

UTILIZAÇÃO DE ESTACA STRAUSS EM FUNDAÇÕES, CONTENÇÕES E PINAGEM DE TALUDES¹

Augusto Estevão Soares de Souza – augustossouza06@gmail.com

Beatriz Cheunamann Czinzel – eng.beatrizcz@gmail.com

Helena Kaori Gomes Silva – helena.kaori94@gmail.com

Lucas Lemos Alves – lucasleмос@hotmail.com

Priscilla Serra Ávalos – psavalos@outlook.com

MSc. Paulo Afonso de Cerqueira Luz (Orientador) – 1158087@mackenzie.br

RESUMO

Este trabalho comenta sobre as três utilizações da estaca Strauss, que além de sua função principal como elemento de fundação, também pode ser utilizada em obras de contenção e de pinagem (estabilização) de taludes. A apresentação desses usos visa disseminar alternativas para substituir as soluções tradicionais de obras de contenção e de estabilização de taludes, já que podem ocorrer situações nas quais as soluções adotadas tradicionalmente não seriam as mais adequadas. Serão abordados três estudos de caso, um para cada finalidade, com as justificativas para a adoção em cada caso.

Palavras-chave: Estaca Strauss. Obras de contenção. Estabilização de talude.

USE OF STRAUSS PILE IN FOUNDATIONS, RETAINING STRUCTURES AND SLOPE STABILIZATION

ABSTRACT

This paper comments on the three uses of the Strauss pile, which in addition to its main function as a foundation element, can also be used in retaining structures and slope stabilization. The presentation of these uses aims to disseminate alternatives to replace the traditional solutions of retaining structures and slope stabilization, since situations may occur in which the traditionally adopted solutions would not be the most appropriate. Three case studies will be addressed, one for each purpose, with justifications for adoption in each case.

Keywords: Strauss pile. Retaining structures. Slope stabilization.

¹ Artigo do Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Civil, EE, UPM, São Paulo, 2019.

1 INTRODUÇÃO

A utilização de estacas na construção de edificações ocorre desde a pré-história, com a construção de palafitas. Dos métodos primitivos de fundação pode ser destacado que nos impérios pré-históricos do oriente as construções eram feitas sobrepostas, sendo a demolição da construção antiga servindo de fundação para a construção nova. Na idade clássica as construções geralmente eram feitas sobre paredes de tijolos crus com pilares de pedra e estruturas de madeira. Em casos raros a fundação ocupava toda a área da construção e era constituída por blocos de pedra ou estacas de madeira. A utilização do concreto veio junto com os avanços mais importantes na cidade de Alexandria (HACHICH et al., 1998).

Com o desenvolvimento tecnológico foram inventados diversos tipos de fundações, que podem ser divididos em dois grandes grupos: fundações superficiais e fundações profundas. Entre as fundações profundas encontram-se as estacas classificadas em dois grupos: pré-fabricadas e moldadas *in loco* (escavadas). As escavadas são divididas devido ao seu método de execução e é neste grupo que se encontram as estacas do tipo Strauss, objeto de estudo deste trabalho.

A abordagem dos diferentes tipos de uso para a estaca Strauss visa, não só, difundir soluções que se mostraram técnica e economicamente viáveis como também incentivar a busca por novas soluções dentro do contexto da engenharia. Segundo GASPAR (2011) para estabilizar a escavação de um talude com 5m de altura por 30m de largura, as estacas justapostas se mostraram 20% menos custosas do que a execução de solo grampeado com concreto projetado. No caso da pinagem de taludes, o princípio é executar estacas apoiadas em uma cota de solo abaixo da superfície de escorregamento. A princípio, essa solução pode ser usada com qualquer tipo de estaca, porém os fatores determinantes nessa escolha se dão em função da declividade do terreno e da profundidade estimada que deve ser atingida.

2 METODOLOGIA

Para realizar o objetivo do trabalho, foram escolhidos três estudos de caso abordando as diferentes possibilidades de uso para as estacas do tipo Strauss.

Na análise como elemento de fundação, o objetivo é verificar a escolha por este tipo de fundação, comentando acerca de outras soluções, o motivo pela opção e aferir se de fato as estacas atingiram as cotas exigidas. Para a análise foram observados os resultados das sondagens a percussão com ensaio SPT, ensaio no qual é determinado o índice de resistência à penetração do solo.

Já no caso da estabilização de taludes (pinagem) pretende-se, ao analisar o relatório de obra, as profundidades atingidas pelas estacas, as sondagens a percussão com ensaios SPT e a projeção da cunha de escorregamento, verificar se a solução se mostrou tecnicamente viável.

E para utilização de estacas Strauss em paredes de contenção, pretende-se, também, atestar a sua viabilidade técnica, que consiste na resistência aos empuxos exercidos pelo solo. Mais uma vez foi utilizada a análise das sondagens a percussão com o ensaio SPT para determinar o tipo de solo e os esforços que atuaram sobre da estrutura de contenção.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas na norma NBR 6122 - Projeto e execução de fundações, é elemento de fundação aquele por onde a carga é transmitida ao terreno, sendo que o mecanismo atuante para a transmissão e a profundidade de assentamento (instalação) dividem as fundações em dois grandes grupos.

