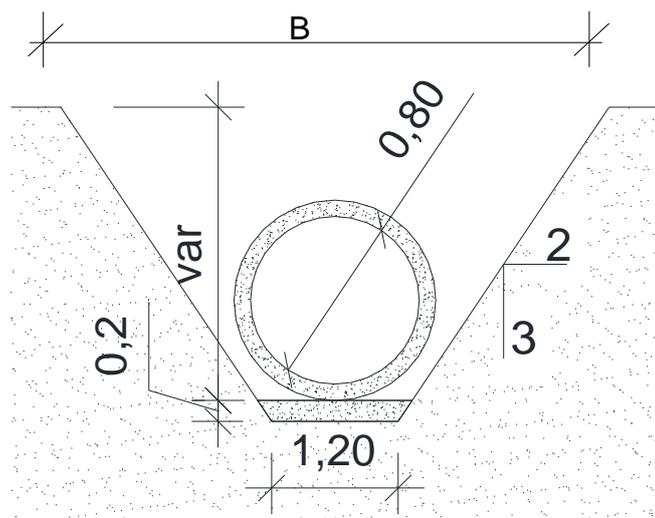


Figura 08 – Seção transversal de corte.

O volume calculado é dado pelo volume do prisma com seção trapézio: $(B \times 1,2) \times$ altura do platô \times comprimento.

6.2 - Equipe de trabalho e softwares

Como ferramenta computacional para auxiliar os cálculos foi utilizado o AutoCad Civil 3D.

6.3 - Balanço de corte/aterro para os platôs e relocação da rede de drenagem

O balanço de corte/aterro, assim como as áreas dos referidos platôs são demonstradas no Quadro 02.

Quadro 02 – balanço corte/aterro e áreas.

Resumo de corte/aterro						
Nome	Fator cor. at.		Área (m ²)	Corte (m ³)	Aterro (m ³)	Total (m ³)
VOL.PLATO 38,50	1.000	1.000	1.473,83	2.851,32	0	2.851,32
VOL.PLATO 36,20	1.000	1.000	3.176,85	7.575,97	1.253,90	6.322,07
Totais			4.650,68	10.427,29	1.253,90	9.173,39

Conforme observado, para a concepção dos platôs, foi obtido um volume excedente “bora fora” de 9.173,39 m³, sem considerar o fator de empolamento.

A movimentação de terra para a rede foi de 2.021,59 m³.

Sendo assim, o balanço total corte/aterro está representado na Tabela 01- sem empolamento.

Tabela 01 – Balanço corte/aterro

Parcela	Volume (m³)
Relocação da drenagem (corte)	2.021,59 m ³
Corte/aterro dos platôs	9.173,39 m ³
Total (bota fora):	11.194,98 m³

6.4 - Área de bota fora

Conforme observado no balanço corte/aterro total – Tabela 01, a atividade de terraplanagem gerará um volume de 11.194,98 m³ de bota fora, sem considerar o fator de empolamento.

Com isso, será necessário dispor de uma área para recepção desse material, uma vez que o local da intervenção encontra-se em perímetro urbano e próximo ao centro da cidade de Cachoeiro de Itapemirim-ES.

Foi previsto então o transporte do excedente de solo a uma Distância Média de Transporte – DMT de até 30 km, por meio de caminhão basculante de 14 m³, em via urbana pavimentada. Este local deverá estar devidamente licenciado para a atividade de recepção de solo.

6.5 - Seções de corte: Transversais e longitudinal

As seções de corte indicaram taludes em corte com altas inclinações e alturas de até 11 m, e bordas em aterro com altura máxima de 3,98 m, ambos com inclinações superiores a 85°, uma vez que foi necessário acomodar a área de influência das obras do hospital. As Figuras 09 e 10 trazem as maiores seções de corte e aterro respectivamente.

