



VIABILIDADE DA HÉLICE CONTÍNUA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

VIABILITY OF THE CONTINUOUS PROPELLER IN CIVIL CONSTRUCTION

Wallace Mascagna Costa¹, José Eduardo Quaresma², Fabiana Florian³

Submetido em: 27/09/2021

e210807

Aprovado em: 07/11/2021

<https://doi.org/10.47820/recima21.v2i10.807>

RESUMO

O presente trabalho apresenta um breve estudo referente a viabilidade sobre a utilização da hélice contínua na construção civil, por meio de uma revisão bibliográfica sobre as etapas deste processo de execução das fundações profundas. Apresentam-se as vantagens e desvantagens deste processo e também como é realizado. O objetivo deste estudo é verificar os aspectos construtivos de projeto de fundações em hélice contínua. A metodologia é a de revisão bibliográfica. Como resultados evidenciou-se que as estacas cravadas do tipo hélice contínua estão cada vez mais próximas de serem controladas por outras maneiras mais técnicas, devido à disposição de sistemas de computadores capazes de realizar o monitoramento de todo o processo executivo, e que, atualmente já existe um valor representativo sobre o número de equipamentos em operação no mercado da construção civil, o que confirma a boa atuação deste processo no meio técnico.

PALAVRAS-CHAVE: Hélice contínua. Execução. Fundação

ABSTRACT

The present work will present a brief study on the viability of the use of continuous propeller in civil construction, through a bibliographic review on the stages about this process of execution of deep foundations. It presents the advantages and disadvantages of this process and also how it is carried out. The objective of this study is to verify the constructive aspects of the design of foundations in continuous helix. The methodology is that of bibliographic review. As a result, it became evident that the continuous propeller driven piles are getting closer to being controlled by other, more technical ways, due to the availability of computer systems capable of monitoring the entire executive process, and that, nowadays, there is a representative value on the number of equipment in operation in the civil construction market, which confirms the good performance of this process in the technical environment.

KEYWORDS: Continuous propeller. Execution. Foundation

INTRODUÇÃO

A Engenharia de Fundações é uma área que vem evoluindo de maneira constante, buscando sempre por novos elementos de fundações que possuam alta produtividade, ausência das vibrações e de ruídos no processo de execução, com uma elevada capacidade de controle de qualidade e cargas durante as fases de execução das estacas, entre demais aspectos. De acordo com Almeida

¹ Graduando do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade de Araraquara- UNIARA. Araraquara-SP.

² Professor do Curso de Engenharia Elétrica e Civil da Universidade de Araraquara- UNIARA. Araraquara-SP. Engenheiro Civil e de Segurança do Trabalho pela Associação das Escolas de Engenharia Civil e de Agrimensura de Araraquara. Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) da Universidade de São Paulo (USP).

³ Doutora em Alimentos e Nutrição pela Universidade Júlio de Mesquita Filho- UNESP/FCFar - Araraquara-SP; Docente do Curso de Engenharia Civil da Universidade de Araraquara- UNIARA/ Araraquara-SP.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VIABILIDADE DA HÉLICE CONTÍNUA NA CONSTRUÇÃO CIVIL
Wallace Mascagna Costa, José Eduardo Quaresma, Fabiana Florian

Neto (2002), dentro deste propósito surgiu no mercado da construção este tipo de sistema para fundações profundas, as estacas do tipo hélice contínua, possuindo um grande desenvolvimento nos últimos anos, sendo de grande interesse comercial em grandes centros urbanos.

As estacas do tipo hélice contínua veem conquistando muitos adeptos, tanto por parte dos consultores como dos projetistas. Isso se deve ao avanço constante da tecnologia, sendo apresentado pelo processo de execução, possuindo muitas vantagens com relação a outros tipos de fundações bastante difundidos no país, como a não interferência nas edificações vizinhas por não provocar vibrações e ruídos, típico de equipamentos à percussão, possuindo uma grande velocidade na execução, com uma média elevada de 200m/dia, sendo capaz de implicar em uma redução do cronograma de obra, não sendo afetado pelo nível do lençol freático (ALMEIDA NETO, 2002). Marangon (2018, p. 117) considera que a perfuratriz produz como velocidade a “média 250m por dia, dependendo do diâmetro da hélice, da profundidade e da resistência do terreno.”

As fundações profundas do tipo escavada refletem um modo executivo mundial. As estacas escavadas chegam a representar mais da metade da preferência no mundo. A utilização deste tipo de estaca se estende além das estacas de cargas, à execução de paredes de encostas para a contenção, pré-furos de estaqueamento de perfil metálico ou ainda as estacas pré-moldadas de concreto, objetivando o fato da transposição sobre as camadas de solo com os *Standard Penetration Test* (SPT) ou sondagem a percussão com ensaio mais elevado (HERNRIQUE, 2014).