As fundações superficiais, também conhecidas como rasas ou diretas, transmitem a carga recebida através de tensões distribuídas sob a base e estão apoiadas a uma pequena profundidade da cota do terreno, que não é superior a duas vezes a menor dimensão em planta da fundação. (NBR 6122, 2010). Este grupo engloba as sapatas, os blocos e o radier.

As fundações profundas dissipam a carga recebida por duas parcelas: carga resistente de ponta (base) e carga resistente por atrito lateral. A ponta deste tipo de fundação deve ser superior ao dobro da sua menor dimensão em planta e no mínimo estar situada a 3 m de profundidade. (NBR 6122, 2010). Este tipo de fundação abrange os caixões, as estacas e os tubulões.

As estacas são um elemento de fundação flexível podendo variar seu material (madeira, aço, concreto pré-moldado, concreto moldado “*in loco*” ou mistas), sua geometria (cilíndricas ou prismáticas) e sua execução (cravadas ou escavadas), sendo caracterizadas por grandes comprimentos e seções transversais com pequenas dimensões. Neste tipo de fundação profunda não há necessidade de descida de operário.

As estacas são divididas em dois grupos:

- Estacas escavadas (moldadas “*in loco*”).
- Estacas pré-fabricadas (pré-moldadas).

As estacas podem ser escavadas manualmente usando um trado ou mecanicamente, podendo ou não ter o auxílio de um fluído estabilizante (lama bentonítica ou polimérica) para estabilização das paredes da perfuração. Após a escavação ocorre a concretagem, por isso são chamadas de estacas moldadas “*in loco*”.

A estaca Strauss teve o seu método concebido como opção para substituição das estacas pré-moldadas e foi amplamente difundida no território nacional após a Segunda Guerra Mundial (1939-1945).

O equipamento utilizado é relativamente simples e pode-se afirmar que, ao contrário de outros métodos, uma grande parcela da qualidade do produto final se deve à equipe executante.

O processo de execução desse tipo de estaca consiste nas seguintes etapas:

- Escavação;
- Concretagem;
- Armação (JOPPERT JUNIOR, 2007).

Antes do início da escavação, posiciona-se a máquina no prumo da estaca a ser executada. Deve-se garantir o prumo exato do soquete a fim de evitar excentricidades desnecessárias no bloco de estacas e a necessidade de reforços estruturais.

A escavação é realizada com tubos metálicos recuperáveis. Os primeiros metros da escavação, geralmente de 2 m a 3 m, são escavados de forma mecânica com o soquete. Posteriormente é introduzida a coroa, que é um tubo metálico denteado na parte inferior cuja função é rasgar o solo. Logo após é posicionada a sonda, que é um tubo metálico com a função de reter o solo que foi desprendido pela ação da coroa e são necessárias pausas periódicas para que o solo coletado seja retirado do tubo.

Esse processo segue até a fim do primeiro tubo, quando é rosqueado o segundo tubo e assim sucessivamente até a cota de apoio adequada. Por fim é acrescentada água para remover o acúmulo de solo. É importante que o fuste da estaca seja totalmente revestido com o tubo metálico, independentemente do tipo de solo e da presença ou não de água. Os tubos metálicos são cruciais para garantir o diâmetro final das estacas, evitar a entrada de água e estrangulamentos no fuste. A entrada de água no fuste ou, posteriormente, na mistura do concreto da estaca é uma das principais causas de patologias nas estacas, sendo assim o revestimento total do fuste é essencial dentro do processo executivo das estacas do tipo Strauss.

Concluído o processo de escavação, é iniciada a concretagem da estaca. Num primeiro momento é lançado dentro da estaca um volume de concreto suficiente para formar uma coluna de não mais que 1 m de altura. Com o soquete apiloa-se esse concreto a fim de aumentar a resistência de ponta da estaca. Posteriormente, em um movimento concomitante, os tubos metálicos são retirados ao mesmo tempo que o concreto é apiloado com o soquete.

O concreto usado nas estacas Strauss, na grande maioria dos casos é moldado “*in loco*”, o que garante um baixo desperdício de material. Geralmente se faz um traço de concreto com plasticidade suficiente para que se evite que ocorram descontinuidades no fuste da estaca. Por norma não é recomendado um consumo de cimento inferior a 320 kg/m³ de concreto. A resistência máxima desse concreto a ser considerada em projeto, por norma, é de 15 MPa; porém como a sua função é de apenas transferir a carga para o solo e no cálculo da carga admissível das estacas leva-se em

consideração as forças de atrito no fuste e de ponta, a resistência do concreto em si não é de suma importância para o processo como um todo.

A última etapa de execução se dá na colocação da armadura, sendo previamente definido o quanto de armadura ficará dentro das estacas e o quanto ficará para fora para realizar a ligação do elemento com o bloco fundação. Destacando-se que, quando necessário, pode-se armar a estaca com perfil metálico. Após o posicionamento da armadura, concretase a estaca até o final, deixando seu topo de concreto um pouco acima da cota de arrasamento de projeto.

