

## ESTUDO COMPARATIVO SOBRE O DIMENSIONAMENTO DE FUNDAÇÕES EM DIFERENTES COTAS DE ASSENTAMENTO

Janderson Moreira Cabral (Instituto de Pós-Graduação e Graduação) E-mail: jandersonmcabral@gmail.com

Pietro Maria Silva Rossi (Universidade Federal de Rondônia) E-mail: pietro.rossi91@hotmail.com

Silfarle dos Santos Santiago (Centro Universitário São Lucas) E-mail: silfarle@gmail.com

Daniel Martins (Universidade do Vale do Rio dos Sinos) E-mail: engdavani@gmail.com

Aedjota Matos de Jesus (Universidade Federal do Pará) E-mail: aedjota@gmail.com

Luis Felipe Alencar Brandão (Universidade Federal do Pará) E-mail: luisfelipe2357@gmail.com

Marcelo de Souza Picanço (Universidade Federal do Pará) E-mail: marcelosp@ufpa.br

**Resumo:** Dado à tendência de aumento de custo de uma obra nos últimos anos, o dimensionamento de fundações é notável como componente no custo total de uma edificação. Este estudo realiza um comparativo sobre o dimensionamento de fundações em diferentes cotas de assentamento, tal que leva em conta a geometria e os custos associados as sapatas rígidas assentadas nas cotas de 2,0 e 3,0 metros. Para este estudo, o laudo de sondagem (SPT), constatou-se que os valores médios do  $N_{spt}$  para as duas situações são, respectivamente, 13 e 16 golpes, com esses resultados foram encontradas as tensões admissíveis relativas a cada cota de assentamento para as situações analisadas, sendo 1,94 e 2,38 kgf/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Observou-se um aumento de resistência do solo em 22,68 % em relação à cota de 2,0 m para 3,0 m, conseqüentemente, a seção da base da fundação reduziu 17,39 % em relação à cota de 2,0 m para 3,0 m. Com estes dados, baseando-se também base de valores do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da construção civil (SINAPI), surge uma diferença nos custos totais de cada orçamento para implantação das sapatas, onde é possível observar que a sapata para cota de 3,0 metros tem custo 9,51 % maior que a cota 2,0 m. Assim, pode-se afirmar que financeiramente não é viável aumentar a cota de assentamento da fundação para o caso em estudo, visto que escavar um metro para chegar em um solo mais resistente onerou o custo total para implantação da fundação.

**Palavras-chave:** Dimensionamento, Fundações, Custo.

### Comparative study on the design of foundations in different settlement quotas

**Abstract:** Given the trend of increasing the cost of a work in recent years, the design of foundations is remarkable as a component in the total cost of a building. This study conducts a comparative on the sizing of foundations in different laying dimensions, such that it takes into account the geometry and costs associated with rigid shoes based on the dimensions of 2 and 3 meters. For this study, the probing report (SPT) found that the mean  $n_{spt}$  values for both situations are, respectively, 13 and 16 strokes, with these results it was possible to find the permissible stresses relative to each settlement quota for the analyzed situations, being 1.94 and 2.38 kgf/cm<sup>2</sup>, respectively. It was observed that there was an increase in soil resistance by 22.68 % in relation to the quota from 2.0 m to 3.0 m, consequently, the base section of the foundation reduced 17.39 % in relation to the quota from 2.0 m to 3.0 m. With these data, also based on the value base of the National System of Research of Costs and Indices of civil construction (SINAPI), there is a difference in the total costs of each budget for the implementation of the shoes, where it is possible to observe that the shoe for quota of 3.0 meters has a cost 9.51 % higher than the quota 2.0 m. Thus, in this sense, it can be affirmed that financially it is not feasible to increase the nesting quota of the foundation for the case under study, since digging one meter to reach a more resistant soil cost the total cost for implementation of the foundation.

**Keywords:** Sizing, Foundations, Cost.

#### 1. Introdução

As fundações são elementos estruturais cujas dimensões são definidas objetivando garantir a segurança, durabilidade e funcionalidade das estruturas. A fundação é responsável por parcela relevante do custo total de uma edificação, portanto, seu adequado dimensionamento em muito influência nos aspectos financeiros de uma obra.

As fundações são estruturas responsáveis por distribuir as cargas oriundas da edificação por uma camada resistente do solo na qual se encontra apoiada. Para tanto, devem ser dimensionadas considerando as propriedades tanto do material que se constitui a fundação quanto do solo, além da magnitude do carregamento (CINTRA; AOKI; ALBIERO, 2003).

Brito (1987) afirma quando uma fundação alcança o máximo aproveitamento possível em seu dimensionamento ela corresponderá a um percentual que variará entre 3 % e 10 % do custo total de uma edificação; entretanto, caso haja falhas em sua concepção e projeto, tal margem se elevará a valores que podem ir de 5 a 10 vezes o custo da fundação mais apropriada para o caso.

