



ANÁLISE COMPARATIVA DE FUNDAÇÕES PROFUNDAS: ESTACA HÉLICE CONTÍNUA E ESTACA RAIZ

SILVA, Jerliane Karla da ¹

Resumo

O projeto de Fundações é um dos mais importantes de qualquer construção civil e tem a responsabilidade de transmitir os esforços de toda a estrutura para o solo. Este trabalho tem por finalidade mostrar entre os tipos de fundação profunda: Estaca Hélice Contínua e a Estaca Raiz, em termos de comportamento à compressão, propondo a melhor escolha de fundação para o mesmo tipo de solo. Foi realizado um levantamento bibliográfico sobre os temas descritos acima a fim de se estabelecer o estudo comparativo. Também foi realizada uma análise com profissionais da construção civil, através de formulário, com o objetivo de validar o estudo feito nesta pesquisa. Quanto aos resultados deste estudo foi possível avaliar opiniões entre os profissionais da engenharia variaram bastante, ainda mais se tratando de estacas com características similares.

Palavras-chave: comparativo entre estacas. estacas. fundações.

Abstract

The foundations project is one of the most important of any civil construction and has the responsibility to transmit the efforts of the entire structure to the ground. This work aims to show between the types of deep foundation: Continuous Prop Pile and Root

¹ Titulação; IES, Curso, Cidade-UF, e-mail



Pile, in terms of compression behavior, proposing the best choice of foundation for the same type of soil. A bibliographic survey was carried out on the themes described above in order to establish the comparative study. An analysis was also carried out with construction professionals, using a form, with the aim of validating the study carried out in this research. As for the results of this study, it was possible to assess that despite the various knowledge found today on this subject of foundations, the opinions among engineering professionals varied considerably, even more in the case of piles with similar characteristics.

Keywords: comparing between piles. piles. foundations.



1 INTRODUÇÃO

Assim como qualquer outra parte da estrutura, as fundações, estando sob as cargas de serviço, devem ser projetadas e executadas a fim de garantir as condições mínimas. Tais como:

- Segurança - atender aos coeficientes de segurança, fixados pela norma técnica, no que diz respeito às resistências dos elementos estruturais quanto às do solo que irá servir de suporte;
- Funcionalidade - garantir que os deslocamentos sejam compatíveis com o tipo e a finalidade a que se destina a estrutura;
- Durabilidade - apresentar vida útil, no mínimo igual ao da estrutura. É necessário um estudo minucioso, ao longo do tempo, das variações das resistências dos materiais das fundações, do solo e das cargas.

De acordo com Alonso (2019, p. 11-12), conforme forem atendidas as condições mencionadas acima, terá reflexo diretamente no desempenho da fundação. Para que isso aconteça é necessário que o controle e a garantia da qualidade, impostos pelas equipes envolvidas com o projeto, estejam intimamente ligados.

Deste modo a segurança, funcionalidade e durabilidade de toda e qualquer construção, especificamente quando se trata da fundação, devem caminhar juntas para um bom resultado final, a fim de evitar rupturas ou quaisquer outras patologias que possam surgir.

O presente artigo tem como objetivo principal comparar a fundação de Estaca Hélice contínua e Estaca Raiz, em questão da comparação do comportamento à compressão em solo residual e a sua devida escolha em relação ao tipo de terreno, através de estudos de caso. Este estudo tem por finalidade trazer resultados de profissionais atuantes na área, através de pesquisa sobre o assunto, questões que já vivenciaram e as vantagens e desvantagens de ambas fundações.

2 TIPOS DE FUNDAÇÃO PROFUNDA

Partindo do conceito inicial sobre fundações, podemos dizer que sua formação é dada pelo elemento estrutural que se encontra abaixo do solo, com a função de suportar com segurança as cargas provenientes das estruturas (FERREIRA, 2010).



As fundações profundas são executadas em maiores profundidades, quando a profundidade em relação ao terreno é superior em face de maior dimensão da área total da fundação. Elas podem ser separadas em três grupos:

- Estaca - Elemento de fundação profunda, executadas por ferramentas ou equipamentos. Sua execução pode ser feita por cravação, à percussão ou prensagem, escavação ou mista de forma cilíndrica;
- Tubulão - Elemento de fundação profunda, de forma cilíndrica que, em sua fase final de execução, tem a descida de um operário. Até a década de 80 era a fundação escolhida para suporte de cargas mais elevadas. Como exemplo, a Ponte Rio x Niterói, que teve sua construção simbolicamente iniciada no ano de 1968. Sua resistência de base é enorme, mas tem por desvantagem a escavação manual, o que a torna mais lenta;
- Caixaõ - Elemento de fundação profunda, de forma prismática concentrada na superfície do terreno e instalado por escavação interna. O operário entra em sua fundação e vai escavando até chegar em sua profundidade. Conforme vai escavando mais unidades prismáticas vão sendo encaixadas na superfície, até chegar à profundidade determinada pelo projeto.

2.1 Critérios a serem levados em conta para a execução de uma fundação

O projeto de fundações nasce a partir do projeto de engenharia civil, que é responsável pelas divisões dos espaços físicos do empreendimento. Após é executado o projeto estrutural, responsável pela locação de todos os elementos que irão surgir na estrutura como a laje, vigas, pilares e também o dimensionamento das próprias cargas e formas. Daí nasce o mapa de cargas da estrutura.

