

ESTABILIZAÇÃO E CONTENÇÃO DE ENCOSTA PELO MÉTODO CONSTRUTIVO DE CORTINA ATIRANTADA E SOLO GRAMPEADO VERDE: estudo de caso em obra de contenção em talude entre a Av. Raja Gabaglia e a Rua Flavita Bretas, em Belo Horizonte / MG

STABILIZATION AND CONTAINMENT OF BACKREST PELO CONSTRUCTIVE METHOD OF TIRED CURTAIN AND GREEN CLAMPED SOIL: case study in a slope containment work between Av. Raja Gabaglia and Rua Flavita Bretas, in Belo Horizonte / MG

Daniela Caroline Gonçalves Figueiredo Fidelis
Thiago Fidelis de Almeida da Silva
Renato Tadeu Barros Ribeiro
Sheilla Leal de Oliveira Loureiro
Tálita Rodrigues de Oliveira Martins

RESUMO

Devido ao solo de formação em sucessão de rochas de composição variada, é comum nos períodos chuvosos ocorrerem deslizamentos de solo, causando danos e prejuízos à população. Deslizamento de solo é um fenômeno de ordem geológica e climatológica que inclui vários tipos de movimento de massa que ocorre em encostas, devido principalmente as intempéries, cortes e aumento de poro-pressões. Para fornecer estabilidade a pedaços de terra ou rocha são construídas estruturas de contenção para conter tais rupturas destes maciços. Estas estruturas são suporte a estes maciços, e evita os movimentos de terra que são gerados pelo seu peso próprio ou por sobrecargas externas. O objetivo geral desta pesquisa é avaliar os mecanismos, técnicas e procedimentos e custo-benefício no processo de estabilização de taludes por meio de cortina atirantada, na Vila Bandeirante, entre a Av. Raja Gabaglia e Rua Flavita Bretas, em Belo Horizonte/MG. A metodologia de estudo desse trabalho foi através da pesquisa de campo, com visitas técnicas na obra em estudo e referências bibliográficas. Conforme proposto nos objetivos específicos os resultados foram alcançados e estão demonstrados através dos logs de sondagens, as cartas topográficas e o projeto executivo das contenções, principais atividades dentro do processo e os métodos de contenção por cortina atirantada e solo grampeado verde. Assim conclui-se que esse trabalho de pesquisa será de grande importância para nortear novos estudos nesse segmento e melhoria na aplicabilidade dos métodos de cortina atirantada com solo grampeado verde nos projetos de contenção de encostas nos centros urbanos. Palavras-chave: Deslizamento. Encostas. Taludes. Cortina Atirantada.

ABSTRACT

Because of the succession-forming soil of varying composition, it is common in rainy periods that landslides occur, damage and damage to the population. Soil displacement is a geological and climatological phenomenon that includes various types of mass movement that occur on slopes, mainly due to weather, cuts and increased pressure. To provide stability to pieces of earth or rock are containment structures to contain these ruptures in these massifs. These structures are compatible with these massifs, and avoid ground movements that are generated by their own weight or by external overloads. The general objective of this research is to evaluate the mechanisms, techniques and procedures and the benefit-benefit in the process of stabilization of stories through the throwing curtain, in Vila Bandeirante, between Av. Raja Gabaglia and Rua Flavita Bretas, in Belo Horizonte. / MG. A study methodology of this work will be field research, with technical visits in the work of study and bibliographic references. As proposed in the specific objectives, the results were achieved and are demonstrated through the survey logs, the topographic maps and the executive design of the containments, main activities within the process and the methods of containment by a curtain and green stapled soil. Thus, it is concluded that this research work will be of great importance to guide new studies in this segment and to improve the applicability of the curtain methods with green stapled soil in slope containment projects in urban centers. Key-words:Slipping. Slopes.Thrown Curtain.

1 INTRODUÇÃO

Um dos motivos dos deslizamentos de solos em Belo Horizonte e região metropolitana é a sua formação rochosa de contato entre séries geológicas diferentes do proterozoico, compostas de rochas cristalinas, o que dá ao território paisagens diferenciadas.

Inserese na grande unidade geológica conhecida como cráton do São Francisco, referente ao extenso núcleo crustal do centro-leste do Brasil. É predominante as rochas arqueanas e a sequência supracrustais do período paleoproterico.