Assim, o adequado dimensionamento de uma fundação pode representar fator decisivo para a tomada de decisões acerca de uma obra, inclusive quanto ao início de sua execução.

Para a realização de um dimensionamento adequado, é necessário conhecer as propriedades geotécnicas e geológicas do solo sob o qual se estabelecerá a estrutura, tais como: tipologia, estratigrafia e resistência entre outras. Tal conhecimento é obtido por meio da realização de uma investigação do subsolo. Logo, a escolha do tipo de fundação está associada tanto aos parâmetros geotécnicos e geológicos quanto às solicitações estruturais (LOPES; VELLOSO, 2016).

Complementarmente Lopes e Velloso (2016) estabelecem que existem diversas soluções para execução de fundações para edificações, que são classificadas em dois grandes grupos: superficiais e profundas. A escolha do tipo de fundação deve ponderar entre critérios técnicos e econômicos, como topografia, limitações geográficas do terreno, tipologia do solo, as solicitações da estrutura e os custos operacionais.

Segundo Hachini (1998), quando comparadas com as fundações profundas, as fundações superficiais são economicamente mais acessíveis por estarem alocadas nas primeiras camadas do subsolo, além de serem de fácil execução, pois não demandam a utilização de máquinas específicas, como equipamentos sofisticados que dependem de tecnologia, para escavação e concretagem dessas estruturas.

Pereira e Sokilovicz (2021) realizaram um estudo comparativo das fundações de uma residência utilizando sapatas isoladas e estacas escavadas, no qual constataram que as fundações profundas propiciam maior rigidez à estrutura que as fundações superficiais. Em outro estudo, desenvolvido por Cunha, Santo e Leite (2021), os autores realizam um comparativo entre fundações superficiais do tipo sapata e radier, no qual observaram que o radier possui um custo 14,69 % menor, quando comparado com a sapata isolada dotada de viga baldrame.

Observa-se que nesses estudos são analisados custos associados a soluções distintas. Todavia, Berberian (2015) recomenda que a definição do tipo de fundação deve considerar aspectos que maximizem a economia durante a sua execução. Neste sentido, Hansen (2014) analisou diferentes configurações de diâmetros de estacas em bloco de fundações no intuito de encontrar a solução de menor custo.

Diversos estudos são realizados no intuito de comparar os diversos métodos de dimensionamento de fundações, todavia ainda são escassos os estudos que avaliam a influência da cota de assentamento no dimensionamento. Portanto, é feito o questionamento se há realmente diferença no dimensionamento de fundações para diferentes cotas.

Visto isso, o objetivo deste artigo é realizar um estudo comparativo sobre o dimensionamento de fundações em diferentes cotas de assentamento. Para isso, foi avaliada a geometria da fundação, bem como os custos na forma de orçamento associados para implantação.

## 2. Material e Metodologia

Por meio desta pesquisa de estudo de caso almeja-se solucionar problema econômico de um projeto residencial unifamiliar no município de Porto Velho - RO. Segundo Gil (2010), esta categoria de pesquisa é caracterizada como aplicada, visto que busca a aquisição de conhecimento com perspectiva de aplicação em um cenário específico. Por outro lado, segundo Lakatos e Marconi (2012), esta pesquisa tem caráter quantitativo, pois almeja levantar custo, por meio de orçamento, associado à implantação das fundações.

Para melhor ilustrar de forma mais sintética a sequência de atividades que compõem a realização do trabalho, na Figura 1 são apresentadas as ações desenvolvidas e a sequência em que ocorreram.