Vale lembrar que as vantagens da estaca do tipo Strauss são provenientes do fato de, no seu processo executivo, praticamente não produzir vibrações, evitando assim danos a edificações vizinhas, mesmo que precárias. Além disso, o equipamento relativamente leve traz grandes ganhos na versatilidade, permitindo que se trabalhe em situações adversas tais como: terreno inclinado, pé direito limitado, no interior de construções já existentes, sob patamares elevados, entre outras situações.

Esse método requer cuidados com a presença de água no solo. Nesses casos é de suma importância a utilização de um concreto com abatimento (*slump*) mais baixo, ao se fazer o apiloamento da ponta da estaca.

Nas Figuras 1 e 2 são apresentadas as etapas para execução de uma estaca tipo Strauss e na figura 3 a tabela de cargas e diâmetros.

Figura 1- Escavação do solo com sonda e coroa.



Fonte: Acervo pessoal (2019).

Figura 2 – Concretagem.



Fonte: Acervo pessoal (2019).

Figura 3 – Tabela de diâmetros e cargas admissíveis.

Diâmetro nominal (cm)	Diâmetro interno da tubulação (cm)	Capacidade de carga estimada (tf)	Distância mínima do eixo da estaca a divisa (cm)
25	22	20	15
32	26	30	20
38	32	40	25
45	38	60	30

Fonte: Acervo pessoal (2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

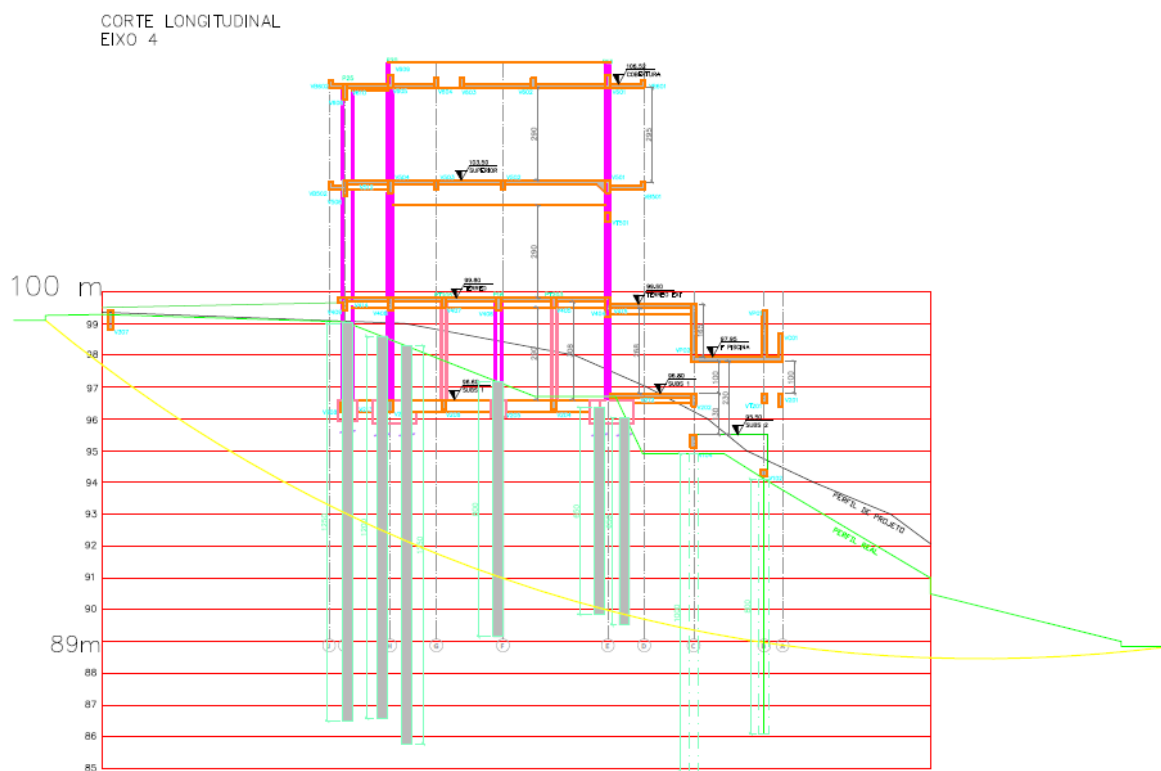
4.1 ESTACA STRAUSS COMO FUNDAÇÃO

Para exemplificar a utilização das estacas Strauss como fundação, foi escolhida uma obra residencial localizada na Rua Madalena, no Bairro da Vila Madalena, em São Paulo (SP). O empreendimento é composto por três pavimentos: subsolo, térreo e piso superior. O terreno da obra

possui uma elevada declividade, com aproximadamente 10 m de diferença entre as cotas da frente e do fundo, como pode ser observado na Figura 4.