Portanto, a construção civil vem se destacando com o passar dos anos na questão sobre aprimoramento de técnicas e conhecimentos adquiridos com base em fundações, ganhando assim métodos construtivos que oferecem uma ótima qualidade em curto prazo de tempo, e se diferenciando das demais indústrias por possuir características próprias quanto à elaboração de seus produtos (BARCAUI et al., 2007). Desta maneira, todas as obras devem ser executadas conforme o projeto concebido, com uma qualificação de mão de obra competente para tal serviço, além de possuir um acompanhamento técnico, para que os resultados obtidos sejam como os esperados, com uma visibilidade técnica e econômica.

Partindo deste princípio, a fundação é uma das primeiras fases na execução de um projeto, sendo de suma importância para que toda obra tenha uma vida útil adequada, conforme o projeto, pois ela suportará todas as cargas da construção. Assim, é fundamental que todas as características e tipologias de solo sejam conhecidas, para que a fundação seja apoiada em solo adequado, bem como, para que o tipo de fundação escolhido, seja o correto.

Por isso, o presente tema partiu do interesse em aprofundar os conhecimentos sobre este tipo de fundação profunda, analisando e descrevendo suas características. A utilização da estaca de hélice contínua possui uma evolução bastante importante para as obras civis de médio e grande porte.

Sendo assim, o objetivo deste presente trabalho é verificar os aspectos construtivos em projeto de fundações em hélice contínua, apresentando uma breve descrição sobre as etapas para a



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VIABILIDADE DA HÉLICE CONTÍNUA NA CONSTRUÇÃO CIVIL
Wallace Mascagna Costa, José Eduardo Quaresma, Fabiana Florian

execução deste sistema, bem como a apresentação de vantagens e desvantagens para a aplicação deste método.

O estudo foi construído com na base na revisão bibliográfica, sendo uma pesquisa de natureza exploratória e abordagem qualitativa.

Para atender ao proposto neste artigo, o trabalho está estruturado em cinco seções, sendo esta primeira a que busca de forma geral apresentar o tema, o objetivo e a justificativa do estudo. A segunda seção traz a fundamentação bibliográfica tratando das estacas de hélice contínua. Na terceira seção apresenta-se o método do estudo. Na sequência os resultados encontrados, seguido das considerações finais, e por fim as referências bibliográficas que deram subsídios para o entendimento e redação do tema.

ESTACAS DE HÉLICE CONTÍNUA

Por fundações profundas, Marangon (2018, p. 102) define:

Elemento de fundação que transfere a carga ao terreno ou pela base (resistência de ponta) ou por sua superfície lateral (resistência de fuste) ou por uma combinação das duas, devendo sua ponta ou base estar assente em profundidade superior ao dobro de sua menor dimensão em planta, e no mínimo 3,0 m. Neste tipo de fundação incluem-se as estacas e os tubulões.

Segundo Souza (2008), estacas são elementos estruturais, colocados no solo por cravação ou perfuração, utilizada para transmitir cargas, pela resistência sob sua extremidade inferior (resistência de ponta), seja pela resistência ao longo do fuste (atrito lateral) ou pela combinação de ambas. Marangon (2018, p. 102) cita que “os materiais empregados podem ser: madeira, aço, concreto pré-moldado in loco ou pela combinação dos anteriores.”

Marangon (2018) afirma que existe uma diversidade de processos executivos de diferentes grupos para classificar fundações profundas, atualmente na ordem de 70, sendo muitos deles patenteados. Com base no efeito produzido no solo pela estaca, durante a cravação, podem ser resumidas em: 1) Estacas cravadas com grande deslocamento; 2) Estacas cravadas com pequeno deslocamento; 3) Estacas escavadas - sem deslocamento.

Para Souza (2008), as estacas compreendem dois tipos básicos: de deslocamento e escavadas. A primeira categoria corresponde às estacas introduzidas no solo por meio de algum processo no qual não ocorre a retirada do solo (Estacas escavadas - sem deslocamento). Na segunda categoria, estacas escavadas, são as executadas *in situ* por meio da perfuração do terreno por algum tipo de processo no qual há a remoção de solo, com ou sem revestimento, com ou sem a utilização de fluido estabilizante (Estacas cravadas com grande deslocamento). Enquadram-se nesta categoria, dentre outras, as estacas de hélices contínuas (SOUZA, 2008).

O emprego desta estaca executada com uma escavação com o trado de hélice contínua (*Contínuos Flight Auger – CFA*), surgiu ainda na década de 50 nos Estados Unidos (FREITAS, 2015). Com descrevem Penna et al., (1999), os equipamentos utilizados eram constituídos por um guindaste



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VIABILIDADE DA HÉLICE CONTÍNUA NA CONSTRUÇÃO CIVIL
Wallace Mascagna Costa, José Eduardo Quaresma, Fabiana Florian

de torre acoplada, dotado de uma estaca perfuradora, a qual executava as estacas com um diâmetro de 27,5 cm, 30 cm e 40 cm. No início dos anos de 1970, este método foi introduzido na Alemanha, partindo para o restante da Europa e para o Japão.

