

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS UNI-ANHANGUERA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**USO DE HÉLICE CONTÍNUA EM UMA CONSTRUÇÃO VERTICAL
EM GOIÂNIA - GOIÁS**

JOYCE OLIVEIRA DE QUEIROZ

GOIÂNIA
Novembro/2019.

JOYCE OLIVEIRA DE QUEIROZ

**USO DE HÉLICE CONTÍNUA EM UMA CONSTRUÇÃO VERTICAL
EM GOIÂNIA - GOIÁS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA, sob orientação do Professor Mestre Ivo Carrijo Andrade Neto, como requisito parcial para obtenção do título de bacharelado em Engenharia Civil.

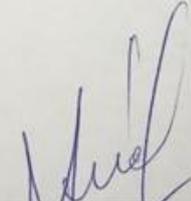
GOIÂNIA
Novembro/2019.

FOLHA DE APROVAÇÃO

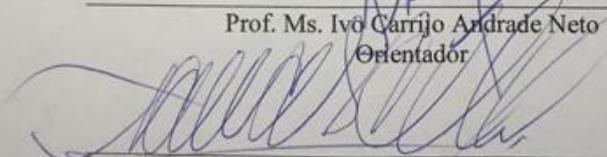
JOYCE OLIVEIRA DE QUEIROZ

USO DE HÉLICE CONTÍNUA EM UMA CONSTRUÇÃO VERTICAL EM
GOIÂNIA - GOIÁS

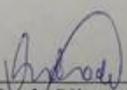
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora como requisito parcial para obtenção do Bacharelado em Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni ANHANGUERA, definido e aprovado em 20 de novembro de 2019 pela banca examinadora constituída por:



Prof. Ms. Ivô Carrijo Andrade Neto
Orientador



Prof. Ms. Paulo Roberto de Souza
Membro



Prof. Ms. Paula Viana Queiroz Andrade
Membro

Dedico esse trabalho aos meus pais que sempre me apoiaram e ensinaram que o estudo é o único caminho que nos leva aos lugares que sonhamos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus que me capacitou para chegar até aqui, ao meu orientador Mestre Ivo Carrijo, que me ajudou a reunir meus conhecimentos e organizar minhas ideias. Agradeço também meus pais, por me oferecerem apoio e todo incentivo necessário, minha querida irmã, por ter me acompanhado ao longo dessa caminhada não deixando que eu viesse cogitar a desistir ao longo do caminho, minha namorada que nos momentos de desesperadores segurou minha mão e me fez acreditar que alcançar meus objetivos seria possível. E por último, não menos importante, aos meus amigos que foram capazes de manter minha saúde mental durante todo o curso.

RESUMO

As fundações em Hélice Contínua foram desenvolvidas em 1950 nos EUA, e introduzida em 1970 na Alemanha e na sequência difundiu-se no restante da Europa e Japão. No Brasil, este tipo de fundação foi executado primeiramente em meados de 1987, com equipamentos desenvolvidos nacionalmente, montados sob guindastes de esteiras. As estacas Hélice Contínua são compostas por um trado contínuo com um tubo vazado internamente utilizado para injeção de concreto, sob pressão controlada. Entre as principais características desse tipo de estaca, destaca-se a elevada produtividade decorrente da versatilidade de equipamento, que resultam na economia e uma possível redução dos cronogramas de obra. O presente trabalho tem como principal objetivo analisar o uso de Hélice Contínua como fundação de um edifício residencial, localizado na cidade de Goiânia – Goiás. A edificação em estudo contempla 30 pavimentos, sendo três subsolos, um mezanino garagem, um mezanino lazer, térreo, 23 pavimentos tipo e um terraço lazer. A metodologia apresentada no presente trabalho trará as características que levaram ao uso da Hélice Contínua, avaliando quais foram os impactos provocados e identificando quais as vantagens e desvantagens sobre essa execução. Portanto, conclui-se que a obra realizada com fundação hélice contínua trouxe resultados dentro do esperado em pesquisa, apresentou resultados positivos.

PALAVRAS-CHAVE: Fundação. Produtividade. Obra.

1. INTRODUÇÃO

A fundação é a parte de uma estrutura composta por elementos estruturais, usualmente construídos abaixo do nível final do terreno, que transferem ao solo todas as ações (cargas verticais, forças do vento e etc.) que atuam na edificação (BASTOS, 2016).