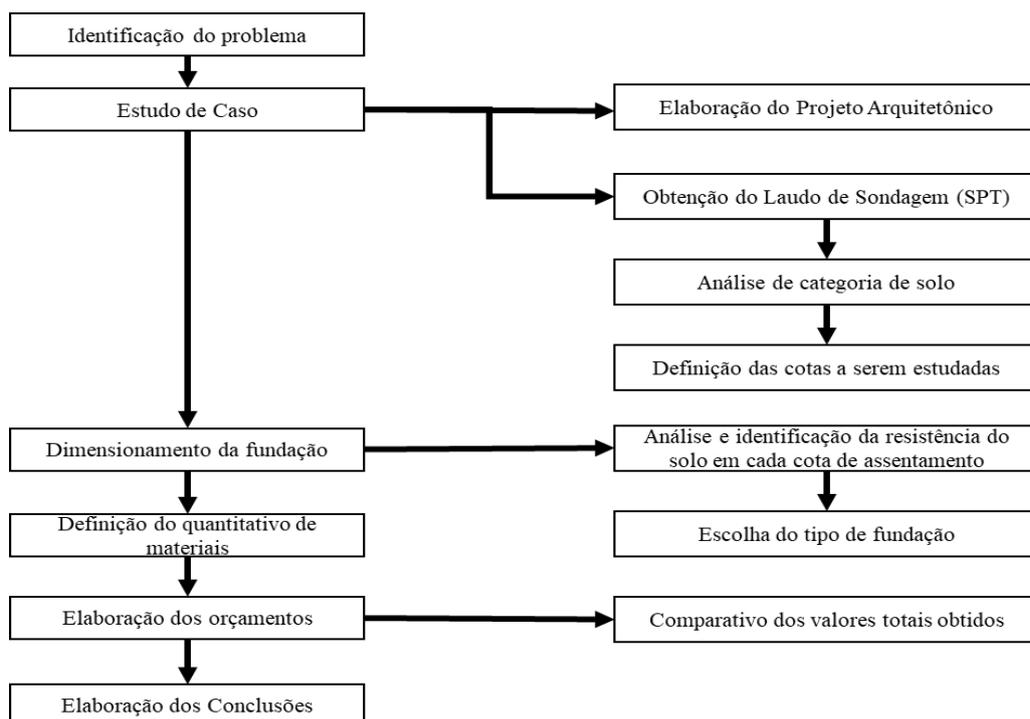


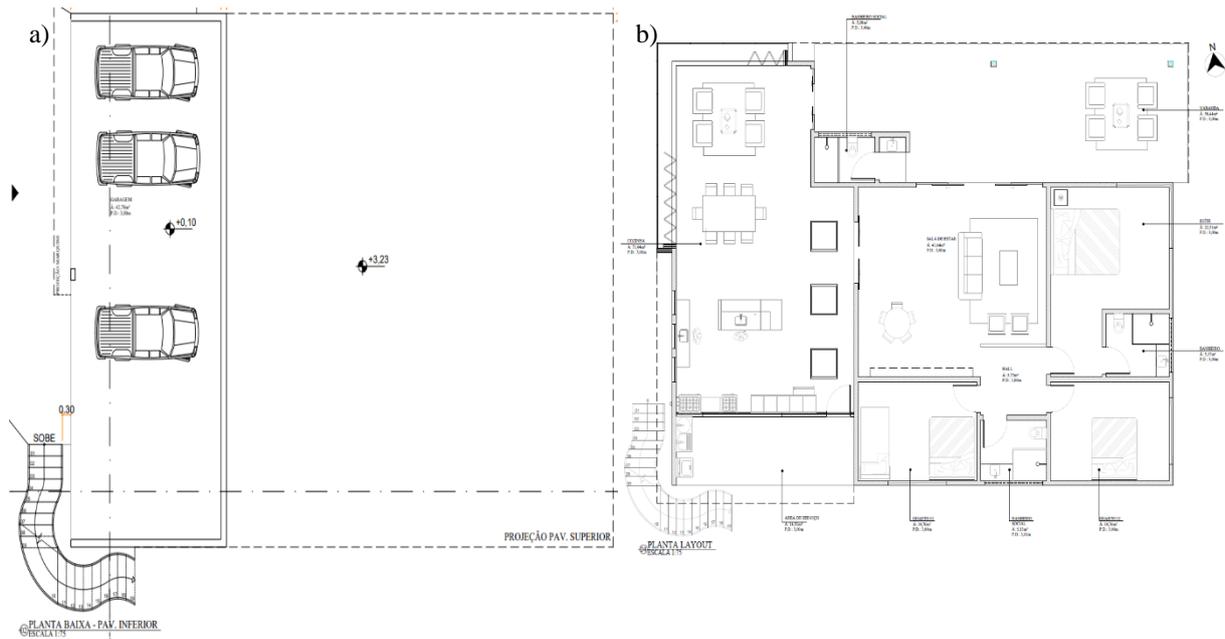
Figura 1 - Fluxograma das etapas do trabalho.

Fonte: Dados adaptados de DER/RO (2022).

### 2.1. Local de Estudo

A fundação analisada neste estudo é de uma residência unifamiliar localizada na cidade de Porto Velho - RO. Na Figura 2 são mostrados partes do projeto arquitetônico da edificação, nos quais se observa que no pavimento inferior é a garagem (Figura 2.a), enquanto no pavimento superior é a residência propriamente dita (Figura 2.b).

Figura 2 – Croqui do Projeto Arquitetônico com pavimento inferior (a) e superior (b).



Fonte: Autores.

## 2.2. Carga da fundação

A carga da fundação foi determinada a partir do projeto estrutural da residência unifamiliar em questão. O sistema estrutural adotado foi em concreto armado e verificou-se que o pilar mais solicitado possui uma carga axial de 22 tf. Esse foi o carregamento do pilar ( $N_g$ ) utilizado neste estudo para realizar o dimensionamento da fundação.

## 2.3. Laudo de Sondagem

A Figura 4 mostra o laudo de sondagem obtido a partir da sondagem a percussão (SPT) e utilizado neste estudo, onde se observa que a cota d'água é de 3,20 metros.