O domínio do complexo de Belo Horizonte integra a unidade geomorfológica de depressão, que representa 70% do território da capital mineira. As características deste domínio são as diversidades litológicas e o relevo acidentado que encontra expressão máxima na Serra do Curral, limite sul do município.

Dependendo do solo de formação em sucessão de rochas de composição variada, é comum nos períodos chuvosos ocorrerem deslizamentos de solo, causando danos e prejuízos à população.

A ocorrência de movimentos gravitacionais de massa é responsável por gerar enormes prejuízos à sociedade. Tais eventos têm maiores consequências quando acontecem em encostas de áreas urbanas, com ocupação na maioria das vezes irregular, ou em taludes adjacentes a obras lineares de infraestrutura, como o que vem ocorrendo na encosta localizada entre a Avenida Raja Gabaglia e Rua Flavita Bretas, comprometendo as moradias e a edificação do Tribunal de Justiça de Minas Gerais (TJMG).

Outro fator contribuinte para os deslizamentos de solo é a ocupação desordenada sem planejamento desconsiderando as características físicas do solo, por parte dos moradores e do poder público, que deixa de investir em estudo prévio para ocupação do solo, de forma a garantir a estabilização das encostas e estruturas locais e adjacentes de forma a evitar saturação do solo em aglomerados e favelas.

Com o período das chuvas e com elevado índice pluviométrico têm se tornado verdadeiros tormentos para a população. São nesses períodos que as encostas ficam mais suscetíveis a escorregamentos, devido ao aumento de poro-pressão e saturação do solo, aumentando a instabilidade da encosta e promovendo na maioria das vezes

seu deslizamento, caso não seja feito o monitoramento e tomadas ações necessárias para mitigações e solução dos problemas relacionados a deslizamentos de encostas.

Este estudo de caso será realizado em obra de contenção para recuperação da estabilidade da encosta entre a Avenida Raja Gabaglia e Rua Flavita Bretas, de forma a garantir a estabilização do talude, garantindo a segurança dos moradores e das estruturas locais, evitando danos pessoais e materiais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Escorregamento e Deslizamento de Encosta

De acordo com Guidicini e Nieble (1984) os escorregamentos são movimentos de solo muito rápidos, de duração relativamente curta, em que o centro de gravidade se desloca, com ação da força gravitacional, para baixo e para fora de uma encosta e ou talude.

Dessa forma, explica-se a ocorrência dos deslizamentos nos períodos de grande precipitação pluviométrica, uma vez que o peso específico do material é alterado com a saturação, o excesso de umidade aumenta a pressão neutra e como consequência a diminuição da resistência ao cisalhamento. Com o aumento desregrado do peso em qualquer ponto do talude também forma uma das principais causas de escorregamentos, sendo classificadas como causas externas de deslizamentos, enquanto a ação da chuva é entendida como causa interna, por modificar a estrutura interna do solo.

Conforme Gomes (2009), estes movimentos se equivalem a um deslocamento finito ao longo da superfície de escorregamento preexistente, ou seja, os deslizamentos tendem a percorrer caminhos no talude onde o solo apresenta uma geometria favorável ao escoamento de massa, assim são classificados em três tipos: escorregamentos rotacionais, escorregamentos translacionais e escorregamento cunha.

2.2 Estabilização de Taludes

Antes do período de chuvas, os taludes de solos residuais encontram-se estáveis e não saturados, o que provoca o aparecimento de uma poropressão negativa (sucção), que pode ser interpretada como um aumento da coesão aparente do solo. Essa coesão aparente é, muitas vezes, o fator condicionante para a estabilidade do talude (Fredlund et al., 1978, apud Campos, 2004)

O processo de agregação, que por consequência tem influência na estabilidade do solo envolve uma série que constituem este respectivo solo tais como: argila, ferro, alumínio e matéria orgânica, e agem como instrumentos cimentantes, de forma a unir as partículas do solo, aumentando assim a sua agregação e por fim, sua estabilidade, inclusive em situações de taludes (MEGALE, 2011).

A estabilidade destes agregados se resume então como uma força com capacidade de resistência a uma ação mecânica com capacidade de degradação da estrutura do solo em questão, assim como, também, a capacidade do solo de resistir às forças compactantes (SILVA, 2009).

Outro conceito de talude consiste em “uma superfície qualquer inclinada de um maciço de solo ou rocha” (GERSCOVICH, 2012). A origem do talude pode ser utilizada também para diferenciar esta superfície.