Segundo Barros (2011) sua finalidade é suportar com segurança as cargas provenientes do edifício. Convencionalmente, o projetista estrutural repassa ao projetista de fundação as cargas que serão transmitidas aos elementos de fundação. Analisando essas informações com as características do solo que será edificado, o projetista de fundações calcula o deslocamento desses elementos e colaciona com os recalques admissíveis da estrutura, assim primeiro elabora-se o projeto estrutural e depois o projeto de fundação.

A utilização da hélice contínua obteve grande crescimento em números comparáveis as mais populares. Estudos realizados por Van Impe na Europa (Grã-Bretanha, Áustria, Itália, Holanda, Alemanha, Bélgica e França), destaca a tendência do decréscimo na utilização das estacas escavadas, sendo substituída pelas estacas hélice contínua (NETO, 2002 *apud* HARTIKAINEM *et al.*, 1991).

A engenharia de fundação vem evoluindo constantemente, principalmente com relação aos novos equipamentos para a execução de elementos de fundação mais produtivos e de melhor qualidade e desempenho, que possibilitam uma relação custo-benefício cada vez melhor. (NETO, 2002 *apud* HARTIKAINEM *et al.*, 1991).

Existem diversas variáveis a serem consideradas diante dos parâmetros de escolha de uma fundação, sendo a topografia da área, características do maciço de solo, dados da estrutura, dados sobre as construções vizinhas e aspectos econômicos (BARROS, 2011).

Em virtude disso a estaca hélice contínua está sendo amplamente utilizada em obras de fundações devido às vantagens técnicas combinadas ao custo benéfico, trazendo como uma dessas a velocidade na execução, tornando a sua utilização cada vez mais frequente (AZEVEDO, 1997).

Sua chegada ao Brasil foi a partir da metade da década de 90, o mercado foi invadido por máquinas importadas de toda Europa, com um principal número de máquinas vindo da Itália, construídas especialmente para execução de estacas hélice contínua, com torque de 90 kN.m a 200 kN.m e diâmetros de até 1000 mm, além da capacidade para executar estacas de até 24 m de profundidade (AZEVEDO, 1997).

A utilização de estacas hélice contínua já se tornou constante em obras de médio e grande porte, principalmente as localizadas nos Estados de São Paulo, onde se concentra o maior número de empresas executoras desse tipo de fundação. Sua capacidade de execução em diversos tipos de solos e à maior garantia da integridade do fuste, comparativa as estacas escavadas (ALBUQUERQUE, 2001).

O estudo tem como principal objetivo analisar o uso de hélice contínua como fundação de um edifício residencial na cidade de Goiânia – Goiás. Descrevendo todo processo executivo dessa fundação constatando sua agilidade, baixo nível de ruído durante a execução (perfuração e lançamento do concreto), ausência de distúrbios, vibrações e patologias (interferências) nas estruturas e construções do entorno (efeito de vizinhança).

Trazendo como objetivos caracterizar a fundação em hélice contínua, verificar metodologia executiva das fundações aplicada em uma obra vertical, avaliar os impactos provocados por este tipo de fundação e identificar as vantagens e desvantagens.

Através do laudo de sondagem o engenheiro consegue obter subsídios que irão definir o tipo de dimensionamento das fundações que servirão de base para uma edificação.

Realizou-se o ensaio de infiltração do terreno os furos foram feitos com 3 e 4 metros. O tipo de solo encontrado é propício para o tipo de fundação realizada, pois a hélice contínua abrange inúmeros tipos de solos, fazendo parte desses os encontrados (Figura 2 e 3).