É preciso ter todas as informações necessárias que permitam a perfeita execução das fundações, tais como:

- Locação dos elementos estruturais da fundação em relação aos pilares do edifício;
- Projeto de forma dos elementos estruturais;
- Detalhes dos elementos especiais;
- Especificações técnicas dos materiais utilizados: concreto, aço, etc.;
- Detalhamento do procedimento executivo;



- Referência à base de dados e normas de controle de qualidade da execução das fundações e controle de qualidade dos materiais.

A partir daí se obtém o mapa de locação de carga. Com ele será possível saber quais são os carregamentos que a própria estrutura precisa transmitir ao solo, tendo conhecimento é preciso saber os dados relacionados a resistência do mesmo. Baseando na carga que é preciso transferir e na resistência que o solo tem, se consegue dimensionar o elemento de fundação, respeitando sempre as normas vigentes, no caso a NBR 6122 (ABNT, 2010), norma responsável por regulamentar os projetos de fundação no Brasil.

É preciso também respeitar alguns requisitos mínimos de segurança para o desempenho satisfatório de uma fundação, como: Apresentar segurança à ruptura suficiente, seja do terreno sobre o qual se apoia superestrutura, como também do material que constitui o elemento de fundação.

Do processo de estudo do solo se obtém a resistência e capacidade de carga do solo. Com essa capacidade de carga pode-se escolher o tipo de fundação e em seguida especificar qual o tipo de material será utilizado. Vale lembrar que essa capacidade de carga deve ser transformada em uma capacidade de carga admissível, a dividindo por um coeficiente de segurança conforme especificado na NBR 6122 (ABNT, 2010) (ANEXO A). Garantindo assim que essa carga não chegue à tensão de ruptura do solo e que não venha provocar nenhum acidente na estrutura. Por isso a importância da especificação do material que irá constituir a fundação, para garantir que não haja nenhum tipo de risco:

- Conduzir a valores de deformação (recalques) compatíveis à superestrutura projetada.

Não existe estrutura que não sofra recalque, ou seja, que não sofra nenhum tipo de deformação vertical no solo. O que deve ser feito é garantir que essa ruptura não seja diferencial, que a deformação na estrutura em seus diversos pontos seja aproximadamente igual:

- Não oferecer riscos de segurança às fundações de estruturas vizinhas;
- Atender aos aspectos econômicos.

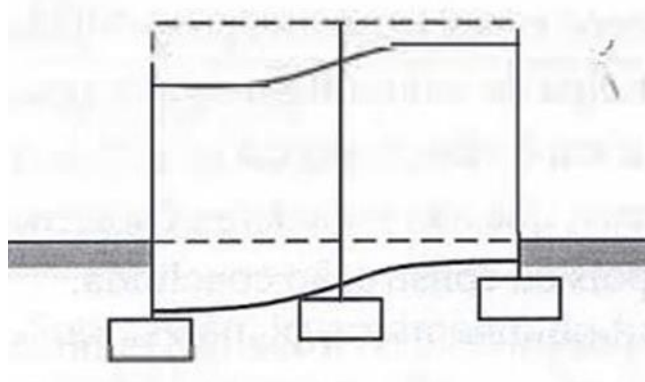


Como o papel do engenheiro é de sempre obter o melhor resultado com o menor gasto possível deve-se atentar a economia do projeto, determinando assim o tipo de fundação mais adequada para o empreendimento.

Algumas possíveis consequências que se pode obter quando feito escolhas inadequadas para a fundação, segundo Velloso e Lopes (2010):

Um exemplo de fundação rasa pode ser observado na figura 1.

Figura 1: Deformações excessivas e/ou diferenciais

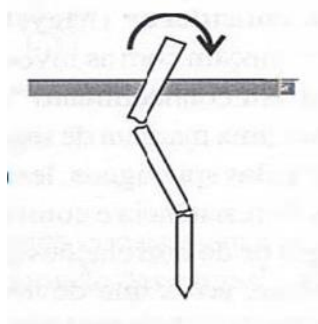


Fonte: Velloso; Lopes (2010, não paginado)

Quando todos os elementos estruturais são iguais, mas as cargas são diferentes, a tensão distribuída ao solo será diferente também, fazendo com que um elemento sofra mais deslocamento que o outro, podendo causar torção na estrutura e causar diversas inconveniências aos diversos elementos da estrutura.

Exemplos em fundação profunda podem ser vistos nas figuras 2 e 3 (às quais se tratam este trabalho).

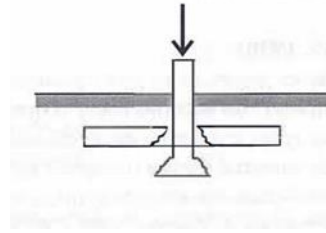
Figura 2: Colapso estrutural na estaca



Fonte: Velloso; Lopes (2010, não paginado)



Figura 3: Colapso estrutural



Fonte: Velloso; Lopes (2010, não paginado)

Vários são os aspectos que devem ser levados em consideração, durante a fase de projeto, na escolha do tipo de fundação. Destaca-se alguns:

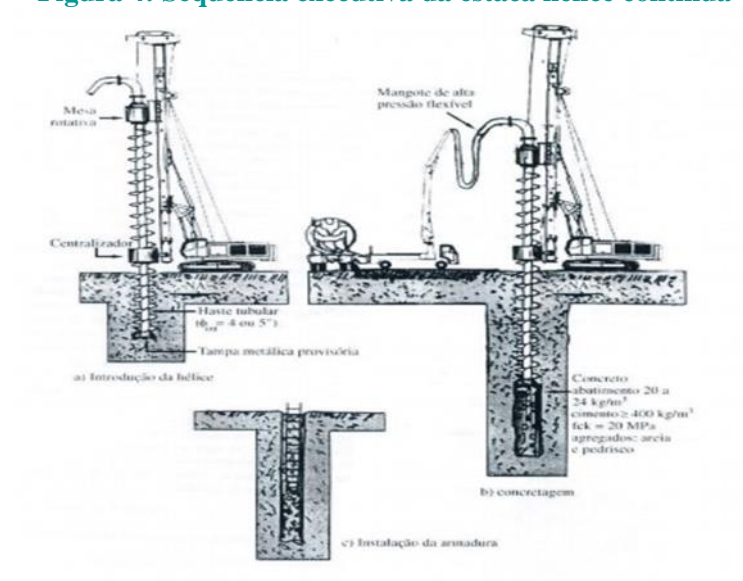
- Distribuição e grandeza das cargas atuantes nas fundações;
- Características da obra e das construções vizinhas;
- Características de resistência e deformabilidade do maciço de fundação;
- Características geométricas das fundações;
- Disponibilidade de material, equipamentos e mão de obra;
- Limitações construtivas, metodologia executiva;
- Experiência regional;
- Importância da obra;
- Presença da água, etc.

2.2 Metodologia executiva da estaca hélice contínua

As fases de execução da estaca tipo hélice contínua se divide em três, que são: perfuração, concretagem simultânea a extração da hélice do terreno, e colocação da armadura.

2.2.1 Perfuração

Sua execução é feita por cravação da hélice no terreno, através de rotação, com um torque apropriado para que a hélice supere a resistência do solo, alcançando assim a profundidade estabelecida em projeto.


Figura 4: Sequência executiva da estaca hélice contínua


Fonte: Alonso (1996, não paginado)

A haste de perfuração é composta pela hélice espiral, responsável por retirar o solo, e um tubo central solidarizado à hélice, que é dotada de dentes em sua extremidade inferior que auxiliam a sua penetração no solo. Para casos onde o terreno é mais resistente, esses dentes são substituídos por pontas de videia. Existe na face inferior da hélice uma tampa metálica temporária, para que seja expulsa na concretagem, onde geralmente é recuperada. Essa tampa também auxilia no bloqueio de entrada de solo e água na haste tubular.

Durante a perfuração, a única força que atua na hélice contra o solo é o próprio peso. Em geral a perfuração com a hélice contínua é possível em solos com até N_{spt} máximo de 50. Nesta fase é preciso retirar o menor volume de terra possível, diminuindo o desconfinamento do solo na interface trado-solo. Isto se consegue com o controle do avanço.

O controle do avanço é necessário pois uma maior velocidade do mesmo pode “prender” a hélice no solo uma menor velocidade pode provocar um levantamento do solo. Segundo Alonso (1996a), para casos de solos não coesivos, essa característica de transporte do trado, em relação a baixa velocidade, tem sido a causa de vários acidentes relatados na literatura internacional.

Devido às razões citadas acima, deve-se ter uma atenção especial ao escolher o trado para terreno a ser perfurado. De acordo com Penna *et al.* (1999), o tipo e inclinação da lâmina de corte posto em sua ponta, o passo da hélice e sua inclinação em relação a vertical são as características mais importantes do trado, pois estas irão influenciar na velocidade de perfuração, na quantidade de solo retirado durante a descida do trado e em sua capacidade de penetrar camadas resistentes.



2.2.2 Concretagem

Após atingir a profundidade pretendida, se inicia a concretagem da estaca através do bombeamento do concreto pelo interior da haste tubular. A tampa provisória da haste é expulsa devido à pressão do concreto. O equipamento passa a extrair a hélice sem girar, pois não se trata de um terreno arenoso, onde é preciso que gire lentamente para sua retirada.

O concreto é bombeado por uma bomba ligada ao equipamento, por meio de mangueira flexível de 100 mm de diâmetro. Assim como na etapa de perfuração, a concretagem deve acontecer de forma contínua e sem interrupção, mantendo as paredes onde se construirá à estaca.

No decorrer da remoção da hélice, a limpeza do solo contido entre as pás, é realizada com um limpador de acionamento hidráulico ou mecânico junto ao equipamento, removendo o material para fora da região do estaqueamento com uso da pá carregadeira de pequeno porte.

