

Análise do dimensionamento das fundações de uma residência utilizando sapatas isoladas e estacas escavadas

Pereira, Simone de F. Afonso^a, Casanova, Bóris Sokolovicz^b

^a *Engenheira Civil, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Santo Ângelo, Rio Grande do Sul, Brasil.*

^b *Professor Doutor em Engenharia Civil, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Santo Ângelo, Rio Grande do Sul, Brasil.*

e-mails: simonepereira23@live.com, bsokolovicz@yahoo.com.br

Resumo

As fundações encontram-se presentes em praticamente todas as obras de engenharia. Para que o projeto de fundações seja realizado um dos aspectos necessários a considerar é o conhecimento do perfil geotécnico do local da obra, pois as características do solo são fatores determinantes para o dimensionamento. A interação que o solo possui com a estrutura (ISE), ou seja, a forma como o mesmo reage quando submetido a carregamentos, pode ser simulado através das suas características e carregamentos ao qual está submetido. Esta análise, que pode ser obtida também por simulação em software, possibilita prever o comportamento e a definir as fundações. Foi realizado um estudo para uma edificação residencial de dois pavimentos, na cidade de Santo Ângelo – RS, o solo do presente local é classificado como argiloso. A estrutura adotada é de concreto armado e a mesma foi dimensionada e analisada através do software TQS. Para o dimensionamento das sapatas e estacas escavadas foi utilizado o ensaio Standard Penetration Test (SPT), como também ensaios laboratoriais de análise do solo no laboratório de solos da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI - Santo Ângelo). As estacas escavadas foram dimensionadas pelo Método de Aoki Velloso e as sapatas isoladas foram dimensionadas através do software TQS. Os resultados apresentaram que os dois tipos de fundações são viáveis. Porém, as sapatas requerem uma rigidez maior devido a sua classificação pertencer às fundações superficiais. Nesse aspecto as fundações profundas se sobressaem pois possibilitam a rigidez da estrutura que as fundações superficiais não dispõem, e também, pela a sua execução ser mais simples rápida.

Palavras Chave – Dimensionamento. Estacas. Fundações. Sapatas.

1. Introdução

As fundações possuem como grande finalidade garantir a segurança, funcionalidade e durabilidade da estrutura. Para que tenham melhor aproveitamento é de fundamental importância que se realize as investigações geotécnicas necessárias para obter os parâmetros indispensáveis para o dimensionamento adequado das mesmas. Porém, em obras de pequeno porte, muitas vezes não são realizados os estudos geotécnicos necessários.

No projeto de fundações, a investigação geotécnica é determinada pelo custo, sendo muitas vezes não realizada na maioria das construções civis. Além de não ter um conhecimento correto, coloca-se a segurança e o conforto em segundo plano. Ocorre também, nos projetos em geral, que as fundações são consideradas indeslocáveis. Ignorando o fato de que o solo das fundações sofre deformações e estas deformações gera deslocamento que pode influenciar na estrutura como um todo.

Devido a erros de dimensionamento ocorrem muitas vezes patologias em obras civis, as quais tem ocorrências reportadas nacionalmente como internacionalmente, casos como Silo de Transcona (1913) no Canadá e os edifícios no litoral de Santos podem ser citados como exemplo. Apesar de estudos, na prática não há uma consideração direta entre o projeto estrutural e o de fundações, não é feita uma análise direta da relação entre o solo e a estrutura em si, o que muitas vezes não prevê a correta funcionalidade da edificação. E por esta razão, atualmente as estruturas estão passando a ser analisadas em conjunto com as fundações.

De acordo com Antoniazzi (2011) as reações de apoio de uma estrutura, antes de serem absorvidas pelo solo, devem passar pelas fundações, e, para isto, ao se projetar uma estrutura, supõe-se que este conjunto seja capaz de garantir a indeslocabilidade da base dos pilares. Baseando-se nesta hipótese, grande parte dos projetos estruturais são elaborados considerando a estrutura assente sobre base rígida e indeslocável.