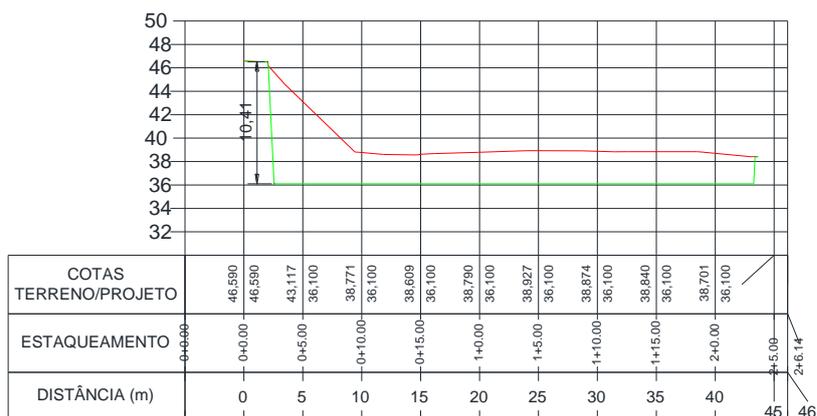


Figura 09 – Seção transversal de corte/aterro CC.

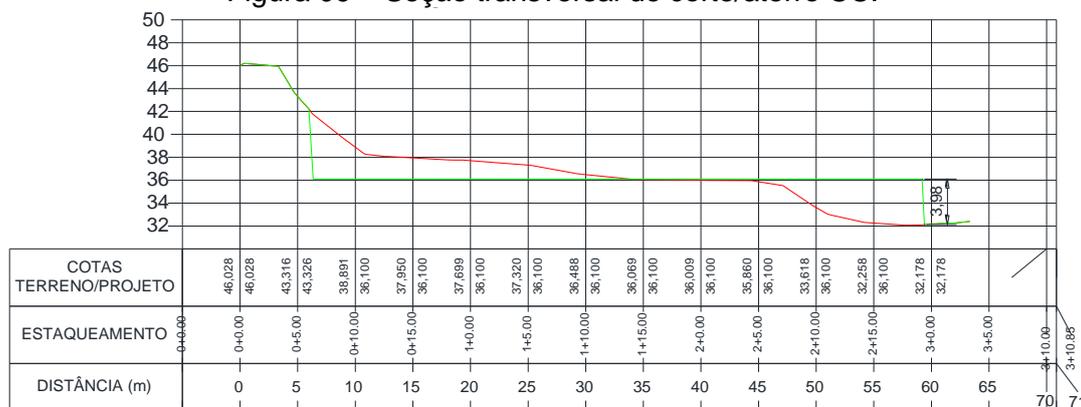


Figura 10 – Seção transversal de corte/aterro HH.

7 – Drenagem

Será executada uma intervenção no sistema de drenagem pluvial existente de forma a modificar sua direção a fim de possibilitar a implantação das obras de construção/ampliação do Hospital Evangélico de Cachoeiro de Itapemirim-ES.

Essa nova rede servirá de dreno para os platôs gerados.

Serão adotados os seguintes elementos e materiais:

- Manilhas de concreto armado, com diâmetros de 0,80 m;
- Caixas de passagem de 1,20 x 1,20 m e profundidades variáveis conforme a conformação final do terreno após terraplanagem;
- Berço de concreto com Fck 15 MPa e espessura de 15 cm.

De acordo com o exposto na planta em anexo, o desnível total é de 3,82 m, obtido pela diferença 35,05 m - 31,23 m, considerando o de pé da manilha. O comprimento total da rede projetada é de aproximadamente 145 m, divididos em 09 trechos, separadas por caixas de passagem, de acordo com as mudanças de direções necessárias.

Considerando o desnível e o comprimento total, tem-se a declividade média (*i*):

$$i = (3,82 \text{ m}/145 \text{ m}) = 0,026 \text{ m/m ou } 2,6 \%$$

8 – Estabilização geotécnica e contenções

Observando as seções transversais geradas no projeto de terraplanagem percebe-se que para os taludes de corte possuem alturas superiores a 10 m e os de aterro com cerca de 4 m, ambos com grande inclinação.

Além das alturas elevadas, para o caso da parcela de corte, deve-se considerar a existência da Rua Honorina de Oliveira Silva, que é uma via residencial situada a montante, que impossibilita a confecção de bermas além de gerar sobrecarga no topo. Com relação à faixa de aterro, em virtude dos limites do terreno, também não é possível a execução de bermas ou suavização da inclinação.

Com isso, para acomodar a arquitetura proposta para a gleba de terreno serão necessários os estudos, projetos e intervenções para as devidas estabilizações.

8.1 - Metodologia – técnicas de estabilização

Para obtenção da estabilização de um determinado talude, devem-se definir os métodos de estabilização a serem mais bem aplicados para cada caso, de modo a alcançar a estabilidade pela comprovação dos respectivos fatores de segurança.

