

Ranilson Moreira Neves

**AVALIAÇÃO DE COMPORTAMENTO ESTRUTURAL ENTRE OS TIPOS DE
VINCULOS NA RELAÇÃO ENTRE FUNDAÇÃO DIRETA E
SUPERESTRUTURA**

Palmas TO

2019

Ranilson Moreira Neves

AVALIAÇÃO DE COMPORTAMENTO ESTRUTURAL ENTRE OS TIPOS DE VINCULOS NA RELAÇÃO ENTRE FUNDAÇÃO DIRETA E SUPERESTRUTURA

Projeto de Pesquisa elaborado e apresentado como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II) do curso de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientadora: Prof. M.e Edivaldo Alves dos Santos.

Palmas TO

2019

Ranilson Moreira Neves

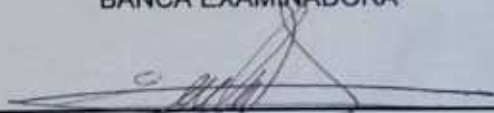
**AVALIAÇÃO DE COMPORTAMENTO ESTRUTURAL ENTRE OS TIPOS DE
VINCULOS NA RELAÇÃO ENTRE FUNDAÇÃO DIRETA E
SUPERESTRUTURA**

Projeto de Pesquisa elaborado e apresentado como
requisito parcial para aprovação na disciplina de
Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II) do curso
de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro
Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientadora: Prof. M.e Edivaldo Alves dos Santos.

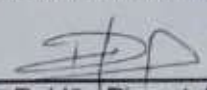
Aprovado em: 31 / 05 / 2019

BANCA EXAMINADORA



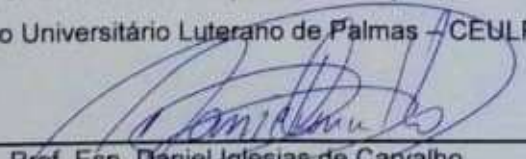
Prof. M.e Edivaldo Alves dos Santos

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Prof. M.e Roldão Pimentel de Araújo Junior

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Prof. Esp. Daniel Iglesias de Carvalho

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas TO

2019

Dedico este trabalho aos meus pais, por sempre priorizarem a educação dos seus filhos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer aos meus pais, Ivanilson e Maurisleia, por durante toda sua vida abdicar de desejos pessoais para oportunizar o melhor estudo possível, por me ensinarem o valor do conhecimento e do trabalho. Mas, acima de tudo, pelo apoio, educação, carinho e amor que sempre me proporcionaram. Serei eternamente grato por tudo que vocês fizeram. Amo vocês.

A minha irmã, Leticia, que sempre torceu e acreditou no meu potencial.

Aos meus amigos de longa data, Antônio Roberto, Cleidson, Gabriela, João Pedro, Maria Clara e Matheus. Por estarem presente na minha vida durante boa parte dela, por proporcionarem vários momentos memoráveis em minha vida.

Às grandes amigas que a engenharia civil me deu, Daniella, Gabriela, Giovana, Lara e Thais, pelo convívio durante esses anos, por tornarem meus dias mais alegres, pelo compartilhamento de conhecimento, pelas palavras amigas e por todo o suporte que grandes amizades permitem. Com certeza a graduação foi muito mais fácil com vocês. Em especial a Lara, Giovana e Thais por me ajudarem no desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus grandes amigos, companheiros de estudo e de lazer, Antônio Roberto, Leandro, Mateus e Vitor Hugo. Por todo o convívio e aprendizado. Pelo suporte e ajuda em momentos que precisei muito, na vida acadêmica e pessoal. Pelas muitas histórias e uma amizade fortemente construída. Boa parte dessa conquista, eu devo a vocês.

Ao meu orientador, Edivaldo, por me apresentar esta proposta de trabalho, por todo suporte, ensinamento, tempo e dedicação que foi necessário para elaboração deste trabalho.

“Sonhos determinam o que você quer. Ação determina o que
você conquista.”

(Aldo Novak)

RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso tem como objetivo o estudo dimensionar fundações diretas, avaliando o comportamento estrutural entre os tipos de vínculo, afim de averiguar qual solução apresenta melhor economia na quantidade de material utilizado. A edificação em estudo encontra-se na cidade de Palmas -TO, para o dimensionamento foram adotados laudos de sondagem de solos característicos da região do edifício vicinal, dentre eles apenas o melhor e o pior foram levados em consideração na realização dos cálculos.

Em seguida é implantado no Eberick o croqui e o carregamento nos pilares da sapata o software estrutura será o responsável por realizar todo o dimensionamento da estrutura de fundação. Ao final será realizado uma análise entre os projetos e apresentado a melhor solução para o estudo.

Analisando os resultados obtidos é possível notar que a variação nas dimensões das sapatas ocorreu, quando se alterou o vínculo. Contudo não ocorreu na proporção que se esperava, ficando muito claro que o solo é o principal responsável por proporcionar diminuições na área das sapatas.

PALAVRA-CHAVE: Vínculo, Sapata, Dimensionamento.

ABSTRACT

This present course conclusion work aims to study the dimensioning of direct foundations, assessing the structural behavior between the types of bonds in order to identify the solution that offers the best reduction in the amount of material used. The building studied in this work is located at Palmas - TO. For the dimensioning, characteristic ground survey reports of the neighbor region were used, then only the best and worst were considered in the process.

After that, the sketch was loaded into the Eberick software with the load of the spread footing to run the dimensioning of the structural foundation. At the end, the projects obtained as results were analyzed and the best solution was shown.

Analyzing the results obtained it is possible to notice that the variation in the dimensions of the spread footing occurred when the link was altered. However, it didn't occur in the expected proportion, being very clear that the soil is the main responsible for providing decreases in the área of the spread footing.

KEY WORDS: Bond, Spread footing, Dimensioning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sondagem a percussão - SPT	17
Figura 2: Amostrador padrão.....	18
Figura 3: Laudo de Sondagem	19
Figura 4: Dimensões sapata perfil.....	22
Figura 5: Dimensionamento Sapata em Planta	23
Figura 6 Ancoragem das armaduras de arranque do pilar	24
Figura 7: Representação das dimensões da sapata	26
Figura 8: Sapata Associada	29
Figura 9: Sapata Corrida	29
Figura 10: Bloco de Fundação	30
Figura 11: Fundação tipo radie.....	31
Figura 12: Viga de Fundação	31
Figura 13: Localização da obra	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Determinação da resistência do solo em função do SPT	20
Tabela 2: Comprimento de Ancoragem.....	25
Tabela 3: Área de Aço.....	28

SUMÁRIO

1 Introdução.....	13
1.1 Problema.....	14
1.2 Objetivo.....	14
1.2.1 Objetivo Geral	14
1.2.2 Objetivo Especifico.....	14
1.3 Justificativa.....	14
2 Fundamentação Teórica.....	16
2.1 Classificações do solo.....	16
2.2 Investigação Geotécnica	16
2.3 Fundações	21
2.3.1 Sapatas	21
2.3.2 Sapatas associada	29
2.3.3 Sapatas corrida	29
2.3.4 Blocos	30
2.3.5 Radie.....	30
2.3.6 Vigas de fundação.....	31
2.4 Interação solo-estrutura	31
3 Metodologia.....	32
3.1 Desenho de Estudo	32
3.2 Local e Período da Realização	32
3.3 Metodos de CÁlculos.....	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
5 Conclusão	38
Referencial Teórico	39
Apêndice 1 – RELATÓRIOS DAS SAPATAS.....	42
Apêndice 2 – TABELAS DE CALCULO DA TENSÃO ADMISSIVEL DO SOLO	46

Apêndice 3 – Croqui da edificação.....	47
Apêndice 4 – Modelo 3D	48
Anexos	49
Anexo 1 – Laudos de Sondagem.....	50
Anexo 2 – Tabela do k_6 e k_3 para calculo da área de aço	60
Anexo 3 – Planta de carga da edificação	61
Anexo 5 – Relatorio anti-plágio.....	62

1 INTRODUÇÃO.

Toda edificação necessita de uma fundação, ela é a parte estrutural da obra responsável por receber todo o carregamento dos pilares, suporta-los e distribuir todos esses esforços para o terreno. As fundações são divididas em dois grandes grupos, profundas e superficiais.

Fundação superficial é o “elemento de fundação em que a carga é transmitida ao terreno pelas tensões distribuídas sob a base da fundação, e a profundidade de assentamento em relação ao terreno adjacente à fundação é inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação”. (NBR 6122, 2010).

Fundações profundas é de acordo com a NBR 6122 (2010) o elemento de fundação que transmite suas cargas para o solo prioritariamente pela superfície lateral, em alguns casos pela base ou por uma combinação de ambas e que a profundidade de assentamento é superior ao dobro de sua menor dimensão e no mínimo 3 metros.

Todos os tipos de fundações dependem diretamente do tipo de solo, por isso uma das primeiras informações que se deve obter é a capacidade de carga admissível dele e uma forma de encontrar isso é através da sondagem.

Como já foi dito anteriormente o carregamento admissível do solo é fundamental para se projetar fundações, visto isso esse trabalho tem como escopo, determinar como essa capacidade de carga pode impactar no tipo de vínculo estrutural adotado no projeto.