2.3 Obras de estabilização de encosta/taludes

De acordo com Barros (2014), definem-se as obras de contenção ou de arrimo como construções civis cuja finalidade é oferecer estabilidade contra a ruptura de maciços de terra ou rocha. São estruturas que sustentam estes maciços e impedem o escorregamento originado de seu próprio peso ou de cargas externas. Embora a geometria, o processo construtivo e os materiais utilizados nas obras de contenção sejam muito diferentes, sua finalidade permanece a mesma, ou seja, a contenção de uma eventual ruptura do maciço, de modo a suportar as pressões laterais exercidas sobre ele.

As técnicas de estabilização de taludes também devem depender da escolha considerada nos coeficientes de segurança das diferentes configurações, em que se possa permitir a adoção das técnicas mais conservadoras, apropriadas para regiões que apresentem cenários propensos às instabilidades (NETTO, 2016).

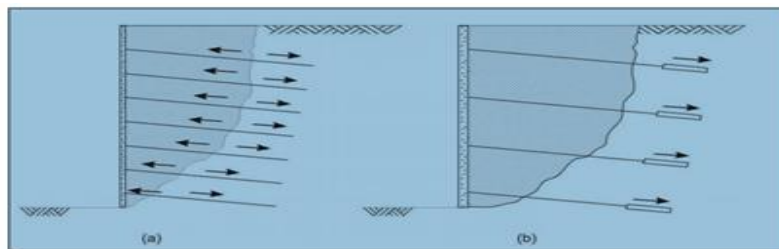
2.4 Solo grampeado, cortina atirantada e drenagem

Ambas as obras apresentam semelhanças, especialmente no aspecto de usarem principalmente barras de aço como meio de promover o suporte (estabilização) do solo. Porém, a principal diferença entre os métodos ressaltados no tópico está no fato que o solo grampeado é construído em sistema que age de forma passiva, ou seja, o tensionamento nos grampos se dará a partir do momento em que ocorrer a deformação do solo circundante, ao passo que o sistema de cortina atirantada requer o pré-tensionamento dos tirantes instalados no solo (BOWLES, 1997).

Outro aspecto que distingue a metodologia de solo grampeado é que o contato do solo e reforço se dá ao longo de toda a extensão do grampo, havendo deste modo a transferência de esforços ao longo de todo o trecho localizado dentro da encosta, enquanto que na cortina atirantada a transferência de esforços ocorre somente em um trecho específico do tirante, posicionado atrás da superfície potencial de ruptura (SILVA, 2009).

Ainda relacionado ao que foi citado anteriormente, vale enfatizar que os chumbadores não possuem trecho livre como nos tirantes, o que faz com que a distribuição de esforços ocorra ao longo de todo o seu comprimento e ocasione uma diferente distribuição de tensões na massa do solo (ORTIGÃO et al., 1993). Na Figura 1 pode ser observado o modo como ocorre a distribuição de esforços ao longo dos grampos e tirantes.

Figura 1 - Modo de distribuição de tensões nos métodos de estabilização usando solo grampeado e cortina atirantada (b)



Fonte: Silva, 2009

Os equipamentos utilizados para execução dos tirantes e grampos apresentam algumas distinções entre si. No caso da cortina atirantada, os tirantes possuem em geral grande extensão, variando por volta de 15 a 45 metros, o que requer o uso de equipamentos mais pesados para auxiliar na construção. Já na construção de uma estrutura em solo grampeado os chumbadores têm seu comprimento limitado geralmente até no máximo a altura da escavação (SILVA, 2009).

3 METODOLOGIA

Nesse contexto, esse estudo assumiu o aspecto qualitativo. Isso porque os pesquisadores observaram e registraram os fenômenos a serem vistos e ou disponibilizados durante a elaboração desta pesquisa.

No presente estudo foi adotada quanto aos fins a pesquisa exploratória e aplicada e tem como objetivo fazer com que o pesquisador familiarize-se com determinado assunto ainda pouco explorado e ou conhecido.

Com tudo, a escolha do método deste estudo, se dá ao fato de ser uma pesquisa de campo exploratória, onde os pesquisadores foram a campo coletar dados e informações voltadas para compreensão da vida humana em grupo e a interpretação dos fenômenos. Sendo o objeto deste estudo a análise da viabilidade e segurança dos métodos de contenção de encosta objeto de pesquisa.