As técnicas de estabilização usuais em solos, assim como sua aplicabilidade para o caso em tela, serão apresentadas algumas técnicas a seguir.

- Retaludamento

O retaludamento consiste em um processo de terraplanagem, através do qual busca o aumento da estabilidade geotécnica por meio na mudança da geometria do talude. Em linhas gerais, visa à suavização das inclinações e/ou execução de bermas. Esta técnica se mostra de baixo custo, todavia necessita de uma área de avanço maior em virtude de menores inclinações e bermas na plataforma.

No caso específico, considerando a arquitetura proposta e as restrições pelos limites do terreno, residências e vias de entorno, essa técnica não é aplicável.

- Proteção Superficial

É um método que consiste na estabilização superficial de taludes com a função de evitar perda do material devido à erosões e diminuir a infiltração de água no solo. Podem ser aplicadas proteção superficial por meio de cobertura vegetal, impermeabilização por argamassa, solo cimento ou geotêxteis, entre outros.

Tendo em vista que esse método é aplicável apenas em estabilização superficial, o mesmo não influencia diretamente no aumento dos fatores de segurança. Uma vez que os taludes possuem sobrecargas e elevadas alturas e inclinações, esse método não é recomendado.

- Muros de Arrimo

Muros de arrimos são estruturas de contenção usadas quando há necessidade de vencer desníveis, onde haja espaço suficiente para a construção de um talude, ou então para aberturas no terreno natural, que impeçam o desmoronamento ou deslizamento do terreno. Existem vários tipos de estruturas de arrimo, dentre os

quais se destacam: os gabiões, solo cimento ensacado, os muros de concreto armado, concreto ciclópico entre outros.

Para o caso dos taludes em corte: as estruturas de contenção em arrimo não seriam recomendadas, pois, devido à elevada altura necessitaria de uma largura de base tal que afetaria diretamente à arquitetura proposta, tanto para o caso de concreto ciclópico quanto que concreto armado. Este último, que apesar de esbelto necessita de certa largura de base, podendo influenciar as fundações da futura edificação.

Para o caso dos taludes em aterro: os taludes de aterro neste caso possuem altura relativamente pequena, entre 3 a 4 m. Com isso, a indicação de muro de arrimo se torna viável.

- Cortina atirantada

Essa técnica constitui na solução técnica mais adequada quando se procura conter os elevados esforços horizontais advindos de escavações de grandes alturas, com um mínimo de deslocamentos do maciço de solo e das estruturas localizadas nas vizinhanças. São contenções ancoradas ou acopladas a outras estruturas mais rígidas, em geral, são compostas por tirantes injetados no solo e solicitados a esforços axiais de protensão, presos na outra extremidade em um muro de concreto armado, projetado para resistir aos esforços gerados pela reação do solo ao esforço confinamento exercido pelo conjunto muro-tirantes.

Apesar de um excelente método e indicado para elevadas alturas e cargas, no caso específico, apresenta uma desvantagem: Os tirantes, muitas vezes, necessitam de grandes comprimentos, o que, gerará a necessidade de penetrar em terreno vizinho, inclusive abaixo de vias urbanas.

- Solo grampeado

A técnica de solo grampeado classifica-se como uma intervenção de reforço de solo *“in situ”*. Consiste na introdução de elementos semirrígidos resistentes a flexão composta, denominados grampos, que podem ser barras de aço, barras sintéticas de seção cilíndrica ou retangular, micro estacas, ou em casos especiais estacas. Os grampos são posicionados horizontalmente ou inclinados no maciço

por processo de cravação (grampos cravados) ou injeção (grampos injetados) com o objetivo de introduzir esforços resistentes de tração e cisalhamento. Após a execução dos grampos, é executada proteção do talude em concreto projetado com malha de aço.

A técnica de solo grampeado apresenta vantagens tais como: baixo custo, uso de equipamentos leves e de fácil manuseio, rapidez na execução, menores interferências no entorno, etc.

Sendo assim, essa técnica é aplicável à estabilização dos taludes em corte no caso em questão.

8.2 - Metodologia – Investigações geotécnicas

A capacidade de carga do solo consiste na determinação do limite de carga que o solo pode suportar, com os respectivos fatores de segurança, sem causar rompimento, sofrer deformações excessivas ou escorregamentos. Alcançada essa tensão, a ruptura é caracterizada por recalques excessivos e/ou diferenciais, sem que haja aumento da carga aplicada.

