



Estudo Comparativo de Fundações em Edifício Alto: Estacas Hélice Contínua versus Estacas Escavadas com Fluido Estabilizante em Goiânia

Flávia Albuquerque 1

Estudante, Instituto Federal Goiano - Campus Trindade, Trindade, GO, Brasil,
flavia.albuquerque@estudante.ifgoiano.edu.br

Mariana Araujo de Oliveira 2

Estudante, Instituto Federal Goiano - Campus Trindade, Trindade, GO, Brasil,
mariana.oliveira@estudante.ifgoiano.edu.br

Vinicius Otto de Aguiar Ritzmann Marzall 3

Instituto Federal Goiano - Campus Trindade, Trindade, GO, Brasil,
vinicius.marzall@ifgoiano.edu.br

Aleones José da Cruz Júnior 4

Instituto Federal Goiano - Campus Trindade, Trindade, GO, Brasil,
aleones.junior@ifgoiano.edu.br

RESUMO: O crescimento das cidades tem ocasionado construções cada vez mais verticalizadas e exigido soluções de fundações para acessar camadas mais resistentes. No centro-oeste brasileiro, de modo geral, têm sido adotadas estacas tipo hélice contínua para capacidade de carga e conceitos de radier estaqueado para previsão de recalques. Contudo, nos últimos anos, estacas escavadas de grande diâmetro com fluido estabilizante têm sido consideradas como soluções de fundação alternativas, possibilitando a dissipação de um nível maior de carga e aproveitando a disponibilidade de equipamentos. Assim, este trabalho mostra um estudo de caso de viabilidade econômica de dois métodos executivos de fundações, estaca hélice contínua e estaca escavada com fluido estabilizante em um edifício de 38 pavimentos em Goiânia. Foram considerados aspectos geotécnicos, solicitações estruturais, volume de concreto das estacas e dos blocos de coroamento, quantidade de armação, mão de obra e demais insumos. As estacas escavadas de grande diâmetro mostraram viabilidade econômica em termos dos insumos, no entanto, necessitam de maior cronograma. Também se ressalta a importância de realização de prova de carga estática instrumentada como medida de controle e verificação do comportamento real. Observou-se ainda que estacas hélice podem ser vantajosas desde que filosofias de projeto de radier estaqueado sejam seguidas.

PALAVRAS-CHAVE: Fundações profundas, Viabilidade econômica, Estacas hélice Contínua, Estacas escavadas estabilizadas com fluido estabilizante.

ABSTRACT: The rapid urbanization has led to the construction of increasingly tall buildings, demanding foundation solutions to access more resistant layers. In the Brazilian central-west region, continuous flight auger piles have been commonly used for load-bearing capacity, while piled raft concepts have been employed to predict settlements. However, in recent years, large-diameter bored piles with stabilizing fluid have emerged as alternative foundation solutions, allowing for higher load dissipation and making use of available equipment. This study presents a case study on the economic feasibility of two foundation methods, namely continuous flight auger piles and bored piles with stabilizing fluid, for a 38-story building in Goiânia. Geotechnical

Aponte a câmera do seu
smartphone para o
QR Code ao lado e salve o
evento na sua agenda.



sefe 10

aspects, structural demands, concrete volume for piles and pile caps, reinforcement quantities, labor, and other inputs were considered. The large-diameter bored piles demonstrated economic feasibility in terms of inputs, although a longer construction schedule was required. It is also emphasized the importance of conducting instrumented static load tests as a measure of control and verification of actual behavior. Furthermore, it was observed that continuous flight auger piles can be advantageous when designed following piled raft design philosophies.

KEYWORDS: Deep foundations, Economic feasibility, Continuous flight auger piles, Bored piles with stabilizing fluid.

Aponte a câmera do seu
smartphone para o
QR Code ao lado e salve o
evento na sua agenda.