Um aspecto importante a ser comentado sobre esse estudo de caso é a multifuncionalidade das estacas. Além de cumprirem, obviamente, o papel principal de transmitir as cargas da estrutura para o solo (fundação), nesse caso específico é possível perceber que as estacas Strauss contribuem para a estabilização do talude. Devido à declividade acentuada no terreno, foi realizada uma avaliação na vizinhança que indicou diversas casas com patologias relacionadas a esse fator.

Figura 4: Perfil do terreno.



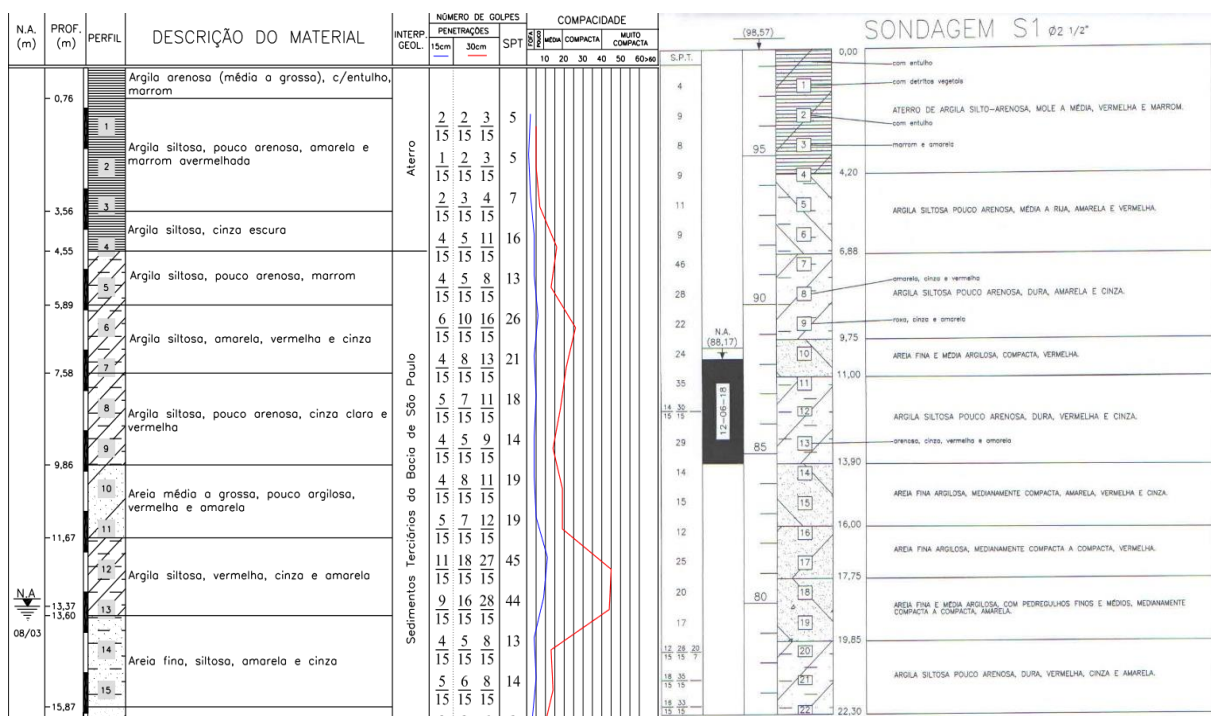
Fonte: Acervo Pessoal (2019).

É importante mencionar que a escolha por estacas do tipo Strauss deu-se principalmente pelo método executivo. A priori, qualquer tipo de estaca poderia ser utilizada como solução para esse caso, porém a inclinação do talude impossibilitaria a execução por equipamentos de hélice contínua. A execução de brocas seria um problema devido às elevadas cargas seguidas de um substancial aumento no tamanho dos blocos. As estacas raiz foram excluídas devido ao custo muito elevado. Esses fatores condicionaram a execução das estacas do tipo Strauss.

A escolha do tipo de fundação depende de fatores tais como o solo, as condições do terreno, as cargas, entre outros. A decisão acerca dos diâmetros a serem usados e bem como a previsão de comprimento linear das estacas está intimamente ligada às características do solo e do terreno. Sendo necessária a realização de testes investigativos antes da execução da fundação propriamente dita. O mais comum deles é o SPT (*Standart Penetration Test* - ensaio de penetração normal), realizado durante a execução das sondagens a percussão. Não é objetivo deste trabalho detalhar a execução de tal ensaio, porém é necessário saber que, através dos seus resultados, é estimada a profundidade das estacas e são definidos os seus diâmetros.

Na obra utilizada no estudo de caso, ocorreram alguns problemas devido a divergências encontradas nas sondagens a percussão realizadas. As primeiras sondagens previam profundidades muito superiores às que efetivamente foram executadas e confirmadas por outra sondagem, como é apresentada na Figura 5. Pode-se perceber que as camadas de cota de apoio esperadas estão substancialmente mais profundas na sondagem a percussão da esquerda, com expectativa de 13 m para a cota de apoio, em relação a da direita com expectativa de aproximadamente 8 m. Esse problema acarretou a compra excessiva do aço que seria utilizado na armação das estacas e principalmente na questão referente à estabilidade do talude. Foi adotada então a segunda sondagem apresentada, que se provou mais coerente com os resultados obtidos no campo quando da execução das estacas.

