

COMPARATIVE ANALYSIS OF COSTS BETWEEN FOUNDATIONS: CASE STUDY IN A COMMERCIAL CENTER IN CAXIAS - MA

ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS ENTRE FUNDAÇÕES: estudo de caso em um centro comercial em Caxias-MA

ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE LAS FUNDACIONES: estudio de caso em un centro comercial em Caxias-MA

Anderson Do Nascimento Sousa¹
Lirana Lamara Barreto Da Silva²
Slanna Larissa Olimpio Costa³

DESCRIPTORS

Foundations. Comparison.
Proposal. Feasibility

DESCRITORES

Fundações. Comparação.
Proposta. Viabilidade

DESCRIPTORES

Fundaciones. Proyecto.
Viabiles

ABSTRACT

OBJECTIVES: The present work is to analyze the foundations project of a commercial work in the city of Caxias-MA, in order to find other economically viable solutions, analyzing the geotechnical profile, the building loads and the location of the work. The categories chosen for the analysis were: continuous and precast metallic propeller pile. **METHODS:** For the theoretical basis, a literature review was performed, then the foundations were dimensioned using the Aoki-Velloso method, with the results obtained from the sizing, analysis of geotechnical profiles and quantitative material survey. between the proposed foundations with the foundation that was executed in the work under study. **RESULTS:** It was found that both the continuous propeller and the precast metal pile had a reduction in the final cost, due to a smaller amount of cuttings. **CONCLUSION:** It is of utmost importance that the foundation designer, before opting for any kind of foundation, make a study for the most appropriate choice of foundations analyzing mainly its costs and the safety of the structure.

RESUMO

OBJETIVOS: O presente trabalho consiste em analisar o projeto de fundações de uma obra comercial do município de Caxias-MA, com o intuito de encontrar outras soluções viáveis economicamente, analisando o perfil geotécnico, as cargas do edifício e a localização da obra. As categorias escolhidas para a análise foram: estaca hélice contínua e pré-moldada metálica. **MÉTODO:** Para o embasamento teórico realizou-se revisão bibliográfica, em seguida dimensionou-se as fundações utilizando o método de Aoki-Velloso, com os resultados obtidos do dimensionamento, análise de perfis geotécnicos e levantamento de quantitativos de materiais, realizou-se uma comparação entre as fundações propostas com a fundação que foi executada na obra em estudo. **RESULTADOS:** Verificou-se que tanto na hélice contínua como na estaca pré-moldada metálica houve redução no custo final, devido a uma menor quantidade de estacas. **CONCLUSÃO:** É de suma importância que o projetista de fundações, antes de optar por qualquer tipo de fundação, faça um estudo para a escolha mais adequada das fundações analisando principalmente seus custos aliado a segurança da estrutura.

RESUMEN

OBJETIVOS: El presente trabajo es analizar el proyecto de fundaciones de un trabajo comercial en la ciudad de Caxias-MA, con el fin de encontrar otras soluciones económicamente viables, analizando el perfil geotécnico, las cargas del edificio y la ubicación del trabajo. Las categorías elegidas para el análisis fueron: pila de hélice metálica continua y prefabricada. **MÉTODOS:** Para la base teórica, se realizó una revisión de la literatura, luego se dimensionaron las bases utilizando el método Aoki-Velloso, con los resultados obtenidos del dimensionamiento, análisis de perfiles geotécnicos y levantamiento cuantitativo de materiales. entre las fundaciones propuestas con la fundación que se ejecutó en el trabajo en estudio. **RESULTADOS:** Se descubrió que tanto la hélice continua como la pila de metal prefabricado tuvieron una reducción en el costo final, debido a una menor cantidad de esquejes. **CONCLUSIÓN:** Es de suma importancia que el diseñador de la base, antes de optar por cualquier tipo de base, haga un estudio para la

elección más adecuada de las bases analizando principalmente sus costos y la seguridad de la estructura.

¹Engenheiro Civil, Mestre em Geotecnia, Especialista em Segurança do Trabalho. Caxias, Maranhão, Brasil.

²Engenheira Civil. Especialista em Planejamento Controle e Gestão de Obras. Caxias, Maranhão,

³Engenheira Civil. Caxias, Maranhão, Brasil.