Segundo Rebello (2008), o tipo de elemento de fundação e seu dimensionamento está diretamente ligado ao estudo do solo e suas características. Com isso, antes de realizar qualquer projeto de fundações é fundamental que se realize um estudo do solo, através de uma sondagem, afim de conhecer melhor como é o solo e seu comportamento à medida que se aprofunde nele.

Outro estudo importante de se realizar antes de projetar uma fundação é a planta de carregamento estrutural da superestrutura, pois como afirma Botelho (2007), após realizada a estimativa da carga estrutural dos pilares e juntamente com o laudo de sondagem, determina-se adequadamente o tipo de fundação.

A ligação entre fundação e estrutura pode ser do tipo engastada ou rotulada. Quando for do tipo engastada significa que o vínculo permitirá a transferência de momentos para a fundação que demandará uma maior resistência do solo ou uma

geometria maior. A ligação rotulada não permite que a estrutura transmita momento, o que alivia as solicitações nela, assim o solo pode ser menos resistente e/ou a geometria menor.

1.1 PROBLEMA

Como a capacidade de carga do solo ou seu N_{spt} , pode impactar na escolha do tipo de vínculo estrutural de fundação?

1.2 OBJETIVO.

1.2.1 Objetivo Geral

Através do dimensionamento de fundações diretas, avaliar o comportamento estrutural entre os tipos de vínculo, rotulado ou engastado, na transferência de momento da estrutura para o solo, a fim de averiguar qual solução apresenta melhor economia na quantidade de materiais.

1.2.2 Objetivo Especifico

- Elaborar a planta de carga de uma edificação vicinal;
- Dimensionar dois projetos de fundações diretas, sendo uma com vínculo rotulado e outra engastada, pelo método do estado limite último.
- Avaliar os dois projetos dimensionados a fim de comparar a solução que apresente menor quantidade de materiais.

1.3 JUSTIFICATIVA.

As edificações, de maneira geral, são constituídas da superestrutura, infraestrutura e o maciço de solo, onde os três elementos interagem entre si, constituindo o sistema solo-fundação-estrutura. A infraestrutura, também chamada de fundação, tem a função de transmitir para o solo as solicitações geradas pela superestrutura, onde o solo é responsável a receber todas as cargas deste sistema. (REVISTA, 2011)

Sendo assim, é possível afirmar que o desempenho da estrutura depende da capacidade que a mesma tem de absorver e redistribuir as cargas, aliviando as tensões e diminuindo as deformações, tornando a edificação segura. Dando enfoque ao projeto de fundações, é de suma importância conhecer o comportamento da estrutura, a interação dos elementos e buscar por soluções que atendam às necessidades técnicas e econômicas.

O vínculo da estrutura transfere os esforços solicitantes para a fundação, que dissipam essas tensões no solo. O tipo de vínculo tem influência direta na transferência das cargas, sendo necessário a realização de estudos que comprovem qual o tipo de vínculo eficaz para o resultado esperado.

A escolha da melhor solução depende da capacidade de carga do solo e o carregamento solicitante, uma vez que o solo ofertando baixa resistência e os esforços gerados pela estrutura apresentem carregamento excessivo para aquela capacidade de suporte do solo, faz-se necessário adotar soluções para amenizar as tensões, através de vinculações engastadas ou rotuladas, como também alteração no projeto geométrico do elemento de fundação.

Tendo como referência estudos realizados na área da geotecnia, voltado para fundações, é possível elaborar uma pesquisa que aponte qual vínculo satisfatório para uma obra de edificação vicinal de acordo com o laudo específico, buscando minimizar a quantidade de materiais utilizados na execução, atendendo a viabilidade técnica do projeto.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.

2.1 CLASSIFICAÇÕES DO SOLO

A NBR 6502:1995 divide os solos em três tipos principais, arenoso, Siltoso e Argiloso.

- Arenoso, é um solo não coesivo e não plástico formado por minerais ou partículas de rochas com diâmetros compreendidos entre 0,06 mm e 2,00 mm. E separa as areias de acordo com o diâmetro; areia fina (0,06 a 0,2 mm), areia média (0,2 a 0,6mm) e areia grossa (0,6 a 2,00 mm).
- Siltoso, é o solo que apresenta básico ou nenhuma plasticidade, baixa resistência quando seco ao ar. Suas propriedades dominantes são devidas à parte constituída pela fração Silte. É formado por partículas com diâmetros compreendidos entre 0,002 mm e 0,06 mm.
- Argiloso, é o solo de graduação fina constituída por partículas com dimensões menores que 0,002mm. Apresentam características marcantes de plasticidade; quando suficientemente úmido, modifica-se facilmente em diferentes formas, quando seco, apresenta coesão suficiente para construir torrões dificilmente desagregáveis por pressão dos dedos.

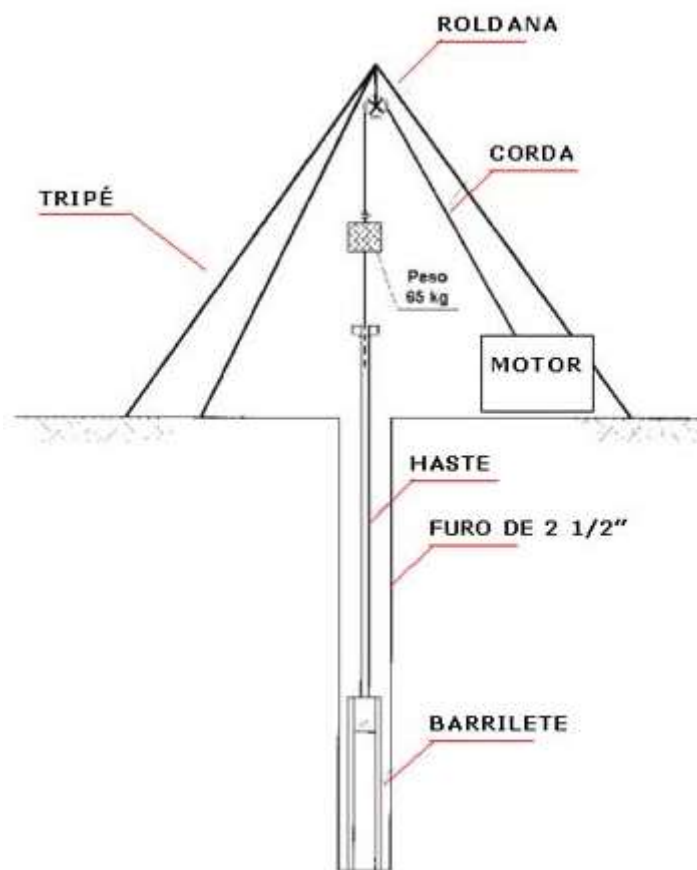
2.2 INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA

Antes da execução de qualquer processo, o engenheiro de fundação precisa ter o maior conhecimento possível do solo onde ele irá trabalhar, por isso faz-se necessário a execução de uma investigação do subsolo, para que tenha o conhecimento da tensão admissível do solo.

“O método mais comum para investigação geotécnica do subsolo de fundações de edifícios é o de sondagem à percussão com circulação de água, acompanhado pelo ensaio normalizado de penetração (SPT) ou sondagem de simples reconhecimento do solo (Normas ABNT). Este método fornece um perfil com descrição das camadas do solo e a resistência oferecida por elas à penetração de um amostrador normalizado. Pode fornecer, ainda, a profundidade do nível de água estático.” (Marangon, 2018, Geotécnica de Fundação, pag. 15).

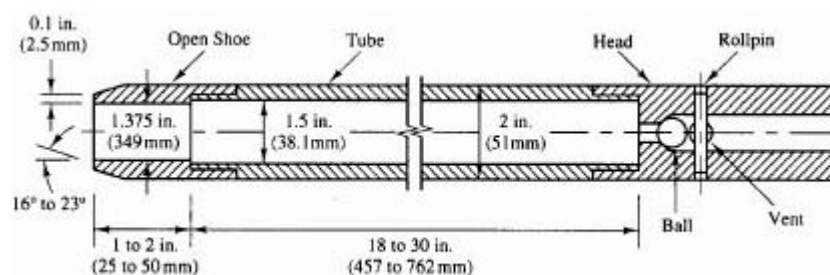
“O ensaio de penetração dinâmica (SPT), normalizado pela NBR 6484, é realizado a cada metro na sondagem a percussão (FIGURA1) (e também na mista, nas camadas de solo). O ensaio consiste na cravação de um amostrador normalizado, chamado originalmente de *Raymond – Terzaghi* (FIGURA2), por meio de golpes de um peso de 65 KGf caindo de 75 cm de altura. Anota-se o número de golpes necessários para cavar os 45 cm de amostrador em três conjuntos de golpes para cada 15 cm. O resultado do ensaio SPT é o número de golpes necessário para cavar os 30 cm finais (desprezando-se, portanto, os primeiros 15 cm, embora o número de golpes para essa penetração seja também fornecido).” (Velloso e Lopes, 2004, p.36).