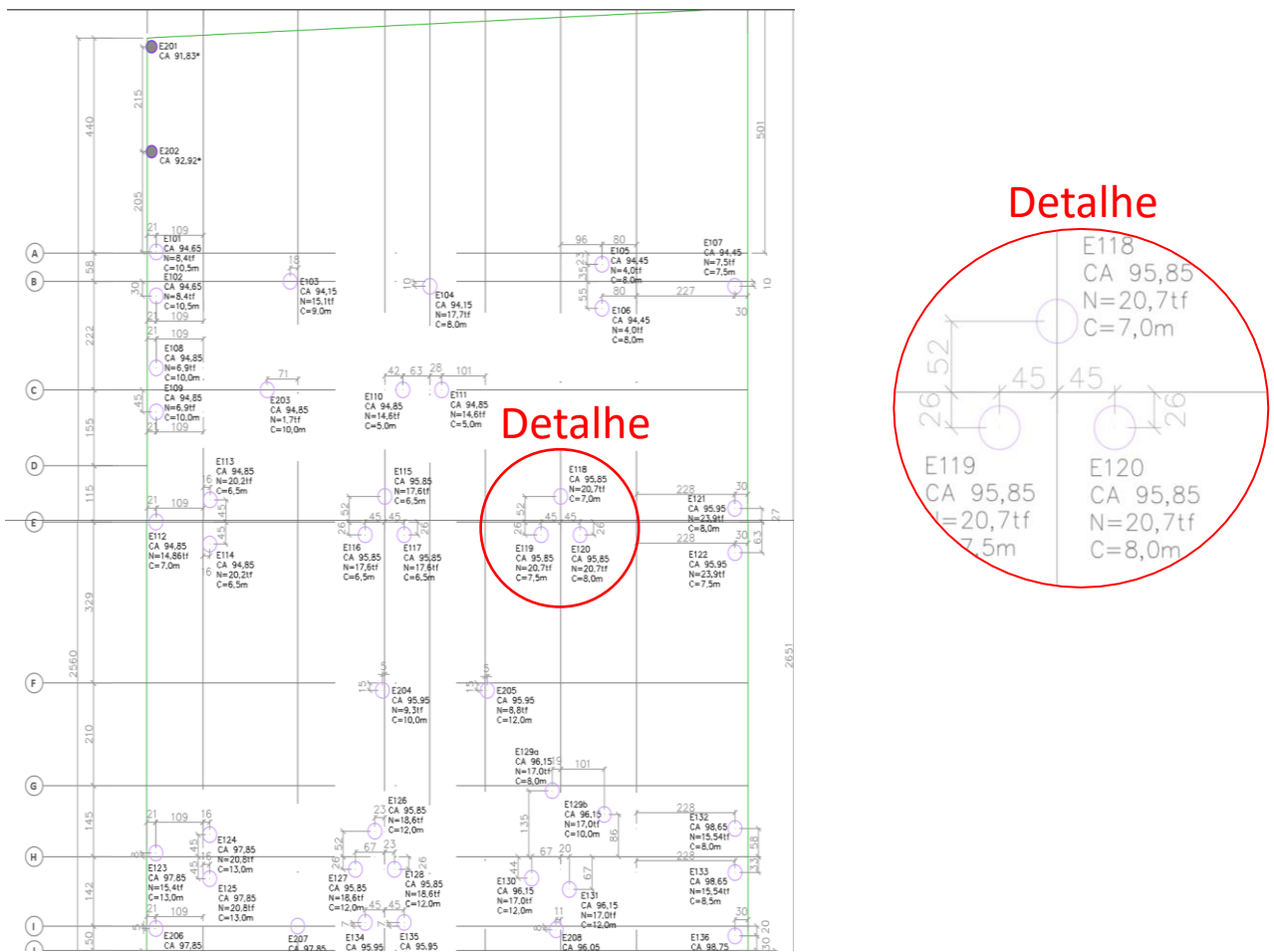
Figura 5: Sondagens a percussão realizadas, à esquerda a primeira e à direita a segunda.



Fonte: Acervo pessoal (2019).

O projeto mescla estacas de dois diâmetros diferentes: 32 cm e 38 cm. Esse recurso é utilizado para diminuir o custo da obra, já que o preço cobrado varia proporcionalmente aos diâmetros usados, ou seja, quanto maior o diâmetro nominal, maior a capacidade de carga resistente, porém o preço também é maior.

Figura 6: Planta de carga.



Fonte: Acervo Pessoal (2019).

Pode-se analisar através da planta de cargas, apresentada na Figura 6, que a maior carga normal a que está submetida uma estaca é de pouco mais de 20 tf (200 kN). Comparando a carga solicitada com o relatório de cargas resistentes da estaca em função da profundidade, pode-se perceber que a princípio, o diâmetro de 32 cm já seria suficiente para suportar a carga solicitante. Porém, como citado anteriormente, a mescla de funções a que a estaca está sendo submetida exige maior resistência da mesma pelo fato de trabalhar também à flexão, estabilizando o escorregamento do talude. Adiante será apresentado um caso de estacas trabalhando à flexão com maiores detalhes.