A estaca do tipo hélice contínua acabou sofrendo um grande avanço a partir da década de 80 no Japão, Europa e Estados Unidos, sendo executadas de maneira inicialmente com equipamentos adaptados e posteriormente, com utilização de alguns equipamentos específicos e apropriados para que a execução deste tipo de fundação fosse exata (PENNA et al., 1999).

As estacas do tipo hélice contínua foram introduzidas no Brasil em 1987, com a utilização de equipamentos adaptados em princípio, mas que com o passar dos anos foi despertando muito interesse pelas vantagens e pela facilidade que o processo construtivo exige. Mas foi só a partir de 1933 que houve uma grande evolução e desenvolvimento pelo uso das estacas no Brasil. Começando com a importação de equipamento específicos para a execução de todas estas fases da hélice contínua (ANTUNES; TAROZZO, 2019).

Branco e Alves (2019) descrevem que as estacas de hélice-continua surgiram no mercado em decorrência da busca pela engenharia de novas tecnologias que possibilitassem produtividade e redução de impactos ambientais. Sendo que na engenharia de fundações essa procura se intensificou, tendo em vista a necessidade de alternativas de possibilitassem a ausência de vibrações e ruídos durante sua execução, além de manter produtividade, em altas capacidades de carga e do controle de qualidade.

Caputo et al., (1997), descrevem como uma das principais e mais importantes mudanças a substituição da argamassa pelo uso de concreto, o desenvolvimento da instrumentação que permitiu a monitoração automática da execução da estaca, aumento nos diâmetros e nas profundidades, assim como o aumento da potência dos equipamentos, o que permitiu a execução destas estacas em diversos tipos de solo.

Assim, diante destas necessidades, surgiram no mercado as estacas tipo hélice contínua, e continuaram a se desenvolver nas últimas décadas, atraindo o interesse comercial nos grandes centros urbanos, justamente pela ausência de vibrações e ruídos, e em obras industriais de grande porte, onde há exigência por altas capacidades e produtividades (ANTUNES; TAROZZO, 2019).

Portanto, a utilização destes equipamentos acabou sendo importante, pois começou a ser muito utilizado com uma grande força de arranque, com um torque sendo exercido com até 85 KN.m, possibilitando viabilizar a execução de estacas de até 800mm de diâmetro e um comprimento máximo de 24 metros. Atualmente já é possível executar fundações em estacas de hélice contínua com 1200 mm de diâmetro e 32 metros de comprimento, por conta de uma grande evolução dos equipamentos (ALMEIDA NETO, 2002).

A utilização do tipo estaca hélice contínua inicialmente englobou o centro europeu tendo seus estudos pertinentes principalmente na Grã-Bretanha, Áustria, Itália, Holanda, Alemanha, França e Bélgica como técnica substituinte do tipo de estacas escavadas, fator originário para o início do uso do equipamento (HARTIKAINEN; GAMBIN, 1991).



Método de execução

As estacas em hélice contínua são executadas conforme algumas etapas: a perfuração, a fase de concretagem simultânea e a extração da hélice do solo ou colocação da armação.

Perfuração: A fase conhecida como perfuração é executada conforme a localização imposta em projeto, ou seja, os pontos necessários que as estacas devem ser cravadas no lote, por meio de movimentos rotacionais através de motores hidráulicos acoplados na extremidade, com um torque calculado para que a hélice consiga vencer as camadas de solo resistente, atingindo assim a profundidade desejada, conforme os cálculos estruturais da obra. Esta perfuração é executada sem nenhuma interrupção, ou seja, sem que a hélice seja retirada do furo, antes do término da furação, de acordo com a camada a ser alcançada (ANTUNES; TAROZZO, 2019).

A hélice possui um formato espiral, sendo responsável pela retirada do solo à medida que vai escavando as camadas de solo, sendo este retirado por um tubo central unido a hélice. A hélice possui dentes em sua extremidade inferior capaz de facilitar a penetração no solo. Em casos de terrenos mais resistentes, os dentes acabam substituído por pontas de vídea. Para que seja evitado a entrada de solo ou água na haste tubular durante a perfuração, existe uma tampa metálica na parte inferior da hélice, de forma provisória sendo expulsa na concretagem, sendo uma tampa geralmente recuperável (ANTUNES; TAROZZO, 2019).

