

COMPARATIVO DE CUSTOS DE EXECUÇÃO DE ESTACA HÉLICE CONTÍNUA E ESTACA RAIZ – ESTUDO DE CASO DE UMA OBRA VERTICAL EM FORTALEZA

LARA DE OLIVEIRA COSTA^{1*}, THIAGO MOURA DA COSTA AYRES², FRANCISCO
RONILDO BATISTA DA ROCHA FILHO³, CARLA BEATRIZ COSTA DE ARAÚJO⁴

¹Graduando em Engenharia Civil, UNIFOR, Fortaleza-CE, thiagoayres1@hotmail.com;

²Graduanda em Engenharia Civil, UNIFOR, Fortaleza-CE, eulara10@hotmail.com;

³Engenheiro Civil, UNIFOR, Fortaleza-CE;

⁴Ma. em Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, carlabeatriz@unifor.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2017
8 a 11 de agosto de 2017 – Belém-PA, Brasil

RESUMO: Com os avanços tecnológicos na construção civil, passam a existir várias soluções de fundações para um mesmo tipo de solução estrutural. Em fundações, no caso de haver mais de uma solução tecnicamente viável, busca-se aquela que é mais econômica para ser executada. Este trabalho tem o intuito de apresentar comparativo de custos entre a execução de estaca raiz e estaca hélice contínua, para tal fim, foi realizado um estudo de caso uma obra localizada na cidade de Fortaleza-CE. O solo predominante no local da obra é um solo arenoso de graduação fina. O estudo indicou que o custo para execução da estaca hélice contínua superou em R\$ 126.633,49, o que representa um total de 30% do custo em relação à estaca raiz.

PALAVRAS-CHAVE: Custo Comparativo, Estaca Hélice Contínua, Estaca Raiz.

RUNNING COSTS COMPARISON OF CONTINUOUS AND ROOT STAKE STAKE - CASE STUDY OF A VERTICAL WORK IN FORTALEZA

ABSTRACT: Along with the technological advances in civil construction, there are multiple foundation solutions for the same type of structural solution. In foundations, if there is more than one technically executable solution, the most economical is desired to be executed. This work aims to present a cost comparison between the execution of root stake and continuous propeller stake, to this purpose, a case of study was conducted on a work located in the city of Fortaleza-CE. The on-site predominant soil is a sandy soil with thin gradation. The study indicated that the cost for a continuous stake surpassed R\$126,633.49, which represents 30% of the cost in relation to the root stake.

KEYWORDS: Comparative Costs, Continuous Propeller Stake, Root Stake.

INTRODUÇÃO

As fundações são elementos estruturais que têm por objetivo promover a transferência das cargas da superestrutura ao solo (Tanno,2012). Segundo Velloso e Lopes (2010), é através de conhecimentos em geotecnia e cálculo estrutural que se é possível elaborar e executar projetos de fundações, onde o cálculo estrutural foca em análise estrutural e dimensionamento de estruturas em concreto armado e protendido, em aço e em madeira.

A geotecnia, abrange a mecânica dos solos, a geologia de engenharia e mecânica das rochas. Em muitos casos, existem inúmeras possibilidades de soluções para as fundações devendo-se analisar, antes da tomada de qualquer decisão, as possibilidades que podem ser executadas e que resultarão em menor custo e menor prazo de execução.

A escolha da fundação deve ser realizada mediante constatação que a mesma satisfaz as condições técnicas, de acordo com os seguintes elementos: caracterização do substrato do local da obra,

grandeza das cargas a serem transmitidas às fundações, conhecimento das fundações vizinhas, limitações dos tipos de fundações existentes do mercado. (RESENDE; MARTINS, 2014)

O seguinte estudo tem como finalidade realizar um comparativo de custos entre a execução de estaca raiz e estaca hélice contínua, para isso, foi realizado um estudo de caso uma obra localizada na cidade de Fortaleza-CE.