A execução das estacas apresentou elevada dificuldade devido à declividade do terreno e devido às falhas, já citadas, nas sondagens a percussão executadas previamente, que atrasaram a definição da cota de apoio das estacas

4.2 ESTACAS STRAUSS NA ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES

A utilização de estacas na estabilização de taludes ainda enfrenta alguma resistência no meio técnico. No estudo de caso apresentado a seguir, mostra-se como essa solução se fez econômica e tecnicamente viável.

Foi acompanhada a execução de estacas do tipo Strauss na estabilização de um maciço localizado na Avenida Juscelino Kubitschek, em São Bernardo do Campo (SP). Como pode ser observado pela Figura 7, o deslizamento do talude oferecia risco à estrutura dos prédios localizados ao seu redor e conseqüentemente aos seus moradores. É importante destacar também que os avanços do talude já começavam a ocupar parte da rua abaixo e que a proximidade com a estação chuvosa do ano, com potencial para agravar a situação, trouxe caráter emergencial a essa obra.

Figura 7: Situação inicial do talude.



Fonte: Acervo pessoal (2019).

A análise do projeto revelou que a solução adotada envolveu a combinação de estacas do tipo Strauss com a substituição da armação convencional por um perfil metálico. Além disso está prevista a execução de um muro de alvenaria intertravado nos perfis metálicos.

Diferentemente das estacas que atuam apenas como fundação de uma estrutura, que são dimensionadas para trabalharem apenas à compressão, quando calculadas para estabilizar um maciço, as estacas são submetidas a esforços horizontais e a proporção de aço por metro linear de estaca aumenta substancialmente. Isso ocorre devido ao baixo desempenho do concreto quando tracionado, sendo compensado pela combinação com o aço.

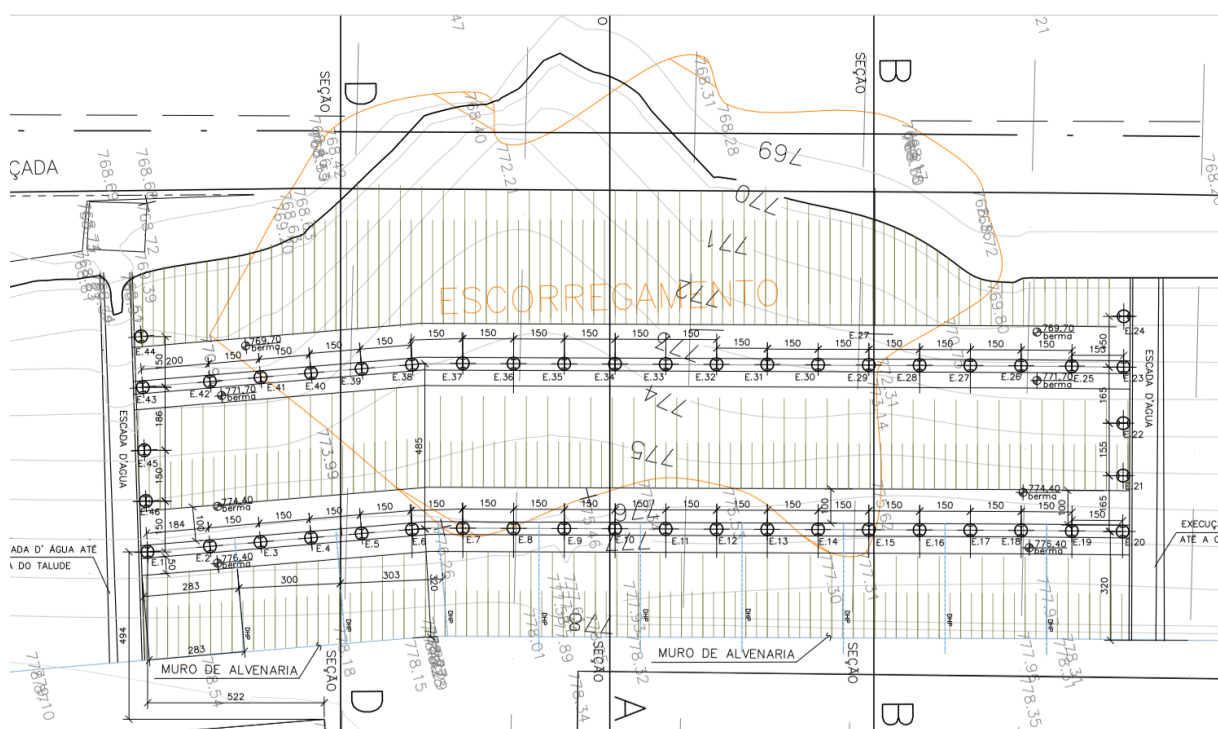
Fica clara que a opção pelas estacas do tipo Strauss se deu novamente devido ao método executivo. Analisando novamente a Figura 6 constata-se que seria inviável a execução de estacas com outro tipo de maquinário, tanto o de hélice contínua quanto o de tubulão. Se fosse utilizada uma solução em estaca raiz os custos seriam substancialmente elevados e ainda assim seriam necessários grandes ajustes no talude, o que obviamente prejudicaria a sua precária estabilidade.

