

USO DA HÉLICE CONTÍNUA EM FUNDAÇÕES PREDIAIS: Um Estudo De Caso Na Cidade De São Lourenço - MG

Gabriel Eduardo Moura Arantes¹

Luana Bernardete Dariva²

RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso examina a escolha e aplicação da técnica de hélice contínua nas fundações do Edifício Mônaco, um edifício de onze andares, localizado na cidade de São Lourenço, MG. Inicialmente contextualizando-se nas fundações prediais, discute-se os tipos e a importância da escolha adequada. O referencial teórico abrange a introdução à hélice contínua, seus desafios e considerações na utilização, seguido por uma metodologia detalhada sobre a obtenção de dados da fundação. A análise e discussão dos resultados incluem uma comparação abrangente entre hélice contínua, estaca Strauss e estaca raiz. O foco central está na aplicação da hélice contínua no Edifício Mônaco, revelando benefícios como estabilidade estrutural, rapidez na execução e minimização de resíduos. O trabalho é um estudo de caso detalhado sobre a eficácia da hélice contínua em um contexto específico. As considerações finais destacam o sucesso da hélice contínua no Edifício Mônaco, consolidando-a como uma opção eficaz e sustentável em fundações prediais. As lições aprendidas e a expertise técnica adquirida promovem avanços na engenharia civil, delineando padrões para escolhas conscientes e eficientes na construção. Este estudo de caso contribui para a compreensão e aplicação da hélice contínua em projetos futuros, reforçando seu papel como uma inovação valiosa na engenharia de fundações.

Palavras-chave: Hélice contínua, Fundações de edifícios, Tipos de fundação.

1 INTRODUÇÃO

A fundação de edifícios prediais desempenha um papel fundamental na segurança e estabilidade estrutural das construções, sendo um elemento crucial para a integridade do empreendimento como um todo. Nesse contexto, a escolha do método de fundação torna-se

¹ Gabriel Eduardo Moura Arantes

² Luana Bernardete Dariva

uma decisão estratégica, influenciando diretamente no sucesso da obra. Este trabalho tem como foco o estudo aprofundado do uso das estacas de hélice contínua em fundações prediais, com ênfase em um estudo de caso realizado no Edifício Mônaco, localizado na cidade de São Lourenço, Minas Gerais.

O reconhecimento da significância das fundações na engenharia civil constitui o ponto de partida fundamental para a condução deste estudo. A estabilidade e segurança de um edifício têm sua origem no subsolo, tornando a seleção do método de fundação um fator determinante nas implicações diretas sobre a eficiência e integridade da estrutura final. Por este motivo escolhemos abordar este tema em nosso trabalho.

O cerne do nosso estudo se concentra no "Uso das Estacas de Hélice Contínua em Fundações Residenciais". Nesse contexto, busca-se analisar a aplicação dessas estacas, ressaltando sua praticidade na perfuração e os resultados eficazes obtidos. Este enfoque específico visa explorar as vantagens proporcionadas por esse método em comparação com outras formas de fundação.

Diante do cenário complexo das fundações prediais, surge a indagação: Quais são as vantagens e desvantagens intrínsecas ao emprego das estacas de hélice contínua em comparação aos demais métodos de fundação? Essa questão central conduzirá nossa investigação, visando aprofundar o entendimento sobre as características distintivas desse método e sua eficácia relativa em relação a alternativas existentes. Diante desta problemática podemos enfatizar que os objetivos deste trabalho são:

Objetivo Geral:

O propósito principal deste trabalho consiste em apresentar uma análise detalhada sobre o emprego das estacas de hélice contínua nas fundações prediais, ressaltando a praticidade no processo de perfuração, além de avaliar e evidenciar sua contribuição para a eficiência e efetividade global nos resultados das construções.

Objetivos Específicos

- Desenvolvimento de um Estudo de Caso em Projetos de Fundações Profundas.
- Realizar uma investigação aprofundada por meio de um estudo de caso, focado em projetos de fundações profundas, explorando a aplicação específica da estaca de hélice contínua.
- Ênfase na Importância do Uso e Eficiência da Estaca Hélice Contínua em Solos Moles e Frágeis

- Direcionar a atenção para a relevância do uso da estaca de hélice contínua em solos considerados moles e frágeis, destacando sua eficiência nesse contexto específico de construção civil.

Esses objetivos orientarão a pesquisa de forma a alcançar uma compreensão abrangente do tema, proporcionando conhecimentos significativos sobre o uso das estacas de hélice contínua em fundações prediais.

A escolha e aplicação das estacas de hélice contínua nas fundações prediais ganham destaque em virtude de suas características distintas em comparação a outras opções, como estacas escavadas, Franki, Strauss, raiz, pré-moldadas de concreto, metálicas e de madeira. A importância fundamental desse método na construção civil é respaldada pela análise criteriosa de dados provenientes de relatórios de sondagens e projetos de fundações.

A estaca de hélice contínua emerge como uma das principais etapas executivas em obras de grande envergadura, especialmente em edifícios multifamiliares. Sua relevância transcende a simples obtenção de informações sobre as características do solo e sua resistência na construção. Ela desempenha um papel crucial na compreensão dos esforços necessários no local, contribuindo para a eficácia e segurança da estrutura final.

Além disso, a escolha da estaca de hélice contínua se destaca pelas vantagens operacionais que oferece. A capacidade de perfuração em locais de difícil acesso, aliada à rapidez de execução, proporciona benefícios práticos e econômicos. A agilidade na concretagem e a capacidade de atingir grandes profundidades a tornam uma escolha estratégica em projetos que demandam eficiência e desafiam as limitações geográficas.