O universo desta pesquisa se trata de um projeto relativo à indústria da Construção civil situado no Bairro Luxemburgo, no município de Belo Horizonte, Minas Gerais e as amostras são compostas pelo estudo de dois tipos de contenções, a cortina atirantada e o solo grampeado verde.

A construtora JC Farias Eireli, é o nome fictício dado para a construtora onde a pesquisa foi realizada, pois a construtora adotada para pesquisa não autorizou a divulgação do seu nome, mais atua há 62 anos no segmento de construção, que atuam em várias da engenharia civil, em destaque, na execução de obras de edificações comerciais, residenciais e indústria, obras de terraplanagem, drenagem, urbanização, pavimentação e obras de arte especiais, conquistou credibilidade no mercado pela qualidade de sua execução, adoção de constantes inovações no seu processo construtivo e pela seriedade na execução das suas obras, respeitando a sociedade e o meio ambiente.

A obra em estudo está localizada entre a Rua Flavita Bretas e Avenida Raja Gabaglia, que ameaça romper comprometendo as moradias adjacentes, bem como a estrutura do prédio do TJMG, devido à instabilidade da encosta que é agravada com o período das chuvas.

As fontes de coleta de dados utilizadas no desenvolvimento da pesquisa foram selecionadas de acordo com os objetivos específicos do trabalho, bem como de acordo com as metodologias utilizadas para atingir esses objetivos. Após pesquisa bibliográfica foram realizadas visitas técnicas à obra no período de novembro de 2019 a janeiro de 2020, para coleta de dados e observação dos elementos necessários para elaboração deste estudo, com o levantamento da documentação necessária para sua execução.

Foram analisados os dados disponíveis no site público da prefeitura Municipal de Belo Horizonte onde obtivemos os seguintes documentos: documentos com os boletins

de sondagem, marcação dos furos de sondagem incluindo a vista de locação por satélite, as coordenadas topográficas, os projetos executivos e os relatórios dos fatores de segurança do talude sem tratamento e com tratamento - os documentos estão todos em PDF.

Este trabalho se limita ao fornecimento de dados. Por se tratar de obra pública e emergencial razão pela qual muito desses dados são restritos apenas à contratante, contratada e gerenciadora da obra, representando documentos sigilosos, os quais e por esse fato, limitam a abrangência do estudo. Ainda que sejam obras públicas, o processo administrativo de contratação do serviço não está arrolado no processo deste trabalho em detrimento do não acesso aos mesmos.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

No transcorrer deste capítulo, ocorreram as análises dos resultados do estudo de acordo com os objetivos da pesquisa. Para execução do projeto foi adotado o método de cortina atirantada, solo grampeado e drenagem superficial e profunda, a fim de conter a instabilidade da encosta entre a Av. Raja Gabaglia e a Rua Flavita Bretas.

Os dados coletados através das visitas dos pesquisadores à obra no período de novembro 2019 a janeiro de 2020 possibilitaram a coleta dos dados e informações documentais para elucidar o resultado e discussão apresentados neste capítulo. Abaixo, a tabela 1 contém os dias e as datas que ocorreram as visitas dos pesquisadores à obra supracitada nesta pesquisa.

Tabela 1 – Dias, mês, ano e horários das visitas para coletas de dados

Dia	Mês	Ano	Horário
4, 13, 20 e 29	Novembro	2019	08h30min as 13h00min
10, 17 e 27	Dezembro	2019	13h00min as 17h00min
03, 09, 15	Janeiro	2020	08h30min as 13h00min
20, 24 28 e 31			13h00min as 17h00min

Fonte: elaborada pelos autores 2020

Durante as visitas conseguimos identificar e acompanhar o processo executivo deste projeto iniciando com o mapeamento da área, através da sondagem, levantamento topográfico e projeto executivo da obra.

