

SOLO GRAMPEADO COM CONCRETO PROJETADO: ESTABILIZAÇÃO DE TALUDE NO MUNICÍPIO DE CANDEIAS-BA

Adrielle de Deus Lima¹

Gabriele Pereira da Hora²

Kátia Rejane F. do Nascimento³

Rafael Alves Cotrim

*

RESUMO: Essa pesquisa apresenta a técnica de estabilização de taludes em solo grampeado com concreto projetado, tendo como objetivo realizar um estudo de caso no município de Candeias na Bahia em localidades que se encontram em situações críticas expondo moradores a risco de vida. Foi realizada uma análise dos dados disponíveis como projetos, orçamentos, registros fotográficos, perfis de sondagens para reconhecimento do subsolo e com base em pesquisa bibliográfica abordando sua origem, técnica de reforço, evolução e método de execução. Após esta análise foi possível identificar que o método escolhido para este caso foi o mais prudente tecnicamente além de financeiramente viável e pela facilidade para execução. Importante destacar que de acordo com as condições atuais dos taludes é necessário que tenha uma eficiência para início das obras para prevenir ocorrências de novos casos de deslizamentos.

Palavras-Chave: Solo Grampeado. Concreto Projetado. Contenção.

¹ Bacharelanda em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Jorge Amado. E-mail:limaadrielle97@gmail.com

² Bacharelanda em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Jorge Amado. E-mail:gaby.sedru@gmail.com

³ Professora Orientadora, Engenheira Civil, Doutora em Geofísica e Professora do Centro Universitário Jorge Amado. E-mail:ktianascimento@yahoo.com.br

1 INTRODUÇÃO

Os métodos de estabilização de taludes são de suma importância para todos, pois podem evitar o escorregamento do solo. Onde infelizmente os principais locais que existem são em bairros periféricos com uma quantidade considerável de residências habitadas por familiares, sendo em grande maioria de baixa renda.

O solo grampeado é um dos métodos que surgiu na década de 70, tendo por objetivo reforçar e fazer a estabilização do solo e taludes onde é executado com o auxílio de chumbadores, concreto projetado e drenagem, atualmente vem provando ser uma técnica viável economicamente.

O município de Candeias localizado na região metropolitana de Salvador na Bahia é uma cidade histórica que tem uma superfície bastante irregular sendo formada geologicamente por relevos que apresentam desníveis relevantes. Mediante a isto, durante a chuva sofrem grandes abalos causados por deslizamento de terras possuindo em grande parte um solo silte argiloso.

O objetivo deste trabalho é realizar um estudo de caso no município de Candeias em localidades que se encontram em situações críticas com intuito de solucionar os problemas de estabilidade do solo. O desenvolvimento do projeto de construção é de fundamental importância para que garanta uma maior segurança e qualidade de vida para população de Candeias.

Para tanto, o trabalho primeiramente foi elaborado com base em pesquisa bibliográfica buscando conhecimento sobre os conceitos, as etapas de execução para construção do solo grampeado com concreto projetado. Em seguida foi acompanhado a execução da construção das encostas na qual foram efetuados estudos técnicos, levantamentos geotécnicos e análise topográfico no município de Candeias, com finalidade de garantir a segurança e a estabilidade dos taludes dessa região.

Espera-se que os resultados obtidos e os conteúdos abordados possam contribuir para o estudo das contenções na zona urbana do município de Candeias.

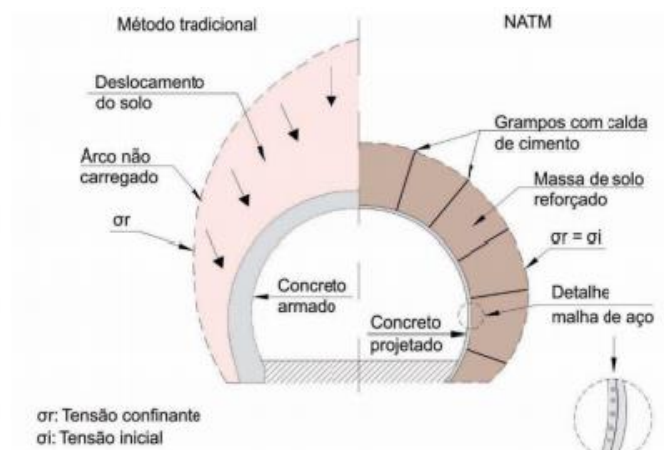
2 SOLO GRAMPEADO

Em 1945 devido à exploração de minérios nos países europeus como França, Alemanha e Áustria, houve um aumento na aplicação de ancoragens com curtas e rápidas estabilizações na escavação de túneis e galerias rochosos, a técnica foi conhecida como NATM (New Austrian Tunneling Method), desenvolvida pelo professor Ladislau von Rabcewicz. (ZIRLIS,1988)

Por volta dos anos 70 no Brasil, as pesquisas foram iniciadas tendo avanço na tecnologia e conhecimento neste método de estabilização. No estado de São Paulo, Ortigão et al. (1993 e 1995) e GEORIO (1999) tiveram a sua primeira experiência utilizando este método e obtiveram resultados eficazes.

Conforme demonstrado na figura 1, na execução de túneis a utilização do método convencional exige uma quantidade superior do concreto armado tendo um custo elevado.

FIGURA 1. Diferença da técnica NATM e convencional.



FONTE: Adaptado de Ortigão et al., 1993.

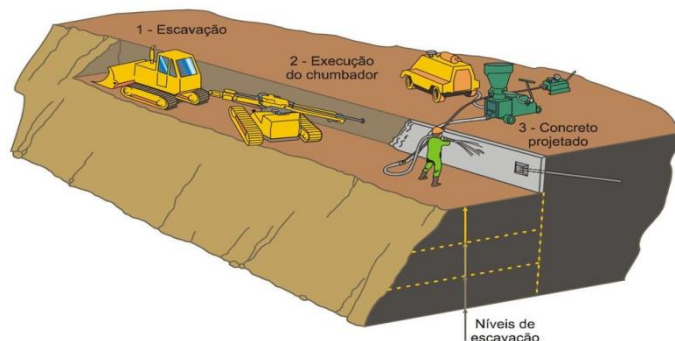
2.1 Definição e técnica

O solo grampeado é um método de contenção ou reforço de taludes por meio da execução de chumbadores, concreto projetado e drenagem. Conforme sua estrutura demonstrada na (figura 2), os chumbadores ou grampos possibilitam a estabilização da massa do solo, o concreto projetado promove estabilidade na superfície da construção e a drenagem oferece o escoamento de forma estruturada para águas internas e externas.