Assim, esta pesquisa busca justificar e aprofundar o entendimento sobre a importância da estaca de hélice contínua nas fundações prediais, considerando não apenas seus atributos técnicos, mas também seu impacto significativo em obras de magnitude expressiva.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, inicia-se uma incursão profunda em reflexões e perspectivas proporcionadas por autores no contexto da utilização das estacas de hélice contínua em fundações prediais. Esta abordagem vai além da análise técnica e prática dessa tecnologia, buscando incorporar um entendimento abalizado, enraizado nas considerações teóricas e práticas proferidas por acadêmicos consagrados e profissionais de notável experiência. Dessa maneira, almeja-se não apenas decifrar a aplicabilidade das estacas de hélice contínua, mas

também enriquecer esta pesquisa com uma perspectiva holística, amalgamando a diversidade de visões e conhecimentos acumulados neste domínio específico da engenharia civil.

2.1 Fundações Prediais

Segundo Quaresma et al. (1998), para elaboração de projetos de fundações é preciso conhecer de forma adequada o solo, ou seja, identificar e classificar as diversas camadas que o compõem. Isso pode ser obtido através de ensaios de investigação (ou prospecção) geotécnica, classificados em: ensaios de laboratório e ensaios de campo. O delineamento das fundações em edifícios representa uma fase crucial e estratégica no âmbito do processo construtivo, impondo-se como elemento primordial para a estabilidade e durabilidade da estrutura. Segundo Azeredo (1997), as fundações de um edifício são elementos estruturais com a finalidade de transmitir ao terreno as cargas provenientes da estrutura (carregamento próprio e sobrecarga). Não obstante, é válido ressaltar que as fundações não são apenas o suporte físico à edificação mas, constituem-se como a base sobre a qual repousa, não apenas a estrutura do edifício, mas, crucialmente, a confiança inabalável na solidez da construção.

No tratamento do tema das fundações prediais, impõe-se uma abordagem holística, não limitando a análise à carga estrutural suportada pela edificação, mas estendendo-se às complexas interações com as características do solo e os desafios intrínsecos aos ambientes urbanos. O contexto urbano, por sua vez, impõe restrições e singularidades que demandam uma certa consideração nas fases de escolha e execução das fundações.

A diversidade de tipos de solo presentes no território brasileiro, que abrange desde as regiões áridas do Nordeste até as áreas alagadiças da Amazônia, potencializa ainda mais a relevância para a seleção das fundações. A heterogeneidade geológica do Brasil exige uma abordagem extremamente cuidadosa na fase de projeto, demandando a consideração das características específicas de cada região. Segundo (PEREIRA; MORAIS; RIBEIRO, 2004 p. 5) “o solo é o conjunto de horizontes ou camadas que se deu pela desintegração da rocha-mãe. Paralelamente a isso, esse fenômeno sofre influências físicas e químicas”.

No cenário urbano, frequentemente, as fundações profundas, notadamente as estacas, emergem como opções não apenas viáveis, mas também estratégicas. Segundo a NBR 6122 (ABNT, 1996), as fundações profundas são aquelas em que a carga é transmitida ao terreno pela sua base (resistência de ponta), por sua superfície lateral, também denominada de fuste (resistência lateral), ou por uma combinação destas, estando assente a uma profundidade superior ao dobro da sua menor dimensão em planta, ou de no mínimo 3 metros. Contudo, é

imperativo salientar que a decisão de empregar tais fundações considera não apenas a capacidade de carga mas, a interação dinâmica com as estruturas circunvizinhas também assume papel de destaque nesta decisão. A proximidade entre edificações, um fenômeno comum em contextos urbanos, exige a avaliação de possíveis interferências entre os bulbos de tensões originados da fundação de cada edificação, visando assegurar a estabilidade não apenas de cada edifício isoladamente, mas também de toda a malha urbana. Assim, este olhar especializado garante a eficácia técnica e também a harmonia estrutural e urbanística em projetos de fundações prediais.

2.1.1 Tipos de Fundações em Construções Prediais

Como dito anteriormente, a complexidade geotécnica do território brasileiro impõe uma abordagem cuidadosa e criteriosa na escolha das fundações para construções prediais. Não há uma metodologia de projeto de fundações comum no mundo, pois em cada país, e até dentro de um mesmo país, existem conceitos de projeto que não são unânimes para a comunidade técnica, como mostra De Cock e Legrand (1997). A diversidade de solos, desde os argilosos nas regiões úmidas até os arenosos nas áreas mais secas, demanda uma compreensão aprofundada das características geotécnicas locais para garantir a estabilidade e durabilidade das estruturas.

Em ambientes urbanos, no qual a pressão por espaço e a proximidade entre edificações são fatores predominantes, a escolha do tipo de fundação desempenha um papel fundamental. As estacas despontam como uma alternativa frequentemente empregada, especialmente em áreas densamente povoadas. Sua capacidade de distribuir carga de forma eficiente e penetrar em profundidades reduzidas as torna uma opção viável para garantir estabilidade, principalmente em solos mais compressíveis.

No entanto, a singularidade de cada tipo de solo requer estratégias específicas. Em solos argilosos, por exemplo, a implementação de medidas adicionais, como o uso de geossintéticos, revela-se crucial para mitigar os efeitos adversos da expansão e contração do solo, contribuindo para a sustentabilidade e longevidade das estruturas (AZEREDO, 1997)..