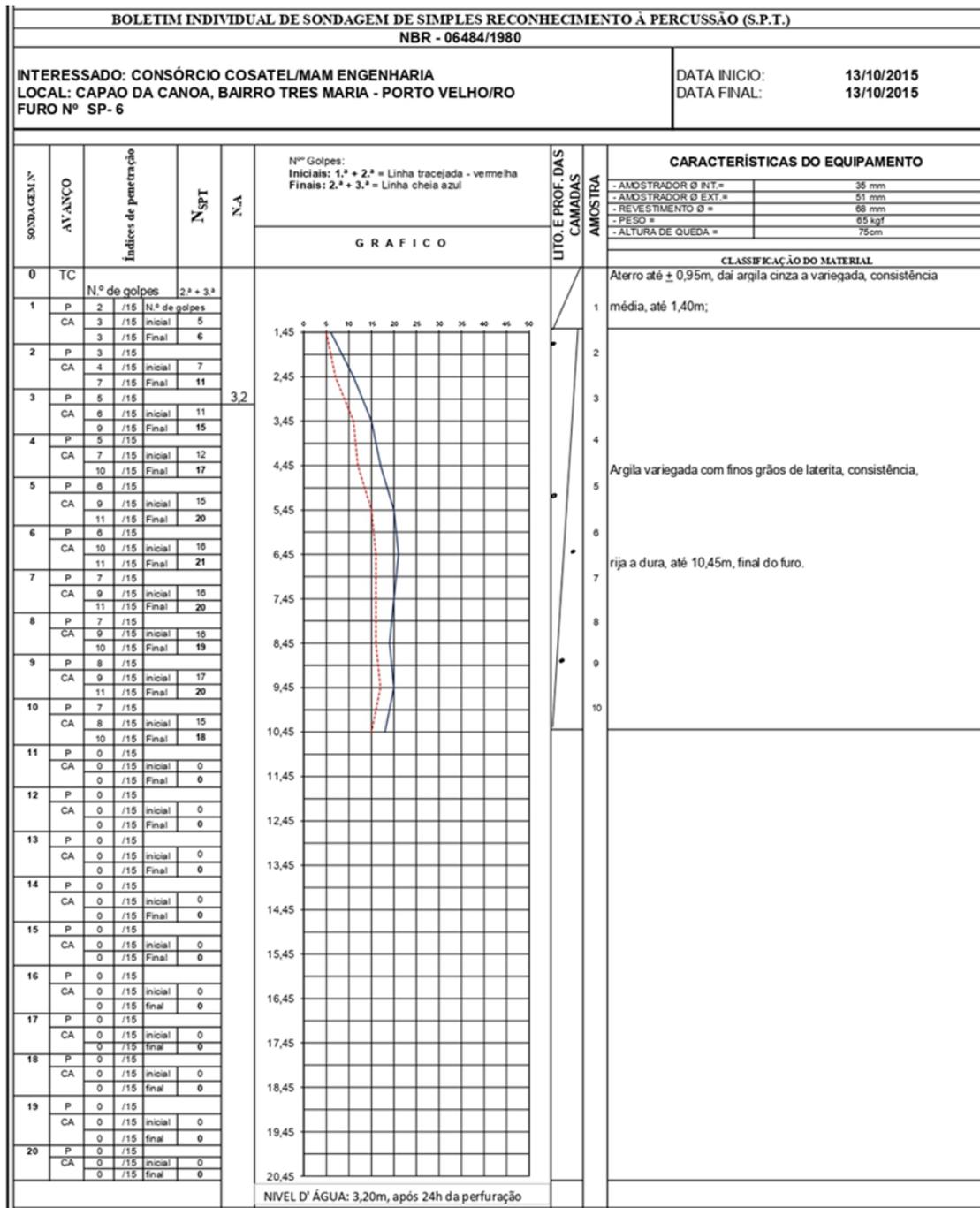


Figura 3 - Laudo de sondagem SPT.

Fonte: Dados adaptados de DER/RO (2022).

### 2.4. Determinação da capacidade de carga

A determinação da capacidade de carga, em termos de tensão admissível do solo, foi realizada pelo Método de Dickran Berberian (2015), no qual se recomenda que o SPT brasileiro médio deve ser obtido a partir da zona de plastificação. O autor aponta que para a definição da zona de plastificação do solo deve ser considerada 1,5 vezes o valor do menor lado da base para as fundações superficiais. Para tal, deve-se fazer uma média dos valores do  $N_{SPT}$  encontrados na zona de plastificação. Além disso, deve-se ainda analisar qual categoria de solo é predominante

na zona de plastificação para, então, escolher o coeficiente de minoração ( $K_{Berb}$ ), conforme mostra a equação 1.

$$\sigma_{adm} = \frac{N_{SPT,m\u00e9dio}}{K_{Berb}} \quad (\text{Equa\u00e7\u00e3o 1})$$

O valor de  $K_{Berb}$  \u00e9 tabelado por Berberian (2015) em fun\u00e7\u00e3o tanto do tipo do solo quanto pelas provas de cargas comparadas pelo autor. J\u00e1 o valor da tens\u00e3o admiss\u00edvel obtido \u00e9 dado em kgf/cm<sup>2</sup>.