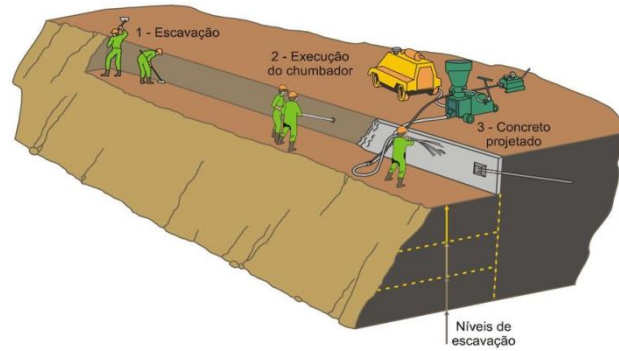
Esta técnica de reforço de solos é aplicada em taludes instáveis ou rompidas, emboque de túnel, na escavação de subsolos, entre outras obras. Concebendo uma massa de terreno estabilizado funcionando semelhante ao muro de arrimo, onde consiste em uma estrutura que reage aos empuxos horizontais pelo próprio peso. Sendo utilizados para reduzir os desníveis de pequeno, médio ou grande porte (figura 3).

Antes de conceber o método é necessário fazer diferentes estudos aprofundados do solo através de sondagem, topografia de precisão, ensaios de resistência, cisalhamento direto e da argamassa de injeção nos grampos.

Figura 2. Construção de estrutura em solo grampeado.



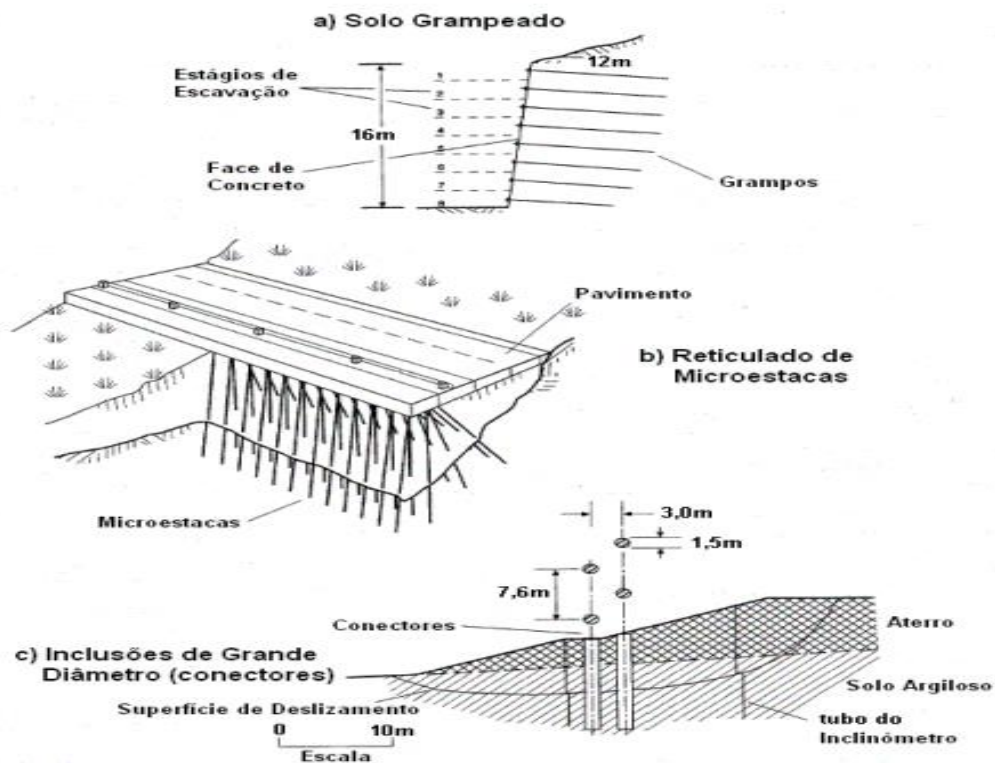
- a) Etapa construtiva na construção de estrutura em solo grampeado utilizando equipamentos mecânicos.



b) Etapa construtiva na construção de estrutura em solo grampeado em corte com equipamentos manuais.

FONTE. Adaptado de Zirlis et al., 1999.

Figura 3. Etapas do sistema de reforço de solo.



FONTE. Byrne et al., 1998.

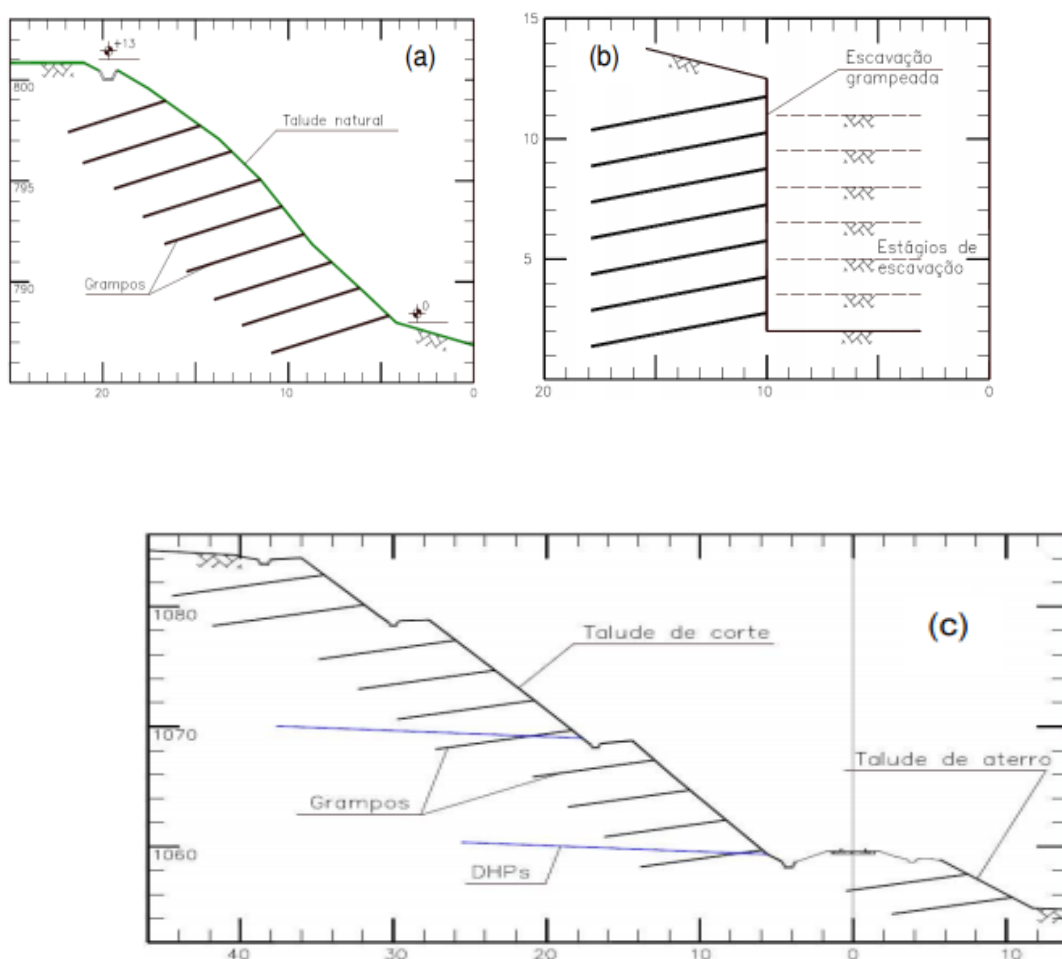
3 MÉTODOS CONSTRUTIVOS

Os taludes são escavados mecanicamente, manualmente e artificialmente de acordo com a geometria do terreno e projeto, conforme ilustra a Figura 4.