Em contrapartida, solos arenosos demandam abordagens distintas, sendo comum a escolha entre sapatas ou radier, que distribuem a carga de maneira mais ampla. Essas estratégias, ao considerarem as características específicas do solo, garantem a estabilidade em ambientes na qual a coesão do solo é reduzida (AZEVEDO, 2021) .

Diante dessa rica variedade de contextos geotécnicos e desafios específicos, a análise profunda das características do solo torna-se imperativa para orientar a escolha estratégica de fundações nas edificações do país. Para atender essa variedade de contextos pode-se escolher dentre os diversos tipos de fundações, destacando-se:

- **Estacas:** Elementos alongados cravados no solo, como estacas metálicas, de concreto ou mistas. Indicadas para solos de baixa capacidade de carga e em áreas urbanas densas.
- **Sapatas:** Fundações rasas em forma de placa, distribuem a carga de maneira mais ampla. Adequadas para solos coesivos e na presença de cargas concentradas.
- **Radier:** Laje contínua que cobre toda a área da construção, distribuindo a carga uniformemente. Eficiente em solos homogêneos e com baixa variação na capacidade de carga.
- **Tubulões:** Poços escavados e preenchidos com concreto, utilizados em solos com camadas resistentes em profundidade. Indicados para solos com capacidade de carga variável.
- **Radier Filante:** Variação do radier, estende-se por toda a área da construção, podendo ser mais espesso sob cargas mais elevadas. Ideal para solos com capacidade de carga variável e cargas concentradas.
- **Estacas Strauss:** Estacas moldadas "in loco", perfuradas e preenchidas com concreto durante a retirada da sonda. Utilizadas em solos de capacidade de carga média a alta (PIRES, 2018).
- **Estacas Hélice Contínua:** Estacas moldadas continuamente no solo através de uma haste helicoidal. Adequadas para solos moles e em locais com restrições de vibrações.
- **Estacas Pré-Moldadas:** Estacas fabricadas fora do local da construção e posteriormente cravadas ou moldadas no solo. Versáteis e utilizadas em diversos tipos de solo.

Essa variedade de fundações proporciona aos engenheiros opções adaptáveis às condições específicas de cada local, garantindo a segurança e estabilidade das construções prediais.

2.1.2 A Importância da Escolha Adequada das Fundações em Construções Prediais

A fundação de uma construção, embora frequentemente oculta aos olhos, é o alicerce invisível que determina a estabilidade, segurança e durabilidade de qualquer edificação. As fundações, além de sustentar o peso da construção, estabelecem a interface vital entre a estrutura e o solo subjacente. Carvalho (2018) destaca outros fatores primordiais que deve levar em consideração para a decisão do tipo de fundação, além dos fatores e critérios técnicos e condicionantes da investigação geotécnica, sendo eles: informações de evidências da existência aterros e cortes realizados na região, possibilidades do acontecimento de erosões ou de amolecimento de solos, existência rochas, lixos enterrados ou outros empecilhos.

Uma escolha equivocada nesse estágio crucial pode resultar em implicações severas, desde deformações estruturais até comprometimento da integridade da edificação. A fundação, muitas vezes considerada a parte invisível do processo construtivo, é, na verdade, o elemento que fundamenta toda a estrutura e confiança depositada na construção. Conforme Milititsky, Consoli e Schnaid (2015) problemas originados na etapa de análise e projeto que envolvem o comportamento do subsolo são inúmeros, onde salientam a necessidade de que a estimativa de projeto seja feita por profissionais especializados com um grande acervo de conhecimento

Sendo assim, a decisão sobre o tipo de fundação a ser empregado em uma construção predial não é uma escolha arbitrária, mas sim uma análise baseada em variáveis complexas. Desde as estacas tradicionais e sapatas até inovações modernas como estacas hélice contínua, cada estratégia possui aplicações ideais que consideram fatores como carga estrutural, características do solo e condições ambientais. A abordagem adaptativa é imperativa, considerando que cada construção apresenta demandas únicas. A escolha apropriada das fundações vai além da garantia da estabilidade imediata da estrutura. Influencia diretamente na eficiência global do projeto e na sustentabilidade a longo prazo. Estratégias construtivas inovadoras, alinhadas à escolha correta das fundações, podem reduzir desperdícios, otimizar recursos e minimizar o impacto ambiental, contribuindo para uma abordagem mais sustentável na construção civil.

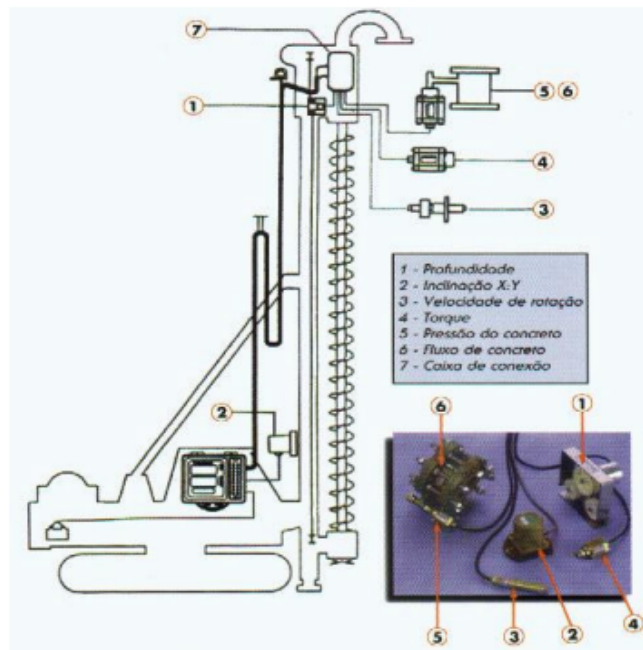
2.2 A Hélice Contínua em Fundações Prediais