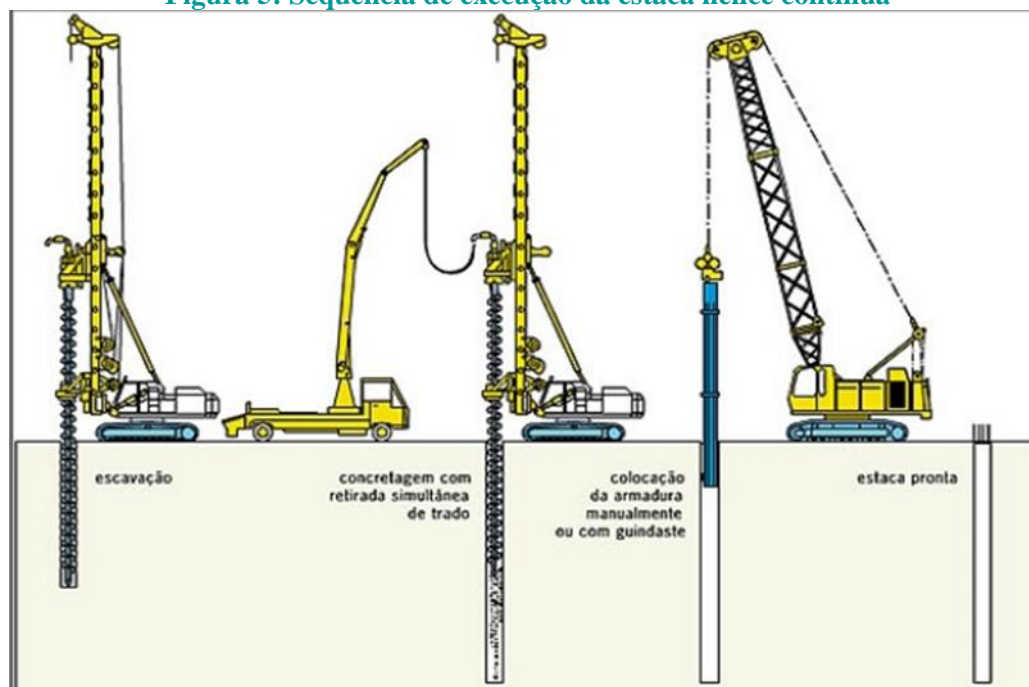
2.2.3 Colocação da armadura

A colocação da armadura é feita logo após a concretagem, sua instalação pode ser feita por gravidade, compressão de um pilão ou por vibração. Sendo esta última a mais recomendada na literatura internacional, já no Brasil, a mais utilizada na prática, é a colocação da armadura por golpes de um pilão.

Para facilitar sua aplicação, as armações das estacas devem ser feitas por barras e estribo circular, devidamente calculado em projetos, soldado longitudinalmente, de forma a aumentar a rigidez da armação para que evite deformação durante a introdução no fuste da estaca.

A instalação feita manualmente por gravidade é para comprimentos de armadura de no máximo 12 metros, aproximadamente. Para comprimentos maiores é necessário o auxílio de um pilão ou de um vibrador. E é importante que o tempo entre o final da concretagem e o início da colocação da armadura seja o mais breve possível.

A imagem a seguir mostra um esquema de sequência de execução da estaca hélice contínua:


Figura 5: Sequência de execução da estaca hélice contínua


Fonte: Sequência..., (201-, não paginado)

2.2.4 Vantagens e desvantagens

Para definir o modelo de equipamento mais adequado para a execução da estaca profunda, é preciso análise do projeto executivo, relatório de sondagem, além de visitas ao canteiro. Para auxiliar nesta escolha, segue algumas vantagens e desvantagens da estaca hélice contínua.

Vantagens:

- O processo construtivo não provoca vibração ou desestabilidade às áreas adjacentes;
- Baixo nível de ruído durante a execução;
- Processo relativamente rápido;
- Equipamentos com sistema de monitoramento, oferecendo maior segurança e controle;
- Alta capacidade de carga das estacas;
- Pode ser utilizada em lençol freático.



Desvantagens:

- O processo necessita de equipamento com grande dimensão, exigindo assim muito espaço para trabalho;
- Custo com mobilização e desmobilização do equipamento;
- Não aplicável ao solo com presença de rochas;
- Custo elevado quando comparado a outros métodos executivos.

2.3 Metodologia executiva da estaca raiz

A estaca raiz é muito versátil e pode ser utilizada em qualquer tipo de solo, alcançando profundidade de até 60 metros. É composta por uma perfuratriz pneumática, hidráulica ou mecânica. Pelo sistema de rotação ou rotoperfuração, com a circulação de água com a lama bentonítica fixa a camisa metálica, que vai até o total comprimento da estaca dimensionada em projeto.

Inicialmente este tipo de estaca era denominada como estaca de pequeno diâmetro, mas isso mudou, hoje sua utilização chega a diâmetro de 50 cm (ALONSO, 1998). É possível dividir sua execução em três partes: perfuração, instalação da armadura e concretagem.

2.3.1 Perfuração

Após o posicionamento da perfuratriz é colocado um tubo, onde tem em sua extremidade um dispositivo de corte (diamantado), que ao entrar em contato com o solo será iniciada a perfuração, sempre em conjunto com o fluxo de água. Depois de cravado, este tubo é retirado e coloca-se outro de rosca para dar continuidade à cravação da estaca. Conforme avança a perfuração, são colocados novos segmentos de revestimento, sucessivamente até atingir a cota determinada em projeto, permitindo assim que o fuste fique totalmente revestido.

Como todo o processo de perfuração segue com fluxo de água, para remoção do material escavado para fora do fuste, a estaca raiz gera uma grande quantidade de lama, devendo-se prever o seu devido escoamento antes de iniciar sua execução. Caso sejam encontrados matacões ou rochas, é conectado à sua ponta um perfurador para dar continuidade à perfuração. Com toda a camisa (revestimento) cravada, se inicia o processo de armação e concretagem.


Figura 6: Perfuração da estaca raiz


Fonte: Perfuração..., (201-, não paginado)

2.3.2 Instalação da armadura

Terminado a perfuração, o fuste é limpo injetando água dentro do revestimento, de modo que a circulação da água limpe o seu interior, o deixando preparado para receber a argamassa. É necessário que a limpeza do fuste seja feita com água limpa, a fim de remover todo e qualquer resíduo de lama, para não haver contaminação com a argamassa que será injetada.