Realização:



Avenida Rebouças, 353, Sala 74 A
Cerqueira César, São Paulo/SP, 05401-900
Telefone: (11) 3052-1284
E-mail: abef@abef.org.br

Organização:



Avenida T-9, 2310 - Ed. Inove Intelligent Place
Sala B701, Jardim América, Goiânia/GO, 74255-220
E-mail: secretaria@qeeventos.com.br
Site: www.qeeventos.com.br



1 Introdução

O crescimento das cidades tem gerado um aumento significativo na densidade de ocupação de espaços centrais, resultando na necessidade de construções mais altas em terrenos cada vez mais reduzidos. Como resultado desse cenário, a etapa de fundação de edifícios altos tornou-se crucial e mais complexa, especialmente em áreas urbanas densamente desenvolvidas, onde a necessidade de acessar camadas mais resistentes do solo e lidar com cargas significativamente elevadas se torna necessário. Nesse contexto, diferentes técnicas de fundação têm sido desenvolvidas para atender a essas demandas. Poulos (2017) discute os principais aspectos inerentes ao avanço das construções de edifícios super altos, e afirma que no geral, os aspectos positivos tendem a superar os aspectos negativos, e a busca contínua por uma altura cada vez maior comprova essa direção de desenvolvimento da civilização moderna.

No centro-oeste do Brasil, em particular em Goiânia, têm sido comumente adotadas as estacas do tipo Hélice Contínua Monitorada (HCM), que apresentam eficiência em acessar camadas mais resistentes fornecendo a capacidade de carga típica para a construção de prédios altos na região, com alturas entre 120m a 180m. Um ponto negativo dessa técnica, entretanto, é que podem resultar em grande número de estacas e conseqüentemente em grandes blocos, podendo ainda ser utilizado o conceito de radier estaqueado para redução dos níveis de recalques. Essa abordagem tem sido amplamente utilizada para alicerçar edifícios altos na região, devido a disponibilidade dos equipamentos e também atendendo aos cronogramas de obra.

Nos últimos anos, no entanto, as estacas Escavadas com Fluido Estabilizante (EFE) de grande diâmetro, têm sido consideradas como alternativa às HCMs, pois permitem a absorção de um nível maior de carga, diminuindo consideravelmente o número de estacas e conseqüentemente o tamanho e associação de blocos, aproveitando também a recente viabilidade e disponibilidade de equipamentos adequados para sua execução. Como deméritos ao uso da EFE podem ser citadas a necessidade de insumos adicionais, além de apresentar uma produtividade menor, demandando um cronograma maior para execução das fundações.

Dessa forma, objetivo deste trabalho é analisar a viabilidade econômica dos métodos executivos de fundações em estacas HCM e EFE, para um edifício de 38 pavimentos em Goiânia, observando aspectos geotécnicos e solicitações estruturais, onde serão considerados o volume de concreto das estacas e dos blocos de coroamento, quantidade de aço, mão de obra e demais insumos envolvidos. Ao realizar essa análise comparativa, será possível avaliar as vantagens e desvantagens de cada técnica e trazer reflexões para as condições específicas da obra analisada.

Além disso, o estudo também busca demonstrar a importância da realização de provas de carga estática instrumentada como medida de controle e verificação do comportamento real das fundações, de modo a garantir a segurança e a eficiência do sistema de fundação escolhido. Também são discutidos aspectos gerais de projeto e execução das duas soluções que poderiam levar a diferenças nos quantitativos e valores, alterando os resultados obtidos neste trabalho.

Uma das etapas preliminares do desenvolvimento de projeto de fundações consta, a depender da abordagem, num orçamento prévio comparativo das escolhas dos tipos de soluções, que é influenciada por aspectos geotécnicos, estruturais, normativos e executivos. Este orçamento prévio é fundamental na tomada de decisão do tipo de fundação adotado no projeto executivo. O presente trabalho não tem a pretensão de substituir tal orçamento, como uma solução padrão universal, uma vez que o estudo de caso reflete condições específicas de uma obra, e valores unitários regionais do tempo presente. Todavia a reflexão sobre o estudo de caso pode trazer contribuições valiosas para a comunidade geotécnica sobre a prática atual de fundações. Trabalhos semelhantes de análise de viabilidade técnico financeira entre estacas HCM e EFE foram realizados por Abreu (2017), Naves (2018) e Schimunek (2020).

Aponte a câmera do seu
smartphone para o
QR Code ao lado e salve o
evento na sua agenda.



2 Materiais e Método

A obra definida como estudo de caso localiza-se no setor Marista em Goiânia, Goiás, no Centro-Oeste do Brasil, nas coordenadas 16°42'13.9"S 49°15'47.8"W, conforme mostra a Figura 1. No terreno será construída uma torre constituída por 38 pavimentos mais 2 subsolos e altura aproximada de 118 metros. Para o desenvolvimento dos projetos de fundações foram executadas campanhas de sondagens à percussão (Standard Penetration Test – SPT), entre abril/2021 e fevereiro/2022, com um total de 5 furos seguindo os preceitos da NBR 6484 (2020).