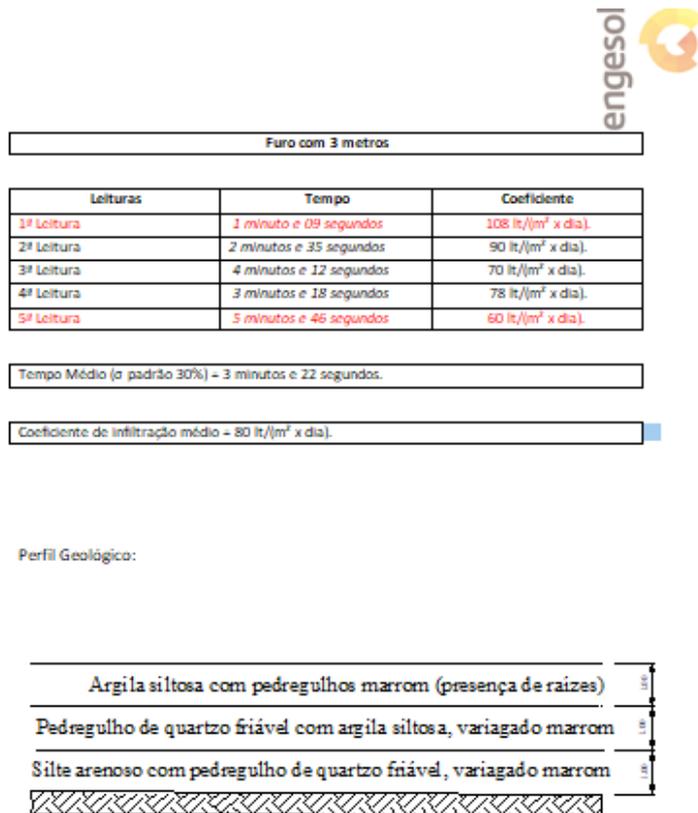


Figura 2: Laudo de infiltração com furos de 3 em 3 metros
 Fonte: Grupo CF + (2017)

Furo com 4 metros		
Leituras	Tempo	Coefficiente
1ª Leitura	2 minutos e 24 segundos	89 lt/(m ² x dia).
2ª Leitura	2 minutos e 53 segundos	83 lt/(m ² x dia).
3ª Leitura	2 minutos e 23 segundos	90 lt/(m ² x dia).
4ª Leitura	2 minutos e 55 segundos	83 lt/(m ² x dia).
5ª Leitura	3 minutos e 16 segundos	79 lt/(m ² x dia).

Tempo Médio (a padrão 30%) = 2 minutos e 47 segundos.

Coefficiente de infiltração médio = 85 lt/(m² x dia).

Perfil Geológico:

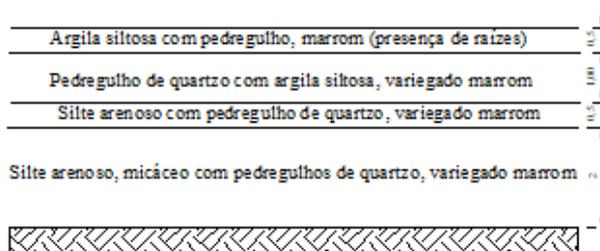


Figura 3: Laudo de infiltração com furos de 4 em 4 metros.

Fonte: Grupo CF + (2017)

O laudo de infiltração traz o resultado do coeficiente de infiltração a ser adotado, como mostra a Figura 4.

Coefficiente de Infiltração a ser adotado

$$\frac{(1,5 \times 82) + (3,0 \times 80) + (4,0 \times 85)}{(1,5 + 3,0 + 4,0)}$$

Coefficiente de Infiltração a ser adotado	82,7 lt/(m² x dia).
--	---------------------------------------

Figura 4: Coeficiente de infiltração

Fonte: Grupo CF + (2017)

Um grande desenvolvimento tecnológico no processo executivo da hélice contínua quando comparadas com os demais tipos de fundações profundas, essas estacas por apresentarem como características, a rapidez de execução que implica a redução do cronograma da obra, a baixa vibração e pouco ruído (presente nos equipamentos à percussão), não causando danos nem transtornos nas vizinhanças. Têm sido cada vez mais adotados em centros urbanos (ALLEDI, 2013).

As estacas hélice contínua “*continuius flight auger*”, introduzidas no Brasil em 1987 e difundidas mais amplamente em 1993 (CAPUTO *et al.*, 1997), está sendo muito utilizadas em obras de fundações. Seu crescimento é devido a possibilidade de execução e diversos tipos de subsolo e maior garantia de integridade do fuste, quando comparada com as estacas escavadas. Os investimentos atuais de empresas de fundações nestes equipamentos são indicativos desta tendência (ALBUQUERQUE, 2001).