INTRODUÇÃO

Na escolha de fundação são levados em consideração alguns critérios como: grandeza, magnitude das cargas, características do subsolo, disponibilidade de equipamentos, distância e o transporte, e ainda, experiência regional (FALCONI *et al*, 2016). Além desses parâmetros, o custo para execução, é um dos fatores mais importante, pois acarretará no preço final da obra, aspecto esse indispensável para a viabilidade do empreendimento.

O objetivo deste artigo consiste em analisar o projeto de fundações de uma obra comercial do município de Caxias-MA, avaliando outras soluções para verificar se seriam mais econômicas, a fim de propormos uma nova escolha de fundação mais viável.

Para obtenção dos resultados foram feitos estudos nos perfis geotécnicos da obra em questão, para o cálculo da capacidade de carga das estacas, utilizou-se o método de Aoki-Velloso (1975), para o dimensionamento dos blocos, o método das bielas de Blénot (1967) e para o levantamento de custos utilizou-se como referência o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil- SINAPI.

REFERENCIAL TEÓRICO

As fundações são separadas em dois grandes grupos: fundações rasas e profundas. A fundação rasa pode ser entendida como um elemento de fundação em que a carga é transmitida ao terreno, pelas pressões distribuídas sob a base da fundação, já a fundação profunda transmite cargas ao terreno pela base (resistência de ponta) e por sua superfície lateral (resistência do fuste), podemos destacar como elementos de fundação do tipo profunda as estacas, os tubulões e os caixões (ABNT, 2010).

O objeto desse artigo são as fundações profundas do tipo estacas, vale ressaltar que quando optamos por utilizar estacas é necessário executar outro elemento de fundação, os blocos de coroamento.

Os blocos sobre estacas são elementos que transmitem as cargas da superestrutura para estacas e tubulões, para o dimensionamento desses elementos de fundações é utilizado o método das bielas- tirantes, podendo se apresentar de forma rígida e flexível (ABNT, 2014).

Após escolhermos o tipo de estaca, o próximo passo é a determinação do número de estacas por bloco, utilizando a carga vertical acrescida do próprio peso correspondente ao bloco, que varia em 5% a 10% da carga atuante.

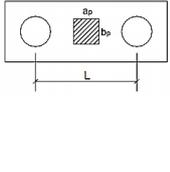
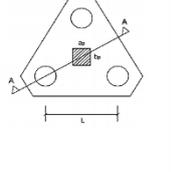
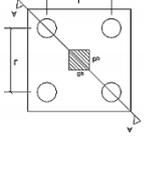
Onde:

Ns, carga atuante no pilar, valores retirados do projeto estrutural;

$P_{adm,E}$, carga admissível da estaca;
 N° estacas, número de estacas no bloco.

O Quadro 01 apresenta as configurações de até três estacas.

Quadro 01 - Configurações

Blocos com duas estacas	Blocos sobre três estacas	Bloco com quatro estacas
		

Fonte: Adaptado de Campos (2015)

MATERIAIS E MÉTODOS

As informações foram obtidas por meio de análises dos boletins de sondagens ou mais comumente chamadas SPT, revisão dos projetos estruturais contendo as cargas que serão transmitidas pela superestrutura às fundações e os projetos de fundações. Esses dados foram colhidos no próprio local da obra, por meio de visitas técnicas rotineiras.

Utilizou-se o método de Aoki-Velloso, na qual seus resultados baseiam-se em informações provenientes de ensaios de CPT, na qual as fórmulas serão adaptadas para o ensaio de SPT (ensaio mais utilizado no Brasil), esse método utiliza o tipo de solo e estaca (ANDRADE, 2009). A aplicação do método foi através de planilhas eletrônicas no Excel.

Após o dimensionamento para as novas alternativas de fundações, foram elaboradas planilhas com informações obtidas em tabelas do SINAPI com data base referente a setembro/2018.

Foram levantados os quantitativos de materiais para as fundações, incluindo os blocos de coroamento, bem como seus custos unitários. Para o orçamento, levaram-se em conta os insumos dos blocos, mão-de-obra e equipamentos, com o objetivo de identificar se a solução proposta seria economicamente viável. Obtidas essas informações, realizou-se uma comparação com o valor final proveniente do orçamento.