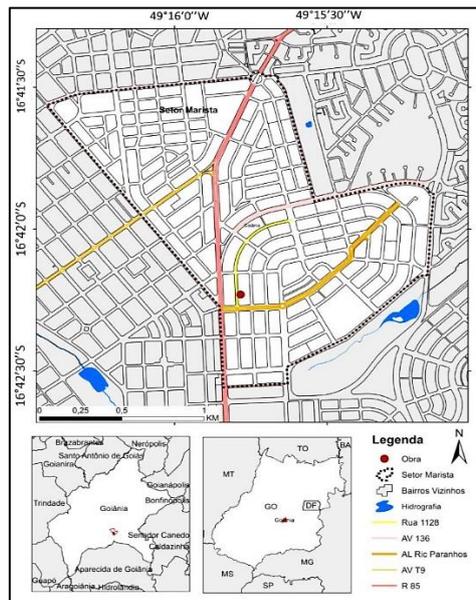


Figura 1. Localização do estudo de caso.

A Figura 2 mostra a locação dos furos de sondagem e um perfil típico construído a partir das sondagens. Os projetos de fundação foram desenvolvidos partindo exclusivamente dos resultados das campanhas de sondagens e da planta de locação de cargas do edifício (projeto estrutural), observando as cargas que serão transmitidas pelos elementos estruturais do edifício para a fundação.

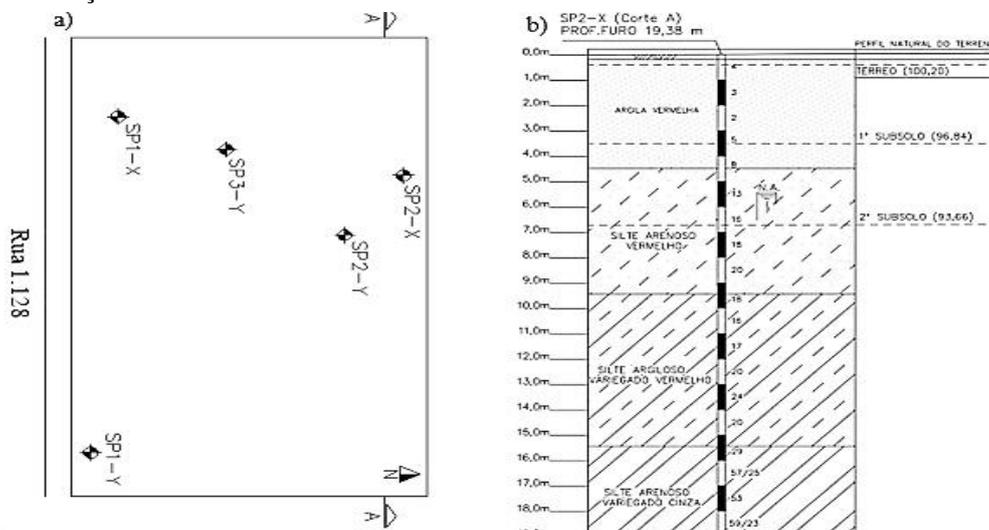


Figura 2. a) Locação das sondagens; b) Perfil de solo definido pelas sondagens SPT.

Aponte a câmera do seu
smartphone para o
QR Code ao lado e salve o
evento na sua agenda.



Para o estudo de caso do presente trabalho foram analisados os dois projetos de fundação elaborados pelo projetista contratado pela construtora, o primeiro em estaca HCM e o segundo estaca EFE. As Provas de Carga Estática (PCE) foram executadas no nível do terreno natural anteriores à escavação do terreno em estacas HCM, ainda para a configuração do primeiro projeto desenvolvido, no entanto, o projeto executado foi em estacas EFE. Na Figura 3 são mostrados em planta baixa a distribuição de estacas de cada projeto.