Figura 1: Sondagem a percussão - SPT



Fonte: (Rebello, Y. C. P., 2008)

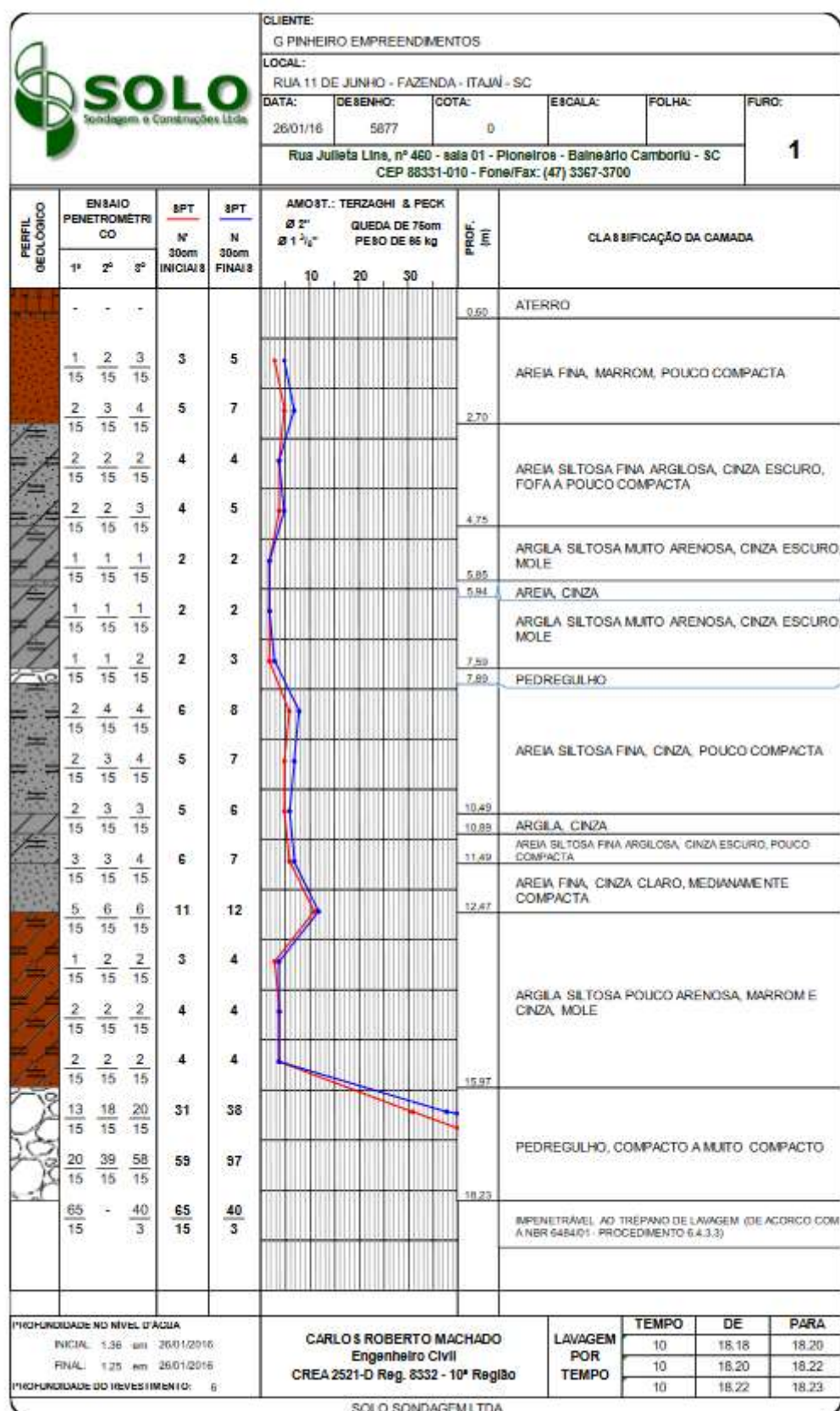
Figura 2: Amostrador padrão



Fonte: (Rebello, Y. C. P., 2008)

O ensaio de Nspt gera um laudo de sondagem, este demonstra todas os dados necessários para se executar o pré-dimensionamento e consequentemente o dimensionamento da fundação direta e indireta, neste laudo é possível encontrar informações como, a quantidade de golpes necessários para se avançar os últimos 30cm da camada de solo, demonstra também o nível do lençol freático além de caracterizar o solo, como pode ser visto na figura.

Figura 3: Laudo de Sondagem



Fonte: (Sena, L., 2016)

Rebello (2008) afirma que existem vários meios para se obter a tensão admissível do solo com a sondagem a percussão, contudo uma maneira bastante rápida para se obter esse valor pode ser utilizando a seguinte equação retirada da bibliografia própria.

$$\sigma_{adm} = \sqrt{N} - 1 \quad (01)$$

Onde: σ_{adm} é a tensão admissível à compressão do solo.

N o número de golpes necessários para cravar os últimos 30 cm da camada de solo, ou SPT.

Já para Alonso (2010), a tensão resistente do solo pode ser obtida com base no valor médio do SPT, ele demonstra a equação a seguir como equação para se obter a tensão admissível. Essa é a equação mais utilizada, inclusive é a equação recomendada pela NBR 6122.

$$\sigma_{adm} \cong \frac{SPT(médio)}{50} \quad (02)$$

Outra forma segundo Rebello (2008), seria a utilização da tabela fornecida pelo IPT:

Tabela 1: Determinação da resistência do solo em função do SPT

Tipo de Solo	Número de Golpes (SPT)	Taxa do Solo (Kgf/cm ²)
Areia e Silte	0 a 4	0 a 1
	5 a 8	1 a 2
	9 a 18	2 a 3
	19 a 40	>4
Argila	0 a 2	0 a 0,25
	3 a 5	0,5 a 1
	6 a 10	1,5 a 3
	11 a 19	3 a 4
	>19	>4

Fonte: (Rebello, 2008, p.33)

2.3 FUNDAÇÕES

Infraestrutura, ou fundação, são os elementos estruturais responsáveis por transmitir os esforços da superestrutura para o solo, a fim de que estes sejam dissipados no terreno, de uma maneira que não provoque recalques diferenciais e nem a ruptura do solo.

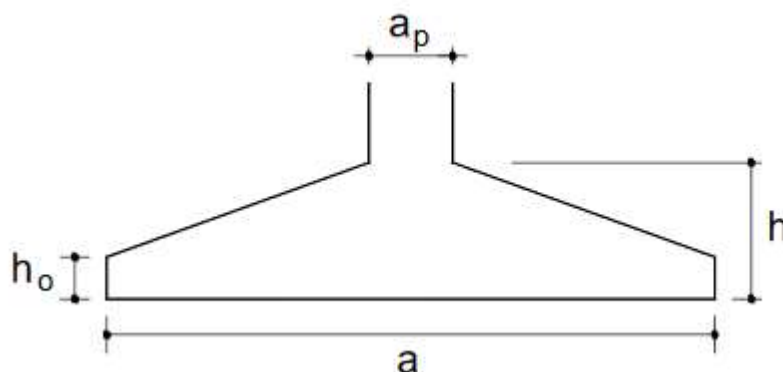
A NBR 6122:2014 separa as fundações em dois tipos fundações superficiais (ou rasas ou diretas) e fundações profundas (ou indireta).

- Fundação superficial ou fundações diretas, são elementos estruturais que tem por finalidade transmitir para o solo todo o carregamento que chega nelas. Tem como características transmitir os esforços pela base e a profundidade de assentamento em relação ao nível do terreno é inferior a duas vezes menor dimensão da fundação. Incluem-se neste tipo de fundação as sapatas, os blocos e os radie, as sapatas associadas, as vigas de fundação e as sapatas corridas.
- Fundação Profunda ou indireta, são estruturas de fundação responsáveis por transferir as cargas da superestrutura, a diferença para a superficial é que a forma de transmissão e a altura mudam, a fundação profunda transmite as cargas para o solo pela base (resistência de ponta), ou por sua superfície lateral (resistência de fuste), ou até mesmo por uma combinação de ambos os métodos, quanto a profundidade a fundação deve ser assentada em uma profundidade superior ao dobro de sua menor dimensão em planta, e no mínimo 3 metros, salvo justificativa. Neste modelo de fundação estão incluídas as estacas e os tubulões.

2.3.1 Sapatas

São elementos de fundação superficial de concreto armado dimensionado de modo que as tensões de tração nele produzidas não sejam resistidas pelo concreto, mas sim pelo emprego da armadura. Pode possuir espessura constante ou variável, sendo sua base em planta normalmente quadrada, retangular ou trapezoidal. Segundo a NBR 6118/2014 “quando se verifica a expressão a seguir, nas duas direções, a sapata é considerada rígida, caso contrário a sapata é considerada flexível:” Figura 4.

Figura 4: Dimensões sapata perfil



Fonte: (ALVA, 2007)

$$h \geq \frac{(a - a_p)}{3} \quad (03)$$

Onde: h é a altura da sapata;

A é a dimensão da sapata em uma determinada direção;

A_p é a dimensão do pilar na mesma direção.