As inspeções de campo, assim como o levantamento planialtimétrico realizado, indicaram que os taludes futuros terão inclinações elevadas com sobrecargas à montante. Com isso, para os taludes, principalmente de corte, deverá ser elaborado um projeto de estabilização a fim de que seja alcançada a estabilidade (fator de segurança).

Para tanto *a priori* será necessário realizar as devidas investigações geotécnicas para definição dos parâmetros de solo (peso específico, coesão e ângulo de atrito), que juntamente com as seções de corte, darão subsídios para os projetos de estabilização.

Portanto, são indicados duas técnicas de investigação: de sondagem SPT e testes de cisalhamento direto.

Os furos de sondagem SPT é um procedimento consagrado na determinação do perfil, resistência do solo e profundidade de lençol freático, além de subsidiar

correlações para definição de parâmetros do solo. Os testes de cisalhamento direto já trazem de forma direta os parâmetros.

Estão previstos 13 ensaios SPT e 13 testes de cisalhamento. A Figura 11 mostra a localização desses pontos.

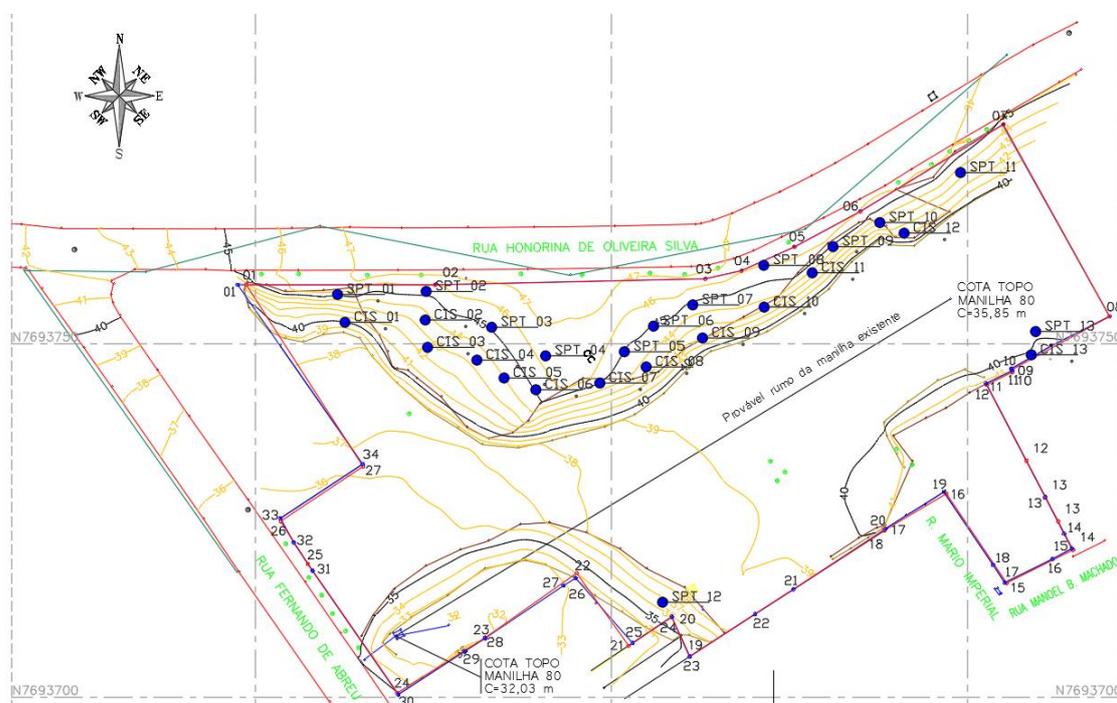


Figura 11 – Localização das sondagens SPT e cisalhamento (CIS).

Para cada ponto de sondagem, deverão ainda ser feitos 13 ensaios de limite de liquidez, plasticidade e granulometria.

8.3 – Estabilização geotécnica – talude de corte

Conforme exposto, os taludes de corte possuem faixas com elevada altura, perfazendo aproximadamente 1.120,00 m². De acordo com as técnicas de estabilização abordadas, será adotada a técnica de solo grampeado.