MATERIAL E MÉTODOS

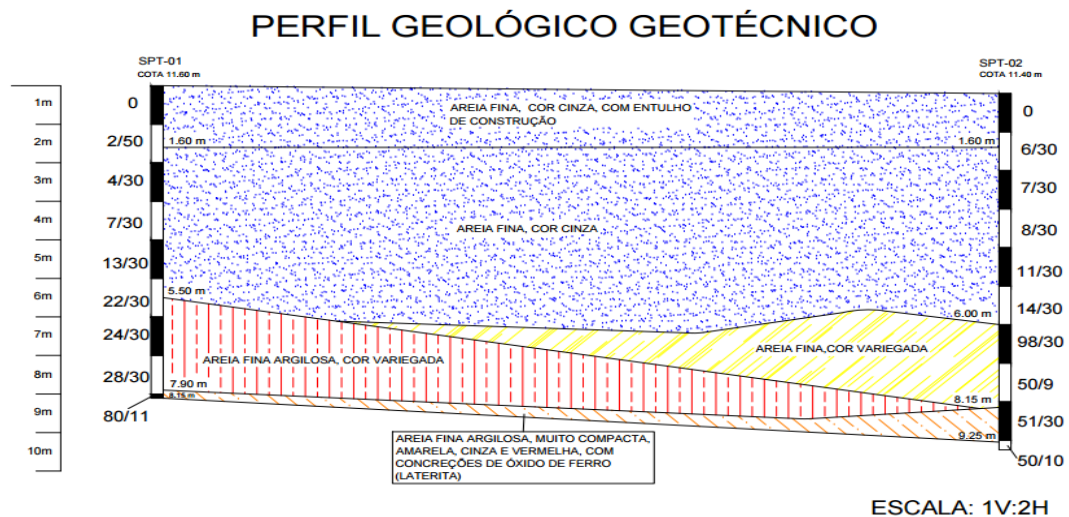
Caracterização da área de estudo

A obra em estudo está localizada na cidade de Fortaleza – CE. possui caráter residencial. O empreendimento é um condomínio fechado com 2 subsolos, 19 pavimentos tipo, sendo 1 por andar, com 10 unidades com 300 m² e 9 unidades com 210 m².

Todas as informações colhidas para esse estudo foram adquiridas sob conhecimento do gestor da obra analisada, tais como: projetos estruturais contendo as cargas transmitidas pela superestrutura às fundações, projetos de fundações, relatórios de profundidade de assentamento das estacas executadas e relatórios de sondagem do solo.

Na área delimitada da obra, foram executados 02 furos de sondagem a percussão, por meio dos resultados obtidos, foi possível traçar o perfil geológico geotécnico do terreno (Figura 1), por fim, foram elaboradas planilhas orçamentárias para as fundações por estaca executadas e para a nova solução proposta, comparando o valor final dos dois orçamentos visando identificar se haveria realmente economia na adoção do novo modelo.

Figura 1. Perfil Geológico Geotécnico entre os furos SPT-01 e SPT-02



O furo SPT-01 foi realizado na cota de 11,60 metros até atingir a profundidade de 8,11 metros, onde se tornou impenetrável ao amostrador. Já o furo SPT-02 atingiu 9,25 metros de profundidade. O solo da primeira camada até a profundidade de 1,60 metros, no furo SPT-01 apresentou materiais do tipo areia fina de cor cinza, com entulhos de construção, equivalente no furo SPT-02. Mais abaixo, até a profundidade de 5,50 metros, no SPT-01, o solo apresentou apenas areia fina de cor cinza, sem a presença de entulhos, enquanto essa profundidade no SPT-02 foi de 6,00 metros. Em seguida, observou-se uma variação do material do solo, com predominância de areia fina em sua composição.

Após a análise do perfil geológico geotécnico foi possível ver que tanto as estacas raiz como as estacas hélice contínua são soluções tecnicamente viáveis a serem adotadas para o perfil de solo. Assim, uma forma de escolher qual a fundação utilizar é realizando um comparativo de custo, optando a mais econômica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Custo Estaca Raiz

Primeiramente, para as estacas raiz, foi realizado um estudo comparativo entre duas empresas, denominadas Empresa 1 e Empresa 2, para a realização do serviço, considerando apenas a mão de obra

e equipamento. Feito o estudo comparativo, foi escolhida a empresa que apresenta o menor valor de custo. Com relação ao material que vai ser utilizado na execução, foi feito um orçamento baseado nas tabelas SINAPI e SEINFRA, seguindo os critérios expostos no projeto.

Como o período em que foi realizado o estudo comparativo entre as duas empresas é de fevereiro de 2015, foi necessário corrigir o valor escolhido para junho de 2016, período em que foi realizado o orçamento para estacas hélice contínua. Diante a pesquisa realizada, a Empresa 2 foi escolhida por ser mais barata, como pode ser observar na Tabela 1.

Tabela 1: Comparativo entre empresas

ESTUDO COMPARATIVO - EXECUÇÃO DE ESTACA RAIZ						
OBRA			EMPRESA 1		EMPRESA 2	
DESCRIÇÃO	QUANT.	UND.	VR UNITÁRIO	VR TOTAL	VR UNITÁRIO	VR TOTAL
MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS	1	VB	R\$ 4.000,00	R\$ 4.000,00	R\$ 3.775,00	R\$ 3.775,00
PERFURAÇÃO DE ESTACA RAIZ	1.670,00	M	R\$ 130,00	R\$ 217.100,00	R\$ 117,50	R\$ 196.225,00
TOTAL				R\$ 221.100,00	TOTAL	R\$ 200.000,00