Este capítulo se dedica a explorar a aplicação da técnica de hélice contínua em fundações prediais. O início do emprego de estaca executada com trado hélice contínuo se

deu na década de 50 nos Estados Unidos. Na Europa sua introdução se deu através da Alemanha na década de 70, e posteriormente para o Japão (PENNA et al., 1999). A hélice contínua representa uma inovação significativa na engenharia de fundações, oferecendo vantagens notáveis em termos de eficiência, velocidade de execução e controle durante o processo construtivo. O uso da estaca hélice contínua cresceu a tal ponto que, ao final da década de 80, estimava-se que ela contribuiu, aproximadamente, com a metade das estacas com diâmetro de até 600mm, executadas na Grã-Bretanha (CAPUTO et al., 1997). A compreensão aprofundada dessa técnica é essencial para engenheiros, arquitetos e demais profissionais envolvidos em projetos de construção predial, uma vez que ela não apenas simplifica o processo construtivo, mas também apresenta benefícios em termos de segurança e sustentabilidade.

Inicialmente, pretende-se abordar o conceito fundamental por trás da hélice contínua. Trata-se de um método de fundação profunda que utiliza uma haste helicoidal contínua para perfurar o solo. Essa haste, equipada com lâminas helicoidais na extremidade, realiza a perfuração e a compactação do solo de forma contínua durante a inserção no solo (BARRETO, 2014). A compreensão do funcionamento detalhado é crucial para avaliar suas aplicações e benefícios específicos. Este tipo de técnica oferece diversas vantagens, entre essas vantagens estão a rapidez na execução, a minimização de vibrações e ruídos, o controle eletrônico do processo e a capacidade de trabalhar em diferentes tipos de solo. A hélice contínua não apenas simplifica o processo de fundação, mas também promove uma eficiência notável, aspecto crucial em projetos de construção predial (BARRETO, 2014).

Figura 1 - Equipamento para execução de estaca hélice contínua



Fonte: GEOFIX,1998

Em solos coesivos, argilas e silte-argilosos, a hélice contínua se destaca ao penetrar e compactar o solo de maneira contínua, minimizando afundamentos e deformações. Em ambientes urbanos densamente povoados, em que as restrições de espaço e interferências são comuns, a capacidade da hélice contínua de operar em locais compactos a torna uma escolha ideal. A redução de vibrações e ruídos, características intrínsecas a essa técnica, contribuiu para a preservação da integridade de estruturas vizinhas (BARRETO, 2014).

Em terrenos desafiadores, como áreas com características geotécnicas complexas ou presença de água, a hélice contínua demonstra sua robustez, proporcionando estabilidade em condições adversas. Além disso, em projetos de médio e grande porte, como edifícios residenciais, comerciais ou industriais, a hélice contínua se destaca por sua eficiência operacional, oferecendo velocidade de execução notável e suporte para cargas substanciais (BARRETO, 2014). Em cada uma dessas situações, a técnica não apenas oferece uma alternativa, mas muitas vezes se revela como a escolha mais eficaz e adaptável diante de desafios específicos, consolidando-se como uma ferramenta indispensável na construção civil contemporânea.

2.3 Desafios e Considerações na Utilização da Hélice Contínua

Neste trecho do trabalho serão abordados os desafios inerentes à utilização da técnica de hélice contínua em fundações prediais, bem como as considerações essenciais que os profissionais devem levar em conta ao aplicar essa abordagem.

Ao considerar a complexidade geotécnica específica de cada projeto, a hélice contínua pode enfrentar desafios variados. Em locais com características geotécnicas particulares, é crucial avaliar cuidadosamente a adequação dessa técnica, ajustando o processo construtivo conforme necessário (OLIVEIRA, 2014). Ademais, a presença de água no subsolo pode representar um desafio adicional, demandando medidas específicas para garantir a eficácia da hélice contínua.

A restrição de espaço, especialmente em áreas urbanas densamente povoadas, é outro desafio a ser superado. Apesar da habilidade da hélice contínua operar em locais compactos, a presença de estruturas vizinhas e infraestrutura urbana exige uma cuidadosa análise e planejamento para evitar interferências indesejadas e garantir a estabilidade das fundações (OLIVEIRA, 2014).

Além disso, é imperativo considerar as características específicas do projeto em si. Projetos que demandam níveis elevados de carga ou que possuem requisitos especiais podem apresentar desafios únicos que devem ser cuidadosamente abordados na escolha e implementação da hélice contínua.

A escolha da hélice contínua, embora repleta de vantagens, requer uma avaliação criteriosa de cada projeto. A análise geotécnica detalhada, juntamente com a consideração dos desafios específicos apresentados pelo terreno e projeto, são fundamentais para garantir o sucesso e eficácia dessa técnica inovadora em fundações prediais. A atenção cuidadosa a esses desafios e considerações contribui para a aplicação responsável e eficiente da hélice contínua no contexto da construção civil contemporânea (LOBO, 2016).