Em seguida os taludes são perfurados, sendo de forma naturais ou cortados. O grampeamento é construído para que seja realizada a injeção nos furos verticais

ou horizontais, a seguir são executados os drenos profundos e os de paramento, canaletas e descidas d'água conforme projeto, logo depois a face de todo talude é revestida por concreto projetado por meio de jateamento.

Figura 4. Composição da técnica solo grampeado em taludes: a) naturais, b) escavações e c) artificiais.



FONTE. Adaptando SILVA, 2010

4 CHUMBADOR

Chumbadores são peças moldadas no local que fazem a contenção e consolidação de uma massa de solo estável por meio da injeção da calda de cimento, sendo caracterizados por elementos lineares passivos, resistentes à

flexão composta, denominados grampos. Formados por barras de aço com seção circular ou retangular obtendo um resultado eficiente para escavações e estabilização de taludes utilizando o reforço do solo “*in situ*”.

4.1 Chumbador Vertical

A instalação do chumbador vertical acompanhando o alinhamento da contenção determinado em projeto permite que a escavação seja realizada por níveis, com a finalidade de garantir estabilidade e segurança no momento da escavação e da construção do solo grampeado.

4.2 Perfuração

O processo de perfuração no solo é feito através de um tubo de injeção na profundidade e ângulos determinados em projeto, dependendo da profundidade, diâmetro e área de atuação pode-se utilizar perfuratrizes dos tipos: manuais, sondas, carretas perfuratrizes, crawlair, wagon drill. Como fluido de perfuração é possível utilizar água, ar e lama. A água é o sistema mais comum como fluido de perfuração e para limpeza do furo de baixo para cima, onde é injetada por meio de hastes de perfuração.

4.3 Armação

Concluída a perfuração, segue-se para instalação e fixação dos chumbadores (barras de aço) horizontalmente ou com a inclinação determinada em projeto. Como trata-se de peças de aço é necessária aplicação de anticorrosivo por meio de resinas polímeros e calda de cimento, por toda a extensão destes elementos serão instalados dispositivos centralizadores para garantir o recobrimento com calda de cimento, conforme é demonstrado na (figura 5).

As mangueiras de injeção são instaladas aos chumbadores que devem ser divididos em trechos especificados em projeto, porém é recomendado no mínimo três trechos com válvulas de injeção a cada 0,5 m até alcançar 1,5 m da boca do furo. (ZIRLIS e PITTA,1992)

4.4 Injeção

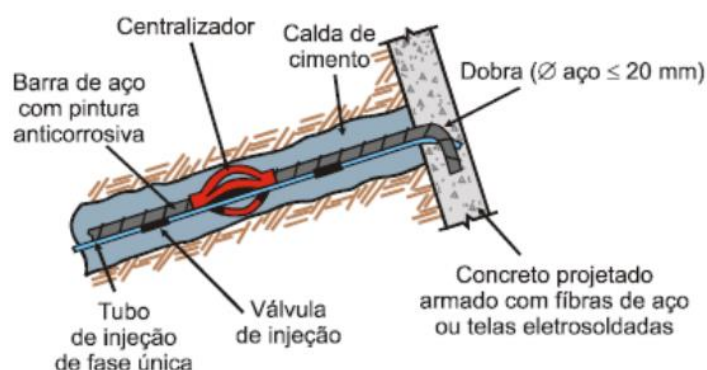
Na etapa da injeção é utilizado a calda de cimento e água, que é preparada em misturadores de alta turbulência. As bombas de injeção, devem ter capacidade

de suportar pressões de até 4,0 MPa e vazões de 60l/min. (ZIRLIS e PITTA,1992)

Na primeira fase da injeção nomeada como bainha, é executada por meio do tubo de injeção auxiliar removível, de modo crescente, operando a camada de cimento até transbordar pela saída do furo, logo em seguida é realizada a instalação da barra de aço.

A reinjeção é realizada após um mínimo de 12 horas, com tubos de injeção perdidos, e as pressões máximas de injeção e o volume de calda utilizada devem ser anotados

Figura 5. Detalhamento do Chumbador Injetado.



FONTE. Adaptado em Zirlis (1999)

5 CONCRETO PROJETADO

Segundo a Associação Brasileira de normas técnicas (ABNT), NBR 14.026 (ABNT,2012) define que o concreto projetado possuindo dimensão máxima do agregado superior a 4,8mm, transportado através de uma tubulação é projetado, sob uma pressão, em elevada velocidade, na superfície, sendo compactado simultaneamente.

Desta forma a função do concreto projetado é justamente recapear o parâmetro do talude. Havendo aplicação na construção de túneis, apoio estrutural, paredes de contenção, estabilização de encostas, piscinas e muros de concreto armado.

Há duas técnicas de se produzir o concreto projetado que são por via seca ou por via úmida, a diferença é modo de preparo e a condução dos componentes do concreto:

Por via seca os agregados e cimento são misturados antecipadamente, e a adição da água ocorre somente no bico de projeção da máquina, simultaneamente ao lançamento do material. Dessa forma o concreto possui maiores resistência devido ao baixo fator água cimento, alcance da projeção pode atingir até 60 metros de distância e fácil operação dos equipamentos, mas de contrapartida a perda de agregado e material no momento do lançamento é superior e o consumo de ar comprimido gera mais esforço do compressor.

Por via úmida o agregado, cimento e água são misturados ao mesmo tempo, assim o concreto chega à bomba preparado para ser utilizado. Dessa maneira o consumo de ar comprimido e perda de materiais são menores, porém o concreto é menos compactado e sua resistência é inferior.

Para o solo grampeado usualmente é aplicado a técnica por via seca pois dá estabilidade maior e um revestimento melhor para o talude.

5.1 Equipamentos

São necessários diversos equipamentos para que o concreto projetado seja lançado, inicialmente contamos com a utilização da bomba de projeção que recebe o concreto ainda seco, o compressor de ar é ligado a bomba de projeção fornecendo ar comprimido em vazão e pressão para dirigir o concreto até o local de aplicação, a bomba de água disponibiliza água junto ao bico de projeção que se localiza na extremidade do mangote, o anel de água é instalado no bico de projeção para que seja adicionado água ao concreto e o bico pré-umidificador é utilizado ocasionalmente visando fornecer água ao concreto seco antes do ponto de aplicação .