Os processos de perfuração e concretagem da fundação foram feitos em quatro etapas, seguindo o mapeamento das estacas no projeto desenvolvido pelo engenheiro de fundação.

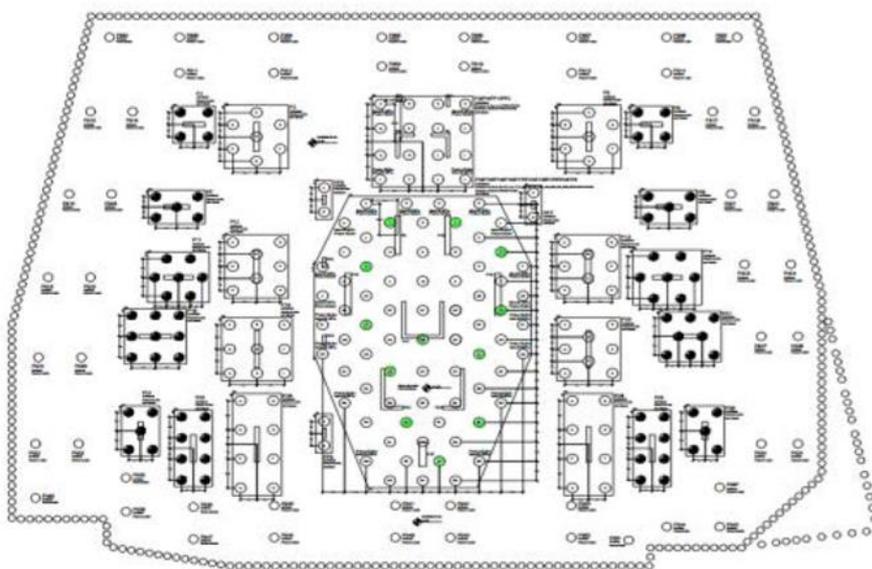


Figura 5: Localização de escavação
Fonte: Grupo CF + (2017)

A estaca hélice contínua permite maior agilidade tornando o processo simples possibilitando a redução no cronograma. É um tipo de estaca moldada *in loco*, caracterizada pela escavação do solo através de um trato contínuo, possuindo hélices em torno de um tubo central vazado. Para evitar que durante a introdução do trato haja entrada de solo ou água na haste tubular, existe em sua face inferior, uma tampa metálica que é pela pressão do concreto deslocada ao início da concretagem. Após a sua introdução no solo, até a cota especificada o

trado é extraído concomitantemente á injeção do concreto através do tubo vazado. À medida que o trado vai sendo retirado, o solo confinado entre as pás da hélice é removido. O concreto utilizado é caracterizado pela mistura de agregados (pedrisco e areia), o consumo mínimo de cimento é da ordem de 400 kg/m³; o abatimento deve ser da ordem de 240 mm (GAVIÃO *et al.*, 2019). Como pode ser observada na Figura 6.



Figura 6: Etapa da primeira escavação
Fonte: Grupo CF + (2017)

As vantagens oferecidas com a escolha deste tipo de fundação são inúmeras, tendo umas mais destacadas sendo elas a alta produtividade, ausência de vibrações diminuindo os transtornos aos vizinhos, monitoramento durante todo o processo de execução em tempo real, penetração em solos resistentes até o limite do trado e alta capacidade de carga com (bitola de 1,5 m).

A escolha pode trazer algumas desvantagens, como a não perfuração dos matacões e rochas, profundidade limitada, canteiros espaçosos, central de concreto próximo a obra e elevado custo inicial.

O processo de perfuração mostra que em quinze dias foram escavadas cento e quarenta e nove estacas, um processo contabilizado de segunda a sábado com início

06/03/2017 até 22/03/2017, todo esse processo foi registrado pelo diário de obra feito pelo engenheiro responsável, o processo foi dividido em 4 etapas (Figura 7).