2.3.1.1.1 Dimensionamento

Para o dimensionamento devesse atender dois requisitos:

- A sapata e o pilar devem possuir o centro de gravidade alinhados.
- Deve-se realizar uma estimativa da área da base, supondo que a sapata está submetida à uma carga centrada, ou seja, sem a presença de momentos, para determinar o lado da sapata utilizasse a formula a seguir.

$$A = \frac{\alpha * P}{\sigma_{adm}} \quad (04)$$

Onde: P é a força normal nominal do pilar;

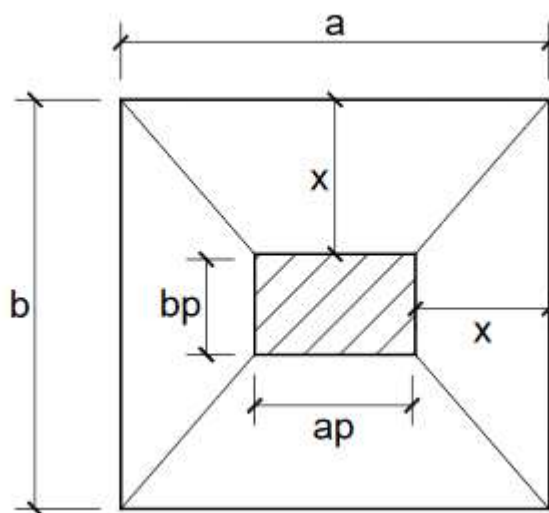
σ_{adm} é a tensão admissível do solo;

α é um coeficiente que majora a carga levando em consideração o próprio peso do elemento de fundação, possuindo dois valores, um para sapatas flexíveis e outro para rígidas, 1,05 e 1,10 respectivamente.

Procura-se sempre dimensionar da forma mais econômica possível, por isso é preferencial manter uma proporção entre as dimensões do pilar com as

dimensões da sapata, ou seja, se o pilar for retangular executasse uma sapata retangular, afigura a seguir demonstra as dimensões de uma sapata isolada e com a aplicação das equações encontra-se tais dimensões.

Figura 5: Dimensionamento Sapata em Planta



Fonte: (ALVA, 2007)

$$a = \frac{ap - bp}{w2} + \sqrt{\frac{(ap - bp)^2}{4} + A} \quad (05)$$

$$b = \frac{A}{a} \quad (06)$$

Após a determinação das dimensões da sapata realizasse uma verificação para confirmar que as dimensões adotadas atendem. Que é a verificação do recalque da estrutura.

A NBR 6122 classifica recalque como uma movimentação vertical descendente de um elemento estrutural, esse que não pode ser superior a 25mm. Formula 7.

$$w = q * B^{0,7} * \frac{1,71}{Nspt^{1,4}} * \left[\frac{1,25 * \frac{A}{B}}{0,25 + \frac{A}{B}} \right] \quad (07)$$

Onde:

W é o recalque em (mm).

Q é a tensão transmitida ao solo (KN/m^2).

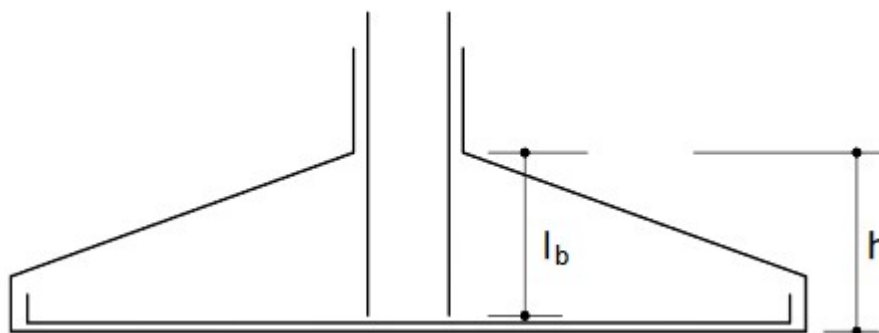
A é a maior dimensão da sapata (m).

B é a menor dimensão da sapata (m).

N_{spt} é o índice médio de resistência a penetração.

Para se definir a altura necessita realizar uma análise com três condicionantes, como ilustra a figura a seguir:

Figura 6 Ancoragem das armaduras de arranque do pilar



Fonte: (ALVA, 2007)

- **Rigidez da sapata:** Quase sempre as sapatas são dimensionadas como rígidas, a menos que a tensão admissível do solo indique através da formula 3 que a sapata seja dimensionada como flexível.
- **Comprimento de ancoragem necessário das barras longitudinais do pilar:** É necessário que a sapata tenha altura suficiente para que as armaduras do pilar possam ser ancoradas e transmita os esforços para a sapata, mais o cobrimento mínimo necessário para proteger a armadura de eventuais danos, calculado pela formula seguinte.

$$H = l_b + c \quad (08)$$

Onde: l_b é o comprimento de ancoragem das barras do pilar, retirado da tabela 2;

c é o cobrimento

Tabela 2: Comprimento de Ancoragem

Tabela A-1																
COMPRIMENTO DE ANCORAGEM (cm) PARA $A_{s,ef} = A_{s,calc}$ CA-50 nervurado																
ϕ (mm)	Concreto															
	C15		C20		C25		C30		C35		C40		C45		C50	
	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com
6,3	48	33	39	28	34	24	30	21	27	19	25	17	23	16	21	15
	33	23	28	19	24	17	21	15	19	13	17	12	16	11	15	10
8	61	42	50	35	43	30	38	27	34	24	31	22	29	20	27	19
	42	30	35	24	30	21	27	19	24	17	22	15	20	14	19	13
10	76	53	62	44	54	38	48	33	43	30	39	28	36	25	34	24
	53	37	44	31	38	26	33	23	30	21	28	19	25	18	24	17
12,5	95	66	78	55	67	47	60	42	54	38	49	34	45	32	42	30
	66	46	55	38	47	33	42	29	38	26	34	24	32	22	30	21
16	121	85	100	70	86	60	76	53	69	48	63	44	58	41	54	38
	85	59	70	49	60	42	53	37	48	34	44	31	41	29	38	27
20	151	106	125	87	108	75	95	67	86	60	79	55	73	51	68	47
	106	74	87	61	75	53	67	47	60	42	55	39	51	36	47	33
22,5	170	119	141	98	121	85	107	75	97	68	89	62	82	57	76	53
	119	83	98	69	85	59	75	53	68	47	62	43	57	40	53	37
25	189	132	156	109	135	94	119	83	108	75	98	69	91	64	85	59
	132	93	109	76	94	66	83	58	75	53	69	48	64	45	59	42
32	242	169	200	140	172	121	152	107	138	96	126	88	116	81	108	76
	169	119	140	98	121	84	107	75	96	67	88	62	81	57	76	53
40	329	230	271	190	234	164	207	145	187	131	171	120	158	111	147	103
	230	161	190	133	164	115	145	102	131	92	120	84	111	77	103	72
Valores de acordo com a NBR 6118. N° Superior: Má Aderência ; N° Inferior: Boa Aderência Sem e Com indicam sem ou com gancho na extremidade da barra $A_{s,ef}$ = área de armadura efetiva ; $A_{s,calc}$ = área de armadura calculada O comprimento de ancoragem deve ser maior do que o comprimento mínimo: $\ell_{b,min} \geq \begin{cases} 0,3 \ell_b \\ 10 \phi \\ 100 \text{ mm} \end{cases}$ $\gamma_c = 1,4$; $\gamma_s = 1,15$																

Fonte: (Bastos, 2018)

- **Verificação da altura útil:** É a altura mínima que deve estar de acordo com a equação a seguir.

$$d_{min} = 1,768 * \sqrt{\frac{M * 1,4}{\frac{F_{ck}}{1,4} * l_p}} \quad (09)$$

Onde: d_{min} é a menor altura útil da sapata.

L_p é a dimensão do pilar

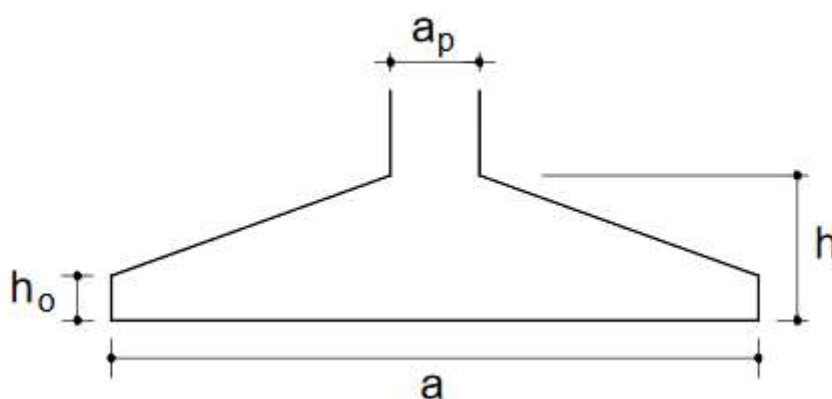
M é o momento que a força exerce na face do pilar, pode ser calculado pela seguinte expressão.

$$M = \frac{P}{4} * \left(\frac{A}{3} - \frac{a}{2} \right) \quad (10)$$

O valor da altura da sapata deve ser escolhido através de uma comparação das 3 expressões e escolhendo a que apresentar o maior produto entre elas.

Para o cálculo da menor altura da sapata, h_0 , é realizado por uma comparação e adotado o maior produto, considerando valores construtivos, que pode ser observado na figura abaixo.