5.2 Composição

Para ser fabricado o concreto projetado necessita utilizar alguns componentes, cada projeto demanda uma determinada composição (ZIRLIS e PITTA, 1992):

- O cimento utilizado pode ser o portland ou pozolânico que atendam às especificações exigidas na NBR 5732(ABNT,1991), NBR 5733(ABNT,1991) e do projeto. De acordo com a necessidade do projeto pode-se utilizar aditivos aceleradores de pega em pó ou líquidos.

- Agregados úmidos e grãos devem obedecer às especificações da NBR 7211(ABNT,2009).
- A água precisa ser limpa e isenta de teores prejudiciais, óleos, ácidos e materiais orgânicos, seguindo os requisitos da NBR 6118(ABNT,2014).

5.3 Aplicação

O concreto projetado pode ser aplicado em diversas construções devido a sua funcionalidade e praticidades tais como: revestimento de taludes, túneis, encostas, galeria de mina subterrânea, reforço estrutural, paredes de canais e galerias, barragens, piscinas e reservatórios.

6 DRENAGEM

O sistema de drenagem tem como objetivo escoar as águas de terrenos encharcados, por meio de tubos, túneis, canais, valas e fossos. Este processo é fundamental para garantir segurança, estabilidade e proteção visto que o solo encharcado corre riscos maiores de sofrer processos de erosão e perda de sustentação. A drenagem perante o solo grampeado precisa oferecer um fluxo estruturado com a finalidade que as águas internas ou externas sigam para o ponto determinado em projeto.

Conforme a figura 6 os drenos precisam ser instalados nas posições e ângulos previstos em projeto, para a drenagem profunda aplicam-se o dreno sub-horizontal profundo (DHP) e para drenagem superficial utiliza-se os drenos de paramento e as canaletas.

6.1 Dreno Profundo

O Dreno Horizontal Profundo (DHP) é um mecanismo constituído por tubos ranhurados ou perfurados, cobertos por uma manta geotextil ou pode ser revestido por uma tela de nylon, geralmente os comprimentos utilizados é de 6 a 20 metros, porém o comprimento e espaçamento entre os drenos depende dos estudos geotécnicos realizados previamente. A função deste dispositivo é drenar as águas profundas e distantes do solo fazendo com que a carga exercida sobre o solo seja menor.

Este tipo de dreno é indicado a ser utilizado em situações que o solo dispõe de alta concentração de água ou quando muros de contenção são construídos abaixo do nível de afloramento de água.

O método para execução deste modelo de dreno é necessário a preparação do DHP, em seguida é feita a perfuração do solo e a instalação dos tubos de PVC, logo após é realizada a ligação do DHP até a rede de drenagem e depois regularmente a manutenção.

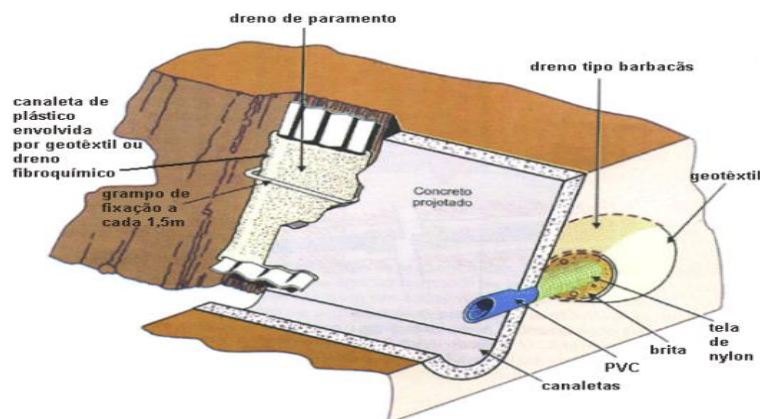
6.2 Dreno de Paramento

São peças designadas para promover um adequado fluxo às águas que chegam ao paramento vindas do talude. Usualmente utiliza-se o dreno linear contínuo e o barbacã.

O dreno linear contínuo é resultado da instalação, numa escavação, de calha plástica drenante coberta por manta geotêxtil ou pode-se optar pelo dreno fibroquímico na direção vertical da crista até o pé do talude.

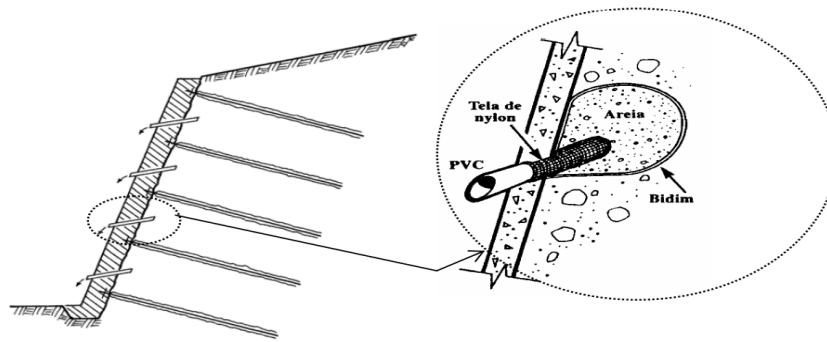
Barbacãs são tubos curtos instalados em muros de concreto (conforme ilustrado na figura 7), com a função de retirar as águas subterrâneas do solo, rebaixando o nível freático e diminuindo a evolução das poropressões nas paredes internas do muro. Este tipo é resultado da escavação de determinadas cavidades, revestidas com geotêxtil e preenchidas com material granular, brita ou areia. Pode-se também utilizar como saída de drenos existentes por trás das estruturas de contenção.

Figura 6. Detalhe dos drenos tipo barbacã e de paramento



FONTE. Adaptado em (ABMS / ABEF, 1999)

Figura 7. Drenagem superficial com barbacã.



FONTE. Adaptado em Hachich et al., 1999

6.3 Dreno de Superfície

As canaletas de crista e pé, bem como as descidas d'água são ajustadas no local e cobertas por concreto projetado e deve ser estudado pois cada caso tende a ser diferente, o eventual efeito erosivo no despejo causado por esta forma de captação e condução das águas.

7 VANTAGENS E DESVANTAGENS

A aplicação do solo grampeado em contenções de taludes e encostas destina-se em algumas vantagens e desvantagens, dentre eles, podemos destacar.

Tabela 1. Vantagens e desvantagens na utilização do solo grampeado.

Vantagens	Desvantagens
Agilidade na execução entre escavação, perfuração e injeção consequentemente redução de custos;	Escavações limitadas, devido o firmamento dos taludes;
Equipamentos de pequeno porte e adequação em qualquer tipo de locais;	Controle e atenção na injeção de água no solo;
Estrutura flexível e adaptação em diferentes tipos de solos, se tornando heterogêneo;	Devido às rupturas em locais úmidos é necessário que o sistema seja bem reforçado tendo a injeção de mais grampos, elevando o preço;

FONTE. Adaptado em Kochen (2015)

De acordo com os dados da tabela 1, o solo grampeado por oferecer uma técnica favorável, destaca-se apresentar baixo custo em materiais, mão de obra e

agilidade no planejamento. Antes de executar é necessário fazer diferentes estudos. Como: ensaios da resistência do solo, análises topográficas e sondagens em diversos pontos. Após este estudo e elaboração do projeto partimos para a pesquisa de empresas adequadas e qualificadas no procedimento onde possa dar suporte antes, durante e depois do serviço.