Serviços Concluídos no dia - (06/03/2017)
Execução de 12 Estacas (Fck 20); BK, BQ, BI, AW, AJ, R, F, H, AH, P, AT, AO BLOCO P9. TOTAL DE 54 ESTACAS EXECUTADAS.
Serviços Concluídos no dia - (11/03/2017)
Execução de 08 Estacas (Fck 20); F, L, G DO BLOCO P3. B, F DO BLOCO P2. D, H, B DO BLOCO P12. TOTAL DE 93 ESTACAS EXECUTADAS.
Serviços Concluídos no dia - (21/03/2017)
Execução de 02 Estacas (Fck 20); H, B DO BLOCO P19. TOTAL DE 141 ESTACAS EXECUTADAS.
Serviços Concluídos no dia - (22/03/2017)
Execução de 08 Estacas (Fck 20); H, D DO BLOCO P25. E, A DO BLOCO P24. G, H, A, C DO BLOCO P18. TOTAL DE 149 ESTACAS EXECUTADAS.

Figura 7: Cronograma das escavações

Fonte: Grupo CF + (2017)

O engajamento e a eficiência da perfuratriz é cordial para a produtividade e agilidade durante o processo.

O uso da perfuratriz no método hélice contínua monitorada é considerado hoje o mais moderno e eficiente, graças à engenharia avançada desse equipamento, que garante excelente desempenho na perfuração e concretagem além da alta produção (UNIÃO FUNDAÇÕES, 2019).

A tecnologia que envolve a perfuratriz garante que suas operações sejam monitoradas em tempo real através de um computador instalado, conectado aos sensores de perfuração, injeção de concreto, velocidade de rotação e outros sensores, que são acompanhados pelo operador da perfuratriz. Os resultados do monitoramento são gráficos que representam fielmente a execução de cada estaca, além da elevada capacidade de carga que as estacas suportam. Sua produtividade é alta, com uma média de 20 estacas por dia, sendo

finalizada na sua cota real de arrasamento. A locomoção é rápida, pois o equipamento é instalado sobre a estrutura de escavadeiras hidráulicas, sobre esteiras (UNIÃO FUNDAÇÕES, 2019). Podemos observar essas etapas nas Figuras 8 e 9.

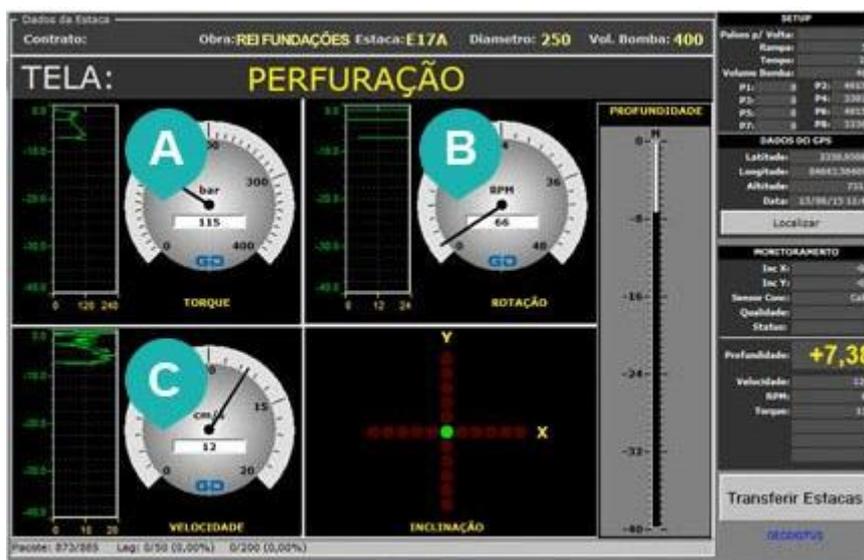


Figura 8: Painel da perfuratriz durante a perfuração
Fonte: Rei Hélice Contínua (2019)

A) TORQUE:

Medir a força da perfuração em solo (*bars).

B) ROTAÇÃO:

Velocidade do gira do trado no eixo (*rpm).