Foi possível compor o orçamento para estacas raiz, contendo o valor reajustado da Empresa 2 para mão de obra e equipamentos a composição de preços do SINAPI referente a junho de 2016, a composição de preços da SEINFRA, juntamente com seus respectivos quantitativos, para se obter um custo total de R\$ 425.585,55 (Quatrocentos e vinte e cinco mil quinhentos e oitentas e cinco reais e cinquenta e cinco centavos), conforme mostra a Tabela 2 a seguir:

Tabela 2 - Orçamento estaca raiz

DESCRIÇÃO	UND	QNT	VR UNIT	VR TOTAL
CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 6,3 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_12/2015	KG	2.939,20	R\$ 7,41	R\$ 21.779,47
CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 20,0 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_12/2015	KG	24.709,32	R\$ 4,09	R\$ 101.061,12
EXECUÇÃO DE ESTACA RAIZ + PERFURATRIZ (EMPRESA 2)	VB	1,00	R\$ 220.100,00	R\$ 220.100,00
CIMENTO PORTLAND	KG	141.742,92	R\$ 0,50	R\$ 70.871,46
AREIA GROSSA	M³	235,47	R\$ 50,00	R\$ 11.773,50
VALOR TOTAL				R\$ 425.585,55

Para fazer o reajuste, foi necessário utilizar a tabela do Índice Nacional de Custo da Construção (INCC) da Fundação Getúlio Vargas (FGV), em que foi feito o somatório dos índices do mês do período de fevereiro de 2015 a junho de 2016, totalizando 10,05%. Com o valor do somatório dos índices do mês calculado, foi feito a multiplicação pelo valor total do serviço da Empresa 2, de menor custo, e encontrado o novo valor a ser considerado no orçamento final de estacas raiz.

Custo Estaca Hélice

Para as estacas hélice contínua, o orçamento foi realizado conforme a composição de preços do SINAPI referente ao mês de junho de 2016 (mesmo período calculado para as estacas raiz), com custo desonerado, levando em conta os itens de mão de obra e material.

A tabela para composição dos custos (Tabela 3) foi realizada de maneira mais objetiva, onde todos os itens foram retirados da própria tabela SINAPI, sem que houvesse uma cotação de empresas para executar o serviço, como foi feito com as estacas raiz mostrado anteriormente.

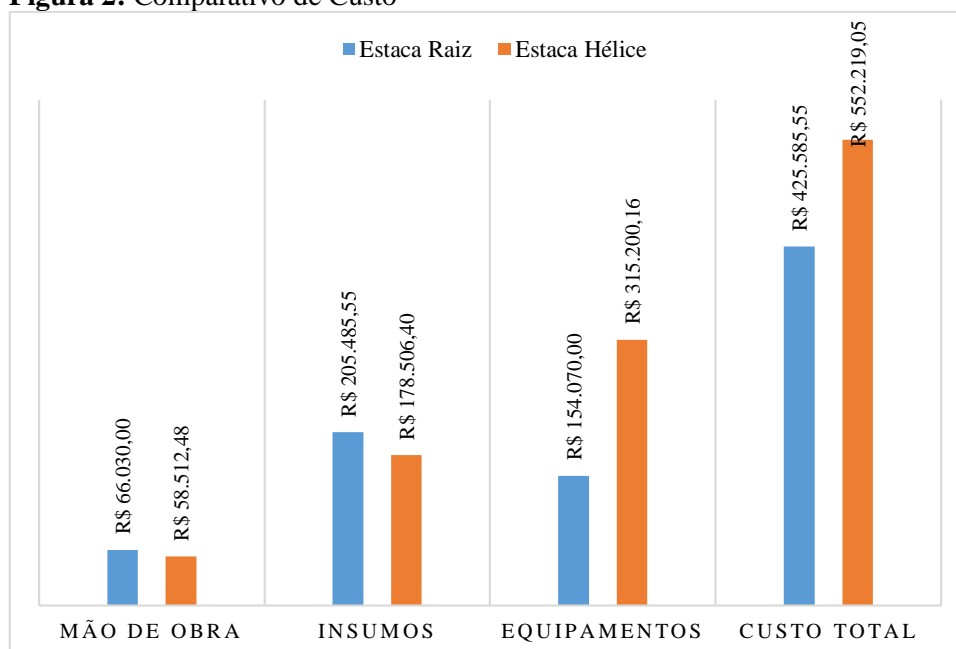
Tabela 3 - Orçamento Estaca Hélice Contínua