4.1 Mapeamento da área através de sondagem à percussão do terreno, levantamento topográfico e projeto executivo

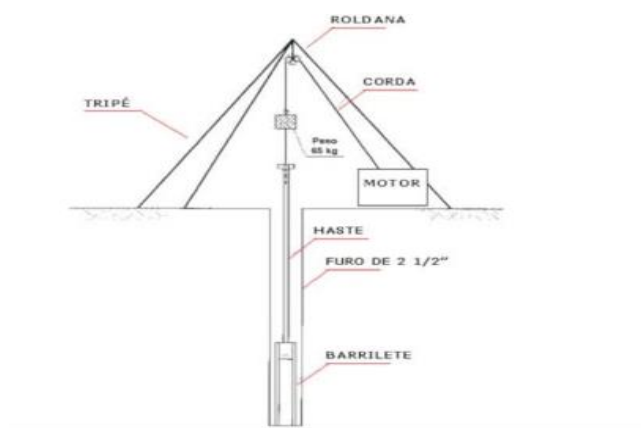
Por meio do mapeamento da área de trabalho onde está sendo executada a obra de contenção realizada durante as visitas técnicas, os pesquisadores analisaram as amostras coletadas do terreno através de boletins de sondagens SPT, projeto topográfico e o projeto executivo, avaliando a necessidade da escolha do método de cortina atirantada com solo grampeado e drenagens.

O ensaio de sondagem de solos à percussão consiste na cravação de um amostrador padrão por peso de 65 kg caindo de uma altura de 75 cm. Registra-se, a cada metro de profundidade, o número de golpes necessário para cravar o amostrador 45 cm no terreno, em três etapas de 15 cm. Os resultados são apresentados em gráficos e numericamente e consistem na soma do número de golpes necessários para cravação dos primeiros 30 cm e dos 30 cm finais.

Foram executados 04 (quatro) furos de sondagens de reconhecimento de solo, à percussão perfazendo 119,65 metros e 03 (três) furos de sondagem a trado, perfazendo 14,50 metros.

As coordenadas das locações dos furos de sondagem estão apresentadas na tabela 2, na figura 2 foto via satélite em tempo real, em 30/07/2019, da encosta a ser tratada na Rua Flavita Bretas e a classificação do tipo de solo encontrado durante os ensaios de sondagem na tabela 3 com a correlação entre a resistência de penetração e pressão admissível, para uma avaliação preliminar, sendo verificado número de golpes, capacidade, consistência e pressão admissível – (kg/cm²), conforme esquema de sondagem na Figura 2.

Figura 2 – Esquema de Sondagem a Percussão



Fonte: TOPGEO (2019)

Abaixo dados das coordenadas e cotas altimétricas das locações dos furos de sondagem a percussão (SP) e sondagem a trado na tabela 2.

Tabela 2 – Locação dos furos – Dados Topográficos

Furos	Coordenadas		Cota Altimétrica
	N	E	
SP01	7.793.875,1757	608.868,6921	997,240
SP02	7.793.881,2184	608.863,7393	998,736
SP03	7.793.875,2079	608.858,6901	1001,486
SP04	7.793.870,0009	608.863,6107	1001,320
ST01	7.793.951,6733	608.897,3333	982,050
ST02	7.793.884,4270	608.885,1892	989,272
ST03	7.793.827,3030	608.922,7600	990,527

Fonte: TOPGEO (2019)

Figura 3 – Foto via satélite das marcações dos furos de sondagem



Fonte: TOPGEO (2019)

Através do ensaio de resistência à penetração, os valores dos índices de resistência a penetração obtidos dão uma indicação quanto à consistência (solos argilosos) ou estado de compactidade (solos arenosos) das camadas do solo investigados conforme apresentado na tabela 3.

Tabela 3 – Tabela de classificação do solo

TABELA DE SONDAAGEM PARA CLASSIFICAÇÃO - SOLO			
AREIAS E SILTES ARENOSOS		ARGILAS E SILTES ARGILOSOS	
Nº de Golpes	Compacidade	Nº de Golpes	Consistência
≤ 4	Fofa	≤ 2	Muito Mole
5 a 8	Pouco Compacta	3 a 5	Mole
9 a 18	Medianamente Compacta	6 a 10	Média
19 a 40	Compacta	11 a 19	Rija
>40	Muito Compacta	>19	Dura

Fonte: TOPGEO (2019)

Com as características dos solos a ser contido e do solo de fundação através dos logs de sondagem é possível realizar a topografia é parte fundamental para execução de um projeto desde o levantamento topográfico inicial com a demarcação da área de execução, retirada da primitiva, marcação e acompanhamento executivo da obra, fornecendo informação importante para execução do projeto e dados para elaboração das medições dos serviços executados.