C) VELOCIDADE DA PERFURAÇÃO:

Velocidade da penetração em solo (*cm/s)

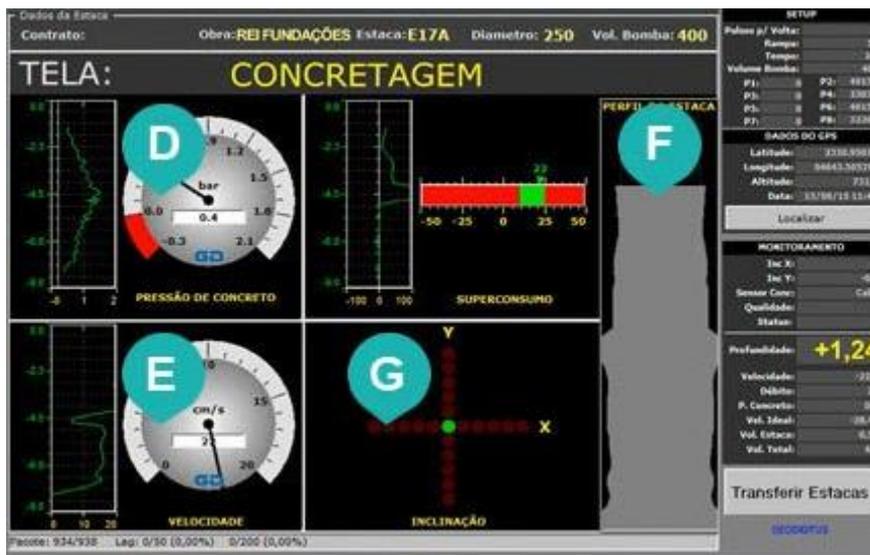


Figura 9: Painel da perfuratriz durante a concretagem
 Fonte: Rei Hélice Contínua (2019)

D) PRESSÃO DO CONCRETO:

Pressão do concreto que passa pelo tudo, assim mostra para o operador da perfuratriz que a pressão esteja positiva, evitando falhas.

E) VELOCIDADE DE EXTRAÇÃO:

Indica a velocidade extração do trado (*cm/s).

F) PERFIL DA ESTACA:

Estima estado do fuste.

G) INCLINAÇÃO:

Mostra a inclinação do posicionamento do trado, auxiliando a moldar a estaca em prumo nos eixos "X" e "Y".

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo visa expor de forma ampla e metodológica, o uso da fundação profunda estaca hélice contínua, executada com equipamentos de trado helicoidal contínuo que realiza a concretagem da estaca simultaneamente na retirada do solo. Sua aplicação sendo contemporânea e apresentando resultados positivos, como a alta produtividade nas etapas de perfuração, concretagem e aplicação da armadura final.

A partir do estudo feito na obra, obtivemos resultados positivos do uso da hélice contínua como fundação. As principais vantagens é a redução no cronograma da obra gerando uma economia bem considerável, sendo um tipo de fundação eficiente.

Levando em considerações critérios para avaliar a sua eficiência na obra, sendo eles: desempenho em resistência ao solo, produtividade, aspectos econômicos, eficiência como fundação e impactos causados. Apresentou resultados que não há interferência na integridade do fuste e sim qualidade e resistência do mesmo, mostrou que possibilita total controle, assim trazendo mais segurança no processo executivo, executaram cento e quarenta e nove estacas em quinze dias comprovando sua agilidade e não houve danos nas construções vizinhas nem abalamento em sua estrutura até o presente momento da pesquisa em campo.

4. CONCLUSÃO

Tendo em vista que o objetivo da pesquisa é mostrar e comprovar a eficiência da hélice contínua como fundação e com isso tentar diminuir as dúvidas em relação a todo processo executivo, eficiência, desempenho em canteiro de obra e apresentar sua eficiência como fundação.

Não se encontra muitos estudos por se tratar de uma fundação nova, porém vem se destacando por ser bastante utilizada por construtoras em fundações de prédios residenciais e comerciais, pois temos uma cidade bastante populosa que há sempre construções existentes em sua volta e dificilmente as fundações não causam abalamentos em estruturas de construções já existentes. A hélice contínua mostra vantagem neste quesito, trazendo menos incômodos como barulhos e vibrações absurdas durante processo executivo e menos transtornos aos vizinhos.

Conclui-se que a obra realizada com a fundação hélice contínua mostrou resultados dentro do esperado em pesquisa, apresentando resultados positivos e animadores sobre o desenvolvimento desse tipo de fundação. A obra apresentou entrega em tempo determinado, trazendo retornos financeiros em tempo esperado gerando economia e retorno do investimento inicial gasto com a fundação, expôs qualidade em sua fundação, benefício à construção existente sem danos em sua estrutura.

REFERÊNCIAS

ALLEDI, C. T. D. B. **Transferência de carga de estacas hélice contínua instrumentadas em profundidade**. 2013. 294 f. Tese (Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2013.