Existem dois tipos de fundações, Velloso (2011) destaca que as fundações são classificadas em superficiais (diretas ou rasas) e profundas. As superficiais são aquelas em que a carga é transmitida ao terreno, predominantemente pelas pressões distribuídas sob a base da fundação, sendo que, para sua construção não será necessário cotas profundas do solo, tais como radier, sapatas e blocos. As profundas caracterizam-se por transmitirem os esforços as camadas mais profundas do terreno para resistirem às cargas necessárias, tais como estacas, tubulões e caixões.

2. Materiais e metodologia

2.1. Projeto Arquitetônico

O projeto trata-se de uma edificação de dois pavimentos, sendo o primeiro pavimento do tipo comercial e o segundo pavimento do tipo residencial, ambos apresentados nas figuras 1, 2 e 3.

2.3. Projeto de Fundações

2.3.1. Ensaio SPT

Para o dimensionamento das fundações foi utilizado o ensaio de percussão Standard Penetration Test (SPT), conforme representado na figura 3. De acordo com o SPT utilizado, foi adotada profundidade de 2,00 metros para as fundações superficiais do tipo sapata e para as estacas escavadas, foi adotada a profundidade de 8,00 metros, também com base no ensaio SPT obtido.

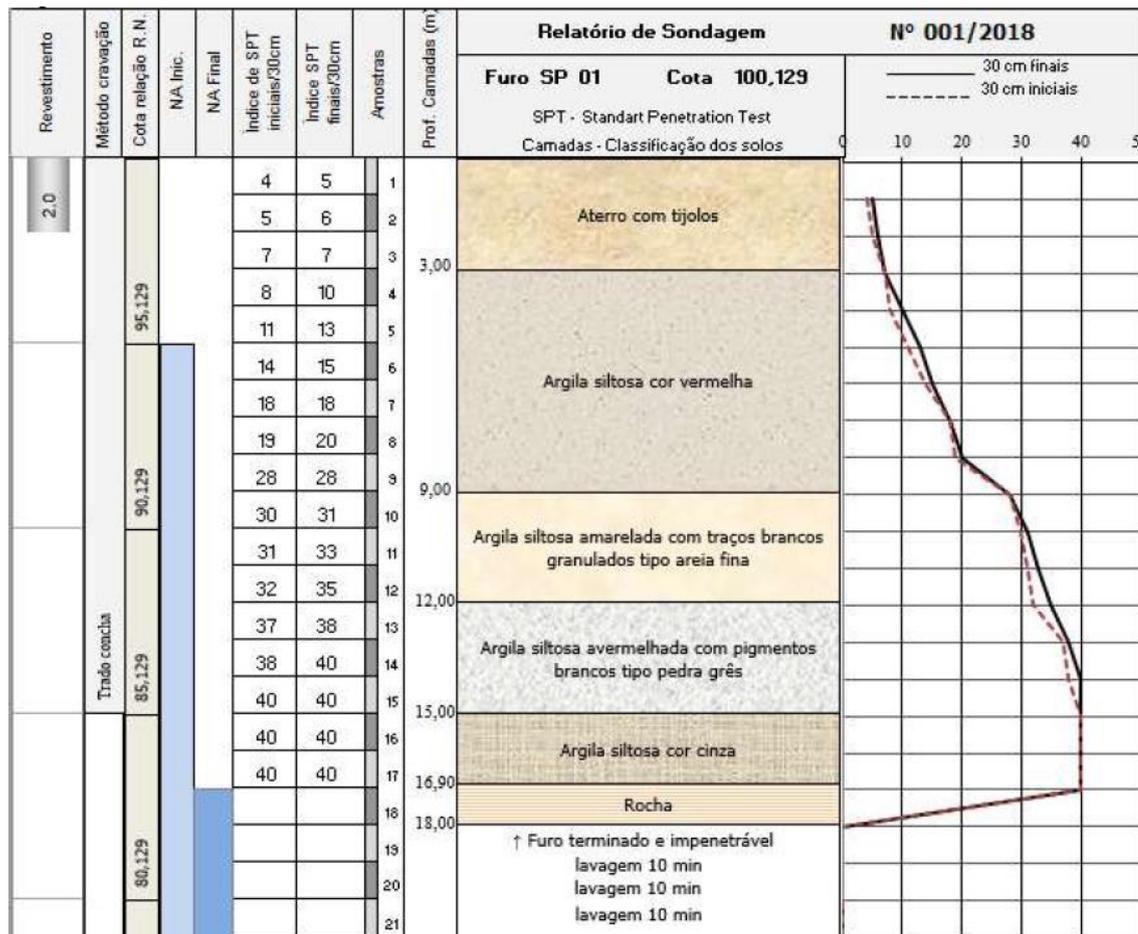


Fig. 3. Ensaio SPT

2.3.2. Dimensionamento das Sapatas Isoladas

As sapatas foram dimensionadas pelo software TQS, o mesmo disponibiliza um pré-dimensionamento e posteriormente o dimensionamento final das sapatas.

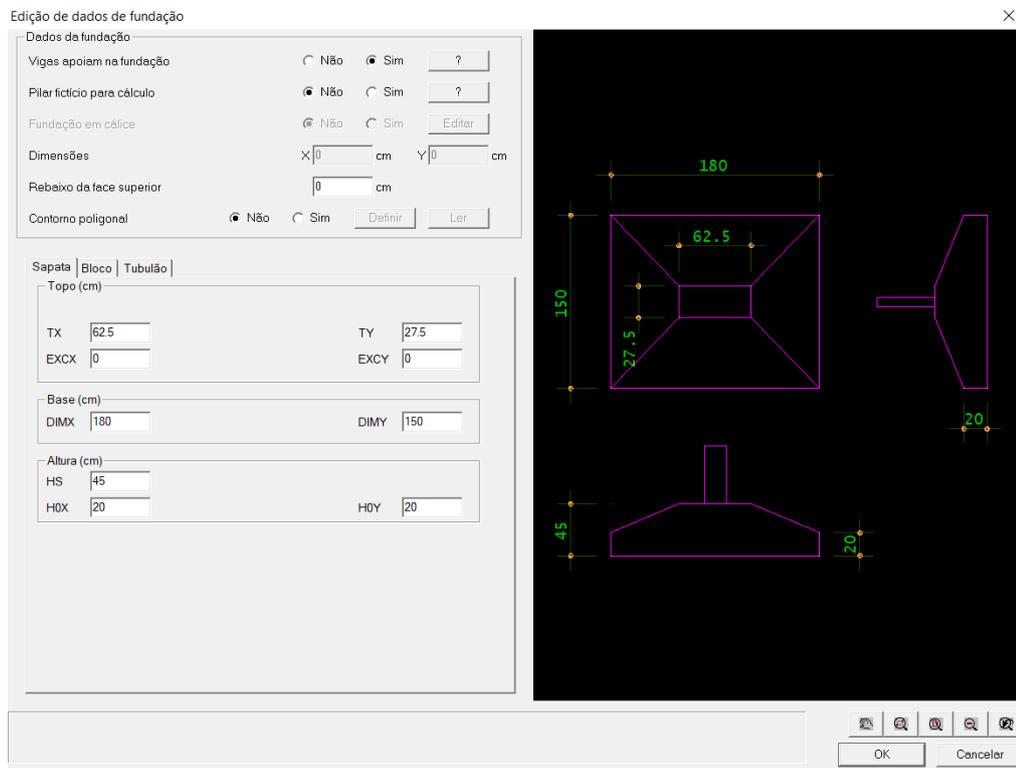


Fig. 4. Caixa de diálogo do TQS para fundações

2.3.3. Método de Aoki-Velloso (1975) para Fundações Profundas

O ensaio é baseado em resultados de resistência de ponta do cone – CPT

$$Q_{RUP} = P_L + P_B \quad (1)$$

Onde:

Q_{RUP} = Capacidade de carga última

P_L = Capacidade de carga do fuste

P_B = Capacidade de carga de base

$$P_B = \frac{K \times N_B \times A_B}{F_1} \quad (2)$$

Onde:

K = Coeficiente de correlação com resultados do cone

N_B = Valor de N_{SPT} da base (ponta) da estaca

A_B = Área da base (ponta) da estaca (m^2)

F1 = Coeficiente de correlação de resistência de ponta para levar em conta a diferença de comportamento entre a estaca e o ensaio de cone

$$P_L = \Sigma \frac{\alpha_i \times k_i N_m \times P \times \Delta_L}{F_2} \quad (3)$$

Onde:

K = Coeficiente de correlação com resultados do cone α_i = Razão de atrito na camada i

K = Coeficiente de correlação com resultados do cone na camada i

N_m = Valor de N_{SPT} médio da camada i

Δ_L = Comprimento da estaca na camada i

F_2 = Coeficiente de correlação de resistência lateral para levar em conta a diferença de comportamento entre a estaca e o ensaio de cone.

3. Resultados e Discussão

3.1. Sapatas Isoladas de Concreto Armado

A figura 5 apresenta o pórtico espacial da estrutura com as sapatas.

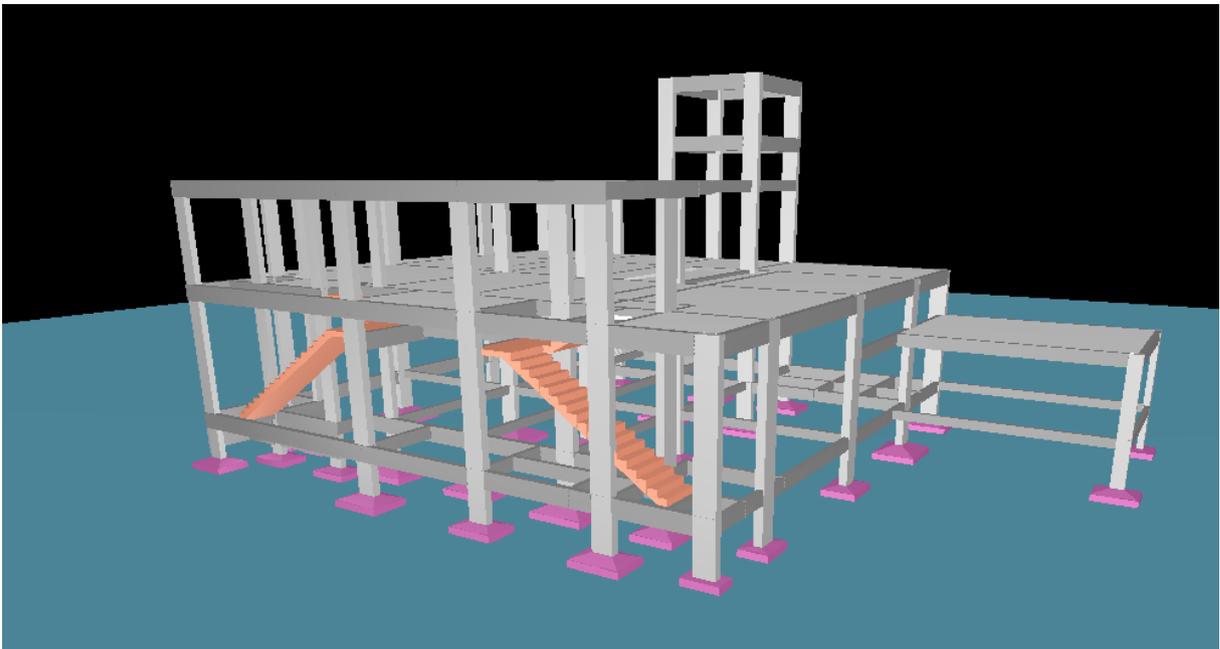


Fig. 5. Visualizador 3D da estrutura

A figura 6 mostra a distribuição das sapatas.