4.1.1 Topografia

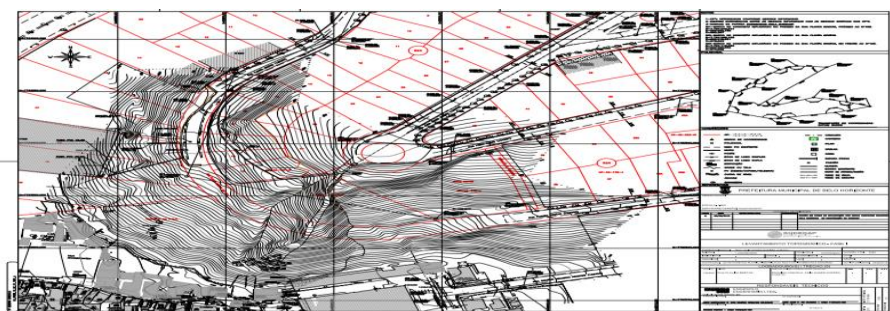
O topógrafo, com a ajuda de um auxiliar, posiciona a estação total e começa a fazer as marcações dos pontos com estacas numeradas que serão referência para execução do projeto executivo e execução da obra.

Aproximadamente 80% dos problemas encontrados durante a execução de um projeto estão relacionados a erros não solucionados durante o levantamento topográfico.

A topografia é responsável por fornecer as informações sobre a área de implantação. Um bom levantamento topográfico resulta numa maior e mais precisa gama de informações que são essenciais para o desenvolvimento do projeto executivo.

A Figura representa a planta topográfica, fundamental para o planejamento e execução do projeto, regularização das extremidades inicial e final da obra, auxilia no acompanhamento, execução e verificando a execução do projeto executivo e das contenções, melhorando o desempenho e a qualidade, bem como no monitoramento das várias etapas dentro do processo de contenção e estabilização da encosta.

Figura 4 – Planta Topográfica



Fonte: SUDECAP – Superintendência de Desenvolvimento da Capital (2020)

O projeto topográfico ou Planta Topográfica conforme a Figura 4 também facilita a visualização. Assim sendo, além de auxiliar no planejamento e orçamento financeiro do projeto. Com o levantamento topográfico consegue-se definir os parâmetros para o detalhamento das contenções com as demarcações dos lotes e indicações das curvas de nível, com esses dados gerar o projeto executivo que é considerado como a parte mais importante de uma obra de engenharia, de caráter obrigatório este item pode garantir o sucesso ou falha total de um empreendimento, como já vimos em várias obras e em projetos de grandes construtoras.

4.1.2 Projeto executivo da obra

Conforme o Manual de Obras Públicas, o projeto executivo trata se de um conjunto de informações técnicas necessárias e suficientes para a execução de uma obra de infraestrutura, sendo assim, contém de forma clara, precisa e completa todas as indicações e detalhes construtivos para que haja a perfeita instalação, montagem e execução dos serviços e da obra que é objeto do contrato. É importante notar que essa etapa não é um novo projeto, e sim o detalhamento específico das etapas constituintes do Projeto Básico.

O projeto executivo deve conter todos os detalhes construtivos elaborados com base no projeto básico já aprovado. Devem obrigatoriamente respeitar estes itens: Planta e desenhos detalhados, cálculos estruturais, especificações técnicas, quantitativos de materiais e equipamentos, planilhas de orçamentos e preços negociados.

Para evitar surpresas e erros estruturais durante a execução da obra, o projeto executivo também deve conter um relatório técnico com a revisão e complementação do memorial descritivo e do memorial de cálculo, além da revisão do orçamento detalhado da execução dos serviços e da obra.

Foram apresentados dados coletados relativos à execução da sondagem SPT e ST com os logs de sondagem com a classificação dos tipos de solo, apresentado o levantamento topográfico com as coordenadas e pontos finalizados no terreno e o projeto executivo com as sequencias executivas para contenção da encosta.

Após à aprovação e recebimento do projeto executivo da obra as atividades são iniciadas seguindo a sequência executiva e metodologias, com o objetivo de cumprir as determinações do escopo da obra com suas particularidade para cada fase e atividades a serem executadas dentro do processo de contenção e estabilização do talude através dos métodos de cortina atirantada e concreto projetado verde.

4.2 Principais atividades dentro do processo de execução da obra de contenção, verificando a eficiência do método de contenção aplicado

Para execução da obra de contenção pelo método de cortina atirantada com solo grampeado verde e drenagens profundas e superficiais são necessárias várias fases e intervenções para se alcançar o bom desempenho e resultado da contenção. Dentre as etapas da obra podemos citar as mais importantes como: a topografia, a sondagem do terreno para análise do material e solo a ser tratado, a perfuração para instalação e injeção dos tirante e grampos no caso do solo grampeado, a supressão e limpeza da

vegetação no local da obra e por fim o retaludamento e as drenagem superficiais e profundas. São essas etapas que garantirão a estabilidade do talude a ser tratado.