Concretagem: A concretagem da estaca inicia somente após ser atingida a profundidade desejada em projeto, por meio do bombeamento do concreto no interior da haste tubular. O concreto sai diretamente do caminhão, sendo injetado pela extremidade superior da haste da hélice. A tampa por sua vez é expulsa, por causa da pressão exercida pelo concreto, fazendo com que a hélice passe a ser extraída pelo equipamento, sem girar como quando é executada em terrenos arenosos, ou ainda girando lentamente no sentido da perfuração (ANTUNES; TAROZZO, 2019; MARARAGON, 2018).

Segundo Almeida Neto (2002), o concreto é injetado sob pressão positiva. Esta pressão tem o objetivo de garantir a continuidade e a integração do fuste da estaca, com isso, é preciso que seja feito uma observação com base em dois aspectos executivos de maneira fundamental. O primeiro refere-se a garantia sobre a ponta do trado, durante a perfuração, atingindo um solo que consiga permitir a formação da bucha, fazendo com que o concreto injetado fique abaixo da ponta da estaca, evitando que ele retorne pela interface solo-trado. O segundo aspecto é o controle da velocidade sobre a retirada do trado, de maneira que sempre haja um sobre consumo do concreto.

O concreto a ser bombeado irá depender da resistência calculada em projeto e conforme a camada de solo a ser atingida. O consumo de cimento é bastante elevado quando as estacas são muito profundas e com grandes diâmetros. Sendo que a resistência esperada equivale a relação também de água/cimento e também pelo abatimento do tronco de cone (*slump*), sendo ideal em torno de 200mm a 240mm para estes casos (ALMEIDA NETO, 2002).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VIABILIDADE DA HÉLICE CONTÍNUA NA CONSTRUÇÃO CIVIL
Wallace Mascagna Costa, José Eduardo Quaresma, Fabiana Florian

Mantuano (2013) descreve que da mesma forma que a perfuração, é imprescindível para que a concretagem seja realizada de maneira contínua e sem interrupções. De modo geral é utilizado uma bomba de concreto acoplada em equipamentos de perfuração, através de mangueiras flexíveis.

O preenchimento com concreto na estaca é frequentemente executado até o nível da superfície, mas é necessário que o arrasamento seja feito abaixo do nível do terreno, desde que sejam tomadas algumas providências, de acordo com a estabilidade na parte do furo onde ainda não seja feito a concretagem e a inserção da ferragem (ALMEIDA NETO, 2002).

Logo após o serviço de perfuração o trado deve ser retirado, e deve ser feito a limpeza do solo contido entre as pás da hélice, deve ser realizado de forma manual, ou ainda com um limpador de acionamento mecânico ou hidráulico acoplado ao equipamento, removendo o material e o deslocando para fora da região do estaqueamento, sendo realizado normalmente com a utilização de uma pá carregadeira de pequeno porte (ALMEIDA NETO, 2002).

Colocação da armação: Segundo Antunes e Tarozzo (2019), na etapa que denominam de colocação da armação, que ocorre após a concretagem há dificuldades inerentes a esse processo executivo. Segundo descrevem, a armação, em forma de gaiola, é colocada na estaca por gravidade ou valendo-se de um pilão de pequena carga ou vibrador. As gaiolas são feitas de “barras grossas, estribo helicoidal soldado (ponteados) nas barras longitudinais e a extremidade inferior levemente afunilada, para facilitar e evitar sua deformação durante a introdução no concreto” (ANTUNES; TAROZZO, 2019, p. 346).

Conforme NBR-6122/2019, que trata sobre projeto e execução de fundações, as estacas submetidas a esforço de compressão não requerem armação, no caso de estavas submetidas a esforços transversais ou de tração, essas já exigem o uso de gaiolas longas, e neste caso deve-se dar preferência ao uso de espirais para substituir os estribos, evitando desta forma emendas por transpasse. Segundo ressaltam Antunes e Tarozzo (2019), as gaiolas devem ser rígidas o suficiente para permitir sua introdução no concreto, por gravidade para armação até 12m e pilão ou vibrador para as gaiolas até 19m., por fim, essa gaiola deve ser centrada no furo por meio de espaçadores (pastilhas ou roletes) garantindo assim, o recobrimento mínimo requerido.

Almeida Neto (2002) descreve que as armaduras são inseridas somente depois da conclusão da concretagem, limitando assim o comprimento da armadura, bem como, pode acabar inviabilizando a utilização de soluções sujeitas a esforços de tração ou quando utilizada como elemento de contenção. A literatura recomenda que as armaduras sejam instaladas por meio de vibração, podendo ser inseridas também por meio da gravidade e compressão com pilão. A colocação de armaduras por meio de golpes de pilão é uma prática bastante utilizada no Brasil. O uso deste pilão permitiu a execução de estacas com armaduras de comprimento em medida superior a 17 metros na Estação da Luz na cidade de São Paulo, por exemplo.