Após a limpeza, é instalada a armadura, tomando cuidado para que sua base não encoste ao fundo do fuste, respeitando uma distância de ao menos 2 cm (LAISTER, 2012).

Figura 7: Colocação da armadura


Fonte: Colocação..., (201-, não paginado)



2.3.3 Concretagem

A preparação da argamassa para concretagem se dá através da mistura feita em um misturador, que geralmente é de eixo vertical. Segundo ALONSO (1998), a mistura da argamassa deve ser feita por meio de um misturador de alta turbulência, garantindo assim a homogeneidade da mistura, ressaltando que se trata de uma argamassa bem fluida, pois uma mistura mais simples poderia causar segregação ainda no misturador.

Após ser feita a argamassa, a mesma é transportada até a estaca através de uma bomba de argamassa. Neste ponto o mangote da bomba de argamassa é ingressado ao fuste da estaca para dar início ao processo de enchimento da estaca. Este processo acontece debaixo d'água, e pelo fato da argamassa possuir uma densidade maior que a da água, conseqüentemente ela tende ir para baixo do fuste e conforme vai a argamassa vai sendo injetada a água que até então se encontrava ali, vai sendo expulsa do revestimento. O processo de injeção é concluído apenas quando a argamassa sai limpa, sem nenhum resquício de detritos, conforme figura 8:

Figura 8: Injeção de argamassa



Fonte: Injeção..., (201-, não paginado)

Após todo o processo de injeção de enchimento do fuste, é aplicada uma carga pneumática com o intuito de garantir que a argamassa preencha todos os espaços vazios do revestimento (LAISTER, 2012).

Feito todo esse procedimento, é retirado os segmentos de revestimento, que vai deixando um espaço vazio onde após toda a sua retirada é completado por argamassa. Essa



próxima etapa é a retirada do fuste, que de acordo com a retirada dos segmentos do revestimento é colocado argamassa para completar o espaço na estaca, causado pela retirada dos revestimentos. A desocupação é feita seguida por aplicações de cargas de ar no fuste, segurando que a acomodação da argamassa em todo o fuste.

Ressalta-se que, especificamente estaca hélice contínua e estaca raiz, a equipe para execução destas deve contar com um engenheiro para fazer a supervisão, encarregado geral, operador do equipamento, injetador e auxiliares gerais. A figura 9 a seguir traz uma sequência de execução para a estaca raiz.

Figura 9: Sequência de execução da estaca raiz



Fonte: Sequência..., (201-, não paginado)

2.3.4 Vantagens e desvantagens

Vantagens:

- Não provoca poluição sonora;
- Pode ser executada com inclinações (de 0 a 90 graus), além de locais com espaço mais limitado;
- Resistente à esforços;
- Pode trabalhar em solos com presença de concretos, rochas e matacões.

Desvantagens:

- Exige grande consumo de água;
- Exige alto consumo de cimento;
- Sujeira no canteiro de obras;
- Requer alto consumo de ferragens que são utilizadas nas armaduras;
- No geral a obra fica com o custo elevado.



3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho foi realizado um estudo comparativo entre dois tipos de fundação (estaca hélice contínua e estaca raiz) para o mesmo terreno, levando em conta a experiência dos profissionais da área de construção civil.

Para alcance dos resultados da escolha do tipo de fundação adequado, foram utilizados formulários elaborados através do Google Forms, com questões desenvolvidas a respeito do tipo de terreno deste projeto, a fim de obter as respostas dos profissionais que atuam ou já atuaram na área de fundações.

O terreno em questão possui uma área de 2.450 m², está situado na Avenida Presidente Dutra esquina com a Rua Varre Sai, S/N, bairro Cidade Nova no município de Itaperuna-RJ e trata de uma edificação multifamiliar de uso misto, com 8 (oito) pavimentos.

Em seu entorno possui comércios, instituições de ensino, áreas de lazer e hospitalar, além de se tratar de uma localização que vem crescendo muito e se tornando um novo centro comercial do município. Vale ressaltar que o intuito deste trabalho não é dimensionar a fundação deste empreendimento, e sim determinar a melhor escolha mediante situação do terreno e tipo de edificação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao final do estudo foi realizada uma pesquisa, tendo como objetivo verificar as impressões dos participantes sobre o tema abordado neste artigo. Foi elaborado um modelo de formulário do Google Forms, que contou com 8 perguntas, mescladas em questões de múltipla escolha, questões com respostas abertas e em escala linear.

Este formulário foi disponibilizado através de um link, gerado pelo Google Forms, em grupos de WhatsApp e também através de e-mails com profissionais da área da construção civil. Por este questionário obtivemos respostas sobre qual tipo de estaca seria, em suas próprias opiniões e experiências, mais adequado para o mesmo tipo de solo, mesmo terreno.

Tendo como base o pensamento de Velloso e Lopes (2004, p. IX, v. 1) “Gostaríamos de lembrar que Fundações é um casamento, nem sempre harmonioso, de técnica e arte. Portanto, o profissional que se decide por essa especialidade, que é, como já foi dito, fascinante, tem que ser prudente. Somente a experiência lhe permitirá ser mais ou menos audacioso.”

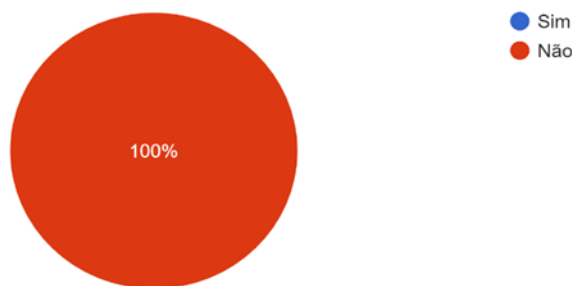


A primeira pergunta foi baseada na experiência do profissional, se o mesmo já se deparou com a situação de considerar os dois tipos de fundação para o mesmo terreno.