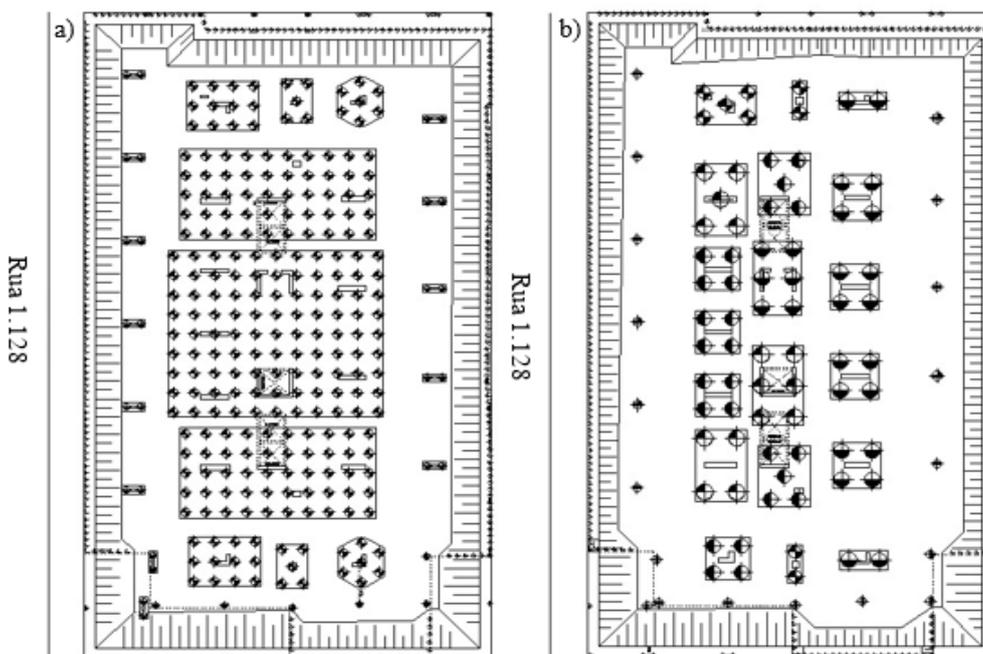


Figura 3. Soluções de fundação: a) em estacas HCM; b) em estacas EFE.

Para o levantamento de todos os quantitativos envolvidos neste estudo foram considerados os procedimentos executivos descritos no anexo N e anexo J da NBR 6122 (ABNT, 2019), respectivamente, para estacas HCM e EFE. Também foram levados em consideração detalhes executivos previstos nos projetos para estacas HCM e EFE, e de fato executados nas estacas EFE. Além disso também foram observados os detalhes e procedimentos de campo que constam no manual de especificações de produtos e procedimentos da ABEF (ABEF, 2004), para assim definir todos os quantitativos envolvidos nas duas soluções de fundação estudadas no presente trabalho.

Os valores unitários dos insumos adotados neste estudo foram os praticados no mercado regional de Goiânia e adotados no planejamento da obra na época do empreendimento. Tal premissa serviu de base para que os valores totais refletissem a prática de mercado do estudo de caso. Durante a confecção dos orçamentos, observou-se que a utilização de sistemas de custos unitários de referência como SINAPI poderia levar a diferenças, que a depender da composição do serviço apresentariam discrepâncias em relação à ocorrência local real.

3. Análise de Resultados

A partir dos quantitativos levantados para cada projeto e dos valores unitários adotados pode-se fazer o levantamento dos custos totais de cada serviço envolvido. As Tabelas 1 e 2 apresentam os custos para cada solução de projeto de fundação em estacas HCM e EFE.

Aponte a câmera do seu
smartphone para o
QR Code ao lado e salve o
evento na sua agenda.





Tabela 1 - Custos dos materiais e execução - Estacas HCM.

Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Valor Unitário	Valor Total
1	Mobilização/desmobilização				R\$ 8.000,00
1.1	Mobilização/desmobilização da perfuratriz	1,0	vb	R\$ 8.000,00	R\$ 8.000,00
2	Execução das estacas				R\$ 293.060,00
2.1	Perfuração Ø50 cm	420	m	R\$ 50,00	R\$ 21.000,00
2.2	Perfuração Ø70 cm	3.600	m	R\$ 70,00	R\$ 252.000,00
2.3	Máquina para auxiliar na execução das estacas	1,2	mês	R\$ 17.000,00	R\$ 20.060,00
3	Retirada de material escavado das estacas				R\$ 88.634,00
3.1	Retirada do solo das estacas	1.820	m³	R\$ 48,70	R\$ 88.634,00
4	Aço das estacas	37.280	kg	R\$ 7,20	R\$ 268.416,00
5	Concreto Usinado - Estacas				R\$ 908.118,20
5.1	Concreto Fck 30 MPa	1.500	m³	R\$ 576,00	R\$ 864.000,00
5.2	Taxa de bombeamento	35	dia	R\$ 1.200,00	R\$ 42.000,00
5.3	Cimento comum F 32 CPHI 50kg	70	sacos	R\$ 30,26	R\$ 2.118,20
6	Ensaio de prova de carga instrumentada				R\$ 86.000,00
6.1	Materiais e preparação	1	vb	R\$ 58.000,00	R\$ 58.000,00
6.2	Instrumentação	2	unidade	R\$ 5.000,00	R\$ 10.000,00
6.3	Ensaio	2	unidade	R\$ 9.000,00	R\$ 18.000,00
7	Arrasamento das estacas				R\$ 8.803,00
7.1	Arrasamento da cabeça das estacas	88,03	m³	R\$ 100,00	R\$ 8.803,00
8	Retirada do entulho do Arrasamento das estacas				R\$ 5.281,80
8.1	Retirada do entulho do Arrasamento das estacas	88,03	m³	R\$ 60,00	R\$ 5.281,80
9	Escavação dos blocos				R\$ 161.561,43
9.1	Retirada do solo dos blocos	2.271	m³	R\$ 15,00	R\$ 34.061,43
9.2	Locação de escavadeira hidráulica	2	mês	R\$ 51.000,00	R\$ 102.000,00
9.3	Locação de mini escavadeira hidráulica	2	mês	R\$ 17.000,00	R\$ 25.500,00
10	Corte dobra e montagem de aço - Blocos				R\$ 1.565.989,70
10.1	Aço dos blocos	210.200	kg	R\$ 6,30	R\$ 1.324.259,75
10.2	Amação do aço dos blocos	210.200	kg	R\$ 1,15	R\$ 241.729,95
11	Concreto Usinado - Blocos				R\$ 1.435.453,75
11.1	Concreto Fck 45 MPa	2.384	m³	R\$ 595,70	R\$ 1.420.327,51
11.2	Taxa de bombeamento	12	dia	R\$ 1.200,00	R\$ 14.400,00
11.3	Cimento comum F 32 CPHI 50kg	24	sacos	R\$ 30,26	R\$ 726,24
12	Custos de administração				R\$ 242.204,70
12.1	Equipe de apoio	3,18	mês	R\$ 22.865,00	R\$ 72.710,70
12.2	Administração da obra	3,18	mês	R\$ 53.300,00	R\$ 169.494,00
Total					R\$ 5.071.522,58

Aponte a câmera do seu
smartphone para o
QR Code ao lado e salve o
evento na sua agenda.





Tabela 2 - Custos dos materiais e execução - Estacas EFE.

Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Valor Unitário	Valor Total
1	Mobilização/desmobilização				R\$ 60.000,00
1.1	Mobilização/desmobilização (incluindo máquina para acompanhamento)	1,0	vb	R\$ 60.000,00	R\$ 60.000,00
2	Execução das estacas				R\$ 770.100,00
2.1	Perfuração Ø70 cm	210,0	m	R\$ 240,00	R\$ 50.400,00
2.2	Perfuração Ø80 cm	65,0	m	R\$ 270,00	R\$ 17.550,00
2.3	Perfuração Ø110 cm	160,0	m	R\$ 420,00	R\$ 67.200,00
2.4	Perfuração Ø120 cm	460,0	m	R\$ 450,00	R\$ 207.000,00
2.5	Perfuração Ø130 cm	460,0	m	R\$ 480,00	R\$ 220.800,00
2.6	Perfuração Ø140 cm	290,0	m	R\$ 510,00	R\$ 147.900,00
2.7	Caminhão pipa para o abastecimento da central de fluido	75.000,0	litros	R\$ 0,35	R\$ 26.250,00
2.8	Topografo para acompanhamento da execução das estacas	2,8	mês	R\$ 11.000,00	R\$ 30.800,00
3	Retirada de material escavado das estacas				R\$ 95.598,10
3.1	Retirada do solo das estacas	1.963,0	m³	R\$ 48,70	R\$ 95.598,10
4	Corte dobra e montagem de aço - Estacas				R\$ 206.940,40
4.1	Aço das estacas	27.229,0	kg	R\$ 6,30	R\$ 171.542,70
4.2	Armação do aço das estacas	27.229,0	kg	R\$ 1,30	R\$ 35.397,70
5	Concreto Usinado - Estacas				R\$ 934.046,52
5.1	Concreto Fck 30 MPa	1.510,0	m³	R\$ 576,00	R\$ 869.760,00
5.2	Taxa de bombeamento	51,0	dia	R\$ 1.200,00	R\$ 61.200,00
5.3	Cimento comum F 32 CPII 50kg	102,0	sacos	R\$ 30,26	R\$ 3.086,52
6	Ensaio de prova de carga instrumentada				R\$ 216.789,00
6.1	Materiais e preparação	1,0	vb	R\$ 65.789,00	R\$ 65.789,00
6.2	Instrumentação	1,0	unidade	R\$ 5.000,00	R\$ 5.000,00
6.3	Ensaio	1,0	unidade	R\$ 146.000,00	R\$ 146.000,00
7	Arrasamento das estacas				R\$ 17.312,00
7.1	Arrasamento das estacas	173,1	m³	R\$ 100,00	R\$ 17.312,00
8	Retirada do entulho do Arrasamento das estacas				R\$ 10.387,20
8.1	Retirada do entulho do Arrasamento das estacas	173,1	m³	R\$ 60,00	R\$ 10.387,20
9	Escavação dos blocos				R\$ 144.406,50
9.1	Retirada do solo dos blocos	1.127,1	m³	R\$ 15,00	R\$ 16.906,50
9.2	Locação de escavadeira hidráulica	2,0	mês	R\$ 51.000,00	R\$ 102.000,00
9.3	Locação de mini escavadeira hidráulica	1,5	mês	R\$ 17.000,00	R\$ 25.500,00
10	Corte dobra e montagem de aço - Blocos				R\$ 711.757,80
10.1	Aço dos blocos	91.251,0	kg	R\$ 6,30	R\$ 574.881,30
10.2	Armação do aço dos blocos	91.251,0	kg	R\$ 1,50	R\$ 136.876,50
11	Concreto Usinado - Blocos				R\$ 526.556,06
11.1	Concreto Fck 45 MPa	867,0	m³	R\$ 595,70	R\$ 516.471,90
11.2	Taxa de bombeamento	8,0	dia	R\$ 1.200,00	R\$ 9.600,00
11.3	Cimento comum F 32 CPII 50kg	16,0	sacos	R\$ 30,26	R\$ 484,16
12	Custos de administração				R\$ 380.825,00
12.1	Equipe de apoio	5,0	mês	R\$ 22.865,00	R\$ 114.325,00
12.2	Administração da obra	5,0	mês	R\$ 53.300,00	R\$ 266.500,00
	Total				R\$ 4.074.718,58

Ao observar os resultados das Tabelas 1 e 2 percebe-se que a solução em estacas HCM mostra-se mais econômica em termos dos custos envolvidos para execução das estacas e das PCE, ao passo que a solução em estacas EFE mostrou-se mais econômica para os serviços dos blocos. Cabe ressaltar que no estudo de caso o tempo necessário para execução de toda a solução de fundação em estacas EFE foi de 2,8 meses, e o tempo planejado para a solução em estacas HCM seria de 1,2 meses, sendo esse tempo calibrado por execução de outras obras anteriores semelhantes executadas em estacas HCM.

Ao final a solução em estaca HCM apresentou um custo de R\$ 5.071.522,58, e a solução em estacas EFE de R\$ 4.074.718,58. Assim, a solução em estaca EFE mostrou uma economia de

Aponte a câmera do seu
smartphone para o
QR Code ao lado e salve o
evento na sua agenda.



24% em relação às estacas HCM. Cabe ainda ressaltar que a execução das estacas EFE mostrou a necessidade de uma maior quantidade de insumos envolvidos, com velocidade de execução menor, com conseqüente necessidade maior de tempo quando comparado às estacas HCM.

Na Figura 4 são apresentados de modo comparativo os valores por serviços previstos nas Tabelas 1 e 2. Cabe notar que em termos de valores por serviço as estacas EFE mostraram maiores valores que as estacas HCM, principalmente, nos custos de mobilização, perfuração das estacas, ensaios de PCE e administração. Ao passo que as estacas HCM mostraram maiores custos nos serviços de aço das estacas e dos blocos, concreto e escavação dos blocos.