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**. 2001. 263 f. Tese (obtenção do grau de Doutor em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2001.

BASTOS, P. S. S. **Sapatas de fundação**. Universidade Estadual Paulista, Bauru. dez. 2016.
BARROS, C. **Técnicas construtivas edificações**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Pelotas. abr. 2011.

AZEVEDO, H. A. Fundações. In: AZEVEDO, H. A. **O edifício até sua cobertura**. 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1997. cap. 3, p. 29 e 35.

CAPUTO, A N.; MANRUBIA, H. **A estaca hélice contínua com monitoração eletrônica**. In: SEMINÁRIO DE ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES ESPECIAIS – SEFE III, 3º, 1996, São Paulo. Anais... São Paulo, A.B.M.S., 1996. V.2, p. 133-140.

DALVI, C. T. B. A. **Transferência de carga de estacas hélice contínua instrumentadas em profundidade**. Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais. 2013.

FIGUEIREDO, C. M. M.; SILVA, M. P. S.; FROTA, C. A. Estudo de caso: edificação com fundações em estacas hélice contínua monitorada. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, vol. 11, n. 1, p. 32-41, jan./jun. 2015.

GAVIÃO, G. A. M.; FREITAS, M. A.; OLIVEIRA, R. P.; ANDRADE, D. P. **Hélice Contínua Monitorada**. Disponível em: <http://www.estacas.com.br/catalogo_helice_continua.pdf> Acesso em: 20 de fev. de 2019.

NETO, J. A. A. **Análise do desempenho de estacas hélice contínua e ômega – aspectos executivos**. 2002. 174 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

SCHNEIDER N. **Hélice Contínua Monitorada: Vantagens e Desvantagens**. 2018. Disponível em: < <https://nelsoschneider.com/helice-continua-monitorada-vantagens-e-desvantagens/>> acesso em: 09 de mai. de 2019.

UNIÃO FUNDAÇÕES. **Perfuratriz: saiba tudo sobre esse equipamento de fundação**. 2019. Disponível em: <<https://www.uniaofundacoes.com.br/perfuratriz-fundacao/>> Acesso em: 02 de mai. De 2019.

REI ESTACA HÉLICE CONTÍNUA. **Hélice Contínua: computador de monitoramento.** 2019. Disponível em: <<https://www.reihelicecontinua.com.br/estaca-helice-continua.php?gclid/>> Acesso em: 15 de out. De 2019.

USO DE HÉLICE CONTÍNUA EM UMA CONSTRUÇÃO VERTICAL EM GOIÂNIA - GOIÁS

QUEIROZ, Joyce Oliveira de¹; ANDRADE NETO, Ivo Carrijo²

¹Estudante do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA. ² Professor Orientador Mestre do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA.

As fundações em Hélice Contínua foram desenvolvidas em 1950 nos EUA, e introduzida em 1970 na Alemanha e na sequência difundiu-se no restante da Europa e Japão. No Brasil, este tipo de fundação foi executado primeiramente em meados de 1987, com equipamentos desenvolvidos nacionalmente, montados sob guindastes de esteiras. As estacas Hélice Contínua são compostas por um trado contínuo com um tubo vazado internamente utilizado para injeção de concreto, sob pressão controlada. Entre as principais características desse tipo de estaca, destaca-se a elevada produtividade decorrente da versatilidade de equipamento, que resultam na economia e uma possível redução dos cronogramas de obra. O presente trabalho tem como principal objetivo analisar o uso de Hélice Contínua como fundação de um edifício residencial, localizado na cidade de Goiânia – Goiás. A edificação em estudo contempla 30 pavimentos, sendo três subsolos, um mezanino garagem, um mezanino lazer, térreo, 23 pavimentos tipo e um terraço lazer. A metodologia apresentada no presente trabalho trará as características que levaram ao uso da Hélice Contínua, avaliando quais foram os impactos provocados e identificando quais as vantagens e desvantagens sobre essa execução. Portanto, conclui-se que a obra realizada com fundação hélice contínua trouxe resultados dentro do esperado em pesquisa, apresentou resultados positivos.

PALAVRAS-CHAVE: Fundação. Produtividade. Obra.