Pré-dimensionamento:

A título de uma estimativa inicial, para a execução da estabilização pela técnica do solo grampeado, será necessária a execução dos seguintes serviços:

- Execução de grampo para solo grampeado com comprimento maior que 10 m, diâmetro de 10 cm, perfuração com equipamento manual e armadura com diâmetro de 20 mm;

- Execução de revestimento de concreto projetado com espessura de 7 cm, armado com fibras de aço, inclinação de 90°, aplicação descontínua, utilizando equipamento de projeção com 3 m³/h de capacidade;
- Tubo PVC d=2" com material drenante para dreno/barbacã - fornecimento e instalação.

Adota-se grampo com 10 m de comprimento e espaçamento horizontal e vertical de 1,5 m.

8.4 – Contenção – talude de aterro

Para as contenções de aterro será adotada a técnica de muro ciclópico, com aproximadamente 50 m lineares.

Pré-dimensionamento:

- Altura livre = 4,0 m;
- Altura de base = 0,80 m;
- Largura de base = 0,70 m;
- Largura de topo = 0,30 m;
- Dreno de 50 mm a cada 2 m lineares;
- Volume de concreto ciclópico 30% de pedra de mão = 128 m³

OBS: estes pré-dimensionamentos deverão ser verificados (replanilhado ou ajustado) após os resultados das sondagens, ensaios geotécnicos e projeto de estabilização.

9 - Disposições gerais

Na execução dos serviços, deverão ser adotadas as diretrizes da NBR 20474/2020 - Máquinas de movimentação de solo, partes 1 a 13, além das normas de segurança pertinente.

A construção deverá ser feita rigorosamente de acordo com o projeto aprovado.

Os serviços de terraplanagem e estabilização deverão ser feitos em paralelo, à medida que se avançar a movimentação de solo, as atividades de estabilização

terão incrementos sucessivos. Ambas as atividades deverão ser acompanhadas da locação topográfica para fiel cumprimento do projeto.

As intervenções de drenagem deverão ser feitas após a execução dos platôs a fim de diminuir as profundidades de corte. No caso de trechos limítrofes de residências, as escavações para execução da drenagem deverá ser feita metro a metro a fim de evitar possíveis instabilidades de solo.

A obra deverá ser fiscalizada por profissional designado pela contratante e demais órgãos pertinentes.

10 – Planilha orçamentária

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

Item	Descrição dos serviços	Und	Quant.	P. Unit.	P. Total
1	Mobilização e desmobilização de container locado para barracão de obra	und	1,00	R\$ 1.145,38	R\$ 1.145,38
2	Locação e acompanhamento topográfico				R\$ 56.977,98
2.1	Equipe topográfica para serviços simples de locação e nivelamento (incluindo equipamento, transporte e profissionais nível médio)	mês	6,00	R\$ 18.992,66	R\$ 113.955,96
3	Movimentação de terra				R\$ 990.523,63
3.1	Escavação mecânica em material de 1a. Categoria	m³	10.427,29	R\$ 10,59	R\$ 110.425,00
3.2	Carga de material de 1ª categoria	m³	10.427,29	R\$ 3,37	R\$ 35.139,97
3.3	Escavação mecânica de valas em material de 1ª categoria, 3,00 a 4,50 m, c/ esgotamento, carga do material, transp. material p/ bota-fora -Vias Urbanas	m³	2.021,59	R\$ 238,22	R\$ 481.583,17
3.4	Reaterro de valas, exclusive compactação	m³	1.253,90	R\$ 7,49	R\$ 9.391,71
3.5	Compactação de aterros 100% PN	m³	1.253,90	R\$ 4,82	R\$ 6.043,80
3.6	Carga e descarga mecânica de solo utilizando caminhão basculante 6,0m3	m³	11.194,98	R\$ 1,68	R\$ 18.807,57
3.7	Transporte com caminhão basculante de 14 m3, em via urbana pavimentada, DMT até 30 km (unidade: m3xkm). AF_12/2016	m³ x km	335.849,40	R\$ 0,98	R\$ 329.132,41
4	Drenagem				R\$ 118.803,34
4.1	Fornecimento, preparo e aplicação de concreto Fck=15 MPa (brita 1 e 2) - (5% de perdas já incluído no custo) (BERÇO)	m³	33,00	R\$ 569,58	R\$ 18.796,14
4.2	Corpo BSTC (greide) diâmetro 0,80 m CA-1 PB inclusive escavação, reaterro e transporte do tubo	m	145,00	R\$ 531,74	R\$ 77.102,30
4.3	Caixa de passagem para tubos de D=0,80m H=1,50m em Vias Urbanas	und	10,00	R\$ 2.290,49	R\$ 22.904,90
5	Concreto ciclópico				R\$ 55.109,12