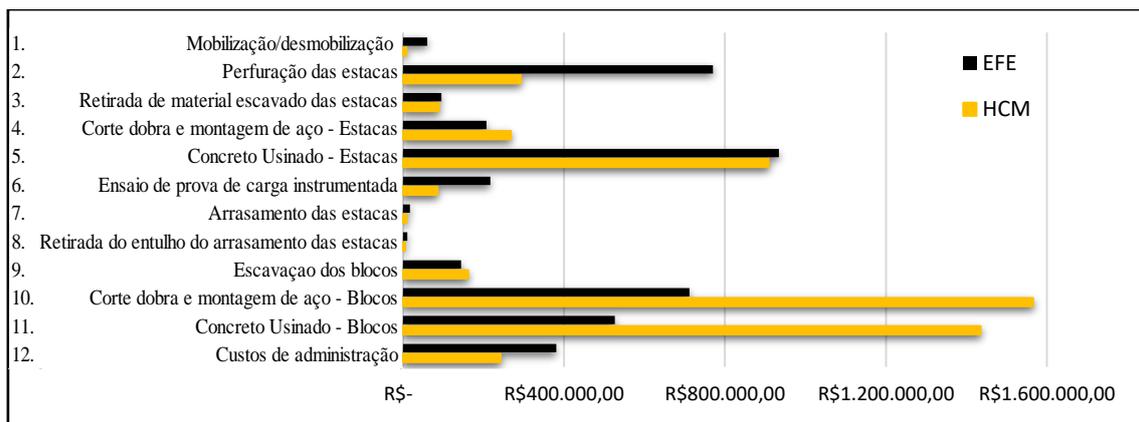


Figura 4 – Gráfico comparativo dos custos dos materiais e execução.

A execução de PCE para cargas muito elevadas, como previstas para as fundações em estacas EFE, são representativamente mais caras (300%), e considerando a obrigatoriedade de execução que consta na NBR 6122, não há como eliminar estes custos. De modo geral, pode-se melhorar consideravelmente a qualidade de informação obtida pela PCE ao instrumentar com sensores para monitorar as cargas ao longo da estaca, assim obtendo as parcelas de carga dissipadas por atrito lateral e percebidas na ponta, estudos realizados por Silva et al (2022) mostraram economias da ordem de 25% dos custos globais da fundação ao otimizar o número de estacas HCM a partir dos resultados de instrumentação.

Uma solução alternativa para tornar menores os custos de PCE em estacas EFE pode ser instrumentar estacas de menor diâmetro, onde os resultados de tensões cisalhantes unitárias (adesões) pudessem ser extrapolados para estacas de maiores diâmetros, assim tornando viável a PCE com execução de cargas menores que resultam em um custo menor. Cabe ressaltar que a experiência local ainda é limitada com estacas EFE em relação ao nível de adesão e capacidade de resistência e embutimento de ponta que pode ser considerada para os solos regionais, e PCE's mesmo sendo caras não podem ser dispensadas.

A solução de fundação em estacas HCM mostrada na Figura 3 e com custos levantados na Tabela 1, poderia ser bem diferente, com menores quantitativos e valores totais, caso o projeto fosse desenvolvido com a premissa de que o radier pode suportar parte das cargas, e de que as estacas estariam em pontos localizados e em sua maioria suportando cargas limites, abordagem conhecida como “*creep-piling*” (Poulos, 2001). Atualmente no mercado regional a filosofia de radier estaqueado tem sido considerada em projetos de fundação somente para previsão de recalques usando ferramentas numéricas, sendo que inicialmente o estaqueamento foi determinado usando uma abordagem convencional onde cerca de 95% das cargas seriam absorvidas pelas estacas, o que resulta num número elevado de estacas.

Recomendações específicas previstas na NBR 6122 (ABNT, 2019), no anexo J, para estacas EFE podem tornar o processo executivo mais demorado, como cuidados adicionais, se for considerada dissipação de carga na ponta da estaca, também relacionadas ao controle de qualidade

Aponte a câmera do seu smartphone para o QR Code ao lado e salve o evento na sua agenda.





da lama e dos materiais em suspensão, que podem se tornar contaminação caso não sejam expurgados. Também cabe ressaltar que a norma recomenda que pelo menos uma estaca seja exumada até o nível de água, e que não sejam executadas estacas adjacentes com espaçamento menor 5D em períodos menores que 12 horas, cuidados que tornam ainda mais demorados a execução de estacas EFE.