A Figura 1 ilustra o momento que foi colocado a armadura depois da retirada do trado, inserindo a armadura por gravidade.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VIABILIDADE DA HÉLICE CONTÍNUA NA CONSTRUÇÃO CIVIL
Wallace Mascagna Costa, José Eduardo Quaresma, Fabiana Florian

Figura 1: Modelo de equipamento utilizado no Brasil



Fonte: FUNESP, 2001 *apud* ALMEIDA NETO, 2002, p. 21).

Equipamento

Para a execução da estaca tipo hélice contínua é preciso o uso de uma perfuratriz que possui os seguintes elementos: mesa rotativa de acionamento hidráulico, torre metálica, trados de hélice contínua podendo ser de muitos diâmetros, ferramentas, limpeza do terreno e um sistema de monitoramento eletrônico (ALMEIDA NETO, 2002).

Cabral (2019) explica que a profundidade que uma estaca deve ser executada é prevista também em projeto e determinada com base na altura da torre metálica da perfuratriz, com duas guias em suas extremidades, sendo que em alguns casos a inferior pode acabar sendo substituída pelo limpador do trado. A mesa rotativa por sua vez, é responsável pela aplicação do torque, usado para o rompimento das camadas de solo que são compatíveis com o diâmetro e a profundidade da estaca. Essa mesa é composta por um guincho dimensionado conforme a função de suas solicitações de tração precisas para a retirada do trado no final de todo processo de escavação, durante todo o processo de concretagem, sendo quem recebe a mangueira com o concreto proveniente da bomba.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VIABILIDADE DA HÉLICE CONTÍNUA NA CONSTRUÇÃO CIVIL
Wallace Mascagna Costa, José Eduardo Quaresma, Fabiana Florian

No Brasil, a utilização deste equipamento pode ser classificado segundo três grupos de funções, e suas devidas características (Tabela 1). Entre as características estão: a capacidade executiva (estando ligada ao torque), a tração exercida pela máquina quando é retirado o trado cheio e também do solo entre as pás da hélice (em seu local de implantação), logo após a perfuração e durante a etapa de concretagem.

Tabela 1: Características dos equipamentos

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Torque (kNm)	30	80-100	1450-250
Diâmetro máximo (mm)	425	800	1200
Comprimento máximo (m)	15	23	28
Tração (kN)	60-100	150-300	400-700
Peso do conjunto (kN)	200	400	650-800

Fonte: Elaborada por Tavares (2009, p. 14) com base em Penna et al., (1999).

Conforme ressalva Magalhães (2005), com o processo de evolução crescente sobre os equipamentos, os torques exercidos foram aumentados, o que foi capaz de permitir a utilização da hélice contínua com maiores diâmetros na escavação das camadas mais resistentes de solo, ou seja, possuindo um SPT acima de 50.

De acordo com Almeida Neto (2002), a capacidade de tração do equipamento é a responsável por determinar a menor ou maior facilidade na retirada do trado durante as etapas de bombeamento do concreto, sendo uma etapa que exige um grande esforço, por conta do atrito causado entre o equipamento e o solo, ou seja, o peso do material, o peso próprio da hélice e também do concreto no interior da haste.

Para Penna et al., (1999), a geometria que o trado possui deve ser estabelecida com base em funções do tipo de solo que é caracterizado para ser perfurado, da inclinação que a lâmina deve possuir para realizar o corte, do peso da hélice e de sua inclinação na vertical. Sendo que estas características acabam influenciando de modo direto na velocidade exercida durante a penetração no solo, na capacidade que o equipamento possuirá para ultrapassar as camadas mais resistentes e também na quantidade de solo que deverá ser retirado durante a descida do trado.

Controle de Execução

A estaca do tipo hélice contínua pode ser executada contendo um processo de monitoramento durante todo o processo, sendo um sistema computadorizado específico. São muitos equipamentos usados para este tipo de monitoramento, mas o mais utilizado no Brasil é o conhecido por Taracord, embora existam outros, fabricado pela Jean Lutz S.A, conforme afirmam Antunes e Tarozzo (2019) e Penna et al., (1999). Essa máquina é capaz de fornecer os seguintes dados durante a execução da estaca de hélice: tempo, inclinação da torre, velocidade e penetração do



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VIABILIDADE DA HÉLICE CONTÍNUA NA CONSTRUÇÃO CIVIL
Wallace Mascagna Costa, José Eduardo Quaresma, Fabiana Florian

trado, profundidade, torque, velocidade de retirada da hélice, volume de concreto a ser lançado, pressão do concreto, entre outros. No final do processo de execução, o sistema consegue emitir uma planilha de controle de todos os dados durante as etapas, na qual segundo descrevem Antunes e Tarozzo (2019, p. 346) “são impressos: número do contrato, nome da obra, número e diâmetro da estaca, data final da execução, horário final e inicial da perfuração, da concretagem e do fim da estaca.” Estes dados devem ser armazenados para que se torne registro de obra, para anos posteriores, visando assim uma importância sobre o controle de execução, caso ocorram falhas na fundação, por algum caso não esperado.