Gráfico 1: Possibilidade de o profissional ter se deparado com dois tipos de fundação para um mesmo projeto

Baseando na sua experiência como profissional, já se deparou com situações em que teve que considerar as duas opções (Estaca Hélice Contínu...ibilidades para a fundação de um mesmo projeto)?

9 respostas



Fonte: o autor

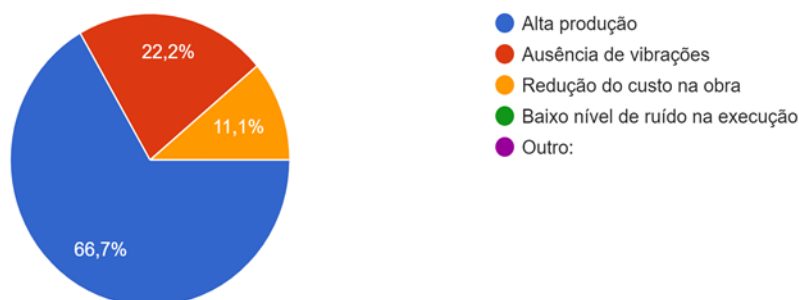
Foi possível perceber que, se obteve uma unanimidade de votos para opção em que não encontraram esse desafio para um mesmo projeto. Do qual pode-se considerar que, apesar das poucas diferenças entre a estaca hélice contínua e à estaca raiz, quando comparado ao tipo de solo e terreno, se torna mais fácil identificar com qual fundação trabalhar para determinado projeto.

A próxima pergunta focou em destacar, dentre algumas vantagens da estaca hélice contínua, a mais importante.

Gráfico 2: Vantagens da estaca hélice contínua, e dentre elas a mais importante

Considerando as vantagens da estaca Hélice Contínua, tratando de um terreno que se encontra em centro urbano, qual você considera ser a (s) mais importante (s)?

9 respostas



Fonte: o autor



De acordo com o resultado obtido, a grande maioria dos profissionais optaram por alta produção, como a vantagem mais importante de se trabalhar com a estaca hélice contínua. Porém, não levaram em conta que se trata de um terreno que se encontra em centro urbano, quando na verdade a opção mais importante a se considerar, para este motivo, seria a de ausência de vibrações.

A outra pergunta se referiu às desvantagens da estaca hélice contínua.

Gráfico 3: Desvantagens da estaca hélice contínua, dentre elas a opção correta

Considerando suas possíveis desvantagens, marque a opção que julgue ser a correta:

9 respostas



Fonte: o autor

Pode-se considerar que, apenas 22,2% dos profissionais acertaram essa pergunta, uma vez que dentre as opções de desvantagens da questão acima, a correta seria a de não poder ser utilizada em espaços confinados, uma vez que o equipamento da estaca hélice contínua é grande e precisa de espaço suficiente para se movimentar.

Assim como foram elaboradas perguntas relacionadas às vantagens e desvantagens da estaca hélice contínua, também é possível observar as mesmas perguntas, agora referente à estaca raiz.



Gráfico 4: Vantagens da estaca raiz, e dentre elas a mais importante

Agora considerando as vantagens da estaca Raiz, tratando de um terreno que se encontra em centro urbano, qual você considera ser a (s) mais importante (s)?

9 respostas



Fonte: o autor

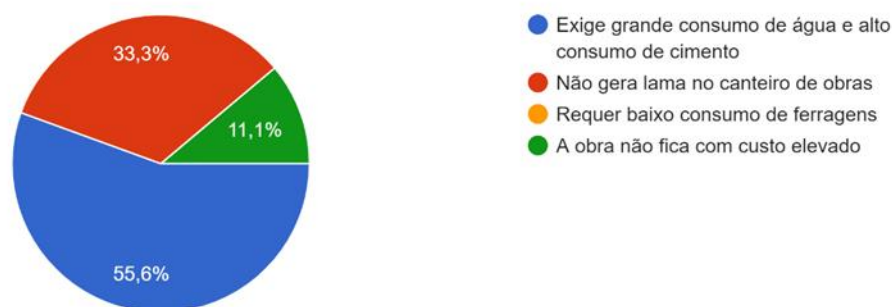
Levando em conta a mesma situação de terreno, por se localizar em um centro urbano, a vantagem a ser considerada como a mais importante é a da não ocorrência de poluição sonora. Bastante significativo para empreendimentos a serem construídos com habitantes ao redor.

A partir deste assunto, a próxima pergunta foi baseada nas desvantagens da estaca raiz. Como mostra no gráfico a seguir.

Gráfico 5: Desvantagens da estaca raiz, dentre elas a opção correta

Considerando suas possíveis desvantagens, marque a opção que julgue ser a correta:

9 respostas



Fonte: o autor

A maioria dos profissionais julgaram a opção correta dentre as possíveis desvantagens. Sabendo-se que a utilização da estaca raiz traz muita sujeira à obra devido ao seu grande consumo de água para todo o processo de perfuração e limpeza do fuste.