## 2.5. Dimensionamento da funda\u00e7\u00e3o

Inicialmente o dimensionamento da sapata da funda\u00e7\u00e3o foi feito a partir da determina\u00e7\u00e3o da \u00e1rea da sapata ( $S_{sap}$ ). Para isso, deve ser considerada uma majora\u00e7\u00e3o no carregamento do pilar ( $N_g$ ) em fun\u00e7\u00e3o do peso pr\u00f3prio, em que a NBR 6122 (ABNT, 2019) recomenda no m\u00ednimo 5 %. Neste sentido, o valor do carregamento do pilar deve ser multiplicado por 1,05 para determinar a \u00e1rea da sapata, conforme mostra a equa\u00e7\u00e3o 2.

$$S_{sap} = \frac{1,05.N_g}{\sigma_{adm}} \quad (\text{Equa\u00e7\u00e3o 2})$$

Para realizar o dimensionamento geom\u00e9trico da funda\u00e7\u00e3o adotou-se sapata retangular com balan\u00e7os iguais, pois \u00e9 tida como um m\u00e9todo de c\u00e1lculo econ\u00f4mico, visto que apresenta um menor consumo de concreto ao comparar com outros m\u00e9todos de dimensionamento (BASTOS, 2019). Neste m\u00e9todo o menor lado da sapata ( $B$ ) \u00e9 dado em fun\u00e7\u00e3o dos lados dos pilares ( $a_p$  e  $b_p$ ) e da \u00e1rea da base da sapata ( $S_{sap}$ ), conforme mostra a equa\u00e7\u00e3o 3.

$$B = \frac{1}{2}(b_p - a_p) + \sqrt{\frac{1}{4}(b_p - a_p)^2 + S_{sap}} \quad (\text{Equa\u00e7\u00e3o 3})$$

Em seguida, deve-se determinar o maior lado da sapata ( $A$ ) a partir da \u00e1rea da sapata ( $S_{sap}$ ) e do seu menor lado ( $B$ ), conforme mostra a equa\u00e7\u00e3o 4.

$$A = \frac{S_{sap}}{B} \quad (\text{Equa\u00e7\u00e3o 4})$$

Bastos (2019) recomenda que as medidas dos lados das sapatas sejam arredondadas para m\u00faltiplos de 5 cm por quest\u00f5es construtivas e pr\u00e1ticas. Al\u00e9m disso, a NBR 6122 (2019) estabelece ainda que a menor dimens\u00e3o da sapata n\u00e3o deve ser inferior a 60 cm.

A sapata foi dimensionada como elemento estrutural r\u00edgido, portanto a altura da sapata ( $h$ ) foi calculada conforme mostra a equa\u00e7\u00e3o 5 estabelecida pela NBR 6122 (ABNT, 2019).

$$h \geq \frac{A - a_p}{3} \quad (\text{Equa\u00e7\u00e3o 5})$$

## 2.6. Estimativa de custo e or\u00e7amento

Foi realizada a estimativa do custo envolvido em duas possibilidades de implanta\u00e7\u00e3o das funda\u00e7\u00f5es, para isso as planilhas or\u00e7ament\u00e1rias foram elaboradas com base no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e \u00cdndices da constru\u00e7\u00e3o civil (SINAPI). Para isso, foram utilizadas as tabelas disponibilizadas pela Caixa Econ\u00f4mica Federal com os custos para janeiro de 2022.

A estimativa de custo utilizou-se de itens que consideram custos com os encargos sociais não desonerados, como as escavações, consumo de concreto e reaterro, além do lastro de concreto e armações de formas.

Como os serviços de implantação das fundações superficiais analisadas neste estudo são praticamente iguais, na discriminação orçamentária tem-se as mesmas etapas e serviços previstos nas planilhas orçamentárias. Todavia, os quantitativos de serviço são distintos sendo obtidos a partir da análise do dimensionamento das fundações.

### 3. Resultados e discussões

Inicialmente simulou-se que as sapatas foram assentadas nas cotas -2,0 e -3,0 metros, respectivamente, conforme mostra a Figura 4. A partir disso, estimou-se a zona de plastificação (ZP), conforme recomenda Berberian (2015), para tanto estimou-se que o menor lado da sapata (B) seria dimensionado com 1,0 m.

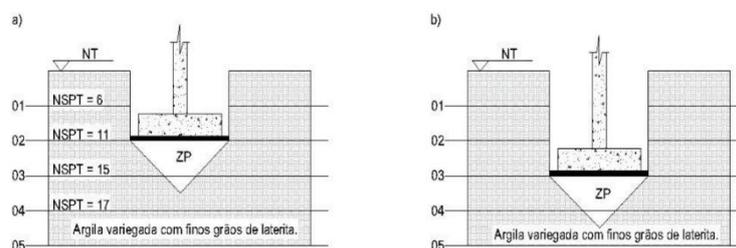


Figura 4 - Sapatas assentadas nas cotas (a) 2,0 m e (b) 3,0 m.

Fonte: Dados produzidos pelo autor (2022).