3 METODOLOGIA

A metodologia adotada para esta pesquisa, centrada no estudo de caso do Edifício Mônaco em São Lourenço - MG, local de exploração de água mineral, envolve uma abordagem exploratória e descritiva. A coleta de dados foi realizada por meio de análise documental, com foco em documentos técnicos, relatórios de sondagens e projetos de fundações. Além disso, será conduzido um estudo de caso abrangente, analisando desde a

concepção do projeto até a conclusão da execução da fundação com estacas de hélice contínua.

A análise qualitativa dos resultados considerou vantagens, desvantagens e impactos do uso da hélice contínua nas fundações, levando em conta aspectos como eficiência, segurança e adequação ao contexto geotécnico específico do Edifício Mônaco.

É importante ressaltar as limitações do estudo, incluindo a dependência de dados disponíveis, a possibilidade de informações incompletas nos registros e a especificidade do estudo de caso, que pode não representar todas as condições geotécnicas possíveis. A pesquisa foi conduzida de acordo com princípios éticos, garantindo a confidencialidade das informações e o respeito aos envolvidos.

A metodologia delineada visa proporcionar uma investigação aprofundada e embasada sobre o uso da hélice contínua em fundações prediais, utilizando o Edifício Mônaco como caso de estudo.

4 ANÁLISE DE DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A pesquisa foi conduzida por meio de uma análise detalhada da concepção arquitetônica e estrutural do Edifício Mônaco, situado em São Lourenço, Minas Gerais. O edifício, projetado com 11 andares, abrange uma área de construção aproximada de 5.000 m² e compreende 32 apartamentos.

Quanto ao solo, diversos fenômenos foram identificados em diferentes profundidades, revelados por uma sondagem realizada em oito camadas, descritas a seguir:

- Na primeira camada, identificou-se argila vermelha com consistência muito mole.
- A segunda camada revelou solo orgânico com argila preta, caracterizado por uma capacidade fofo.
- Na terceira camada, encontrou-se argila arenosa cinza e branca variegada, com consistência variando de muito mole a mole.
- A quarta camada apresentou silte com mica na cor cinza, com compactidade de medianamente compacto a compacto.
- Na quinta camada, identificou-se silte argiloso com mica na cor cinza variegado, com consistência dura.
- A sexta camada consistiu de silte cinza e branco variegado, caracterizado por uma capacidade compacta.

- A sétima camada exibiu silte com mica, com pequenas variações para solo rochoso na cor cinza variegado, com compactidade muito compacta.

Essa sondagem, realizada até uma profundidade de aproximadamente vinte e sete metros, forneceu informações detalhadas sobre cada camada. A Figura 2 ilustra o terreno no qual será implantado o empreendimento, possibilitando assim a compreensão do contexto geotécnico do local.

Figura 2: Terreno do empreendimento



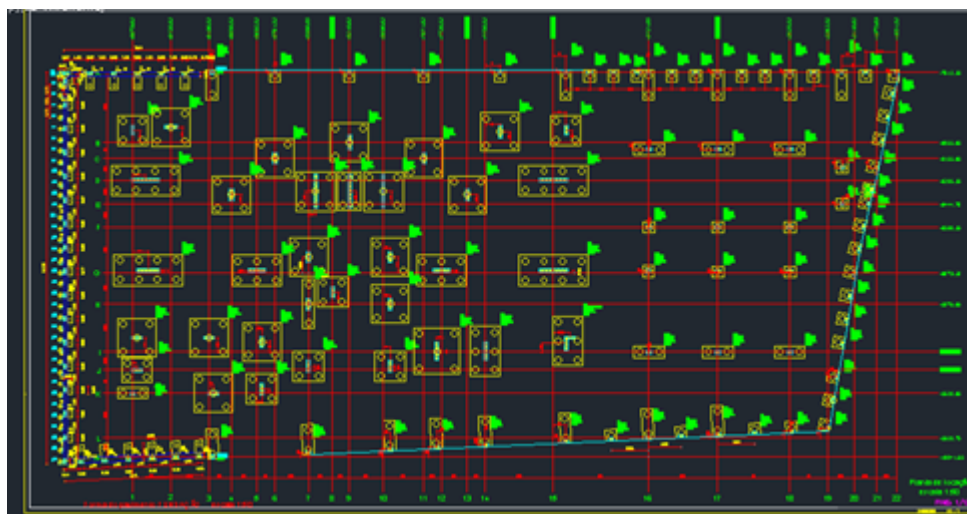
Fonte: <https://earth.google.com/>

4.1 Obtenção dos dados da fundação

A concretização do empreendimento demandou a utilização estratégica de aproximadamente duzentas e cinquenta e sete estacas para a fundação. O dimensionamento dessas estacas foi realizado por meio de cálculos estruturais específicos, levando em consideração as peculiaridades do terreno no qual o edifício seria implantado.

De acordo com as sondagens realizadas no terreno do Edifício, foi elaborado um projeto em que foram planejadas 254 estacas para suprir a carga que foi erguida e sustentada. Todas as estacas apresentaram a perfuração de 40 centímetros de diâmetros na profundidade de 22 metros, com a quantidade de 900 m³ de concreto na sua resistência no FCK 30 MPA no slump de 22 mais ou menos 3. A durabilidade para a conclusão das perfurações das estacas hélice contínuas foi de 45 dias.

Figura 3: Projeto da fundação do empreendimento.