Conforme relatado anteriormente, as condições iniciais do talude demonstravam um deslizamento avançado, sendo que solo já invadia a calçada e a rua abaixo. Fica claro que na obra original, o sistema de drenagem não foi suficiente para impedir o acúmulo de água no maciço, o que ocasionou um aumento nas pressões neutras do solo, e conseqüentemente o deslizamento.

Quando avaliado visualmente o local, não se encontrou nenhuma estrutura de drenagem além de uma escada hidráulica e como mais informações sobre o projeto inicial não estavam disponíveis, não foi possível indicar outros fatores prováveis para o deslizamento do talude: se foram cometidos equívocos no projeto inicial, na execução ou na manutenção desse sistema.

O projeto de contenção foi concebido com 46 estacas dispostas em duas linhas, em patamares diferentes como pode ser verificado na Figura 8. A princípio foi prevista a utilização de estacas com diâmetros de 38 cm, porém ao analisar o encaixe do diâmetro interno com o perfil idealizado verificou-se a necessidade de trabalhar com diâmetros maiores a fim de facilitar o encaixe dos perfis dentro da estaca no momento da execução.

Figura 8: Detalhe do projeto de estacas.



Fonte: Acervo pessoal (2019).

A preocupação em evitar qualquer tipo de estrangulamento ou quebra na continuidade das estacas promoveu uma mudança no traço de concreto utilizado. A princípio foi prevista a utilização de concreto com resistência a compressão superior a 20 MPa e o traço idealizado especificava brita 0. Depois de algumas reuniões ficou decidido a troca da brita 0 por pedrisco, na mesma proporção em massa, com a finalidade de tornar o concreto mais fluido e ainda com a vantagem de que a sua utilização tem uma contribuição pequena, porém importante, na diminuição do fator água/cimento.

O alto grau de dificuldade de execução dessa obra foi devido ao pouco espaço de trabalho. O maciço já apresentava sinais claros de movimentação, portanto para evitar mais danos à estrutura do talude, as intervenções feitas foram as menores possíveis, o que resultou em patamares de trabalho mais estreitos. Além disso foi necessária uma equipe de apoio na obra com função de ajudar nas movimentações de terra, de concreto e das vigas metálicas.

4.3 ESTACAS STRAUSS COMO PAREDE DE CONTENÇÃO

O último estudo de caso apresenta a utilização de estacas Strauss como parede de contenção. Essa é uma técnica amplamente difundida como solução na engenharia, não só em estacas Strauss como também com outros tipos de estacas. Destacando-se que, dependendo do tipo de estaca a ser executada, elas podem ser concebidas em projeto tanto justapostas, praticamente coladas umas nas

outras como é nesse caso, como sobrepostas, quando a execução de uma estaca avança sobre a estaca já executada.

A obra fica localizada na Rua Dr. Jesuíno Maciel, no Bairro do Campo Belo, em São Paulo (SP). O empreendimento em questão visa construir um buffet de festas com aproximadamente 6.500 m². O projeto conta com garagem, piso térreo e três pisos superiores, sendo um deles destinado à casa de máquinas, manutenção e escritório.

O fator que mais influenciou na decisão do tipo de estacas a ser utilizado foi a condição precária das construções do entorno. Como irá ser apresentado adiante, eram necessárias fundações profundas tanto para a contenção quanto para a fundação do corpo do prédio.

A escolha por executar estacas tipo Strauss se deu devido à sua baixa vibração, o que diminuiu significativamente a probabilidade de danos às construções vizinhas. Outro motivo foi o cronograma. A obra já possuía compromissos comerciais confirmados e por isso a sua entrega não poderia ser atrasada em hipótese alguma. Por isso, na execução da fundação foram necessárias quatro equipes trabalhando simultaneamente. A questão do tempo também foi crucial na escolha do método construtivo, no qual foram utilizadas vigas e pilares pré-fabricados.

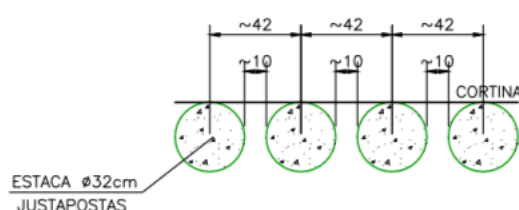
Outros tipos de estacas foram descartados, como dito anteriormente, pelo impacto nas construções do entorno ou devido ao seu custo mais elevado de execução.

A priori a execução dessa obra não envolvia nenhum tipo de dificuldade, sendo necessários apenas alguns cuidados extras na execução das estacas justapostas.