5.1	Concreto ciclópico com 70% concreto 15,0 MPa e 30% de pedra de mão, tudo incluído	m³	128,00	R\$ 430,54	R\$ 55.109,12
6	Ensaaios				R\$ 41.513,35
6.1	Sondagem a percussão SPT				
6.1.1	Mobilização de Equipamentos Sondagem a Percussão	und	1,00	R\$ 607,24	R\$ 607,24
6.1.2	Deslocamento de equipamento entre furos em terreno plano, considerando a distância até 100m	und	13,00	R\$ 94,57	R\$ 1.229,47
6.1.3	Perfuração e execução de ensaio penetrométrico ou de lavagem	m	260,00	R\$ 115,98	R\$ 30.154,34
6.2	Ensaaios de laboratório				
6.2.1	Ensaaios de laboratório - limite de liquidez	und	13,00	R\$ 96,59	R\$ 1.255,70
6.2.2	Ensaaios de laboratório - plasticidade	und	13,00	R\$ 78,35	R\$ 1.018,52
6.2.3	Ensaaios de laboratório - granulometria	und	13,00	R\$ 168,41	R\$ 2.189,28
6.2.4	Ensaio de cisalhamento direto	und	13,00	R\$ 389,14	R\$ 5.058,80
7	Projeto de estabilização geotécnica				R\$ 120.758,60
7.1	Projetos de Contenção e adequação	und	1,00	R\$ 120.758,60	R\$ 120.758,60
8	Estabilização geotécnica				R\$ 1.033.109,20
8.1	Execução de grampo para solo grampeado com comprimento maior que 10 m, diâmetro de 10 cm, perfuração com equipamento manual e armadura com diâmetro de 20 mm. AF_05/2016	m	5.000,00	R\$ 173,21	R\$ 866.050,00
8.2	Execução de revestimento de concreto projetado com espessura de 7 cm, armado com fibras de aço, inclinação de 90°, aplicação descontínua, utilizando equipamento de projeção com 3 m³/h de capacidade. AF_01/2016	m²	1.120,00	R\$ 135,41	R\$ 151.659,20
8.3	Tubo PVC D=2" com material drenante para dreno/barbaca - fornecimento e instalação	m	800,00	R\$ 19,25	R\$ 15.400,00
TOTAL					R\$ 2.474.918,58

REFERÊNCIAS

IOPES - 02/2020 - INSTITUTO DE OBRAS PÚBLICAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

DER - 10/2018 - DER-ES - Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Espírito Santo.

SINAPI - 05/2020 - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

SIURB - 02/2020 - Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras (SIURB)

DAER - RS - 05/2019 - DAER - Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do RS

BASE:	MÊS/ANO	LEIS SOCIAIS (%)	BDI (%)
IOPES	fev/20	157,27	30,90
DER-ES	out/18	157,27 114,15	23,32
SINAPI	mai/20	(Hora) 71,41 (Mês)	30,90
SIURB-SP	jan/20	157,8	20,11
DAER - RS		121,54	24,68