Observa-se que a zona de plastificação possui 1,50 metros de profundidade, e por conta disso, a zona de plastificação solicita duas camadas de solos imediatamente abaixo das cotas de assentamento. Assim, constata-se que os valores médios do  $N_{spt}$  para duas situações são, respectivamente, 13 e 16 golpes.

Tendo em vista que ambas as fundações estão assentadas no mesmo tipo de solo (argila), bem como a zona de plastificação solicita o mesmo tipo de solo (argila), tem-se que o coeficiente de ponderação de Berberian ( $K_{Berb}$ ) é igual 6,70. Assim, a partir da Equação 1, é possível encontrar as tensões admissíveis relativas a cada cota de assentamento para as situações analisadas, sendo 1,94 e 2,38 kgf/cm<sup>2</sup>, respectivamente.

Na Figura 5, tem-se o detalhamento geométrico obtido pelo dimensionamento estrutural com base nas tensões admissíveis relativas a cada cota de assentamento e nas equações 3, 4 e 5.

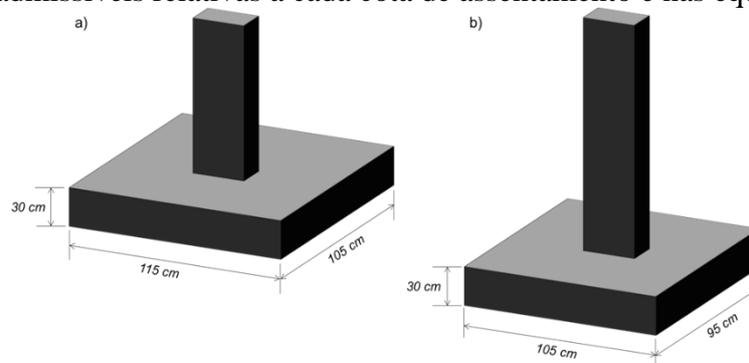


Figura 5 - Perspectivas das sapatas com as cotas assentadas nas cotas (a) 2,0 m e (b) 3,0 m

Fonte: Dados produzidos pelo autor (2022)

Ao comparar as tensões admissíveis, constata-se que ocorreu um aumento de resistência do solo em 22,68 % em relação à cota de 2,0 m para 3,0 m. Consequentemente, a seção da base da fundação reduziu 17,39 % em relação à cota de 2,0 m para 3,0 m. Considerando o arranque do pilar até o nível do terreno, houve ainda uma redução no consumo de concreto 0,03 m<sup>3</sup>.

A tabela 1 representa o orçamento analítico com os encargos sociais não desonerados para execução da fundação na cota 2,0 metros, que apresentou um custo total de R\$ 1.976,38.

Tabela 1 - Composição unitária dos custos envolvidos na implantação da sapata na cota 2,0 metros

Código	Descrição	Unid.	Quant.	Valor Unitário	Total
96523	ESCAVAÇÃO MANUAL PARA BLOCO DE COROAMENTO OU SAPATA (INCLUINDO ESCAVAÇÃO PARA COLOCAÇÃO DE FÔRMAS). AF_06/2017	m <sup>3</sup>	2,40	87,2	R\$ 209,28
96619	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM BLOCOS DE COROAMENTO OU SAPATAS, ESPESSURA DE 5 CM. AF_08/2017	m <sup>2</sup>	1,21	31,54	R\$ 38,16
96545	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	Kg	33,60	19,03	R\$ 639,41
96529	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA SAPATA, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, 1 UTILIZAÇÃO. AF_06/2017	m <sup>2</sup>	2,68	247,15	R\$ 662,36
96556	CONCRETAGEM DE SAPATAS, FCK 30 MPA, COM USO DE JERICA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_06/2017	m <sup>3</sup>	0,42	796,89	R\$ 334,69
96995	REATERRO MANUAL APILOADO COM SOQUETE. AF_10/2017	m <sup>3</sup>	1,97	46,94	R\$ 92,47
TOTAL DOS SERVIÇOS				R\$ 1.976,38	

Fonte: Dados produzidos pelo autor (2022).

Observa-se que o item fabricação, montagem e desmontagem de fôrma para sapata, em madeira serrada, contribuiu com 33,51 % quando comparado ao valor total desta fundação.

A Tabela 2 representa o orçamento analítico com os encargos sociais não desonerados para execução da fundação na cota 3,0 metros, que apresentou um custo total de R\$ 2.164,42.

Tabela 2 - Composição unitária dos custos envolvidos na implantação da sapata na cota 3,0 metros.