8 ESTUDO DE CASO: CIDADE DE CANDEIAS

O estudo de caso se refere a um método de pesquisa com um contexto específico que ocorre na vida real, propondo identificar um determinado problema, analisar as evidências, desenvolver argumentos lógicos e sugerir soluções para um fenômeno.

O município de Candeias, Bahia, é constituído historicamente numa região de superfície bastante irregular, geologicamente acidentada e formada principalmente por relevos que apresentam desníveis significativos, principalmente nas localidades pertencentes a sua sede, assim como em determinados distritos. Com isso, em períodos chuvosos ocorrem deslizamentos em vários pontos da cidade, provocando destruição de casas e bens materiais, muitas vezes até perdas de vidas, por este motivo o município selecionou através de critérios técnicos, as situações mais críticas do ponto de vista da Engenharia, buscando garantir a segurança e a estabilidade dos taludes das regiões selecionadas. Para esse estudo de caso analisou-se três regiões que serão denominadas, de Rua 1, Rua 2 e Rua 3. O método definido para ser aplicado nos taludes foi o solo grampeado com concreto projetado por ser considerada rápida a sua execução e econômica.

8.1 Investigação geotécnica

Inicialmente foram realizados serviços de sondagem de simples reconhecimento dos solos em todas as ruas e durante a realização dos serviços foram adotados procedimentos que estão em conformidade com o método de ensaio NBR-

6484(ABNT,2020). Para execução desse processo foram utilizados os equipamentos : torre com roldana e sarilho, tubo de revestimento em aço com diâmetro nominal interno de 67 mm e diâmetro nominal externo de 76 mm, haste de lavagem/penetração em aço com diâmetro nominal interno de 25 mm e massa teórica de 3,23 kg/m, amostrador padrão de diâmetro externo de 50,8 mm e diâmetro interno de 34,9 mm, cabeças de bater em aço, trépano, trado concha com (100 5) mm de diâmetro, trado helicoidal com diâmetro entre 67 mm e 73 mm; medidores de nível de água; bomba motorizada e demais equipamentos exigidos pelo método de ensaio.

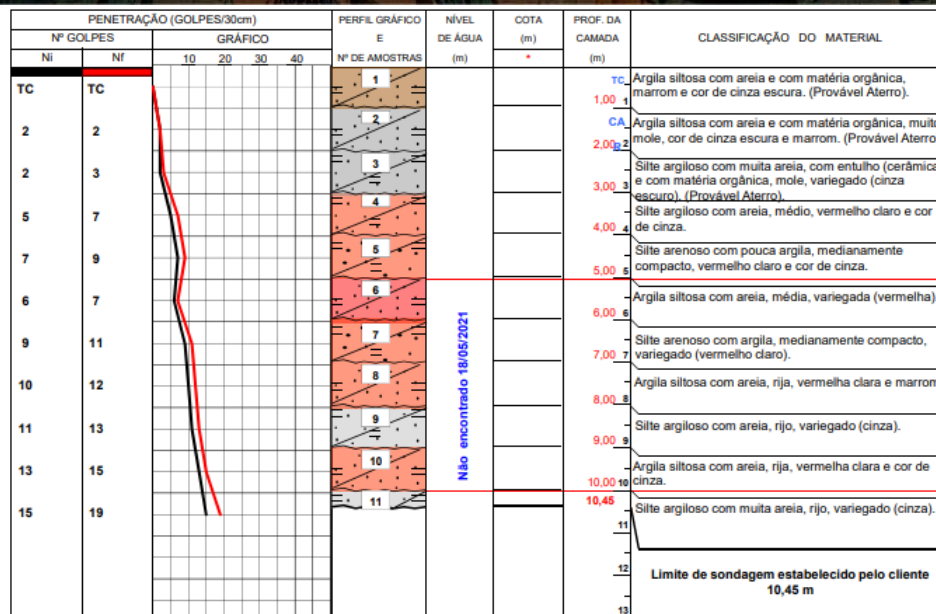
Para a execução do ensaio inicia-se o processo de perfuração com o emprego de trado até o nível de água do subsolo, em seguida são coletadas amostras a cada metro de profundidade e encaminhadas ao laboratório para verificação do solo, realizado o ensaio de penetração dinâmica e a observação do nível de água freática. Dessa forma, foram obtidos os resultados das sondagens para que os responsáveis técnicos pelas contenções tivessem o conhecimento sobre as características do terreno, as espessuras das camadas, resistência e caso tenha que localizar um possível lençol freático.

8.2 Sondagens

- **Rua 1**

Foram realizadas a quantidade de 6 furos que perfaz um total de 62,70 metros perfurados e analisando o perfil de sondagem a percussão foi possível perceber que os materiais mais predominantes deste solo é silte arenoso com argila e silte argiloso com areia conforme pode-se observar na figura 8.

Figura 8. Relatório geotécnico do terreno Rua 1.



FONTE. Acervo da obra (2021)

Pode-se observar na figura 9 o registro fotográfico da execução de sondagem na rua 1.

Figura 9. Profissionais operando a sondagem.



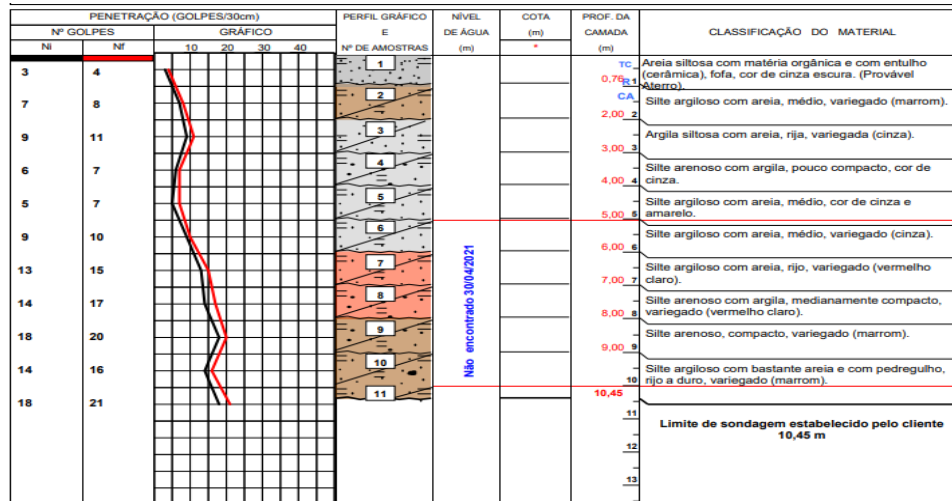
FONTE. Acervo da obra (2021)

- Rua 2

Foram gerados 4 furos que perfaz um total de 41,80 metros perfurados e analisando o perfil de sondagem a percussão foi possível perceber que os

materiais mais predominantes deste solo é silte arenoso com argila e silte argiloso com areia conforme pode-se observar na figura 10.