Figura 7: Representação das dimensões da sapata



Fonte: (ALVA, 2007)

$$h_0 = \begin{cases} \frac{H}{3} \\ 20Cm \end{cases} \quad (11)$$

Segundo Cordovil (1997), A punção em peças estruturais de concreto armado tem como efeito rupturas transversais, por cisalhamento.

Moraes (1976) defende que além do dimensionamento para as armaduras principais, a verificação da tensão de punção é muito importante, A verificação da punção é feita através das equações a seguir, a tensão de trabalho deve ser inferior a tensão limite.

$$\tau_{lim} = \frac{f_{ck}}{25} \quad (12)$$

$$\tau_{trab} = \frac{P}{2[a + b + 2 * h] * h} \quad (13)$$

Onde: τ_{lim} é a tensão limite que a estrutura resiste.

τ_{trab} é a tensão que está sendo transmitida na estrutura.

P é a carga do pilar.

a,b são as dimensões em planta do pilar.

h é a altura da sapata.

Para o dimensionamento estrutural de uma sapata isolada, utilizasse a tabela do k6, como pode ser observada no anexo 1, através da formula 14 encontrasse o valor do k6 e com ele retirasse da tabela o valor de k3 para se calcular a área de aço para aquele momento em questão, formula 15.

$$k6 = \frac{l_p * d^2}{M} \quad (14)$$

$$A_s = \frac{M * k3}{d} \quad (15)$$

Onde: l_p é o lado do pilar.

d é a altura útil da sapata.

M é o momento

A_s é a área de aço da seção.

Após encontrar a área de aço, uma verificação é necessária, realizar uma comparação com a área de aço mínima afim de averiguar qual das duas apresenta maior produto.

$$A_{smin} = \frac{0,5}{100} * A \quad (16)$$

Onde: A é a área da figura da sapata.

A sapata deve ser armada para combater a flexão que acontece nas extremidades da figura, portanto para combater esse tipo de esforço necessitasse fazer uma ancoragem inclinada, existem 2 casos, 1º quando a aba de comprimento C é maior que a altura H da sapata e o 2º caso quando o comprimento C é inferior a altura H da sapata

$$C = \frac{A - a}{2} \quad (17)$$

$$*Se C > H \quad l_{banc, inc} \geq l_b - ([C - c - H] + (h_0 - 2 * c)) \quad (18)$$

$$*Se C < H \quad lb_{anc, inc} \geq lb - (h_0 - 2 * c) \quad (19)$$

Onde: A é o lado da sapata

A é o lado do pilar

Lb_{anc, inf} é o comprimento do gancho da ancoragem inclinado

C é a aba da sapata.

C é o cobrimento da sapata

H é a altura da sapata

H₀ é a menor altura da sapata

A escolha da bitola do aço utilizado é escolhida com a divisão da área de aço pela área da barra de aço, a área da barra de aço é obtida pela fórmula da área, a tabela a seguir mostra todas as áreas já calculadas.

$$A = \frac{\pi * \varnothing^2}{4} \quad (20)$$

Tabela 3: Área de Aço

Ø das barras de Aço	Área de Aço (cm²)
5.0	0,200
6.3	0,312
8.0	0,500
10.0	0,790
12.5	1,230

Fonte: Autoria própria

$$Nb^o = \frac{As}{A} \quad (21)$$

Para calcular os espaçamentos entre as barras deve-se tomar cuidado apenas na hora de aplicar a fórmula, pois quando for calcular para o lado A da sapata deve-se usar as medidas do lado B e quando for calcular o lado B usar as do lado A.

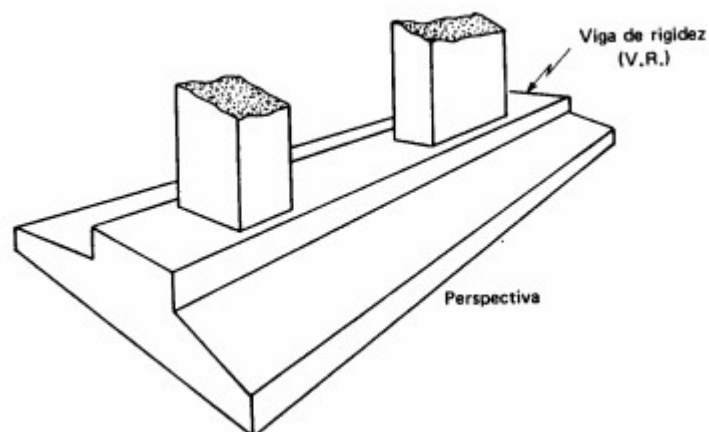
$$EspA = \frac{Bsap - (2 * c)}{Nb - 1} \quad (22)$$

$$EspB = \frac{Asap - (2 * c)}{Nb - 1} \quad (23)$$

2.3.2 Sapatas associada

Sapata comum a vários pilares, cujo centros, em planta, não estejam situados em um mesmo alinhamento.

Figura 8: Sapata Associada

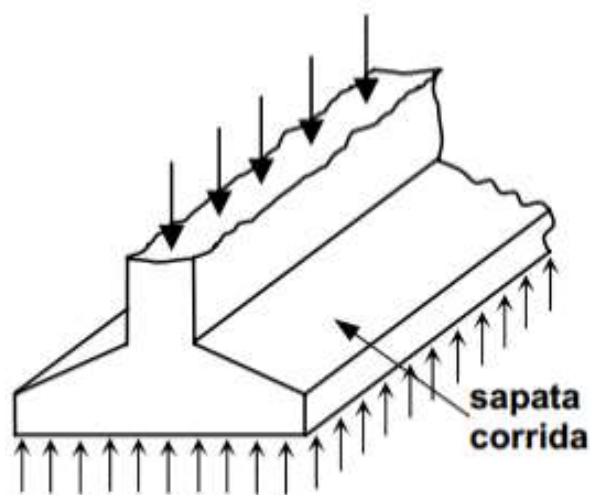


Fonte:(Melhado, 2002)

2.3.3 Sapatas corrida

Segundo Rebello (2008), a sapata corrida tem como função distribuir pelo solo, cargas linearmente distribuídas.

Figura 9: Sapata Corrida

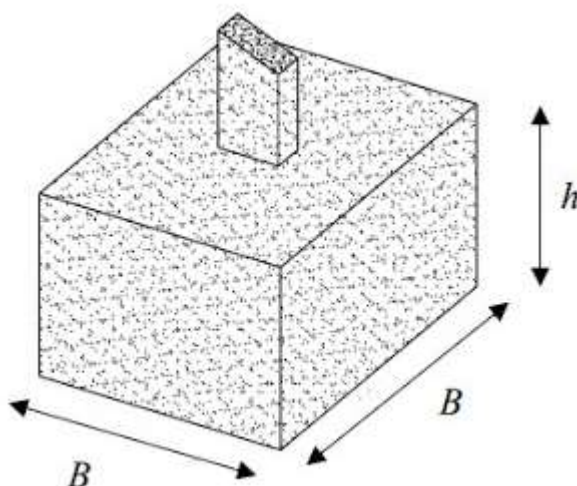


Fonte:(Rebello, 2008)

2.3.4 Blocos

São elementos de fundação superficial de concreto, dimensionado de modo que as tensões de tração nele produzidas possam ser resistidas pelo concreto, sem necessidade de armadura. Pode ter duas faces verticais, inclinadas ou escalonadas e apresentar normalmente em planta seção quadrada ou retangular.

Figura 10: Bloco de Fundação

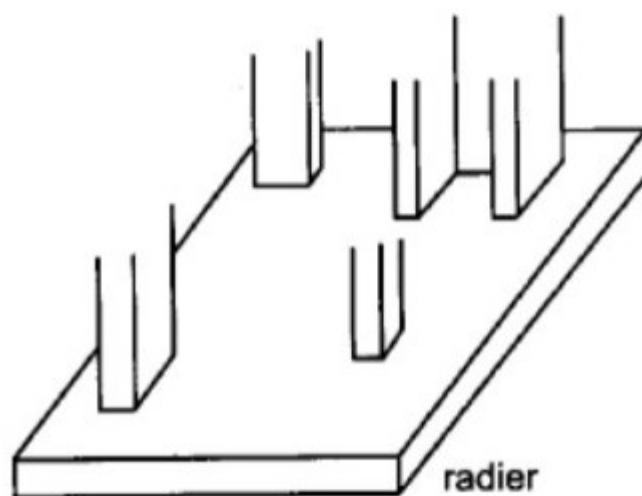


Fonte: (Veloso e Lopes, 2004)

2.3.5 Radie

São elementos de fundação superficial que abrange todos os pilares da obra ou carregamentos distribuídos (por exemplo: tanques, depósitos, silos. Etc.).

Figura 11: Fundação tipo radie



Fonte: (Fabricio e Rossignolo, 2002)

2.3.6 Vigas de fundação

Elemento de fundação superficial comum a vários pilares, cujo centros, em planta estejam situados no mesmo alinhamento.

Figura 12: Viga de Fundação



Fonte: (Veloso e Lopes, 2004)

2.4 INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA

Segundo Colares (2006), O campo de estudo da interação solo-estrutura é muito abrangente, pois inclui todos os tipos de estruturas. Isso pelo fato de que praticamente toda obra de engenharia está em contato direto ou indireto com o solo.