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

A obra em questão trata-se de uma construção de um shopping dos camelôs localizado na Avenida Otávio Passos em um terreno de 1.058,16 m², região central de Caxias-MA. A atividade que será desenvolvida, nesse local, será de cunho comercial, trata-se de um espaço destinado para vendedores ambulantes. O edifício é composto por 04 (pavimentos) mais a estrutura da caixa d'água, sendo eles: o 1° pavimento (térreo): constituído de box, administração, banheiros e almoxarifado, 2°, 3° e 4° pavimentos: constituídos de box, banheiros e área de alimentação. Totalizando uma área a construir de 4.382,15 m².

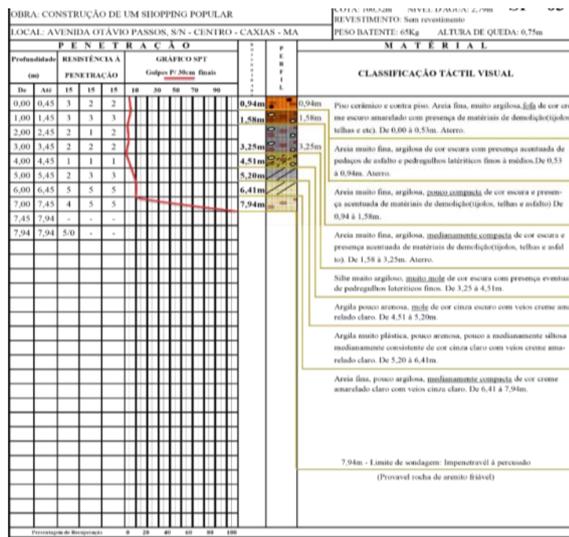
A obra localiza-se em centro urbano, próximo a prédios históricos, escolas, lojas, apartamentos, portanto a hipótese de utilizar estaca franki e estacas pré-moldadas de concreto foi descartada por apresentar com principal desvantagem distúrbios e danos a edificações vizinhas. A estaca tipo *strauss*, possui vantagens que seria o fator custo/benefício e estaca pré-moldada de madeira a sua durabilidade se executada abaixo do nível d'água, porém esses tipos de fundações não podem ser executados na

presença de nível d'água, portanto a possibilidade de utilizar essas fundações foi retirada, pois observou-se que o terreno apresentou através de boletim de sondagem de nível d'água a 2,79 metros.

As fundações que foram escolhidas para o comparativo de custos foram: hélice contínua e estaca pré-moldada metálica por suportarem elevadas cargas, e por quase não apresentar vibrações na obra que possa comprometer a estabilidade das edificações vizinhas, evitando possíveis fissuras e indenizações, prejudicando a construtora.

Para traçar o perfil geotécnico foram realizados 04 (quatro) furos de sondagens, através do SPT foi possível conhecer as camadas do solo e saber onde se localizavam os níveis da água. O relatório de sondagens utilizado para o cálculo das fundações foi o SP- 03, este apresenta nas primeiras camadas areia fina, argilosa com presença de demolições, silte, argilas, apresentando índice de Nspt muito baixo, como podemos observar na Figura 01.

Figura 01- Relatório de sondagem SP-03



Fonte: Secretaria de Infraestrutura (2018)

4.1 DIMENSIONAMENTO DE FUNDAÇÕES

Para obtermos a comparação, calculou-se toda a fundação, incluindo as estacas e os blocos de acordo com a NBR 6118/2014 e NBR 6122/2010. Através do indicativo do carregamento de cada pilar e capacidade de carga na estaca, foi possível obter a quantidade necessária de estacas cada bloco de fundação.