Figura 10. Relatório geotécnico do terreno Rua 2.



FONTE. Adaptado em acervo da obra (2021)

Pode-se verificar na figura 11 o registro fotográfico da realização da sondagem na rua 2.

Figura 11. Profissionais realizando a sondagem Rua 2.



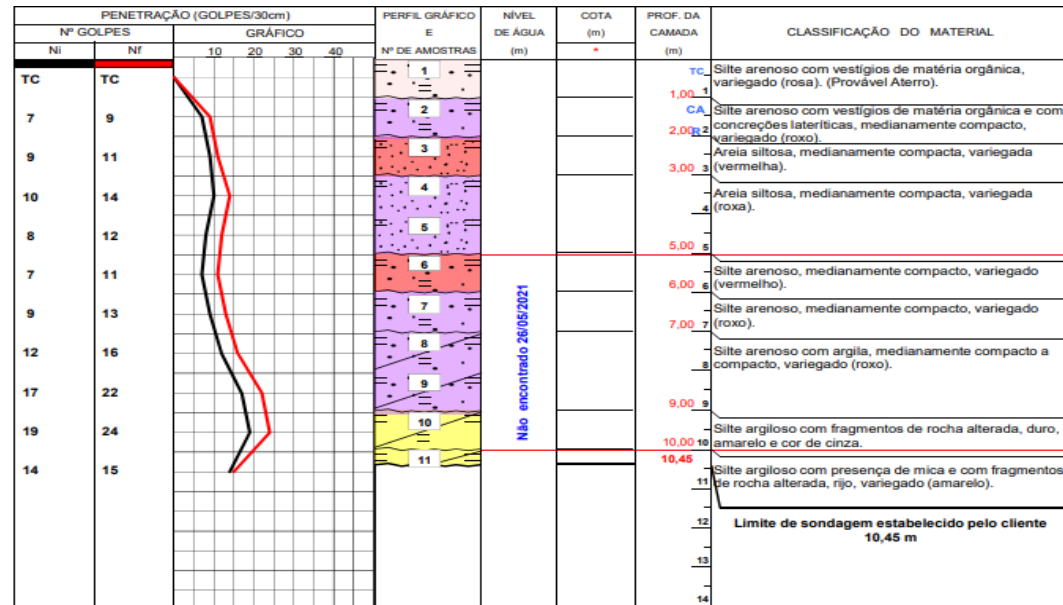
FONTE. Adaptado em acervo da obra (2021)

• Rua 3

Foram realizadas a quantidade de 4 furos que perfaz um total de 41,80 metros perfurados e analisando o perfil de sondagem a percussão foi possível perceber

que os materiais mais predominantes deste solo são silte arenoso e areia siltosa conforme pode-se observar na figura 12.

Figura 12. Perfil geotécnico do terreno Rua 3.



FONTE. Adaptado em acervo da obra (2021)

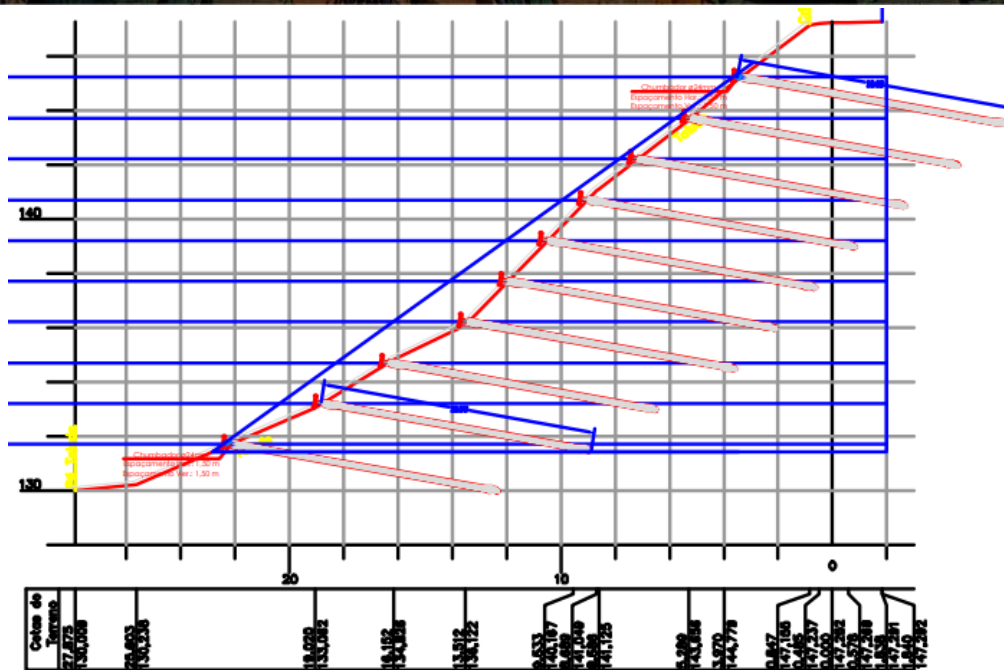
Com base nos resultados apresentados pela empresa responsável pela sondagem do solo, pode-se destacar que todas as ruas apresentam uma composição semelhante.

8.3 Seção Transversal Típica

Pode-se observar nas figuras 13,14 e 15 as seções transversais os detalhes do projeto que serão executados nas encostas, como: espaçamento entre os chumbadores, profundidade do furo, diâmetro do cabo de aço, dentre outros detalhes.

- Rua 1

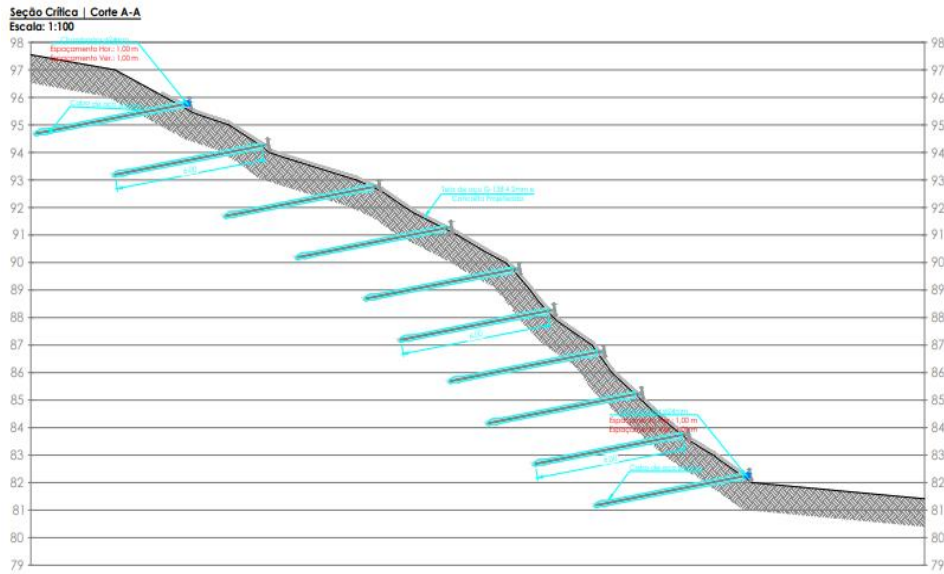
Figura 13. Seção Transversal Rua 1.