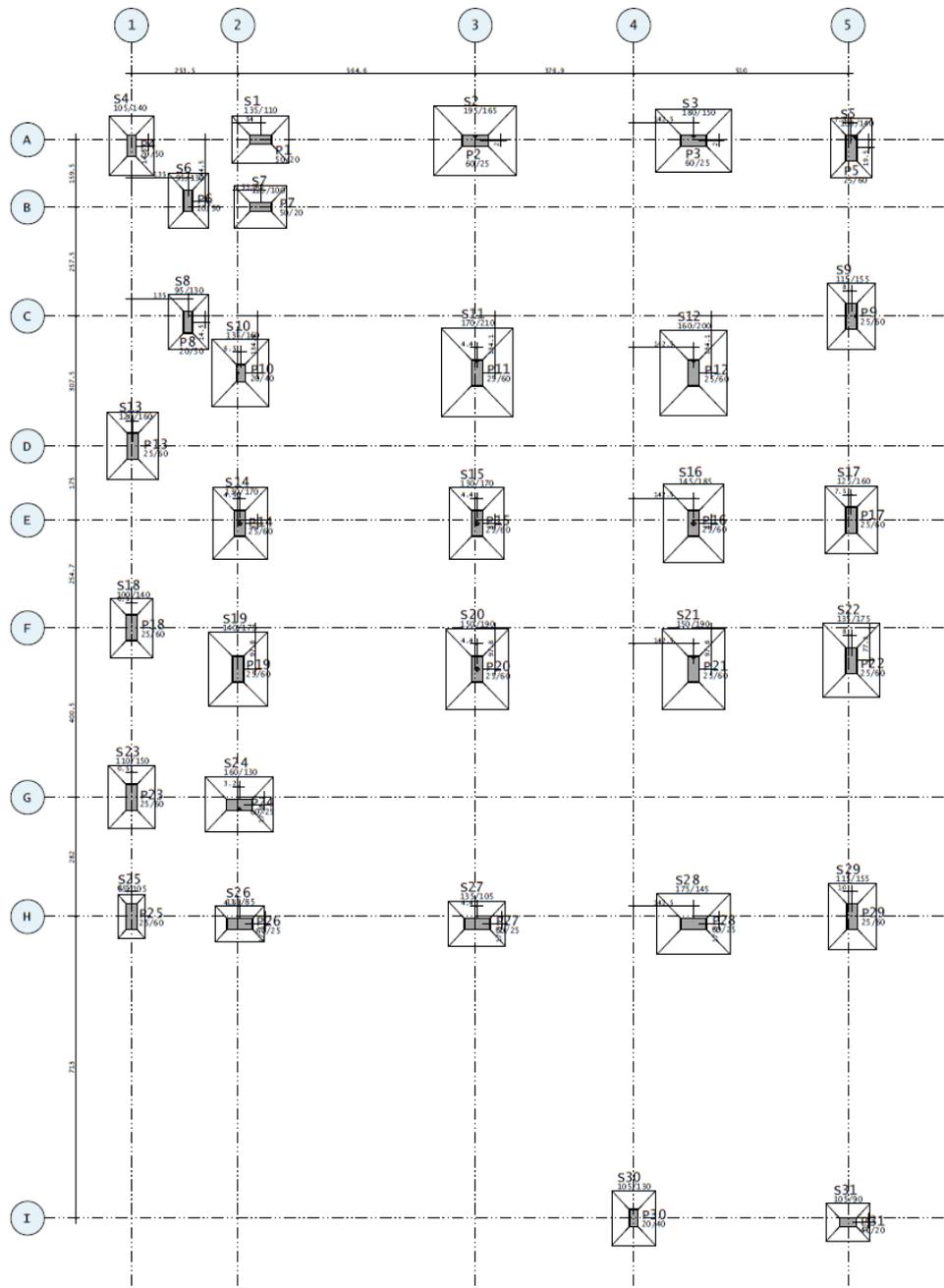


Fig. 6. Posicionamento das sapatas

Tabela 1. Cargas e diâmetros das sapatas

Sapata	Seção Pilar	Carga (t)	Dimensões (cm)	
			Base	Largura
1	20x50	20,6	135	110
2	25x60	40,6	195	165
3	25x60	35,9	180	150
4	20x50	14,0	105	140
5	25x60	15,5	100	140

6	20x50	13,1	95	130
7	20x50	15,6	125	100
8	20x50	14,6	95	130
9	25x60	21,7	115	155
10	20x40	27,8	135	160
11	25x60	46,0	170	210
12	25x60	42,0	160	200
13	25x60	21,2	120	160
14	25x60	28,3	130	170
15	25x60	30,8	130	170
16	25x60	34,6	145	185
17	25x60	27,4	125	160
18	25x60	17,2	100	140
19	25x60	33,7	140	175
20	25x60	38,2	150	190
21	25x60	34,5	150	190
22	25x60	26,0	135	175
23	25x60	19,1	110	150
24	25x60	26,3	160	130
25	25x60	6,1	65	105
26	25x60	11,9	115	85
27	25x60	16,8	135	105
28	25x60	27,6	175	145
29	25x60	20,0	115	155
30	20x40	10,7	105	130
31	20x40	9,6	105	90

A tensão admissível do solo considerada para o dimensionamento das sapatas através do software TQS foi de 1,3 Kgf/cm². Por fazer parte das fundações rasas ou superficiais, nas quais o carregamento da estrutura é transmitido pela base da fundação para o solo, as sapatas necessitam de uma rigidez maior. Para isso se faz necessário redimensionar a seção dos pilares até que os mesmos possibilitem o travamento da estrutura.

3.2. Estacas Escavadas de Concreto Armado

A figura 7 apresenta o pórtico espacial da estrutura em estudo com os blocos de coroamento.