11 – Cronograma físico financeiro

CRONOGRAMA FISICO FINANCEIRO								
Item	Descrição dos serviços	Total por etapa	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias	150 dias	180 dias
1	Mobilização e desmobilização de container locado para barracão de obra	R\$ 1.145,38	R\$ 1.145,38	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
		100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2	Locação e acompanhamento topográfico	R\$ 56.977,98	R\$ 9.492,53	R\$ 9.492,53	R\$ 9.498,23	R\$ 9.498,23	R\$ 9.498,23	R\$ 9.498,23
		100,00%	16,66%	16,66%	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%
3	Movimentação de terra	R\$ 990.523,63	R\$ 165.021,24	R\$ 165.021,24	R\$ 165.120,29	R\$ 165.120,29	R\$ 165.120,29	R\$ 165.120,29
		100,00%	16,66%	16,66%	16,67%	16,67%	16,67%	16,67%
4	Drenagem	R\$ 118.803,34	R\$ 29.700,84	R\$ 29.700,84	R\$ 29.700,84	R\$ 29.700,84	R\$ 0,00	R\$ 0,00
		100,00%	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	0,00%	0,00%
5	Concreto ciclópico	R\$ 55.109,12	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 27.554,56	R\$ 27.554,56	R\$ 0,00	R\$ 0,00
		100,00%	0,00%	0,00%	50,00%	50,00%	0,00%	0,00%
6	Ensaio	R\$ 41.513,35	R\$ 41.513,35	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
		100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
7	Projeto de estabilização geotécnica	R\$ 120.758,60	R\$ 60.379,30	R\$ 60.379,30	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
		100,00%	50,00%	50,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
8	Estabilização geotécnica	R\$ 1.033.109,20	R\$ 0,00	R\$ 206.621,84	R\$ 206.621,84	R\$ 206.621,84	R\$ 206.621,84	R\$ 206.621,84
		100,00%	0,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%
	Total geral	R\$ 2.417.947,60						
	Percentagem mensal		12,71%	19,49%	18,14%	18,14%	15,77%	15,77%
	Custo mensal		R\$ 307.252,64	R\$ 471.215,74	R\$ 438.495,75	R\$ 438.495,75	R\$ 381.240,36	R\$ 381.240,36
	Percentagem acumulada		12,71%	32,20%	50,33%	68,47%	84,23%	100,00%
	Custo acumulado		R\$ 307.252,64	R\$ 778.468,38	R\$ 1.216.964,13	R\$ 1.655.459,88	R\$ 2.036.700,24	R\$ 2.417.940,60

12 – Referências bibliográficas

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT – NBR 6484/2001 Solo – Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT – Método de Ensaio.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT – NBR 6122/1996 – Projeto e execução de fundações.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT – NBR 11682/2009 - Estabilidade de encostas.

Estimativa do Ângulo de Atrito e Coesão Através de Índices de Resistência Obtidos pela Sondagem SPT em Solo Laterítico e Colapsível Característico da Cidade de Cascavel no Estado do Paraná. Maycon André de Almeida e Magrini Marques de Oliveira. XIX Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica Geotecnia e Desenvolvimento Urbano, 2018.

Análise de Perfis de Sondagem SPT e Caracterização Geotécnica de Solos do Município de Natal. Kadson Ranniere da Rocha Câmara¹ Alexandre da Costa Pereira. *Holos, ano 21, maio/2005*.

Carga admissível em fundações profundas. José Carlos Cintra e Nelson Aoki. São Carlos: EESC – USP, 1999.

Estimativa da capacidade de Suporte de Carga do Solo a Partir da Avaliação da Resistência a Penetração. Claudia Liane Rodrigues de Lima, *et. al. R. Bras. Ci. Solo, 30:217-223, 2006*.

Estimativa de recalques de fundações por tubulões em edifícios assentados no solo da região sul de Minas Gerais. Stélio Maia Menezes e Luciano Serra Rodarte. *Rev. Tecnol. Fortaleza, v. 28, n. 2, p. 200-209, dez. 2007*

Estudo do Comportamento de Sapatas de Concreto Armado Assentes Sobre Solo Sedimentar da Região de Santa Maria. Dissertação de Mestrado, Leandro Guarnieri Miozzo, Santa Maria - RS, Brasil 2007

Fundações: Critérios de projeto, investigação do subsolo e fundações superficiais. Dirceu de Alencar Velloso e Francisco Resende Lopes. COPPE – UFRJ, 1997.

MARANGON, M., 2006, Mecânica dos Solos II. Notas de aula. Faculdade de Engenharia, UFJF. Juiz de Fora/MG.

MARANGON, M., 2006, Tópicos em Geotecnia e Obras de Terra. Notas de aula. Faculdade de Engenharia, UFJF. Juiz de Fora/MG.

Manual de Geotecnia – Taludes de Rodovia: Orientação para diagnósticos e solução para de seus problemas. DER São Paulo. São Paulo, 1991.

TEIXEIRA, Í., J., R. Estudo Comparativo de Duas Alternativas para Contenção de Taludes Verticais: Solo Grampeado e Cortina Atirantada. Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana, 13 de setembro de 2011.

SILVA, Renata Regina da. Proposta para estabilização de uma encosta. 2010. 236 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

SILVA, Rúben Alberto Fernandes da. Aplicação da engenharia natural na estabilização de taludes. 2012. 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Ciências Exatas e da Engenharia (CCEE) da Universidade da Madeira, Funchal, Portugal 2012.