Código	Descrição	Unid.	Quant.	Valor Unitário	Total
96523	ESCAVAÇÃO MANUAL PARA BLOCO DE COROAMENTO OU SAPATA (INCLUINDO ESCAVAÇÃO PARA COLOCAÇÃO DE FÔRMAS). AF_06/2017	m <sup>3</sup>	3,11	87,2	R\$ 271,19
96619	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM BLOCOS DE COROAMENTO OU SAPATAS, ESPESSURA DE 5 CM. AF_08/2017	m <sup>2</sup>	1,00	31,54	R\$ 31,54
96545	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	Kg	31,20	19,03	R\$ 593,74

Código	Descrição	Unid.	Quant.	Valor Unitário	Total
96529	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA SAPATA, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, 1 UTILIZAÇÃO. AF_06/2017	m <sup>2</sup>	2,68	247,15	R\$ 662,36
96556	CONCRETAGEM DE SAPATAS, FCK 30 MPA, COM USO DE JERICA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_06/2017	m <sup>3</sup>	0,42	796,89	R\$ 334,69
96995	REATERRO MANUAL APILOADO COM SOQUETE. AF_10/2017	m <sup>3</sup>	1,97	46,94	R\$ 92,47
TOTAL DOS SERVIÇOS				R\$ 1.976,38	

Fonte: Dados produzidos pelo autor (2022).

Observa-se que o item fabricação, montagem e desmontagem de fôrma para sapata, em madeira serrada, contribuiu com 38,42 % do valor total desta fundação.

De forma a simplificar o exposto na Tabela 1 e Tabela 2, é mostrada a Figura 6, comparando o impacto, de forma percentual, de cada item avaliado nesta estimativa de custos envolvidos.

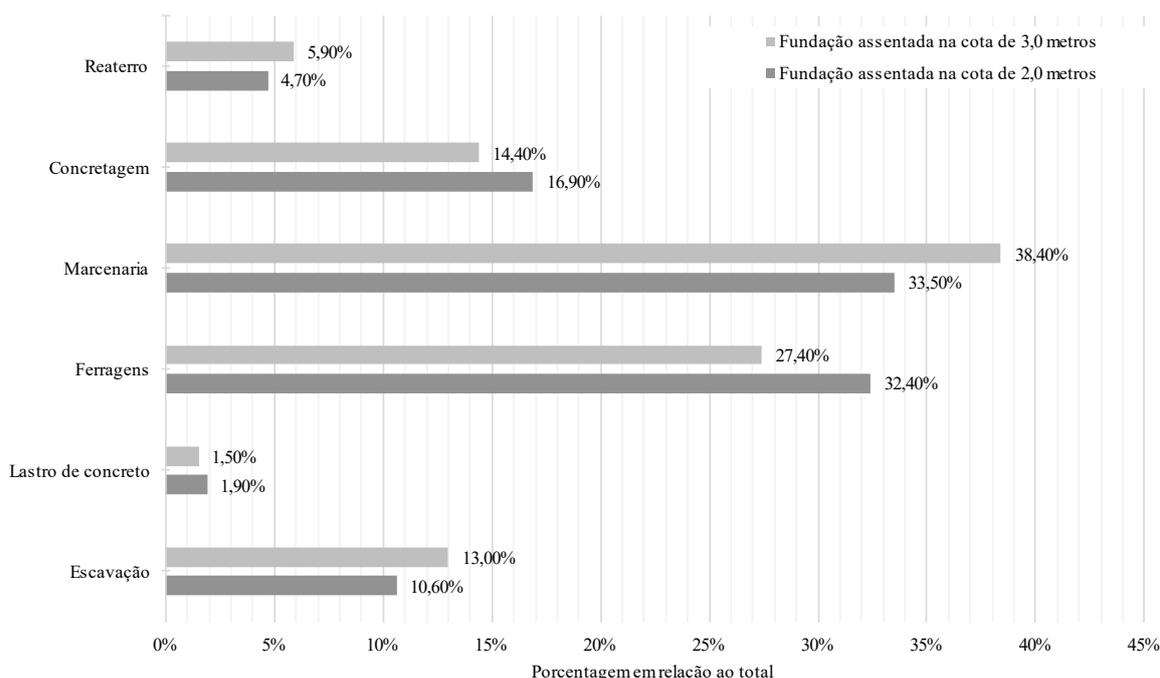


Figura 6 - Quantidade percentual em relação ao custo total (%).

Fonte: Autores.

Em ambos os casos, observa-se que o custo da sapata é majoritariamente associado à fabricação, montagem e desmontagem de formas, conforme já verificado por Cunha, Santo e Leite (2021), que realizam um comparativo entre fundações superficiais do tipo sapata e radier.

Na Figura 8 são comparados os custos totais de cada orçamento para implantação nas cotas 2,0 metros e 3,0 metros, onde é possível observar que a fundação para cota de 3,0 metros tem custo de R\$ 188,04 maior que a fundação na cota 2,0 m, representando um aumento de 9,51 %.