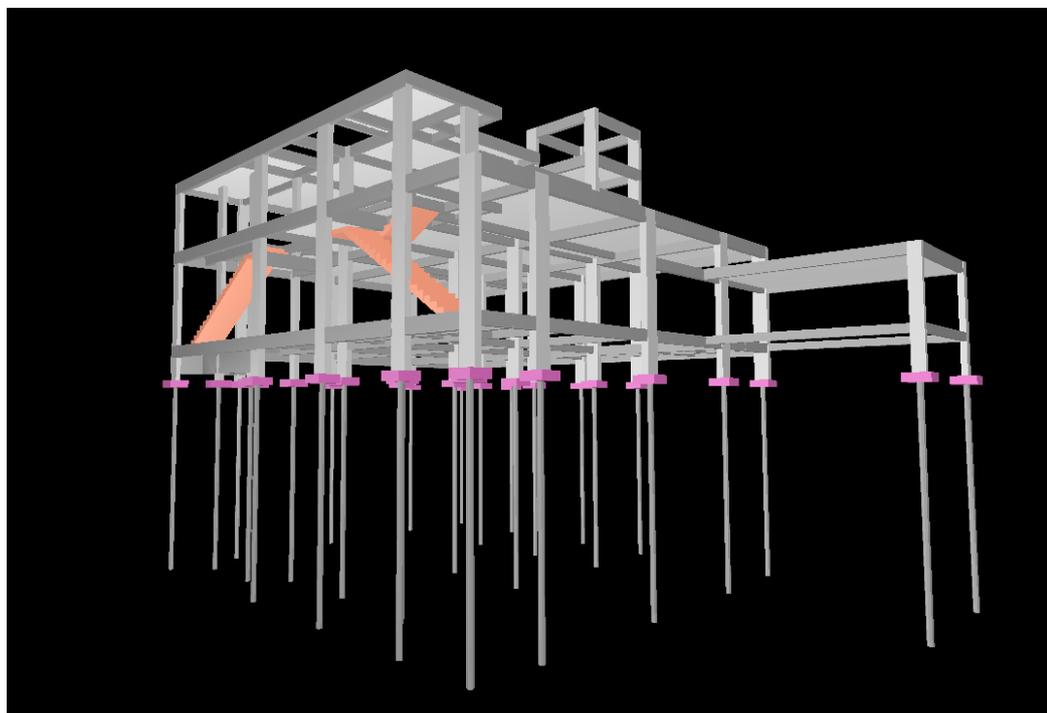


Fig. 7. Visualização do pórtico 3D com estruturas

Tabela 2. Cargas e diâmetros das estacas

Estacas	Seção Pilar	Diâmetro Estaca	Comprimento	Carga (tl)
		(cm)		
1	20x50	40	8	20,6
2	25x60	60	8	40,6
3	25x60	60	8	35,9
4	20x50	30	8	14,0
5	25x60	30	8	15,5
6	20x50	30	8	13,1
7	20x50	30	8	15,6
8	20x50	30	8	14,6
9	25x60	40	8	21,7
10	20x40	50	8	27,8
11	25x60	70	8	46,0
12	25x60	60	8	42,0
13	25x60	40	8	21,2
14	25x60	50	8	28,3
15	25x60	50	8	30,8
16	25x60	50	8	34,6
17	25x60	50	8	27,4
18	25x60	30	8	17,2
19	25x60	50	8	33,7
20	25x60	60	8	38,2
21	25x60	50	8	34,5
22	25x60	50	8	26,0
23	25x60	40	8	19,1
24	25x60	50	8	26,3

25	25x60	30	8	6,1
26	25x60	30	8	11,9
27	25x60	30	8	16,8
28	25x60	50	8	27,6
29	25x60	40	8	20,0
30	20x40	30	8	10,7
31	20x40	30	8	9,6

4. Conclusão

Após a análise do trabalho realizado, comparando os dois tipos de fundações, profundas e superficiais, pode-se observar que a forma de transmissão de esforços mudou expressivamente de um tipo de fundação para o outro.

No caso das fundações superficiais, com sapata isolada de concreto, foi possível observar que os pilares necessitam de uma maior dimensão em relação aos pilares nos quais foram utilizados blocos para as estacas escavadas. Essa diferença se dá devido ao fato de que às sapatas são fundações superficiais ou rasas e por isso não têm uma rigidez maior quanto às fundações profundas. Devido a isso, as fundações profundas transmitem um melhor travamento para a estrutura, se comparado às fundações superficiais.

Ambos dimensionamentos são viáveis, porém, o dimensionamento com sapatas, requer um aumento da seção dos pilares. Enquanto que o dimensionamento com estacas escavadas já garante a rigidez sem aumentar a dimensão dos pilares. Assim, é possível concluir que, para o estudo em questão, as fundações dimensionadas com estacas escavadas são a alternativa mais viável.

Referências

- [1] ANTONIAZZI, J. P. “Interação solo estrutura de edifícios com fundações superficiais”. 2011. 138 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6122: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 2010.
- [3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6484: Solo - Sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio. Rio de Janeiro: 2001.
- [4] BERBERIAN, Dickran. Engenharia de fundações: passo-a-passo. 2. ed. Brasília: Infraso, 2015.
- [5] CRAIG, R. F. Mecânica dos Solos. 8ª Ed., Rio de Janeiro: LTC, 2014.
- [6] TQS Informática LTDA (2018). Programa computacional CAD/TQS. São Paulo.
- [7] VELLOSO, Dirceu de A.; LOPES, Francisco De R.. Fundações. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.