De acordo com os dados fornecidos, apesar do sistema de monitoramento ser responsável por fornecer os valores válidos sobre o consumo de concreto e as variações ao longo das seções em profundidade, a confiabilidade e a precisão acabam sendo discutíveis. O fato de haver inconstância nos dados e imprecisões, devido ao monitoramento pode ocorrer diversos motivos, entre eles: monitoramento avariado ou não calibrado de maneira correta, bombas com muito uso ou sem reparo, danos em sensores, erros de acordo com a medida sobre o volume de concreto, medidores não calibrados e algum defeito nos cabos responsáveis pela transmissão de dados (ALMEIDA NETO, 2002).

A precisão nos valores de subconsumo de concreto depende do volume medido de concreto, sendo fornecido de acordo com um transdutor de pressão, o qual é responsável por informar o volume de concreto a cada bombeamento, ou seja, a cada pico de pressão. Sendo que a medida ideal de concreto é de suma importância, pois será a partir dela e pelas correlações impostas que será possível saber se o fuste da estaca esta íntegro, ou se está ocorrendo algum seccionamento (ALMEIDA NETO, 2002).

Vantagens na execução

Nos últimos anos tem aumentado a preocupação com a utilização de estacas que diminuem as vibrações causadas durante o sistema construtivo, sendo um dos grandes inconvenientes às estacas pré-moldadas.

Segundo Antunes e Tarozzo (2019) e Albuquerque (2001), as estacas hélice contínua apresentam como vantagem:

- a) Possuir alta produtividade, o que acaba diminuindo de maneira substancial o cronograma previsto para a obra com o uso de apenas uma equipe de trabalho;
- b) O sistema de execução acaba não provocando vibrações típico dos equipamentos e distúrbios no equipamento, sendo usado geralmente estacas cravadas, além da percussão não causar descompressão do solo;
- c) Podem ser usadas na presença de nível d'água;
- d) O processo de injeção do concreto acaba sendo sob pressão e garantindo uma melhor aderência do concreto com o solo;
- e) A execução pode ser monitorada de forma eletrônica;



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VIABILIDADE DA HÉLICE CONTÍNUA NA CONSTRUÇÃO CIVIL
Wallace Mascagna Costa, José Eduardo Quaresma, Fabiana Florian

- f) É possível perfurar solos com SPT acima de 50m;
- g) Os solos que podem ser utilizados para este tipo de fundação profunda, incluem as rochas brandas, exceto na presença de rochas e matacões. Também para subsolos com camadas de areia fofa submersa, sendo preciso reavaliar a utilização deste tipo de estaca;
- h) A perfuração é realizada sem a necessidade de revestimento ou fluido de estabilização, para realizar a contenção dos furos, devido ao solo ficar contido entre as pás da hélice contínua;
- i) Maior produtividade, devido a rapidez da execução;
- j) Minimização de descompressão do terreno.

Desvantagens na execução

Corroboram Almeida Neto (2002) e Antunes e Tarozzo (2019) sobre as desvantagens encontradas neste processo construtivo de fundações profundas, que são:

- a) As áreas de instalação deste tipo de fundação devem ser planas e de fácil movimentação, por causa do grande porte do equipamento, bem como o solo, o qual deve possuir capacidade de resistência ideal para tal projeto e para suportar o peso dos equipamentos, durante todo o processo de trabalho;
- b) Por conta da alta produtividade e do volume do concreto, que é preciso para a fase de execução, é preciso que seja instalado uma central de concreto nas proximidades do local de serviço;
- c) É preciso que um equipamento esteja no local para realizar a limpeza do material que é gerado na escavação, uma pá carregadeira, por exemplo;
- d) É limitada o comprimento das estacas e de suas armações;
- e) Também é preciso que o projeto a ser executado possua um número mínimo de estacas que devem ser realizadas, como forma de compensar o custo, de certa forma elevado, pela mobilização do equipamento. Sendo que, a utilização deste em locais muito distantes tende a elevar ainda mais o custo do transporte da máquina;
- f) Requer profissionais na operação dos equipamentos, tendo em vista a qualidade na execução, estar atrelada a sensibilidade e a experiência responsável por operar uma perfuratriz do método de execução da hélice.