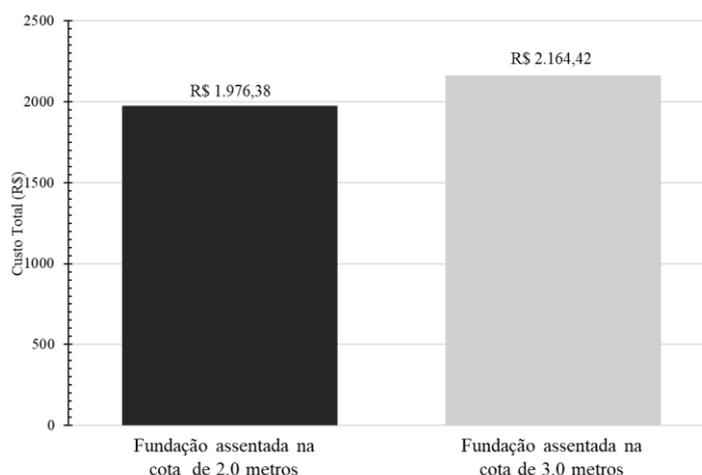


Figura 7 - Gráfico com os custos totais das fundações.

Fonte: Dados produzidos pelo autor (2022).

Considerando o projeto estrutural, que apresenta 26 pilares dotados de fundações, e na hipótese que os pilares possuem cargas semelhantes ao analisado neste estudo, estima-se que a mudança da cota de assentamento das fundações de 2,0 metros para 3,0 metros pode onerar a obra em mais de R\$ 4.500,00.

#### 4. Conclusão

O presente estudo comparou o dimensionamento de fundações em diferentes cotas de assentamento, bem como os orçamentos das duas fundações superficiais dimensionadas. A partir dos resultados obtidos observou-se que a resistência do solo aumenta em função do aumento da profundidade do solo, tal que na cota de 2,0 metros a tensão admissível do solo foi de 1,94 kgf/cm<sup>2</sup>, enquanto na cota 3,0 metros, a tensão admissível foi de 2,38 kgf/cm<sup>2</sup>.

No dimensionamento geométrico observou-se que a fundação assentada na cota 2,0 metros apresentou uma área 1,21 m<sup>2</sup>, enquanto a fundação assentada na cota 3,0 metros possuem área de 1,00 m<sup>2</sup>. No entanto, isso não foi o suficiente para promover uma redução de custo para implantação da fundação, visto que a fundação assentada na cota 3,0 metros apresentou um custo total R\$ 2.164,42, enquanto a fundação assentada na cota 2,0 metros tem um custo total R\$ 1.976,38.

Neste sentido, pode-se afirmar que financeiramente não é viável aumentar a cota de assentamento da fundação para o caso em estudo, visto que escavar um metro para chegar em um solo mais resistente onerou o custo total para implantação da fundação. Enquanto a resistência do solo aumentou 22,68 %, a área superficial reduziu 21,05 %, mas ocorreu um aumento de custo de 9,05 %. Isso promoveu uma economia de volume de concreto, todavia os custos associados a fabricação, montagem e desmontagem de fôrma para sapata, em madeira serrada, contribuíram significativamente na composição dos orçamentos.

Vale ressaltar que ainda se fazem necessários estudos futuros para melhor avaliar a solução mais adequada para edificação analisada neste estudo, especialmente deve ser analisada a interação entre o solo e estrutura, bem como os recalques envolvidos, o que não foi realizado neste estudo.

**5. Referências**

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 6122:** *Projeto e execução de fundações*. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.
- BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos.** *Sapata de fundação*. Notas de Aula do Curso de Estruturas de Concreto III. Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2019.
- BERBERIAN, Dickran.** *Engenharia de fundações: passo-a-passo*. 2. ed. Brasília: Infrasolo, 2015.
- BRITO, José Luis Wey de.** *Fundações do edifício*. São Paulo: EPUSP, 1987.
- CINTRA, José Carlos A.; AOKI, Nelson; ALBIERO, José Henrique.** *Tensão admissível em fundações diretas*. São Carlos: Rima, 2003.
- CUNHA, Raphael Luiz; SANTOS, Leandro Camargo; LEITE, Patrick Chavier.** *Estudo comparativo de custo entre fundações rasas: Radier e sapata isolada com viga baldrame*. Sociedade Educacional de Santa Catarina - UniSociesc, Blumenau, 2021. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/14622>. Acesso em: 16 fev. 2022.
- GIL, Antonio Carlos.** *Atlas metodologia do ensino superior*. São Paulo: Atlas, 2010.
- HACHICH, Waldemar.** *Fundações: teoria e prática*. São Paulo: Pini, 1998.
- HANSEN, Vinícius Martins.** *Análise de diferentes configurações de diâmetro de estacas em blocos de fundações: comparativo de custos*. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.
- LOPES, Francisco R.; VELLOSO, Dirceu A.** *Fundações: Volume único*. Oficina de Textos, 2016.
- MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria.** *Técnicas de pesquisa: Planejamento e execução de pesquisa; amostragens e técnicas de pesquisa; elaboração, análise e interpretação de dados*. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- PEREIRA, Simone de Fatima Afonso; SOKOLOVICZ, Bóris Casanova.** *Análise do dimensionamento das fundações de uma residência utilizando sapatas isoladas e estacas escavadas*. + Ingenio-Revista de Ciencia Tecnología e Innovación, v. 3, n. 1, p. 30-42, 2021.