Figura 02 - Capacidade de carga na fundação tipo hélice contínua

Tipo de estaca: Hélice contínua		fck do concreto da estaca: 25 MPa		Diâmetro: 30 cm	
FI = 3,0		Resistência da estaca: 1262 kN			
F2 = 3,8		Coef. Segurança: 2,0			

Prof. (m)	SPT	Solo	K (kN/m ²)	α (%)	Qp (kN)	Qa (kN)	Qtot (kN)	Q/CS (kN)
0	4	Areia argilosa	600	3,0%	57	0	57	28
1	6	Areia argilosa	600	3,0%	85	27	112	56
2	3	Areia argilosa	600	3,0%	42	40	83	41
3	4	Areia argilosa	600	3,0%	57	58	115	57
4	2	Silte argiloso	230	3,4%	11	62	73	36
5	6	Argila arenosa	350	2,4%	49	74	124	62
6	10	Argila silteosa	220	4,0%	52	96	148	74
7	10	Areia argilosa	600	3,0%	141	141	282	141

Fonte: Autora (2018).

Figura 03- Capacidade de carga na fundação tipo estaca metálica

Tipo de estaca: Metálica		fck do concreto da estaca: 25 MPa		Diâmetro: 32,7 cm	
FI = 1,8		Resistência da estaca: 1500 kN			
F2 = 3,5		Coef. Segurança: 2,0			

Prof. (m)	SPT	Solo	K (kN/m ²)	α (%)	Qp (kN)	Qa (kN)	Qtot (kN)	Q/CS (kN)
0	4	Areia argilosa	600	3,0%	112	0	112	56
1	6	Areia argilosa	600	3,0%	168	32	200	100
2	3	Areia argilosa	600	3,0%	84	48	132	66
3	4	Areia argilosa	600	3,0%	112	69	181	90
4	2	Silte argiloso	230	3,4%	21	73	95	47
5	6	Argila arenosa	350	2,4%	98	88	186	93
6	10	Argila silteosa	220	4,0%	103	114	217	108
7	10	Areia argilosa	600	3,0%	280	167	447	223

Fonte: Autora (2018)

Após conhecermos o tipo de estaca e a capacidade de carga, dispoendo das cargas nos pilares, o próximo passo é o cálculo dos blocos de coroamento, as Tabelas 01 e 02 e 03 apresentam os valores provenientes do dimensionamento, informações necessárias para o levantamento de custos. Vale ressaltar, que para a fundação do tipo estaca raiz não foram calculados esses

quantitativos, essas informações foram retiradas do projeto estrutural da obra em questão.

Tabela 01 - Resultados obtidos do dimensionamento para a hélice contínua.

Descrição	Bloco sobre duas estacas	Bloco sobre três estacas	Bloco sobre quatro estacas
Diâmetro da estaca (cm)	Ø 30	Ø 30	Ø 30
Volume de concreto (m ³)	24,90	9,48	6,30
Quantidade de aço (Kg)	1064,88	71,25	26,15

Fonte: Autora (2018)

Tabela 02 - Resultados obtidos do dimensionamento para a estaca metálica.

Descrição	Bloco sobre duas estacas	Bloco sobre três estacas	Bloco sobre quatro estacas
Diâmetro da estaca (cm)	Ø 32,7	Ø 32,7	Ø 32,7
Volume de concreto (m ³)	22,01	7,49	4,18
Quantidade de aço (Kg)	942,47	68,27	21,38

Fonte: Autora (2018)

Tabela 03 - Resultados para a estaca raiz obtidos do projeto estrutural.

Descrição	Bloco sobre duas estacas	Bloco sobre três estacas	Bloco sobre quatro estacas
Diâmetro da estaca (cm)	Ø 41	Ø 41	Ø 41
Volume de concreto (m ³)	51,67	33,61	32,15
Quantidade de aço (Kg)	2499,2	2472,9	1096,3

Fonte: Autora (2018)

4.2 ORÇAMENTO

A planilha orçamentária para cada solução, considerando o conjunto bloco de coroamento e estacas foram discriminadas de acordo com a Tabela 04, com suas respectivas unidades e custos unitários. Os custos adotados foram retirados da tabela SINAPI, com data base setembro/2018.

Tabela 07 - Custo unitário para a execução dos serviços.

DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UND	VALOR UNIT.
Estaca hélice contínua, diâmetro de 30 cm, comprimento total acima de 15 m até 20 m, perfuratriz com torque de 170 kN. m.	m	R\$ 52,28
Estaca raiz, diâmetro de 40 cm, comprimento de 11 a 20 m, com presença de rocha.	m	R\$ 285,78
Fornecimento e cravação de estaca metálica - perfil de aço laminado W 250 x 32,7.	m	R\$ 179,69
Escavação manual para bloco de coroamento ou sapata, sem previsão de fôrma.	m ³	R\$ 91,17
Arrasamento de estaca metálica, perfil laminado tipo W Família 250.	un	R\$ 4,90
Arrasamento mecânico de estaca de concreto armado, diâmetro de 41 cm a 60 cm.	un	R\$ 16,04
Lastro de concreto magro, aplicado em blocos de coroamento ou sapatas.	m ³	R\$ 371,38
Armação de bloco, viga baldrame ou sapata utilizando aço CA-50 de 12,5 mm - montagem.	kg	R\$ 6,36
Lançamento/aplicação manual de concreto em fundações	m ³	R\$ 84,01
Concreto fck = 25 MPa, traço 1:2, 3:2,7 (cimento/ areia média/ brita 1) - preparo mecânico com betoneira 400 L.	m ³	R\$ 298,80

Reaterro manual de valas com compactação mecanizada.	m ³	R\$ 17,84
Carga e descarga mecânica de solo utilizando caminhão basculante 6,0 m ³ /16 t e Pá carregadeira sobre pneus 128 Hp, capacidade da caçamba 1,7 a 2,8 m ³ , peso operacional 11.632 kg.	m ³	R\$ 1,54

Fonte: SINAPI (2018)

4.3 RESULTADOS DOS CUSTOS

Após conhecermos a capacidade de carga, encontrarmos o número de estacas, ao dimensionarmos os blocos de coroamento foi possível levantarmos os custos para a estaca raiz, hélice contínua e estaca pré-moldada metálica e assim definir qual seria a solução mais econômica.

4.3.1 Estaca raiz

Os resultados obtidos do projeto estrutural da obra em estudo apresentaram 145 (cento e quarenta e cinco) estacas, sendo 76 (setenta e seis) em blocos sobre duas estacas, 45 (quarenta e cinco) em blocos sobre três estacas e 24 (vinte e quatro) em bloco sobre quatro estacas), foram 59 (cinquenta e nove) blocos de coroamento. A Tabela 05 apresenta o custo de todas as estacas, bem como o bloco de coroamento.

Tabela 05 - Resultados dos custos para estaca raiz.

Descrição	Bloco sobre duas estacas	Bloco sobre três estacas	Bloco sobre quatro estacas
Estaca raiz, diâmetro de 40 cm, comprimento de 11 a 20 m, com presença de rocha.	R\$ 173.754,24	R\$ 102.880,80	R\$ 54.869,76
Escavação manual para bloco de coroamento ou	R\$ 4.407,77	R\$ 4.191,76	R\$ 2.161,70

sapata, sem previsão de fôrma.			
Arrasamento mecânico de estaca de concreto armado, diâmetro de 41 cm a 60 cm.	R\$ 625,56	R\$ 224,56	R\$ 96,24
Lastro de concreto magro, aplicado em blocos de coroamento ou sapatas.	R\$ 997,50	R\$ 2.923,50	R\$ 418,92
Armação de bloco, viga baldrame ou sapata utilizando aço CA-50 de 12,5 mm - montagem.	R\$ 15.894,91	R\$ 15.727,64	R\$ 6.972,47
Lançamento/aplicação manual de concreto em fundações.	R\$ 225,64	R\$ 661,33	R\$ 93,92
Concreto fck = 25 MPa, traço 1:2, 3:2,7 (cimento/areia média/ brita 1) - preparo mecânico com betoneira 400 L.	R\$ 15.447,96	R\$ 10.042,67	R\$ 9.606,42
Reaterro manual de valas com compactação mecanizada.	R\$ 872,65	R\$ 450,39	R\$ 550,26
Carga e descarga mecânica de solo utilizando caminhão basculante 6,0 m ³ /16 t e Pá carregadeira sobre pneus 128 Hp, capacidade da caçamba 1,7 a 2,8 m ³ , peso operacional 11.632 kg.	R\$ 74,45	R\$ 70,81	R\$ 36,51
Custo Total (R\$)	R\$ 212.300,69	R\$ 137.173,46	R\$ 74.806,20

Fonte: Autora (2018)

4.3.2 Hélice Contínua

Os resultados obtidos através do dimensionamento apresentaram 125 (cento e vinte e cinco) estacas, sendo 102 (cento e duas) em blocos sobre duas estacas, 15 (quinze) em blocos sobre três estacas e 08 (oito) em bloco sobre quatro estacas), foram 59 (cinquenta e nove) blocos de coroamento. A Tabela 06 apresenta o custo de todas as estacas, bem como os blocos de coroamento.