FONTE. Adaptado em acervo da obra (2021)

- Rua 2

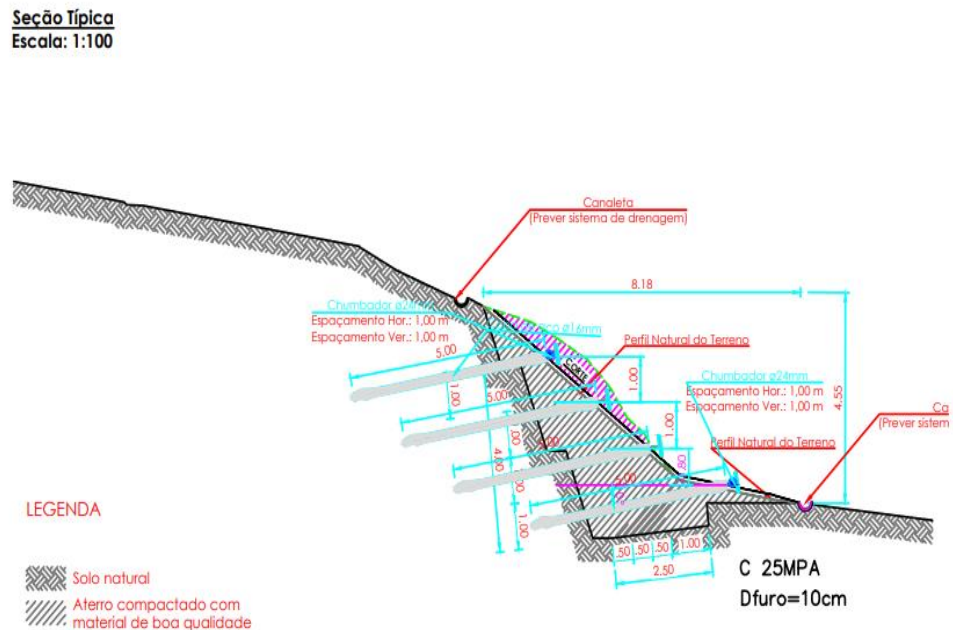
Figura 14. Seção Transversal Rua 2.



FONTE. Adaptado em acervo da obra (2021)

- Rua 3

Figura 15. Seção Transversal Rua 3.



FONTE. Adaptado em acervo da obra (2021)

8.4 Chumbadores

Os chumbadores precisam que sejam realizados no mínimo 18 ensaios prévios de arrancamentos sendo 9 com deslocamento constante e 9 com força constante, onde os mesmos serão sacrificados e deverão ser posicionados fora do projeto.

Serão construídos de barra de aço CA-50 de 16 mm e as perfurações serão executadas com diâmetro de 100 mm, seguindo os devidos cuidados para garantir a estabilidade da parede do fundo e em seguida será executada a injeção em duas fases.

8.5 Concreto Projetado

As armações das paredes de concreto projetado serão formadas por duas telas de aço CA-60 tipo Q-138 e o cobrimento mínimo deve ser de 3 cm. O concreto deverá seguir todas as normas da ABNT, principalmente a NBR 14026 (ABNT/2012) que se refere ao concreto projetado e suas especificações conforme demonstrado na tabela 2.

Tabela 2. Especificações do concreto projetado a ser utilizado na obra.

ESPECIFICAÇÕES DO CONCRETO PROJETADO	
CONSUMO DE CIMENTO	> 400 Kg/m ³
RELAÇÃO A/C	0,35 á 0,50
ESPESSURA	10 cm
DIMENSÃO MÁXIMA DO AGREGADO	9,5 mm
FCK	25 Mpa

FONTE. Acervo da obra (2021)

8.6 Estimativa de Valores

O custo para realizar a execução das contenções em solo grampeado foi estimado e calculado para o período de 12 meses no valor total de R\$5.815.467,21, conforme apresentado em tabela 3 abaixo:

Tabela 3. Previsão dos custos para construção.

ESTIMATIVA DOS CUSTOS	
DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	VALOR TOTAL
Serviço Preliminares	R\$ 82.052,73
Administração Local	R\$ 555.598,80
Instalações Provisórias	R\$ 49.319,52
Demolições	R\$ 53.885,76
Movimento de Terra (manual/mecânica)	R\$ 535.737,15
Alvenaria de Pedra	R\$ 548.753,40
Contenção de Solo Grampeado	R\$ 3.791.000,29
Tratamento Vegetal em Encostas	R\$ 52.540,00
Serviços e Equipamentos de Apoio	R\$ 99.229,00
Veículo para Fiscalização	R\$ 47.350,56
TOTAL	R\$ 5.815.467,21

FONTE. Acervo da obra (2021)

8.7 Registros Fotográficos

Os registros demonstrados são das condições atuais dos taludes que foram determinados pela prefeitura para realização do solo grampeado com concreto projetado, a rua 1 de acordo com a figura 16 apresenta uma quantidade considerável de bananeira que é uma espécie que por possuir raízes curtas não fixam no solo e assim são mais fáceis de ocasionar um deslizamento em épocas chuvosas, esta rua estava programada para ser a primeira pelo risco e extensão que podemos verificar na figura 17, porém houve um erro topográfico identificado pela empresa responsável por a execução e essa falha vai gerar um atraso para o início da obra e preocupação para os moradores pois como pode-se observar na figura 18 imóveis que se encontram em situações críticas que inclusive já estão desocupadas e algumas pela gravidade será demolida.

Figura 16. Acesso para contenção da Rua 1.



FONTE. Autoria própria (2021)

Figura 17. Vista completa da contenção da Rua 1.