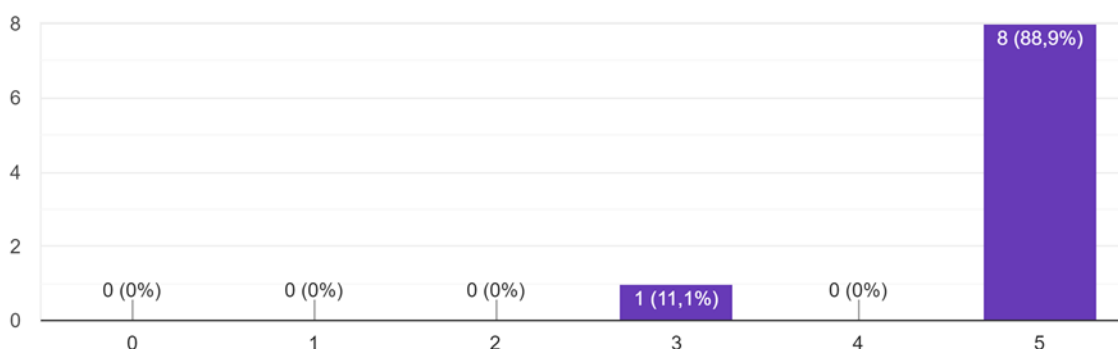


A pergunta seguinte trouxe, de forma linear, a importância de um projeto de fundações. Tendo em vista que a nota 0 (zero) indica que o projeto de fundações é desnecessário, seja para obras de pequeno ou grande porte e 5 (cinco) que o projeto de fundações é de extrema importância, seja para obras de pequeno ou grande porte.

Gráfico 6: Em escala linear, a importância de um projeto de fundações

De 0 à 5, qual a importância de um projeto de Fundações?

9 respostas



Fonte: o autor

É visto que, a maioria dos participantes optou pelo valor de escala máximo, podendo considerar que o projeto de fundações, independente se destinado a obras de pequeno ou grande porte, é de total importância para, principalmente, a segurança das pessoas que ocuparão a edificação.

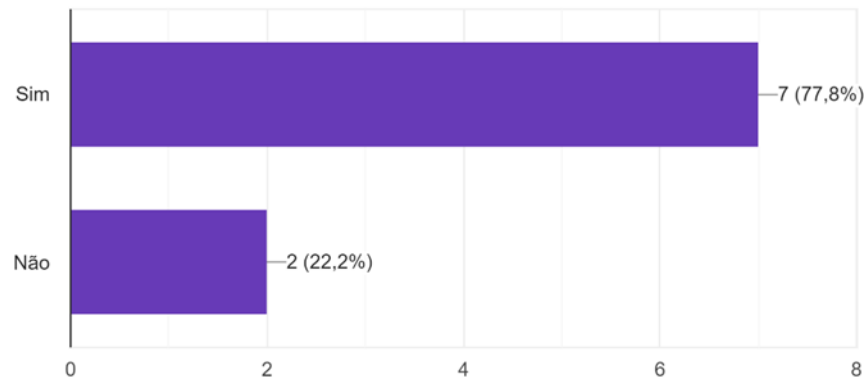
Ainda em relação a esse tipo de projeto, a última questão nos traz exatamente o que foi falado anteriormente, da necessidade de um projeto de fundações para obras de pequeno porte, mesmo que não necessite de fundação profunda.



Gráfico 7: A necessidade de projeto de fundações mesmo para obras de pequeno porte, que não carecem de fundações profundas

Ainda sobre a importância de um Projeto de Fundações, acredita ser necessário até para obras de pequeno porte, às quais não carecem de uma fundação profunda?

9 respostas



Fonte: o autor

A maior parte optou por sim à necessidade de projetos de fundações, isentando de ser empreendimento de grande ou pequeno porte, com ou sem a necessidade de fundações profundas.

Quanto à didática da pesquisa, é perceptível que, mesmo no mundo atual, com vários estudos que tratam das fundações profundas do Brasil, há bastante controvérsias entre as opiniões dos profissionais que responderam à pesquisa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Partindo da questão inicial, onde o objetivo era de comparar e demonstrar qual tipo de fundação seria a mais viável, estaca tipo hélice contínua ou estaca raiz, avaliando opiniões de profissionais da área, pode-se entender que foi atingido.

É aconselhado que, para edificações de grande porte, dois ou mais pavimentos, em que se tenha muitos esforços a serem transmitidos para o solo, se faça o uso de fundações profundas. As fundações rasas são mais recomendadas para edificações em que o número de carga não seja grande e conseqüentemente não necessite de grandes esforços, fazendo também com que sua execução tenha um menor gasto.

Vale ressaltar que existem outros tipos de fundações além da estaca hélice contínua e estaca raiz que podem ser usadas para este mesmo tipo de edificação porém, segundo os resultados dos formulários dispostos aos profissionais, o tipo de fundação de estaca do tipo



Hélice Contínua seria mais comum e viável em termos de redução de custo de obra devido à alta produção através dos equipamentos, ausência de vibrações em suas perfurações, o que deve ter bastante relevância já que se trata de um terreno localizado em centro urbano, etc.

Este empreendimento, por ser de grande porte, exige grandes esforços para absorver todas as cargas, portanto deve-se considerar o tipo de solo, todas as cargas possíveis e fundação adequados para sua instalação.

As comparações devem ser entendidas pelos profissionais de engenharia civil, sendo uma etapa muito importante para a elaboração do projeto. É através deste contraste que se obtém a melhor escolha para o empreendimento em termos de segurança e custo.