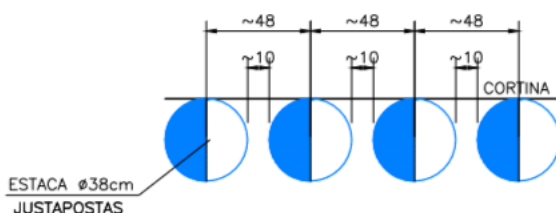
Como pode ser apurado ao analisar o projeto, as estacas de contenção foram executadas muito próximas umas às outras. A parede de solo que separa as faces externas das estacas é da ordem de 10 cm, como é apresentado na Figura 9; portanto não é impossível imaginar que no processo de execução pudesse ocorrer a ruptura dessa parede de solo fazendo com que a nata do concreto vazasse.

Figura 9: Detalhe em projeto da execução de estacas justapostas.

ESPAÇAMENTO ENTRE ESTACAS STRAUSS Ø32cm JUSTAPOSTAS
ESC.1:25



ESPAÇAMENTO ENTRE ESTACAS STRAUSS Ø38cm JUSTAPOSTAS
ESC.1:25



Fonte: Acervo pessoal (2019).

Nesse tipo de situação é recomendável a execução intercalada das estacas para impedir que as recém executadas sejam afetadas pela execução da seguinte. Esse método consiste em intercalar a execução, ou seja, executa-se uma estaca e se pula a estaca seguinte. Ainda existe a possibilidade de se trabalhar com duas coleções de tubos simultaneamente. A tubulação metálica que reveste o fuste da estaca na execução, impede qualquer tipo de estrangulamento da estaca por pressão do solo. Assim pode-se deixar uma estaca perfurada e partir para a execução da seguinte, sendo estas concretadas praticamente em simultaneidade, com diferença de minutos devido à necessidade de apiloamento do concreto e da utilização de apenas um bate-estaca. No caso estudado optou-se a princípio pela execução com duas coleções de tubo, porém o resultado não foi satisfatório, tanto pela qualidade final da estaca quanto pela produtividade. Optou-se então pela execução alternada, ao contrário do que se faz usualmente eram puladas duas estacas ao invés de uma. Esse processo se mostrou mais eficiente técnica e produtivamente. As estacas depois de escavadas podem ser observadas nas Figuras 10 e 11.

Outro aspecto relevante e que deve ser comentado é a diferença entre os diâmetros utilizados nas contenções. Percebe-se que foram “contidas” todas as faces do terreno, porém que na face onde se localizavam outras construções foram usados diâmetros de 32 cm e nas demais de 38 cm, como

pode ser observado na Figura 12. Isso se deve à diferença de profundidade de escavação nas duas situações.

Figura 10: Visita à obra e análise das estacas justapostas já prontas.



Fonte: Acervo pessoal (2019).

Figura 11: Visita à obra e análise das estacas justapostas já prontas.



Fonte: Acervo pessoal (2019).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebe-se ao longo do que foi apresentado neste artigo que na conjuntura atual existem diversos tipos de fundações para escolha dos projetistas e que essa decisão passa pela análise de diversos fatores.

Este trabalho teve como objetivo, além de comentar e dispor acerca dos diferentes tipos de uso das estacas do tipo Strauss, refletir sobre momento atual da engenharia. Procurou-se mostrar como, mesmo com um método simples de execução de estacas, elas podem ser utilizadas de diversas maneiras, sem nenhum tipo de prejuízo técnico. Propõe-se com este trabalho estimular a engenharia como um todo a pensar e repensar soluções, a desafiar o “*status quo*” e utilizar de maneira mais eficaz a capacidade imaginativa dos seus engenheiros.

Conclui-se que as estacas do tipo Strauss ainda possuem grande relevância técnica como solução de fundação devido à sua versatilidade. O maquinário de menor porte faz com que seja possível o acesso a locais de elevada dificuldade e dentre todas as opções de estaca, a Strauss ainda possui uma relação diâmetro por carga admissível bastante elevada.

Dentro de um panorama geral esse método executivo possui algum preconceito por parte do meio técnico, devido ao fato de que a qualidade final da estaca depende muito da qualificação do operador. Apesar de o anexo G da NBR 6122 / 2010 ser absolutamente claro em relação aos cuidados que devem ser tomados durante o processo executivo.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122:2010** - Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro.

HACHICH, Waldemar et al. **Fundações Teoria e Prática**. 2. ed. Sao Paulo: Pini, 1998.

JOPPERT JUNIOR, Ivan. **Fundações e contenções de edifícios: qualidade total na gestão do projeto e execução**. São Paulo: PINI Ltda, 2007.

AGRADECIMENTOS

A todos os pais pelo apoio.

Ao Prof. MSc. Paulo Afonso, nossa eterna gratidão, por todas as horas dedicadas a nós e ao nosso trabalho.

Ao Prof. Dr. Celso Abrantes, nosso eterno obrigado, pelo apoio nos momentos difíceis e pelo ombro amigo, não só durante a elaboração deste trabalho, mas durante todo o curso de engenharia.

Às empresas que nos forneceram, com toda a gentileza, os dados necessários para a elaboração deste trabalho.

A nós mesmos, por nos apoiarmos nessa jornada.