FONTE. Autoria própria (2021)

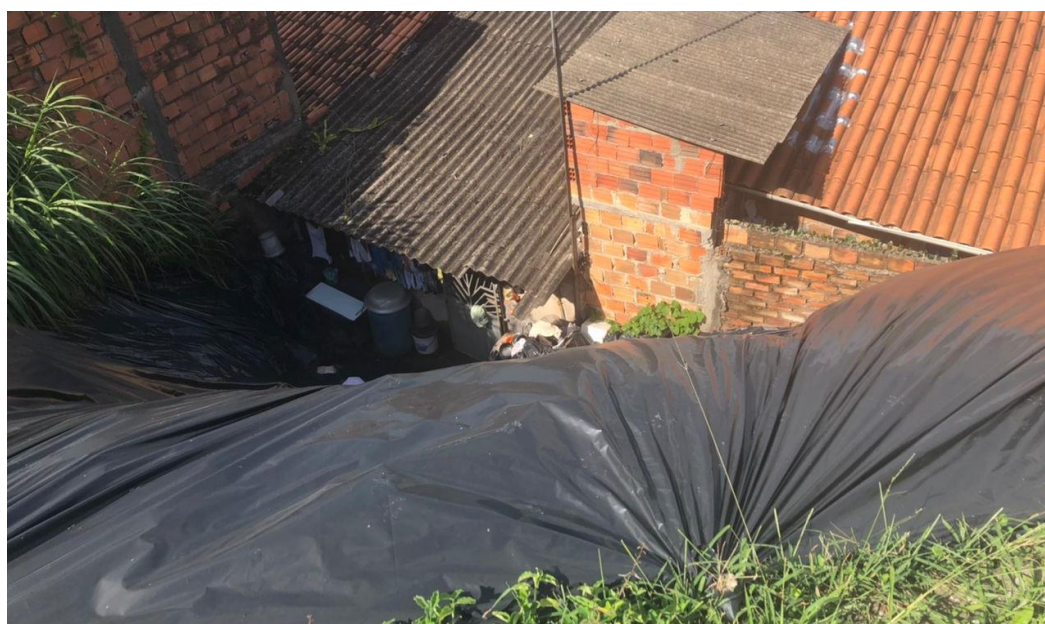
Figura 18. Imóveis em risco de contenção da Rua 1.



FONTE. Autoria própria (2021)

Na rua 2 foi necessário realizar a cobertura com lona plástica de polietileno impermeável para garantir segurança e proteger na prevenção de desmoronamento de terra como demonstrado na figura 19 e 20.

Figura 19. Talude da Rua 2.



FONTE. Autoria própria (2021)

Figura 20. Talude coberto por plástico da Rua 2.



FONTE. Autoria própria (2021)

Atualmente essas são as condições da rua 3 como demonstrada na figura 21, foi realizada a implantação da lona plástica mais devido ao tempo não houve a manutenção e quando chove a água tem contato direto com o solo gerando risco para os moradores de deslizamento.

Figura 21. Talude em condição crítica da Rua 3.



FONTE. Acervo da obra (2021)

9 CONCLUSÃO

Conforme o estudo de caso apresentado, foram avaliadas diferentes contenções na localidade do município de Candeias sendo denominadas como Rua 1, 2 e 3. Com base nos registros fotográficos é visível diagnosticar risco de deslizamento e insegurança para a população.

O método escolhido estabelece ampliação e viabilidade técnica em estabilização do solo em taludes de forma mecânica ou manual. Com aplicação dos elementos de reforço será notável o ganho de resistência do solo sendo inversamente proporcional ao aumento do fator de segurança resultando na estabilização dos taludes.

Por meio deste estudo foi visto que o método do solo grampeado é adequado para o solo silte argiloso diagnosticado por meio das sondagens nas contenções, tendo a sua forma prática de execução, os dados comprovam a grande importância da correlação entre resistência e interação dos grampos.

Para o desenvolvimento da pesquisa, o trabalho primeiramente utilizou estudos conceituais bibliográficos e em seguida levantamentos geotécnicos com base na análise topográfica do município.

10 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 7.211 :Agregados graúdos.2009.

_____. NBR 5.732 :Cimento portland. 1991.

_____. NBR 5.733 :Cimento portland com alta resistência. 1991.

_____. NBR 6.118 :Concreto armado. 2014.

_____. NBR 14.026 :Concreto projetado. 2012.

_____. NBR 6.484 :Sondagens de simples reconhecimento com SPT. 2020.

ASOPE . **Principais características do concreto projetado**. Disponível em: <<https://www.asope.com.br/single-post/2018/11/05/concreto-projetado>>.

Acesso em: 01 nov. 2021

ARTERIS . **Concreto Projetado**. Disponível em:<<https://www.arteris.com.br/wp-content/uploads/2018/07/ARTERIS-ES-015.Concreto-Projetado-REV-0.pdf>>

Acesso em: 09 nov. 2021

Bruno B. M.; Thiago B. M.; Wilson C. S. **Estrutura de contenção em solo grampeado: estudo de caso em João Pessoa - IV EREEC - João Paulo**, 2017.

CAIXA . **Execução de Grampo**. Disponível em: <[https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-lote3-saneamento-infraestrutura-](https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-lote3-saneamento-infraestrutura-urbana/SINAPI_CT_LOTE3_EXECUCAO_GRAMPO_05_2021.pdf)

[urbana/SINAPI CT LOTE3 EXECUCAO GRAMPO 05 2021.pdf](https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-lote3-saneamento-infraestrutura-urbana/SINAPI_CT_LOTE3_EXECUCAO_GRAMPO_05_2021.pdf) >. Acesso em: 23 out. 2021.

CORTE, Flávia Helena. **Análise de contenção em solo grampeado na cidade de São Bernardo do Campo**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2017.

FLORIANO, Cleber de Freitas. **Solo grampeado a comparação de resultados de análises numéricas com dados de monitoramento**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2009.

GEORIO. **Manual técnico de encosta da fundação**. Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.

GONDIM, Adileisson. **Dimensionamento geotécnico de solo grampeado**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal Uberlândia, Minas Gerais, 2018.

HACHICH, Waldemar. **Fundações: drenagem profunda**. 2. ed. São Paulo, 1998.

Kochen , R . **Vantagens e Desvantagens do Solo Grampeado**. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/solo-grampeado-garante-agilidade-seguranca-e-economia-a-obras/15846>>. Acesso em : 15 out. 2021.

Lima , A . P . **Solo Grampeado: definições, desenvolvimento e aplicações**. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/10979/10979_3.PDF>. Acesso em: 30 ago. 2021.

MACHADO, Léo Mendes. **Solo grampeado estabilização de talude no município de Niteroi**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2017.

1997. ORTIGÃO, J.A.R.; ZIRLIS, A.C.; PALMEIRA, E.M. **Experiência com solo grampeado no Brasil**, Revista Solos e Rochas, ABMS, V. 16, pp 291-304, São Paulo, 1993.

SOLOTRAT . **Manual de serviços geotécnicos Solotrat**. Disponível em: <<https://www1.eesc.usp.br/sgs/images/sgs406/manual-completo.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2021.

TEIXEIRA, Maria Luiza Nunes. **Modelagem Computacional de Dispositivos de Drenagem em Cortinas Atirantadas**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, 2019.

Zirlis, A.C. **Solo Grampeado Execução**. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/12543549-Solo-grampeado-execucao.html>>. Acesso em: 30 set. 2021.

Zirlis, A.C.; Pitta, C.A. **Soil Nailing, Chumbamento de Solos: Experiência de Uma Equipe na Aplicação do Método.** I Conferencia Brasileira de Encostas – COBRAE. 19 p. (1992)

Zirlis, A.C.: **Solo grampeado – Execução.** Livro ABMS. (1999)