4.3 Fazer análise do método de tratamento de taludes com solo grampeado verde em relação aos métodos convencionais com solo grampeado via concreto.

A tabela abaixo mostra as vantagens e desvantagens entre o método de contenção através de solo grampeado verde e solo grampeado via concreto projetado, apesar de ambos serem muito usados em contenções de encostas e o processo de perfuração para instalação de grampo e tela ser usado em ambos, podendo o revestimento em ambos podem ser do tipo rígido e ou flexível, sendo o primeiro composto com concreto armado, que normalmente, são usados telas eletros soldadas, que pode ter uma ou duas camadas. Já o revestimento flexível é utilizado telas hexagonais metálicas juntamente com a cobertura vegetal. Na tabela 4 podemos observar as vantagens e desvantagens entre eles.

Tabela 4 – Vantagens e desvantagem entre os métodos de solo grampeado verde e solo grampeado convencional via concreto projetado

Solo Grampeado Verde		
Vantagens	Desvantagens	Equipamentos/mão de obra
<ul style="list-style-type: none"> • Rapidez na execução; • Área permeável maior; • Diminui as vazões de água para bocas de lobo e drenagem, ajudando na preservação do lençol freático; • Execução da técnica em lugares de difícil acesso; • Flexibilidade uma vez que permite grande adaptação do projeto às condições geométricas do talude; • O aspecto visual e o apelo sustentável são outros fatores que despertam o interesse por essa solução; • Preservação da área permeável e do meio ambiente; • Conservação e preservação 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento do poro pressão e consequentemente o empuxo no tardo da cortina atirantada; • Maior quantidade de manutenções em menor espaço de tempo; 	<ul style="list-style-type: none"> • 01 Perfuratriz rotoperussiva e compressor a ar comprimido; • 01 conjunto de injeção com misturador de calda de alta turbulência e bomba de injeção; <p>Mão de obra:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 01 operador de perfuratriz e 02 auxiliares para perfuração; • 01 operador de bomba de injeção e 02 auxiliares • 02 auxiliares para disposição das placas de grama. <p>Total de mão de obra utilizada: 8 funcionários envolvidos no processo.</p>

da área verde uma vez que na atualidade tem sido bem quisto em projetos urbanísticos valorizando o paisagismo e o verde.		
--	--	--

Solo Grampeado Convencional Via Concreto Projetado

Vantagens	Desvantagens	Equipamentos/mão de obra
<ul style="list-style-type: none"> Melhor desempenho e distribuição dos esforços solicitantes na estrutura; Menor quantidade de manutenção em espaço de tempo maior; Eliminação do poro pressão e empuxo no solo devido a permeabilização do solo pelo concreto; Eliminação do risco de erosão superficial; Melhor acabamento e direcionamento das águas provenientes das chuvas, junto aos dispositivos de drenagem superficiais; 	<ul style="list-style-type: none"> Maior dificuldade em determinadas áreas para aquisição de insumos e agregados e equipamentos específicos para projeção do concreto; Utilização de mão de obra especializada para operação a bomba de projetado e o mangote; Agressivo ao meio ambiente; Redução da área verde e área permeável; 	<ul style="list-style-type: none"> 01 Perfuratriz rotopercussiva e compressor a ar comprimido; 01 conjunto de injeção com misturador de calda de alta turbulência e bomba de injeção; 01 bomba de projetado, compressor ar comprimido <p>Mao de obra:</p> <ul style="list-style-type: none"> 01 operador de perfuratriz e 02 auxiliares para perfuração; 01 operador de bomba de injeção e 02 auxiliares 01 operador de bomba de projetado, 01 mangoteiro 03 auxiliares. <p>Total de mão de obra utilizada: 11 funcionários envolvidos no processo</p>

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Neste item foram identificadas as vantagens e desvantagens do solo grampeado verde, para melhor entendimento da aplicabilidade desta técnica no tratamento do talude em estudo.

O solo grampeado verde é indicado sempre que a inclinação do talude permitir o desenvolvimento das gramíneas. O solo grampeado verde conta com uma série de vantagens em relação às técnicas similares de reforço normalmente utilizadas.