REFERÊNCIAS

ALONSO, U. R. **Previsão e controle das fundações**: uma introdução ao controle da qualidade em fundações. São Paulo: Blücher, 2019.

FERREIRA, G. S. **Apostila de fundações**. Itaperuna: Faculdade Redentor, 2010.

ALBUQUERQUE, P. J. R. de. **Estacas escavadas, hélice contínua e ômega**: estudo de comportamento à compressão e solo residual diabásio, através de provas de carga instrumentadas em profundidade. São Paulo: [S.n.], 2001. Disponível em:
https://www.researchgate.net/profile/Paulo_Albuquerque3/publication/316256262_ESTACAS_ESCAVADAS_HELICE_CONTINUA_E_OMEGA_ESTUDO_DO_COMPORTEMENTO_A_COMPRESSAO_EM_SOLO_RESIDUAL_DE_DIABASIO_ATRAVES_DE_PROVAS_DE_CARGA_INSTRUMENTADAS_EM_PROFUNDIDADE/links/58f7c593a6fdcc86f812309d/ESTACAS-ESCAVADAS-HELICE-CONTINUA-E-OMEGA-ESTUDO-DO-COMPORTEMENTO-A-COMPRESSAO-EM-SOLO-RESIDUAL-DE-DIABASIO-ATRAVES-DE-PROVAS-DE-CARGA-INSTRUMENTADAS-EM-PROFUNDIDADE.pdf. Acesso em: 20 abr. 2020.

GEHLEN, D. D. **Dimensionamento e comparativo entre estacas Franki, Hélice contínua e Strauss**: estudo de caso. Pato Branco: [S.n.], 2016. Disponível em:
http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/7935/1/PB_COECI_2016_2_34.pdf. Acesso em: 17 abr. 2020.

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

VELLOSO, D. de A.; LOPES, F. de R. **Fundações**. Rio de Janeiro: Oficina de Textos, 2004. 1 v.

MOTA, J. da S. **REVISTA HUMANIDADES E INOVAÇÃO**. 2019.

ALONSO, U. R. (1996a). Interpretação de provas de carga axial em estacas hélice contínua monitoradas na execução. **Revista Solos e Rochas**. São Paulo, p. 233-244. 2002.

PENNA, A. S. D. *et al.* A estaca hélice contínua - a experiência atual. *In*: FALCONI, F. F.; MARZIONNA, J. D. (ed.). São Paulo: ABMS/ABEF/IE, 1999.



ALONSO, U. R. Execução de fundações profundas: estacas injetadas. In: HACHICH, W. F. F. *et al.* (ed.). **Fundações teoria e prática**. 2. ed. São Paulo: PINI, 1998.

LAISTER, E. **Influência do consumo de cimento e da relação água/cimento em argamassas para a execução de estaca raiz**. 2012. 168 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, 2012.

ALMEIDA NETO, J. A de. **Análise do desempenho de estacas hélice contínua e ômega - aspectos executivos**. 2002. 193 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3145/tde-27012003-180424/publico/dissertacao.pdf>. Acesso em: 22 maio. 2020.

TEIXEIRA, A. L. **Estudo comparativo entre dois tipos de fundações em edificação de médio padrão**. 2018. 25 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Unis, Centro Universitário do Sul de Minas, Sul de Minas, 2018. Disponível em: <http://repositorio.unis.edu.br/bitstream/prefix/615/1/Abdala.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2020.

TAVARES, C. A. A. **Elaboração e aplicação de uma metodologia de controle de qualidade para o processo executivo de estacas hélice contínua monitoradas**. 2009. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia Civil da Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2009. Disponível em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/3896/1/2009_CarlosAlbertoAlexandreTavares2.pdf. Acesso em: 15 abr. 2020.

MUCHETI, A. S. **Estacas hélice segmentada: execução, verificação de integridade e estudo do comportamento**. 2008. 142 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3145/tde-11052009-164541/publico/Estacas_Helice_Segmentada_MUCHETI_2008.pdf. Acesso em: 02 maio. 2020.



ANEXO A – FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS – FATORES DE SEGURANÇA E COEFICIENTES ED MINORAÇÃO PARA SOLITAÇÕES DE COMPRESSÃO

Métodos para determinação da resistência última	Coefficiente de minoração da resistência última	Fator de segurança global
Semi-empíricos ^a	Valores propostos no próprio processo e no mínimo 2,15	Valores propostos no próprio processo e no mínimo 3,00
Analíticos ^b	2,15	3,00
Semi-empíricos a ou analíticos ^b acrescidos de duas ou mais provas de carga, necessariamente executadas na fase de projeto, conforme 7.3.1	1,40	2,00
^a Atendendo ao domínio de validade para o terreno local. ^b Sem aplicação de coeficientes de minoração aos parâmetros de resistência do terreno.		

Fonte: NBR 6122 (ABNT, 2010, não paginado)

EDIÇÃO ESPECIAL

Pandemia

COMO CITAR ESTE ARTIGO

ABNT: SILVA, J. K. da. Análise comparativa de fundações profundas: estaca hélice contínua e estaca raiz. **Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico**, Itaperuna, v. 06, n. 3, p. 1-24. 2020. DOI: 10.209512446-6778v6n3a49.

AUTOR CORRESPONDENTE

Nome completo: Jerliane Karla da Silva
e-mail: não informado

RECEBIDO

20. 07. 2020.

ACEITO

20. 12. 2020.

PUBLICADO

01. 11. 2021.

TIPO DE DOCUMENTO

Artigo Original