Fonte: Arquivos do autor, 2019

4.2 Comparação das vantagens do uso de hélice contínua, estaca Strauss e estaca raiz

A análise aprofundada dos diversos tipos de estacas é crucial para a seleção do método de fundação mais eficaz em projetos prediais. Por isso, iremos explorar com maior detalhe três categorias distintas de estacas, proporcionando uma visão mais abrangente de suas características, métodos de execução e considerações relevantes.

- **Estaca Hélice Contínua**

A estaca hélice contínua, objeto central deste trabalho, destaca-se por sua abordagem inovadora. Utilizando um equipamento com hélice contínua, esse método molda a estaca no próprio local da obra, oferecendo flexibilidade adaptativa ao terreno específico. A integração de monitoramento eletrônico durante a execução garante um ambiente de trabalho seguro e eficiente, eliminando qualquer impacto de vibrações nas áreas circunvizinhas. A precisão e praticidade dessa técnica a tornam uma opção cada vez mais preferida em projetos modernos de fundações.

- **Estaca Strauss**

Criada com o objetivo de substituir as estacas pré-moldadas cravadas no solo, a estaca Strauss emprega um equipamento complexo chamado bate-estaca. Embora mais manual em comparação com a hélice contínua, esse método enfrenta desafios notáveis. A produção

excessiva de lama durante a execução e uma capacidade de carga relativamente menor são aspectos que merecem atenção. Ainda assim, em certos contextos, especialmente em solos mais firmes, a estaca Strauss pode ser uma alternativa eficaz.

- **Estaca Franki**

A estaca Franki destaca-se pela moldagem no local da obra, empregando um bate-estaca para cravar seus elementos no solo. Embora ofereça a vantagem da moldagem in loco, a notável vibração gerada no terreno durante a execução demanda uma supervisão constante. Além disso, o processo mais demorado e os custos adicionais associados à mão de obra são fatores que requerem consideração cuidadosa. A estaca Franki é uma escolha que precisa ser avaliada caso a caso, levando em conta as características específicas do terreno e do projeto.

Ao considerar os métodos de estacas, Hélice Contínua, Strauss e Franki, é essencial realizar uma análise comparativa detalhada, destacando suas vantagens e desvantagens específicas. Essa abordagem crítica visa fornecer uma visão mais precisa para a escolha informada do método mais adequado em diferentes cenários de construção.

Estaca Hélice Contínua

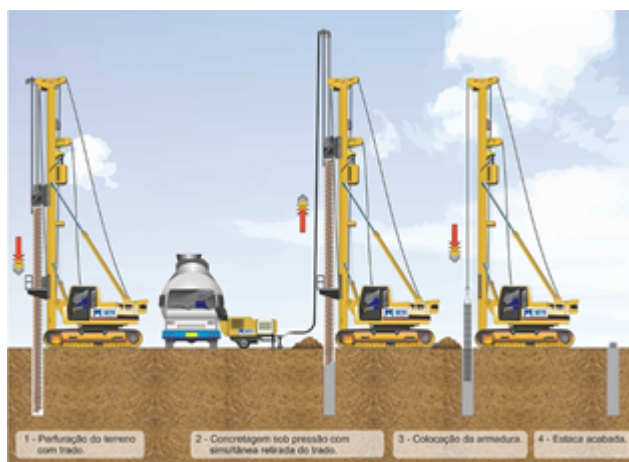
Vantagens:

- A moldagem in loco proporciona adaptação flexível ao terreno.
- Monitoramento eletrônico assegura segurança e precisão durante a execução.
- Ausência de vibrações minimiza impactos nas áreas vizinhas.
- Método eficiente e ágil, contribuindo para prazos mais curtos de construção.

Desvantagens:

- Equipamento especializado pode resultar em custos iniciais mais elevados.
- Limitado em terrenos rochosos devido à necessidade de áreas amplas e planas.

Figura 4 - Funcionamento da Estaca Hélice Contínua



Fonte: Fundações Sete, 2019

Estaca Strauss

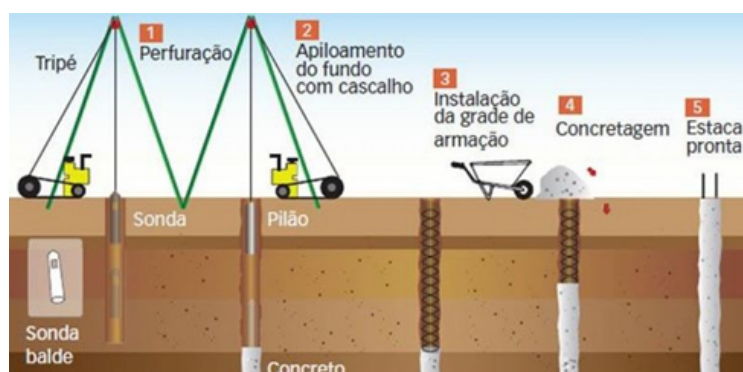
Vantagens:

- Substituição eficaz para estacas pré-moldadas cravadas no solo.
- Potencial para boa performance em solos mais firmes.

Desvantagens:

- Processo mais manual, podendo gerar lama em excesso.
- Capacidade de carga relativamente menor comparada a outros métodos.