5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A necessidade de se conhecer as características físicas do local através dos estudos topográficos, sondagens do terreno, experiência profissional, pode sim chegar a melhor solução e tipo de contenção para determinadas encostas a ser tratada.

A Rua Flavita Bretas (126360) apresenta sérios problemas geotécnicos decorrentes principalmente da deposição de materiais de aterro sem controle tecnológico (compactação).

Em 2011 houve ocorrência de movimentações de terra mais preocupantes, que resultaram em medidas paliativas, tais como implantação de contenção do tipo rip-rap para redução da movimentação de terra.

Além disso, ações antrópicas como lançamento de efluentes em diversos pontos de estabilidade aceleram o processo de degradação da encosta, devido á demora e á quantidade de demanda para solucionar problemas causados por deslizamento de encostas em Belo horizonte, acabam-se tornando recorrentes obras de caráter emergenciais como o que ocorreu com a obra objeto deste trabalho.

Após várias tentativas de contenção sem sucesso o método de contenção conforme estudos e levantamentos prévios para solução os problemas decorrente da estabilização desta encosta foi o método de cortina atirantada com solo grampeado verde, sendo este mais eficiente e assim promovendo uma solução definitiva do problema, ao contrário de outros métodos de contenção aplicados anteriormente para solucionar o risco de deslizamento e instabilidades desta encosta desde o ano de 2011, quando teve o pé do talude descalçado com a pavimentação da rua Flavita Bretas.

O método adotado de cortina atirandada e solo grampeado verde, sendo este o mais indicado e mais seguro, para contenção neste tipo de encosta, devidos as necessidades e características locais, além de garantir a estabilidade do talude, criou se um ambiente visualmente e esteticamente harmônico com o solo grampeado verde na crista do talude.

Através deste estudo pode se observar os métodos adotados de contenção através de cortina atirantada feita no pé do talude para estabilização da encosta e o solo grampeado verde aplicado na crista do talude para evitar erosões, remoção e descarregamento de material solto e regularização e conformação das rampas.

A contenção trouxe aos moradores, comerciante, funcionários do TJMG e transeuntes, segurança e tranquilidade principalmente nos períodos chuvosos.

Desta forma conclui-se que é necessária a implantação e a escolha do método mais seguro e eficiente de contenção a fim de evitar retrabalho, custo oneroso, tempo e possíveis intervenções emergenciais. Com esse trabalho de pesquisa espera-se que ele sirva de norte para nortear novas pesquisas nesse contexto melhorando técnicas de adoção, implantação e execução das contenções pelo método de cortina atirantada e solo grampeado verde.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA (ABGE). Glossário: **estabilização de talude e encosta**. Disponível em: <<http://abge.org.br/page/glossario> > Acesso em 07 de set. 2019.

AUGUSTO FILHO, O. **Caracterização geológico-geotécnica voltada a estabilização de encostas: uma proposta metodológica**. In: **Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas**, 1, 1992, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABMS/ABGE/PCRJ. vol. 2, p. 721-733.

AUGUSTO FILHO, O.; CERRI, L. E. S.. **Programa Serra do Mar: Carta geotécnicada Serra do Mar nas folhas de Santos e Riacho Grande**. São Paulo: Ipt, 1988. 49 p.

BARROS, P. L. A. **Obra de contenção: Manual técnico**. Jundiaí: MACCAFERRI, 2014

BOWLES, J. E. **Foundation Analysis and Design**. 5th ed. New York: Mcgraw Hill, 1997. 1168 p.

GERSCOVICH, D. M. S. **Estabilidade de taludes**. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2016. 192 p.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GOMES, G. J. C. **Avaliação do perigo relacionado à queda de blocos em rodovias**. 2009. 138 p. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2009.

GUIDICINI, G.; NIEBLE, C. M. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1984.

HUTCHINSON, J. N.; **Mass movement**. In R. W. Fairbridge (editor), **Encyclopedia of geomorphology**: Reinhold Publishers: New York, 1968.

MEGALE, S. M. C. **Avaliação do enraizamento e brotação na propagação de espécies potenciais para revegetação e estabilização de taludes**. Itajubá, 2011. Disponível em: <<https://saturno.unifei.edu.br/bim/0038929.pdf>> Acesso em: 28. set. 2019.

SILVA, D. P. **Análise de diferentes metodologias executivas de solo grampeado a partir de ensaios de arrancamento realizados em campo e laboratório**. 313 p. Tese (Doutorado em Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.