4 Conclusões

O presente trabalho apresentou uma análise comparativa de viabilidade financeira de um estudo de caso de duas soluções de fundação, em estacas HCM e EFE, para uma obra de edifício vertical de 38 pavimentos, com 118 metros de altura, onde os quantitativos e valores unitários refletem a realidade de mercado de um caso objetivo. Assim podem ser enumeradas as principais conclusões:

- Para o estudo de caso a solução em estacas EFE mostrou uma economia de cerca de 20% em termos dos valores totais previstos para fundação. Em contraponto mostrou necessidade de um prazo de execução de 2,3 vezes maior que as estacas HCM.
- Os custos de execução relacionados aos blocos de fundação na solução em estacas HCM, mostraram ser bem maiores, cerca de 1,9 vezes, inviabilizando a solução em comparação com estacas EFE.
- A solução em estacas HCM resultam em blocos de grandes dimensões com associações de vários pilares, e muitas vezes são chamados de radiers, e apesar de serem considerados na estimativa de recalques, não são considerados na capacidade de carga das fundações, ou seja, o item que mais onera a solução representa um subdimensionamento, uma vez que quantidade de carga que poderia ser dissipada por ele não é considerada.
- As estacas HCM apresentaram vantagem em termos de produtividade, uma vez que a perfuração e a concretagem podem ser realizadas em um único processo. Além disso, a técnica oferece maior controle na execução e menor geração de resíduos.

O estudo comparativo entre as fundações de estacas HCM e estacas EFE demonstrou que ambas as técnicas de fundação são exequíveis para o tipo de solo encontrado na região. No entanto, a escolha entre as duas técnicas deve ser feita com base em uma análise cuidadosa de fatores como custos, prazos, controle com provas de carga, disponibilidade de equipamentos e experiência da equipe de construção.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal Goiano Câmpus Trindade pelo incentivo à pesquisa científica e à formação profissional. A Opus Incorporadora Ltda por fornecer todos os dados para a pesquisa e permitir sua publicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu, L.P. (2017). *Avaliação de projeto de fundação em estaca escavada x estaca Hélice contínua*. Trabalho de Conclusão de Curso, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas, TO, 81 p.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (2019). NBR 6122. *Projeto e execução de fundações*. Rio de Janeiro. 120 p.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (2020). NBR 6484: *Solo – Sondagem de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio*. Rio de Janeiro, 32p.

Aponte a câmera do seu
smartphone para o
QR Code ao lado e salve o
evento na sua agenda.





- Associação Brasileira de Empresas de Fundações e Geotecnia (2004). Manual de Especificações de Produtos e Procedimentos ABEF. São Paulo: PINI, 3ª edição, 2004. 410 p.
- ANTUNES, W.R.; TAROZZO, H. Execução de fundações profundas: estacas tipo hélice contínua. 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.345-348.
- ALONSO, U.R. Execução de fundações profundas: estacas injetadas. 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, 1998a. p. 361-372.
- Naves, L.A.V. (2018). *Análise comparativa técnico-econômica entre fundações tipo estaca escavada e hélice contínua monitorada para um projeto de edificação situado na orla 14 em palmas - TO*. Trabalho de Conclusão de Curso, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas, TO, 54 p.
- Pulos, H.G. (2001). Methods of analysis of piled raft foundations. A Report Prepared on Behalf of Technical Committee TC18 on Piled Foundations, International Society of Soil Mechanics and Geotechnical Engineering.
- Poulos, H.G. (2017). Tall Building Foundation Design. 1º ed. CRC Press, Boca Raton.
- Schimuneck, E.G. (2020). *Dimensionamento e comparativo entre estacas hélice contínua e escavada: estudo de caso*. Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ, Ijuí, RS, 91 p.
- Silva, G. S. V.; Miranda Junior, G.; Rodriguez, T. G. (2022) Economia no custo das fundações através da utilização de provas de carga prévias em 22 casos de obras. In: ANAIS DO XX CONGRESSO BRASILEIRO DE MECANICA DOS SOLOS E ENGENHARIA GEOTECNICA, 2022, Campinas. *Anais eletrônicos...* ABMS, Campinas-SP. Disponível em: <<https://proceedings.science/cobramseg-2022/trabalhos/economia-no-custo-das-fundacoes-atraves-da-utilizacao-de-provas-de-carga-previas?lang=pt-br>>. Acesso em: 18 jul. 2023.

Aponte a câmera do seu
smartphone para o
QR Code ao lado e salve o
evento na sua agenda.