“O mecanismo de interação solo-estrutura gera uma redistribuição de esforços nos elementos estruturais, de modo mais evidente nos pilares, em que ocorre a transferência de esforços dos pilares mais carregados para os menos carregados.” (COLARES G. M., 2006).

3 METODOLOGIA

3.1 DESENHO DE ESTUDO

O trabalho consiste em uma pesquisa metodológica aplicada, com coletas de dados. Os resultados desta tem como embasamento o dimensionamento através do método do estado limite último, segundo Camacho (2005), o estado limite último são aqueles relacionados ao colapso, ou a qualquer outra forma de ruína estrutural, que determine a paralisação do uso da estrutura.

A pesquisa apresenta uma natureza quantitativa, por apresentar dois projetos, um para cada tipo de vinculação estrutural, dimensionados manualmente de maneira análogo ao que a norma NBR 6122 apresenta.

O projeto de dimensionamento de fundações superficiais demanda três áreas distintas, estas são o projeto geotécnico, o projeto geométrico e o projeto estrutural da fundação. Porém antes de começar a projetar fundações rasas, existe a necessidade de se conhecer o solo onde será assentada e a solicitação demandada pela superestrutura.

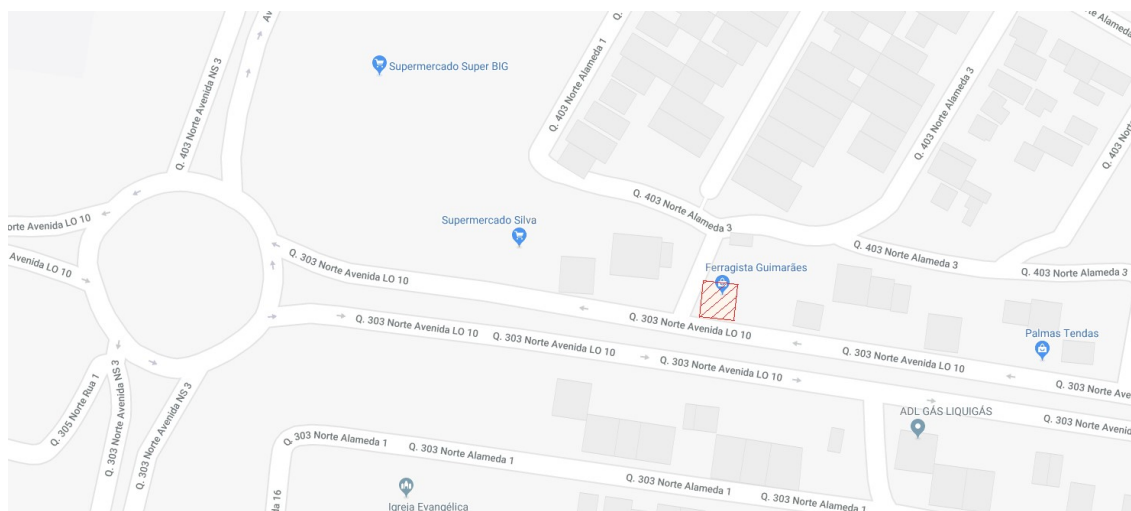
Para obter o conhecimento do solo onde a edificação é necessária a execução de uma sondagem do terreno, para esse trabalho em específico a sondagem foi adotado laudos executados na cidade de Palmas na quadra da obra, que estão anexados.

A solicitação da superestrutura é apresentada através do projeto estrutural dela, este que demonstra o valor que cada pilar irá demandar. A edificação utilizada para os projetos, apresenta como modelo arquitetônico prédios vicinais também encontrado na cidade de Palmas e o cálculo estrutural será realizada com auxílio da ferramenta computacional de dimensionamento de estruturas o Eberick.

3.2 LOCAL E PERÍODO DA REALIZAÇÃO

A obra em estudo consiste em uma edificação vicinal, localizada no plano diretor da cidade de Palmas Tocantins, com o seguinte endereço; 403 Norte Av. LO 10 Lt. 09. Como pode ser visto na figura a seguir.

Figura 13: Localização da obra



Fonte: (<http://geo.palmas.to.gov.br/mapas/>)

A obra foi construída pela empresa Portico arquitetura e engenharia e tem como autor do projeto o engenheiro civil Dhiogo de Oliveira Coelho, teve início no ano de 2015.

3.3 METODOS DE CÁLCULOS

Após obter os resultados necessários do laudo de sondagem e planta de carga, iniciam-se os dimensionamentos dos elementos estruturais de fundação. Será realizado um dimensionamento para cada tipo de vínculo estrutural, a fim de se comparar o comportamento do solo para cada uma das situações.

Para realizar o dimensionamento de uma fundação é necessário realizar cálculos de três projetos; calcular o projeto geotécnico, o geométrico e por fim calcular o estrutural.

O projeto geométrico depende dos dados retirados do laudo de sondagem. Primeiro, se realiza um pré-dimensionamento a fim de encontrar a profundidade em que a sapata será executada, uma proporção será adotada para a profundidade, que será igual a duas vezes o valor do menor lado da sapata e, caso não passe, aumenta-se o valor adotado da base até que aprove, lembrando que a profundidade da sapata não deve ser superior a 3 metros de profundidade, pois se torna economicamente inviável executar a fundação, como geralmente a escavação da sapata é realizada manualmente, quando se tem uma profundidade muito grande torna esse processo muito oneroso.

O pré-dimensionamento fornece resultados muito importantes, como a profundidade da sapata, o NSPT médio do bulbo de tensões e a tensão

resistente do solo, esses valores são necessários para realizar o projeto geométrico da fundação.

Para realizar o projeto geométrico da sapata, dados da planta de carga são necessários, como por exemplo o valor do carregamento de cada pilar, com esse dado e o valor da tensão admissível do solo, encontrasse a área da sapata, aplicasse então a formula para encontrar os valores de um dos lados da sapata, o outro valor é obtido através da divisão da área da sapata pelo lado já encontrado, para facilitar a execução do processo construtivo da sapata recomendasse arredondar os valores do lado da sapata para valores construtivos múltiplos de 5 centímetros, alguns cuidados devem ser observados, a área da sapata e suas dimensões não podem apresentar valores muito elevados, pois a execução do elemento estrutural se torna economicamente inviável, a mesma lógica da profundidade elevada pode ser utilizada quando se tem valores da área muito grande.

Após o dimensionamento dos lados da sapata, deve-se aferir se os valores obtidos podem ser utilizados analisando o recalque admissível da sapata através da formula do recalque, o valor encontrado com a aplicação da formula deve ser comparado com o valor máximo apresentado pela NBR 6489, recalque de 25 milímetros, caso não atenda essa especificação é necessário redimensionar a geometria da sapata, para isso existem várias possibilidades e fica a critério do projetistas escolher qual usar.

Após realizar os projetos geotécnico e geométrico, pode-se iniciar o dimensionamento do projeto estrutural, essa parte iniciasse com o cálculo dos momentos fletores, posteriormente devesse calcular a altura da sapata, nessa parte o procedimento é feito por uma análise de 3 fatores para determinação da altura, primeiro encontra-se a altura pela formula da rigidez da sapata, segundo determina-se o valor da altura útil da sapata e por fim o valor necessário para se executar a ancoragem do pilar na sapata, observando que quando calculado a altura para a ancoragem é necessário que some o valor do cobrimento da armadura, que para sapatas é recomendado utilizar valor de 5 centímetros, após encontrar os 3 fatores devesse analisar e optar pelo maior entre eles.

Posteriormente ao cálculo e determinação da altura da sapata, é necessário avaliar a resistência do solo a força do tipo punção exercida pelos pilares na

sapata, essa avaliação é necessária para conferir se o valor encontrado para a altura da sapata está corretamente dimensionado.

Por fim, deve-se encontrar a área de aço da sapata, nessa parte utiliza-se a tabela de flexão simples e com os valores nela encontrados chega-se a área de aço da sapata. Após encontrar a área de aço, com esse valor o projetista determina a bitola do aço que será utilizado a quantidade de barras e os espaçamentos entre elas, o dimensionamento do projeto estrutural está concluído com isso, porém é necessário realizar o detalhamento estrutural em planta, pois é este que será utilizado em obra, nele deve conter as dimensões da sapata, sua profundidade, a quantidade, os tipos de aço e os espaçamentos necessários.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Afim de encontrar a tensão admissível do solo é realizado um pré-dimensionamento da sapata, partindo da premissa que o bulbo de tensões gerado por ela, apresenta uma profundidade de duas vezes o seu menor lado. Foi realizado cálculos para todos os solos e então escolhidos o melhor e o pior, o que apresentou a menor resistência foi o do laudo número 6 e o maior foi o 9. Os resultados podem ser analisados no apêndice.

O projeto disponibilizado para estudo, já apresentava a planta de carga calculada e o croqui do subsolo da edificação, estes estão dispostos nos anexos.

O software eberick realizou gerou o modelo estrutural que se encontra no apêndice e os cálculos para quatro modelos de projeto, foram dois para quando o vínculo for engastado e dois para rotulado, porém variando a situação com a qual a edificação se encontra, ora apoiada em um solo que apresenta uma tensão admissível de $1,09 \text{ kgf/cm}^2$ e ora a tensão é a maior de $2,07 \text{ kgf/cm}^2$.