CÓDIGO DA COMPOSIÇÃO	DESCRIÇÃO	UND	QUANT.	PREÇO UNIT	TOTAL
90812	ESTACA HÉLICE CONTÍNUA, DIÂMETRO DE 70 CM, COMPRIMENTO TOTAL ATÉ 15 M, PERFURATRIZ COM TORQUE DE 170 KN.M. AF_02/2015	M	1.608,00	R\$ 196,02	R\$ 315.200,16
92792	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 6.3 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_12/2015	KG	1.254,45	R\$ 7,41	R\$ 9.295,47
92793	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8.0 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_12/2015	KG	509,53	R\$ 7,65	R\$ 3.897,90
92796	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 16.0 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_12/2015	KG	2.035,62	R\$ 4,37	R\$ 8.895,66
92797	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 20.0 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_12/2015	KG	6.214,32	R\$ 4,09	R\$ 25.416,57
92916	ARMAÇÃO DE FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, EXCETO VIGAS, PILARES E LAJES (DE EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS, EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO), UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6.3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	1.254,45	R\$ 10,24	R\$ 12.845,57
92917	ARMAÇÃO DE FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, EXCETO VIGAS, PILARES E LAJES (DE EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS, EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO), UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8.0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	509,53	R\$ 9,83	R\$ 5.008,68
92922	ARMAÇÃO DE FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, EXCETO VIGAS, PILARES E LAJES (DE EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS, EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO), UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16.0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	2.035,62	R\$ 5,32	R\$ 10.829,50
92923	ARMAÇÃO DE FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, EXCETO VIGAS, PILARES E LAJES (DE EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS, EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO), UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 20.0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	6.214,32	R\$ 4,80	R\$ 29.828,74
92722	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃO MÉDIA DE PILARES MAIOR QUE 0,25 M² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015	M3	409,86	R\$ 319,62	R\$ 131.000,80
				VALOR TOTAL	R\$ 552.219,05

Comparativo de Custos

Para ter uma melhor visualização do comparativo de custos entre a execução da estaca raiz e a estaca hélice, a Figura 2 apresenta os custos de mão de obra, insumos, equipamentos e o custo total.

Figura 2: Comparativo de Custo



O comparativo de mão de obra indica que o custo para estaca raiz é 13% mais caro que para estaca hélice contínua, ressaltando que o de estaca raiz foi calculado baseado na porcentagem de faturamento fornecido pela Empresa 2, que é de 30% (trinta por cento) de material do custo total. O custo total dos insumos, para estaca raiz é mais elevado, cerca de 15%. Para os equipamentos, o cálculo

para estaca raiz foi baseado no faturamento fornecido pela Empresa 2, que foi de 70% para o material, que se resume na máquina para executar o serviço.

Vale ressaltar que a estaca hélice possui uma produtividade maior que a estaca raiz, desse modo a estaca hélice pode gerar economia por redução do cronograma da obra (VELLOSO & LOPES, 2010)

CONCLUSÕES

No que se refere aos custos de mão de obra, o método de estaca raiz apresentou um custo superior ao da estaca hélice contínua de R\$ 7.517,52 (Sete mil quinhentos e dezessete reais e cinquenta e dois centavos). Em relação ao material, o método de estaca raiz apresentou um custo superior ao de estaca hélice de R\$ 26.979,15 (Vinte e seis mil novecentos e setenta e nove reais e quinze centavos). Para os equipamentos, a perfuratriz utilizada nas estacas hélice apresentou valor muito superior ao custo dos equipamentos de estaca raiz, com a diferença de R\$ 161.130,16 (cento e sessenta e um mil cento e trinta reais e dezesseis centavos). O custo de equipamentos para as estacas hélice contínua foi de 57% (cinquenta e sete por cento) do custo total do serviço, enquanto que os equipamentos de estaca raiz foi de apenas 36% do custo total.

No geral, o custo total de estaca hélice foi 30% (trinta por cento) superior ao de estaca raiz, com diferença de R\$ 126.633,49 (Cento e vinte e seis mil seiscentos e trinta e três reais e quarenta e nove centavos). A utilização de estaca raiz para o tipo de obra em estudo se mostrou economicamente mais viável, com grande diferencial no custo de equipamentos, fator determinante para sua economia, apesar do custo de mão de obra e material ser superior ao de estaca hélice contínua.

REFERÊNCIAS

- VELLOSO, D. de A; LOPES, F. de R. Fundações: critérios de projeto, investigação do subsolo, fundações superficiais, fundações profundas. São Paulo: Oficina de textos, 2010.
- TANNO, D. C. dos S. Blocos de concreto sobre estacas posicionados nas divisas de terrenos: estudo analítico e análise numérica linear. 163f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas). São Carlos: USP, 2012.
- RESENDE, Rafael Junior; MARTINS, Marluccio. Estudo comparativo de viabilidade dos principais tipos de fundações profundas. Revista Pensar Engenharia, v. 2, n. 1, p.1-23, jan. 2014. Disponível em: <http://revistapensar.com.br/engenharia/pasta_upload/artigos/a126.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2017.