Tabela 06 - Resultados dos custos para hélice contínua.

Descrição	Bloco sobre duas estacas	Bloco sobre três estacas	Bloco sobre quatro estacas
Estaca hélice contínua, diâmetro de 30 cm, comprimento total acima de 15 m até 20 m, perfuratriz com torque de 170 kN.m.	R\$ 42.660,48	R\$ 6.273,60	R\$ 3.345,92
Escavação manual para bloco de coroamento ou sapata, sem previsão de fôrma.	R\$ 3.658,74	R\$ 301,54	R\$ 140,72
Arrasamento mecânico de estaca de concreto armado, diâmetro de 41 cm a 60 cm.	R\$ 834,08	R\$ 24,50	R\$ 9,80
Lastro de concreto magro, aplicado em blocos de coroamento ou sapatas.	R\$ 1.064,56	R\$ 102,35	R\$ 40,94
Armação de bloco, viga baldrame ou sapata utilizando aço CA-50 de 12,5 mm - montagem.	R\$ 6.772,64	R\$ 453,15	R\$ 166,31
Lançamento/aplicação manual de	R\$ 2.091,85	R\$ 796,41	R\$ 529,26

concreto em fundações			
Concreto fck = 25 MPa, traço 1:2, 3:2,7 (cimento/areia média/ brita 1) - preparo mecânico com betoneira 400 L.	R\$ 7.440,12	R\$ 2.832,62	R\$ 1.882,44
Reaterro manual de valas com compactação mecanizada.	R\$ 2.569,28	R\$ 189,71	R\$ 93,48
Carga e descarga mecânica de solo utilizando caminhão basculante 6,0m ³ /16t e Pá carregadeira sobre pneus 128 Hp, capacidade da caçamba 1,7 a 2,8 m ³ , peso operacional 11.632 kg	R\$ 121,23	R\$ 15,28	R\$ 9,51
Custo Total (R\$)	R\$ 68.014,98	R\$ 11.038,18	R\$ 6.247,79

Fonte: Autora (2018)

4.3.3 Pré-moldada metálica

Os resultados obtidos através do dimensionamento apresentaram 123 (cento e vinte e três) estacas, sendo 100 (cem) em blocos sobre duas estacas, 15 (quinze) em blocos sobre três estacas e 08 (oito) em bloco sobre quatro estacas), foram 59 (cinquenta e nove) blocos de coroamento. A Tabela 07 apresenta o custo de todas as estacas, bem como os blocos de coroamento.

Tabela 07 - Resultados dos custos para a estaca pré-moldada metálica.

Descrição	Bloco sobre duas estacas	Bloco sobre três estacas	Bloco sobre quatro estacas
Fornecimento e cravação de estaca metálica - perfil de aço laminado W 250 x 32,7.	R\$ 143.752,00	R\$ 21.562,80	R\$ 11.500,16
Escavação manual para bloco de coroamento ou sapata, sem previsão de fôrma.	R\$ 5.161,13	R\$ 472,63	R\$ 216,62
Arrasamento de estaca metálica, perfil laminado tipo W família 250.	R\$ 249,90	R\$ 29,40	R\$ 9,80
Lastro de concreto magro, aplicado em blocos de coroamento ou sapatas.	R\$ 2.045,56	R\$ 240,65	R\$ 80,22
Armação de bloco, viga baldrame ou sapata utilizando aço CA-50 de 12,5 mm - montagem.	R\$ 5.994,11	R\$ 478,72	R\$ 26,58
Lançamento/aplicação manual de concreto em fundações.	R\$ 4.755,81	R\$ 435,51	R\$ 199,61
Concreto fck = 25 MPa, traço 1:2, 3:2,7 (cimento/areia média/ brita 1) - preparo mecânico com betoneira 400. L.	R\$ 6.576,59	R\$ 2.238,01	R\$ 1.248,98
Reaterro manual de valas com compactação mecanizada.	R\$ 370,89	R\$ 116,28	R\$ 51,38