Os resultados detalhados de todas as sapatas podem ser observados no apêndice, para representar o todo foi escolhido de forma aleatória duas sapatas, a sapata 1 e a sapata 7.

- SAPATA 1;

A sapata 1 está localizada no canto superior esquerdo da edificação possui um pilar especial com dimensão de $45 \times 45 \times 15 \times 15$ e em formato de “L”, que possui um carregamento máximo de 63,10Tf e momentos nas direções x e y de $1200 \text{ kgf}\cdot\text{m}$ e $1400 \text{ kgf}\cdot\text{m}$ respectivamente.

Quando calculada com vínculo engastado e tensão admissível do solo de $1,09 \text{ kgf/cm}^2$, apresentou as seguintes dimensões 300×300 , H0 de 30 e H1 de 85 centímetros. Quando rotulado e no mesmo solo suas dimensões sofreram uma leve alteração, 290×290 , H0 de 30 e H1 de 80 centímetros.

Com a alteração na resistência característica do solo as dimensões apresentaram valores muito inferiores em relação aos do solo mais fraco. Engastado com tensão admissível do solo de $2,07 \text{ kgf/cm}^2$, obteve as dimensões de 210×210 , H0 de 20 e H1 de 55 centímetros. Enquanto que para o rotulado os valores foram de 200×200 , H0 de 20 e H1 de 50 centímetros

- SAPATA 7;

A sapata 7 está localizada no canto direito no meio da edificação possui um pilar com dimensão de 15×50 e formato retangular, que possui um

carregamento máximo de 53,80Tf e momentos nas direções x e y de 900 kgf*m e 300 kgf*m respectivamente.

Quando dimensionada com vínculo engastado e tensão admissível do solo de 1,09 kgf/cm², apresentou as seguintes dimensões 260x295, H0 de 30 e H1 de 85 centímetros. Quando rotulado e no mesmo solo suas dimensões sofreram uma leve alteração, 255x290, H0 de 30 e H1 de 80 centímetros. Mais uma vez a maior alteração ocorreu quando mudou a resistência característica do solo.

Engastado com tensão admissível do solo de 2,07 kgf/cm², obtive as dimensões de 175x210, H0 de 20 e H1 de 55 centímetros. Enquanto que para o rotulado os valores foram de 170x205, H0 de 20 e H1 de 50 centímetros.

Analisando os resultados obtidos é possível notar que a variação nas dimensões das sapatas ocorreu. Contudo não ocorreu na proporção que se esperava, o que pode justificar esta pequena variação quando se alterou o vínculo, poderia ser o fato de que os pilares apresentam um carregamento muito elevado, o que exige bastante do solo.

Toda via, fica muito claro que o solo é o principal responsável por proporcionar diminuições na área das sapatas. Pois como pode ser observado, quando se alterou o solo as dimensões das sapatas apresentaram alterações consideráveis de aproximadamente um metro.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho conseguiu alcançar o seu objetivo de estudo, mesmo que ainda de maneira superficial dentro do que era esperado. Pois era esperado que a variação nas dimensões fosse maior.

De acordo com os objetivos propostos neste trabalho, inicialmente procurou-se esclarecer dois ramos importantes dentro da Engenharia de Fundações, a área geotécnica e a estrutural. Nitidamente uma depende da outra para que se tenha o resultado esperado ao final do projeto. O conhecimento geotécnico foi explicado de forma breve afim de apresentar apenas algumas informações necessárias para que o estudo fosse realizado.

Para o dimensionamento das sapatas foi apresentado o método de dimensionamento da Flexão Simples. Este faz a análise do elemento estrutural baseando nos esforços internos do mesmo, através dos cálculos dos esforços cortantes e momento fletores e, com esses resultados, calcula-se as tensões de solicitações no elemento estrutural e para que seja garantida a segurança, estas devem ser menor que as tensões limites que o elemento pode suportar.

Ainda na aplicação do dimensionamento, foi utilizado uma planta de carga real de uma edificação na qual foi adotado dois tipos de solo, posteriormente foi colocado no software Eberick o croqui do subsolo e cargas atuantes nos pilares. O software então realizou o dimensionamento de quatro projetos um para cada vínculo.

Ao final do capítulo feito para que fosse aplicado todo o estudo e aprendizado adquirido durante esse trabalho. Realizou-se uma comparação entre os vínculos conclui-se que apresentou uma ligeira diminuição no volume das sapatas e mesmo que pequena, pode gerar uma redução no valor total da edificação.

Dentre os quatro projetos, o que tinha o vínculo rotulado no solo melhor por apresentar a menor dimensão possível da sapata é o mais indicado para utilizar nesta edificação, como já foi dito possibilita uma considerável diminuição no custo da obra.

Como recomendação para trabalhos futuros sugere-se que sejam aprofundados os conhecimentos no ramo das fundações e estrutural, afim de analisar com cargas menores se a variação nas dimensões das sapatas será maior apenas alterando os vínculos.

REFERENCIAL TEÓRICO

ABNT. Associação brasileira de normas técnicas. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto. Rio de Janeiro, 2014. 256p.

_____. **NBR 6484:** Solo – Sondagens de simples reconhecimento com SPT – método de ensaio. Rio de Janeiro, 2001. 17p.

_____. **NBR 6489:** Prova de carga direta sobre terreno de fundação. Rio de Janeiro, 1984. 2p.

_____. **NBR 6502:** Rochas e Solos. Rio de Janeiro, 1995. 18p.

_____. **NBR 6122:** Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 2010. 103p.

ALONSO, U. R., Exercícios de Fundações. 2ed. 2010. 203p.

ALVA, G. M. S., Projeto estrutural de Sapatas. 2007. 38f. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

BASTOS, P. S. Dos S., Sapatas de fundação. Notas de aula, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista, Bauru 2016.

BASTOS, P. S. Dos S., Ancoragem e emendas de armaduras. Notas de aula, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista, Bauru 2018.

BOTELHO, M. H. C., Concreto armado eu te amo, 2ed. 2007. 263p.

CAMACHO, J. S., Concreto Armado: Estado Limites de Utilização, Notas de Aula, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, São Paulo, 2005.

CARVALHO, J. D. N., Origens e Desenvolvimento do Concreto, Revista Tecnológica, Maringá, v.17, 2008.

COLARES, G. M., Programa para análise da interação solo-estrutura no projeto de edifícios, Universidade de São Paulo, São Carlos 2006.

CORDOVIL, F. A. B., Lajes de concreto armado: punção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis 1997.

MARANGON, M. Geotecnia de Fundações e Obras de Terra. V. 2018, 2018. 170p.

MORAES, M. da C., Estruturas de fundações. São Paulo, 1976.

PINHEIRO, L.M. Fundamentos do Concreto e Projeto de Edifícios. Notas de Aula, Departamento de Engenharia de Estruturas, Universidade de São Paulo Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos 2007.

REBELLO, Y. C. P. Fundações Guia Prático de Projeto, Execução e Dimensionamento. 4ed. 2008. 238p..

SENA, L. Estudo de caso sobre projeto de fundações por sapatas e por estacas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis 2016.

VELLOSO, D. A.; LOPES, F. R. Fundações. Vol. 1, 2004. 226p.

APÊNDICE

APÊNDICE 1 – RELATÓRIOS DAS SAPATAS

VINCULO ENGASTADO COM TENSÃO ADMISSÍVEL BAIXA

Relatório das Sapatas

Fundação	$f_{ck} = 300.00 \text{ kgf/cm}^2$	$E = 268384 \text{ kgf/cm}^2$	Peso Espec = 2500.00 kgf/m^3
Lance I		$c_{obr} = 3.00 \text{ cm}$	