Figura 5 - Funcionamento da Estaca Strauss



Fonte: Total Construção, 2020

Estaca Franki

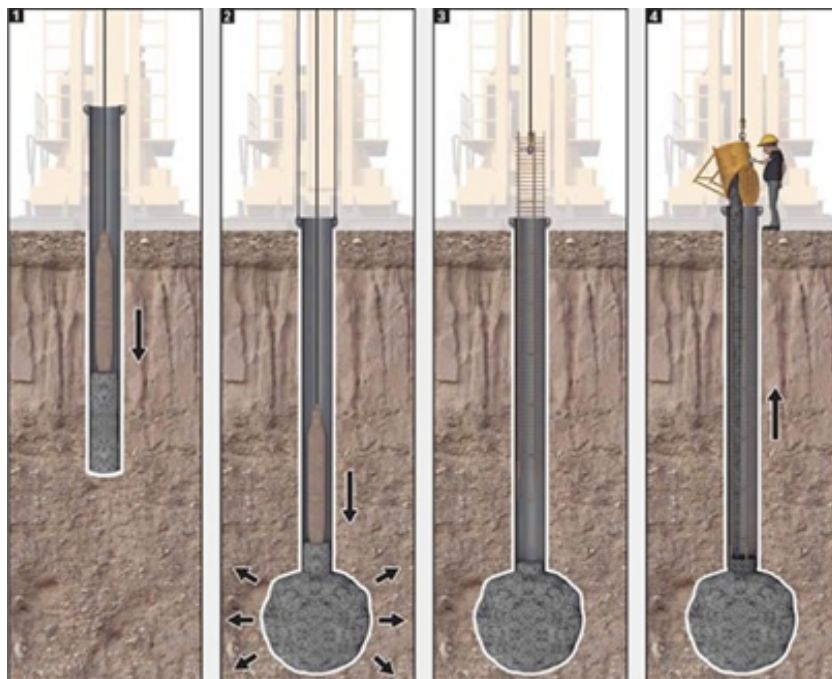
Vantagens:

- Moldagem no local oferece adaptação específica ao terreno da obra.
- Potencial para bom desempenho em solos mais densos.

Desvantagens:

- Gera significativa vibração no terreno durante a execução.
- Processo mais demorado e custos adicionais com mão de obra.

Figura 6 - Funcionamento da Estaca Franki



Fonte: Infraestrutura Urbana, 2019

Comparação Geral

A estaca Hélice Contínua destaca-se como a líder em eficiência construtiva, evidenciando não apenas rapidez na execução, mas também maior agilidade na conclusão das fundações prediais. Seu processo automatizado e moldagem in loco contribuem significativamente para prazos de construção mais curtos e eficiência global.

Adaptação ao Solo

Tanto a estaca Franki quanto a Hélice Contínua mostram-se altamente adaptáveis a uma variedade de condições de solo. No entanto, a Hélice Contínua destaca-se ainda mais pela sua versatilidade em se ajustar a diferentes tipos de terreno, oferecendo uma solução eficaz independentemente das características geotécnicas específicas.

Impacto Ambiental

No quesito ambiental, a Hélice Contínua ganha vantagem significativa ao minimizar vibrações durante a execução. Essa característica não apenas preserva a integridade do

terreno circundante, mas também contribui para práticas de construção mais sustentáveis e menos invasivas.

Custos

Embora os custos iniciais possam variar, a Hélice Contínua, embora possa demandar um investimento inicial mais substancial, frequentemente oferece um retorno mais rápido sobre esse investimento devido à sua eficiência e menor necessidade de correções pós-obra. A longo prazo, essa estaca pode representar uma escolha financeiramente vantajosa.

5 CONCLUSÃO

A construção do Edifício Mônaco, foi marcada pela escolha estratégica da técnica de hélice contínua para suas fundações. A decisão de adotar essa inovação na engenharia civil foi guiada por uma cuidadosa consideração de diversos critérios, muitos deles citados anteriormente nesse trabalho, destacando-se a adaptabilidade a diferentes condições geotécnicas, rapidez de execução e minimização de impactos ambientais.

A escolha estratégica das hélices contínuas para as fundações do Edifício teve resultados notáveis. A técnica contribuiu significativamente para a estabilidade estrutural, fornecendo uma base sólida e homogênea que minimizou assentamentos diferenciais, garantindo a segurança e durabilidade da estrutura. Desafios como a presença de solos coesivos e a possibilidade de condições rochosas, também, foram enfrentados, exigindo uma abordagem personalizada para garantir a eficiência da técnica.

A rapidez na execução foi um dos principais benefícios, acelerando substancialmente o cronograma de construção. Isso permitiu que o Edifício Mônaco fosse concluído em prazos mais curtos em comparação com métodos tradicionais. A eficiência construtiva da hélice contínua também se refletiu na minimização de resíduos, alinhando o projeto com princípios ambientais de sustentabilidade.

A adaptabilidade da hélice contínua a diferentes condições geotécnicas foi evidente no enfrentamento de desafios específicos do solo, mostrando eficiência tanto em solos coesivos quanto em áreas com possíveis condições rochosas. No contexto urbano, a hélice contínua se destacou ao exigir menos espaço para manobras e minimizar interferências com estruturas vizinhas, contribuindo para a harmonia do projeto.

A capacidade da hélice contínua de lidar com restrições de espaço e minimizar interferências com estruturas vizinhas demonstrou ser uma vantagem significativa em

ambientes urbanos. Engenheiros especializados foram envolvidos desde a análise geotécnica até a execução, garantindo uma abordagem precisa e eficiente. Com isso, a escolha da hélice contínua para as fundações do Edifício Mônaco não apenas atendeu às exigências técnicas, mas também refletiu uma abordagem consciente, considerando a eficiência construtiva, a sustentabilidade ambiental e a adaptabilidade a desafios geotécnicos específicos.