Custo total (R\$)	R\$ 169.146,09	R\$ 25.618,10	R\$ 13.362,75
-------------------	----------------	---------------	---------------

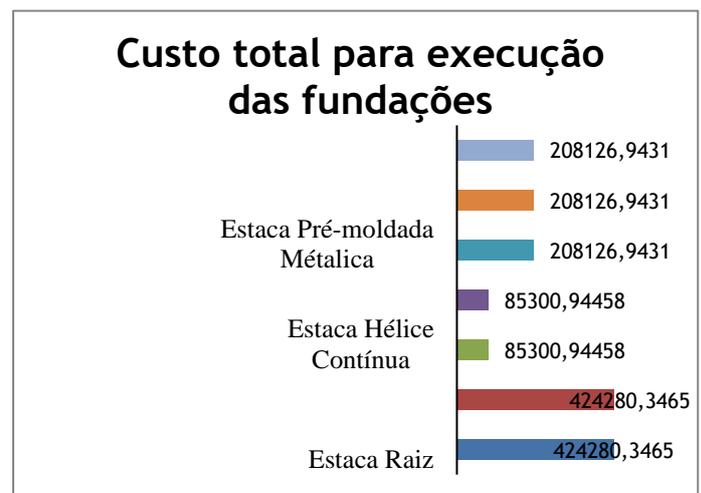
Fonte: Autora (2018)

Verificou-se que tanto na hélice contínua como na estaca pré-moldada metálica houve uma redução no custo final, devido a uma menor quantidade de estacas, sendo uma das opções viáveis diante deste tipo de obra, vale ressaltar que o valor por metro da estaca influenciou bastante na redução de custos, independentemente do diâmetro apresentando.

Outro fator determinante para os resultados, foram as despesas com concreto e armação dos blocos, sabendo que uma redução na altura do bloco, resulta em uma solução econômica, pois a altura é considerada no cálculo de volume de concreto, as soluções propostas apresentaram uma redução significativa nesse quesito, as blocos de coroamento para estaca hélice contínua apresentaram uma redução de 44,44%, já para a estaca pré-moldada metálica de 55,56%.

Para melhor compreensão os custos totais estão apresentados no Gráfico 01.

Gráfico 01 - Custo Total



CONCLUSÕES

A proposta deste estudo foi apresentar uma análise comparativa de custos para as fundações profundas do tipo estaca, através de uma demonstração de um caso real, verificando a possibilidade de optar por situações mais econômicas desde o dimensionamento das fundações.

Percebeu-se que a utilização de blocos com menor quantidade de estacas apresentou uma situação econômica e vantajosa, esse resultado apresentou um custo significativo pelo fato de que custo por metro linear de estaca é o item de maior valor em relação aos demais.

Portanto, é indispensável que o projetista de fundações, antes de optar por qualquer tipo de fundação, faça um estudo para a escolha mais adequada das fundações, analisando seus custos e conseqüentemente a viabilidade do empreendimento.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6122- Projeto e execução de fundações: Procedimento. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR. 6118 - Projeto de estruturas de concreto- Procedimento. Rio de janeiro, 2014.

ANDRADE, G. M. Fundação em Hélice Contínua: Estudo de caso em obra de viaduto no município de Feira de Santana- BA- 2009. Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Feira de Santana.

CAMPOS, J.C. Elementos de fundações em concreto. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

CAXIAS. Prefeitura Municipal. Secretaria de Infraestrutura. Departamento de obras. Caxias, 2018.

FALCONI, F.F.; NIYAMA, S.; ORLANDO, C.; Concepção de obras de fundações. In: HACHICH, W.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, 2016. cap. 6, p. 215-224.

SINAPI. Índices da Construção Civil. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Pagi.aspx>. Acesso em 23 setembro. 2018.

VELLOSO, D. A.; LOPES, F.R. Fundações. Critérios de Projeto - Investigação do Subsolo - Fundações Superficiais. 2.ed. Rio de Janeiro: Oficina de Textos. 2015.