MÉTODO DO ESTUDO

Como metodologia o estudo foi estruturado com base em revisão bibliográfica, com artigos e livros sobre o tema. A pesquisa tem como base o estudo exploratório e a natureza qualitativa, que possibilitou compreensão do tema por meio do levantamento de fontes, observando e registrando os dados sem interferência do pesquisador. Sobre a pesquisa qualitativa, Vergara (2007) afirma positivamente sobre sua adequação para o conhecimento da natureza de um fenômeno social, justamente porque o pesquisador coleta os dados na realidade pesquisada para, posteriormente, analisá-los de forma indutiva.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VIABILIDADE DA HÉLICE CONTÍNUA NA CONSTRUÇÃO CIVIL
Wallace Mascagna Costa, José Eduardo Quaresma, Fabiana Florian

RESULTADOS

A estaca hélice contínua é capaz de permitir uma agilidade maior para a conclusão de estaqueamentos, possuindo como características o monitoramento eletrônico (o controle da velocidade de rotação, profundidade e sobre a descida do trado na perfuração, a pressão de concretagem, a velocidade de subida do trado, o torque exercido no equipamento e o concreto empregado), e a ausência de vibrações na obra e em áreas vizinhas.

O processo executivo é empregado com um concreto de elevado índice de abatimento (*slump*) não podendo executar estacas em áreas próximas umas das outras e também a uma recém executada, pois pode acabar gerando ruptura do solo entre elas, o que acaba prejudicando a resistência e causando graves problemas. De maneira geral é recomendado que seja executado uma estaca com um raio mínimo de cinco diâmetros das que já foram concretadas previamente há pelo menos 24 horas.

É importante também para o bom funcionamento das estacas, que a cabeça desta possua um corte e preparo eficiente. Mesmo que este serviço não seja parte da execução da estaca e tenha sido realizado em grande maioria dos casos por uma equipe de estaqueamento, quando esta já não está presente na obra, é importante lembrar que o responsável por estes serviços deve possuir um preparo adequado, sendo de fundamental importância para um bom resultado da fundação estaca-bloco.

Por isso, é preciso ser removido o excesso de concreto que se encontra acima das cotas de arrasamentos, com a ajuda de um ponteiro, trabalhando com uma pequena inclinação para cima. É permitido também a utilização de um martetele leve (que geralmente pode ser elétrico) devendo ser tomado os mesmos cuidados para a inclinação. Pois, quando a cota de arrasamento é atingida, o concreto não deve apresentar uma qualidade satisfatória, porque o corte deve continuar até encontrar o concreto de boa qualidade e depois emendado com o restante da estaca, quando for o caso.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As estacas do tipo hélice contínua vem conquistando cada vez mais o mercado da construção civil, sendo uma ótima opção para as fundações profundas, graças a muitas vantagens que ela possui, em relação as demais estacas, assim como a grande velocidade de execução, e o constante monitoramento eletrônico deste método, pela ausência de ruídos e vibrações excessivas, além do custo da mão de obra.

O presente trabalho buscou apresentar o processo de execução da estaca tipo hélice contínua, analisando os aspectos que mais influenciam no processo deste método de fundação, assim como, no sistema de monitoramento que também é adotado em alguns casos.

Portanto, é preciso um acompanhamento em campo para que todas as perfurações sigam fielmente o projeto calculado e através da análise na obra é possível observar que a maior dificuldade



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

VIABILIDADE DA HÉLICE CONTÍNUA NA CONSTRUÇÃO CIVIL
Wallace Mascagna Costa, José Eduardo Quaresma, Fabiana Florian

encontrada é a manutenção deste tipo de equipamento, chuvas intensas que são possíveis de acontecer, o que gera um atraso na execução das estacas.

Concluindo, o presente trabalho, demonstrou o desempenho da estaca tipo hélice contínua mostrando seu desempenho no processo de execução, com base na perfuração do solo, sendo válido lembrar a importância sobre os projetos estruturais, para que todas as estacas sejam executadas conforme foram calculadas, bem como, a escolha ideal do tipo de fundação a ser adotado, com base no tipo de solo e na edificação a ser construída. Na engenharia, os tipos de solos são descritos com base em suas propriedades e características, sendo um desses tipos o solo em colapso.

Espera-se que o presente artigo contribua para trabalhos futuros sobre o mesmo tema, de modo que a realização de mais estudos e até experimentos nesta mesma linha possibilite a contribuição para novas conclusões frente ao direcionamento deste tipo de execução de fundações, melhorando no dimensionamento e melhorando cada vez mais este sistema.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, P. J. R. **Estacas escavadas, hélice contínua e ômega**: estudo do comportamento à compressão em solo residual de diabásio, através de provas de carga instrumentadas em profundidade. Orientador: Faiçal Massad. 2001. 260 F. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001. Disponível em: <https://www.fec.unicamp.br/~pjra/wp-content/uploads/2020/01/03-Disserta%C3%A7%C3%A3o-de-doutorado-2001.pdf> Acesso em: 22 abr. 2021.

ALMEIDA NETO, J. A. **Análise do desempenho de estacas hélice contínua e ômega**: aspectos executivos. Orientador Roberto Kochen. 2002, 174 F. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, São Paulo, 2002. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3145/tde-27012003-180424/publico/dissertacao.pdf> Acesso em: 30 maio 2021.