Além dos benefícios tangíveis, a experiência adquirida com a hélice contínua no Edifício Mônaco proporcionou valiosas lições aprendidas. Essa expertise pode ser aplicada em futuros projetos, beneficiando a comunidade de engenharia civil e reforçando a posição da hélice contínua como uma opção eficaz e inovadora em fundações prediais.

Em conclusão, a escolha estratégica e a utilização das hélices contínuas nas fundações do Edifício Mônaco representaram não apenas uma inovação na engenharia civil, mas também um marco de eficiência e sustentabilidade. Foram utilizadas 254 estacas de 22 metros de profundidade, com o custo total de 630 mil reais. Dessa forma, a utilização das hélices contínuas no Edifício Mônaco não apenas atendeu aos requisitos técnicos específicos do projeto, mas também delineou um padrão para escolhas conscientes, eficiência construtiva e sustentabilidade ambiental. O sucesso desta abordagem destaca a importância de considerações criteriosas na seleção de técnicas de fundação e destaca a hélice contínua como uma opção valiosa e promissora na construção civil contemporânea.

USE OF CONTINUOUS PROPELLER IN BUILDING FOUNDATIONS: A CASE STUDY IN THE CITY OF SÃO LOURENÇO - MG

ABSTRACT

This undergraduate thesis examines the selection and application of the continuous helical pile technique in the foundations of the Mônaco Building, an eleven-story structure located in São Lourenço, MG. Initially delving into the context of building foundations, it discusses types and the significance of appropriate choices. The theoretical framework covers an introduction to the continuous helical pile, its challenges, and considerations in its application, followed by a detailed methodology on data acquisition for the foundation. The analysis and discussion of results include a comprehensive comparison between the continuous helical pile, Strauss pile, and root pile. The central focus is on the application of the continuous helical pile in the Mônaco Building, revealing benefits such as structural

stability, quick execution, and waste minimization. The work serves as a detailed case study on the effectiveness of the continuous helical pile in a specific context. The concluding remarks highlight the success of the continuous helical pile in the Mônaco Building, solidifying it as an effective and sustainable option in building foundations. Lessons learned and the technical expertise acquired contribute to advancements in civil engineering, outlining standards for conscious and efficient choices in construction. This case study contributes to the understanding and application of the continuous helical pile in future projects, reinforcing its role as a valuable innovation in foundation engineering.

Key Words: Continuous helical pile, Building foundations, Case study, Structural stability, Construction efficiency, Waste minimization, Foundation types, São Lourenço, MG, Civil engineering, Sustainable foundations

REFERÊNCIAS

AZEREDO, H.A. **O edifício até sua cobertura**. 2. ed. rev. São Paulo: Edgard Blücher, 1997. p. 29-47.

AZEVEDO, G.F. **Análise numérica da influência da geometria do contato bloco-solo no comportamento de fundações estacadas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

BARRETO, G.W. **Projeto de uma perfuratriz multifuncional para execução de estacas desenvolvimento de um ensaio de campo que utiliza o sistema de monitoramento eletrônico da perfuratriz**. Tese (Doutorado em Ciências Geotécnicas), Universidade de São Paulo.vol 1. São Carlos, 2014.

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

CARVALHO C. S; FALCONI, Frederico F.; FROTA, Régis G. Q.; HACHICH, Waldemar; NIYAMA, Sussumu; SAES, José Luís. **Fundações: Teoria e Prática**. ABEF Ass. Brasileira de Empresas de Eng. de Fundações e Geotecnia/ABMS Ass. Brasileira de Mecânica dos Solos e Eng. Geotécnica: São Paulo, 2018.

DE COCK, F. & LEGRAND, C. (1997). **Design of axially loaded piles – European Practice**. *Proceeding of the ErtC3 Seminar Brussels/Belgium*. April.

LOBO, L F. C. **Análise geotécnica da estaca hélice contínua: caso prático**. Macaé, 2016.

MILITITSKUY, Jarbas. CONSOLI, Nilo Cesar. SCHINAID, Fernando. – **Patologia das Fundações**, Editora PINI, São Paulo, maio, 2008.

MILITITSKY, Jarbas; CONSOLI, Nilo Cesar; SCHNAID, Fernando. **Patologia das fundações**. 2. ed. Ed. Oficina de Textos: Cubatão, 2015.

OLIVEIRA, V.K.S. **Análise do comportamento de estacas tipo hélice contínua em argila porosa: estudo de caso: Brasília, 2014.**

PENNA, S.D.A.; CAPUTO, A.N.; MAIA, C.M.; PALERMO, G.; GOTLIEB, M.; PARAÍSO, S.C.; ALONSO, U.R. **A estaca hélice -contínua – A experiência atual**. 1. ed. São Paulo: Falconi, F.F. & Marzionna, J.D., ABMS/ABEF/IE, 1999. 162p.

PEREIRA, Caio. **O que é bloco de fundação? Escola Engenharia, 2017**. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/blocos-de-fundacao>>. Acesso em: 10 de setembro de 2023.)

QUARESMA, A.R.; DÉCOURT, L.; QUARESMA FILHO, A.R.; ALMEIDA, M.S.S.; DANZIGER, F. **Investigações geotécnicas**. In: HACHICH, W.; FALCONI, F.F.; SAES, J.L.; FROTA, R.G.Q.; CARVALHO, C.S.; NIYAMA, S. (Org.). **Fundações: teoria e prática**. 2. ed. São Paulo: Pini, 1998. p. 119-162.