ANTUNES, W. R.; TAROZZO, H. Execução de fundações profundas: estacas tipo hélice contínua. *In*: FALCONI, F.; CORRÊA, C. N.; ORLANDO, C.; SCHIMDT, C.; ANTUNES, W. R.; ALBUQUERQUE, P. J.; HACHICH, W.; NIYAMA, S. **Fundações**: teoria e prática. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019. p. 345-347.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS [ABNT]. **NBR-6122 - Projeto e execução de fundações**. São Paulo: ABNT, 2019. 108 p.

BARCAUI, A.; BORBA, D.; DA SILVA, I.; NEVES, R. O. **Gerenciamento de tempo em Projetos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2007.

BRANCO, F. O.; ALVES, A. M. L. Previsão e observação da capacidade de carga de estacas tipo hélice contínua em solo arenoso sedimentar. *In*: SEMINÁRIO DE ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES ESPECIAIS E GEOTECNIA, 9., São Paulo, 2019. [Anais...]. São Paulo: ABEF, 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/333666401> Previsao e observacao da capacidade de carga de estacas tipo helice continua em solo arenoso sedimentar Acesso em: 30 maio 2021.

CABRAL, E. Análises de processo: a fundação em estaca hélice e sua importância in loco. **Revista Científica Semana Acadêmica**, Fortaleza, ano MMXIX, n. 163, p. 1- 29, 2019. Disponível em: <https://semanaacademica.com.br/artigo/analises-de-processo-fundacao-em-estaca-helice-e-sua-importancia-loco> Acesso em: 30 abr. 2021.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

VIABILIDADE DA HÉLICE CONTÍNUA NA CONSTRUÇÃO CIVIL
 Wallace Mascagna Costa, José Eduardo Quaresma, Fabiana Florian

CAPUTO, A. N.; TAROZZO, H.; ALONSO, U. R.; ANTUNES, W. R. **Estaca hélice contínua: projeto, execução e controle.** São Paulo: Associação Brasileira de Mecânica do Solos e Engenharia Geotécnica, São Paulo, 1997.

FREITAS, M. A. **Estacas hélice contínua, provas de carga estática e ensaios dinâmicos.** São Paulo: Geofix, 2015. Disponível em:
http://www.geofix.com.br/biblioteca/5o_curso_eng_Aula_Teoria_02_2015.pdf Acesso em: 20 abr. 2021.

HARTIKAINEN, J., GAMBIN, M. P. Deep foundations with soil excavation: bored piles, root piles, CFA piles, slurry trench walls. *In: PILE AND DEEP FOUNDATIONS. 4 th INTERNATIONAL CONFERENCE.* 4., 1991, Stresa-Italy. [**Proceedings...**]. Stresa, INCOTEC AS, 1991, v.2.

HENRIQUE, Y. F. Estaca em perfil metálico: A solução adotada para a fundação dos edifícios do ebn-prosub. **Revista Obras Civis**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 86-93, dez, 2014. Disponível em:
<https://portaldeperiodicos.marinha.mil.br/index.php/obrascivis/article/view/1512> Acesso em 2 jun, 2021.

MAGALHÃES, P. H. L. **Avaliação dos métodos de capacidade de carga e recalque de estacas hélice contínua via provas de carga.** Orientadores: Renato Pinto da Cunha; Maurício Martines Sales. 2005. 270 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2005. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/6656> Acesso em: 22 abr. 2021.

MARAGON, M. Fundações profundas. *In: Geotecnia de fundações e obras de terra.* (Programa da Disciplina). Juiz de Fora: UFJF. 2018. p. 102-141. Disponível em:
<https://www.ufjf.br/nugeo/files/2017/07/GEF05-Funda%c3%a7%c3%b5es-Profundas-2018-1.pdf>
 Acesso em: 26 abr. 2021.

PENNA, A. S. D.; CAPUTO, A. N.; MAIA, M. C.; PALERMO, G.; GOTLIEB, M.; PARAÍSO, S. C.; ALONSO, U. R. **A estaca hélice-contínua: a experiência atual.** São Paulo: FALCONI & MARZIONNA, 1999.

SOUZA, A. Fundações em solos colapsíveis. *In: LOLLO, J. A. (org.) Solos colapsíveis: identificação, comportamento, impactos, riscos e soluções tecnológicas.* São Paulo: Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista, Pró Reitoria de Graduação, 2008. p. 175-200.

TAVARES, C. A. A. **Elaboração e aplicação de uma metodologia de controle de qualidade para o processo executivo de estacas hélice contínua monitoradas [Distrito Federal].** Orientadora: Neusa Maria Bezerra Mota. 2009. 133 f. Dissertação (Mestre em Estruturas e Construção Civil) - Universidade de Brasília, Brasília, 2009. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/3896>
 Acesso em: 22 abr. 2021.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração.** 8. ed. São Paulo: Atlas, 2007.