Nome	Dados						Resultados			
	Esforços			Padm	Solo		Dimensões (cm)		Armadura	
	MB MH (kgf.m)	FB FH (tf)	Carga total (tf)		F Solo (kgf/m²) Coeficiente (kgf/cm²)	Ângulo atrito (graus)	B H	H0 H1	AsB inf AsB sup	AsH inf AsH sup
S1	2486.56 2835.43	2.91 3.24	66.04 87.38	1.09	1600.00 0.50	30	300.00 300.00	30.00 85.00	23 ø 12.5 c/13 (28.23 cm²)	23 ø 12.5 c/13 (28.23 cm²)
S2	-108.44 517.31	0.07 0.14	38.40 49.11	1.09	1600.00 0.50	30	205.00 230.00	25.00 65.00	14 ø 12.5 c/17 (17.18 cm²)	19 ø 10.0 c/11 (14.92 cm²)
S3	275.84 -572.88	0.29 0.15	39.07 50.27	1.09	1600.00 0.50	30	210.00 235.00	25.00 65.00	14 ø 12.5 c/17 (17.18 cm²)	19 ø 10.0 c/11 (14.92 cm²)
S4	1251.74 808.89	3.50 1.85	65.63 85.40	1.09	1600.00 0.50	30	290.00 290.00	30.00 80.00	21 ø 12.5 c/14 (25.77 cm²)	21 ø 12.5 c/14 (25.77 cm²)
S5	-529.52 -877.62	0.73 0.37	65.67 84.87	1.09	1600.00 0.50	30	270.00 300.00	30.00 85.00	23 ø 12.5 c/13 (28.23 cm²)	19 ø 12.5 c/14 (23.32 cm²)
S6	311.73 266.75	0.27 0.14	39.88 50.95	1.09	1600.00 0.50	30	220.00 220.00	25.00 70.00	13 ø 12.5 c/17 (15.95 cm²)	13 ø 12.5 c/17 (15.95 cm²)
S7	592.06 1803.30	0.70 1.68	58.93 77.10	1.09	1600.00 0.50	30	260.00 295.00	30.00 85.00	23 ø 12.5 c/13 (28.23 cm²)	19 ø 12.5 c/14 (23.32 cm²)
S9	-2015.74 966.64	1.58 2.84	68.15 89.50	1.09	1600.00 0.50	30	300.00 300.00	30.00 85.00	23 ø 12.5 c/13 (28.23 cm²)	23 ø 12.5 c/13 (28.23 cm²)
S10	-489.60 -793.57	0.52 0.20	43.31 55.64	1.09	1600.00 0.50	30	220.00 245.00	25.00 70.00	15 ø 12.5 c/16 (18.41 cm²)	13 ø 12.5 c/17 (15.95 cm²)
S11	-405.81 -700.81	0.39 0.17	39.91 51.11	1.09	1600.00 0.50	30	210.00 235.00	25.00 65.00	14 ø 12.5 c/17 (17.18 cm²)	19 ø 10.0 c/11 (14.92 cm²)
S12	-472.35 911.93	0.44 0.37	72.17 94.06	1.09	1600.00 0.50	30	300.00 300.00	35.00 95.00	15 ø 16.0 c/20 (30.16 cm²)	25 ø 12.5 c/12 (30.68 cm²)

VINCULO ROTULADO COM TENSÃO ADMISSÍVEL BAIXA

Relatório das Sapatas

Fundação	$f_{ck} = 300.00 \text{ kgf/cm}^2$	$E = 268384 \text{ kgf/cm}^2$	Peso Espec = 2500.00 kgf/m^3
Lance 1		$c_{obr} = 3.00 \text{ cm}$	

Nome	Dados						Resultados			
	Esforços			P _{adm}	Solo		Dimensões (cm)		Armadura	
	MB MH (kgf.m)	FB FH (tf)	Carga total (tf)		F Solo (kgf/m²) Coesão (kgf/cm²)	Ângulo atrito (graus)	B H	H0 H1	AsB inf AsB sup	AsH inf AsH sup
S1	0.00 0.00	2.26 2.37	65.67 85.44	1.09	1600.00 0.50	30	290.00 290.00	30.00 80.00	21 ø 12.5 c/14 (25.77 cm²)	21 ø 12.5 c/14 (25.77 cm²)
S2	0.00 0.00	0.26 0.10	38.95 50.15	1.09	1600.00 0.50	30	210.00 235.00	25.00 65.00	14 ø 12.5 c/17 (17.18 cm²)	19 ø 10.0 c/11 (14.92 cm²)
S3	0.00 0.00	0.37 0.16	38.99 50.20	1.09	1600.00 0.50	30	210.00 235.00	25.00 65.00	14 ø 12.5 c/17 (17.18 cm²)	19 ø 10.0 c/11 (14.92 cm²)
S4	0.00 0.00	2.79 1.60	66.27 86.04	1.09	1600.00 0.50	30	290.00 290.00	30.00 80.00	21 ø 12.5 c/14 (25.77 cm²)	21 ø 12.5 c/14 (25.77 cm²)
S5	0.00 0.00	0.48 0.80	65.77 84.96	1.09	1600.00 0.50	30	270.00 300.00	30.00 85.00	23 ø 12.5 c/13 (28.23 cm²)	19 ø 12.5 c/14 (23.32 cm²)
S6	0.00 0.00	0.28 0.02	39.95 51.02	1.09	1600.00 0.50	30	220.00 220.00	25.00 70.00	13 ø 12.5 c/17 (15.95 cm²)	13 ø 12.5 c/17 (15.95 cm²)
S7	0.00 0.00	0.47 1.42	58.96 76.35	1.09	1600.00 0.50	30	255.00 290.00	30.00 80.00	21 ø 12.5 c/14 (25.77 cm²)	17 ø 12.5 c/15 (20.86 cm²)
S9	0.00 0.00	1.41 2.27	69.17 90.52	1.09	1600.00 0.50	30	300.00 300.00	30.00 85.00	23 ø 12.5 c/13 (28.23 cm²)	23 ø 12.5 c/13 (28.23 cm²)
S10	0.00 0.00	0.59 0.16	43.00 55.33	1.09	1600.00 0.50	30	220.00 245.00	25.00 70.00	13 ø 12.5 c/16 (18.41 cm²)	13 ø 12.5 c/17 (15.95 cm²)
S11	0.00 0.00	0.45 0.24	40.13 51.34	1.09	1600.00 0.50	30	210.00 235.00	25.00 65.00	14 ø 12.5 c/17 (17.18 cm²)	19 ø 10.0 c/11 (14.92 cm²)
S12	0.00 0.00	0.45 0.23	72.11 94.00	1.09	1600.00 0.50	30	300.00 300.00	35.00 95.00	15 ø 16.0 c/20 (30.16 cm²)	25 ø 12.5 c/12 (30.68 cm²)

VINCULO ENGASTADO COM TENSÃO ADMISSÍVEL ALTA

Relatono das Sapatas

Fundação	$f_{ck} = 300.00 \text{ kgf/cm}^2$	$E = 268384 \text{ kgf/cm}^2$	Peso Espec = 2500.00 kgf/m^3
Lance l		$c_{obr} = 3.00 \text{ cm}$	

Nome	Dados						Resultados			
	Esforços			Solo			Dimensões (cm)		Armadura	
	MB MH (kgf.m)	FB FH (tf)	Carga Carga total (tf)	Padm	E Solo (kgf/cm ²) Coesão (kgf/cm ²)	Ângulo atrito (graus)	B H	H0 H1	AoB inf AoB sup	AoH inf AoH sup
S1	2486.56 2835.43	2.91 3.24	66.04 75.58	2.07	1600.00 0.50	30	210.00 210.00	20.00 55.00	17 ø 10.0 c/12 (13.35 cm ²)	17 ø 10.0 c/12 (13.35 cm ²)
S2	-108.44 517.31	0.07 0.14	38.40 43.39	2.07	1600.00 0.50	30	140.00 165.00	20.00 45.00	18 ø 8.0 c/9 (9.05 cm ²)	14 ø 8.0 c/10 (7.04 cm ²)
S3	275.84 -572.88	0.29 0.15	39.07 44.05	2.07	1600.00 0.50	30	140.00 165.00	20.00 45.00	18 ø 8.0 c/9 (9.05 cm ²)	14 ø 8.0 c/10 (7.04 cm ²)
S4	1251.74 808.89	3.50 1.85	65.63 74.16	2.07	1600.00 0.50	30	200.00 200.00	20.00 50.00	15 ø 10.0 c/13 (11.78 cm ²)	15 ø 10.0 c/13 (11.78 cm ²)
S5	-529.52 -877.62	0.73 0.37	65.67 74.20	2.07	1600.00 0.50	30	180.00 215.00	20.00 55.00	17 ø 10.0 c/13 (13.35 cm ²)	14 ø 10.0 c/13 (11.00 cm ²)
S6	311.73 266.75	0.27 0.14	39.88 45.08	2.07	1600.00 0.50	30	155.00 155.00	20.00 45.00	15 ø 8.0 c/10 (7.54 cm ²)	15 ø 8.0 c/10 (7.54 cm ²)
S7	592.06 1803.30	0.70 1.68	58.93 67.02	2.07	1600.00 0.50	30	175.00 210.00	20.00 55.00	16 ø 10.0 c/13 (12.57 cm ²)	13 ø 10.0 c/14 (10.21 cm ²)
S9	-2015.74 966.64	1.58 2.84	68.15 77.12	2.07	1600.00 0.50	30	205.00 205.00	20.00 50.00	16 ø 10.0 c/13 (12.57 cm ²)	16 ø 10.0 c/13 (12.57 cm ²)
S10	-489.60 -793.57	0.52 0.20	43.31 48.98	2.07	1600.00 0.50	30	150.00 175.00	20.00 45.00	12 ø 10.0 c/15 (9.42 cm ²)	15 ø 8.0 c/10 (7.54 cm ²)
S11	-405.81 -700.81	0.39 0.17	39.91 45.23	2.07	1600.00 0.50	30	145.00 170.00	20.00 45.00	19 ø 8.0 c/9 (9.55 cm ²)	14 ø 8.0 c/10 (7.04 cm ²)
S12	-472.35 911.93	0.44 0.37	72.17 81.67	2.07	1600.00 0.50	30	190.00 225.00	20.00 60.00	19 ø 10.0 c/12 (14.92 cm ²)	15 ø 10.0 c/13 (11.78 cm ²)

VINCULO ROTULADO COM TENSÃO ADMISSÍVEL ALTA

Relatório das Sapatas

Fundação	$f_{ck} = 300.00 \text{ kgf/cm}^2$	$E = 268384 \text{ kgf/cm}^2$	Peso Espec = 2500.00 kgf/m^3
Lance I		cobr = 3.00 cm	

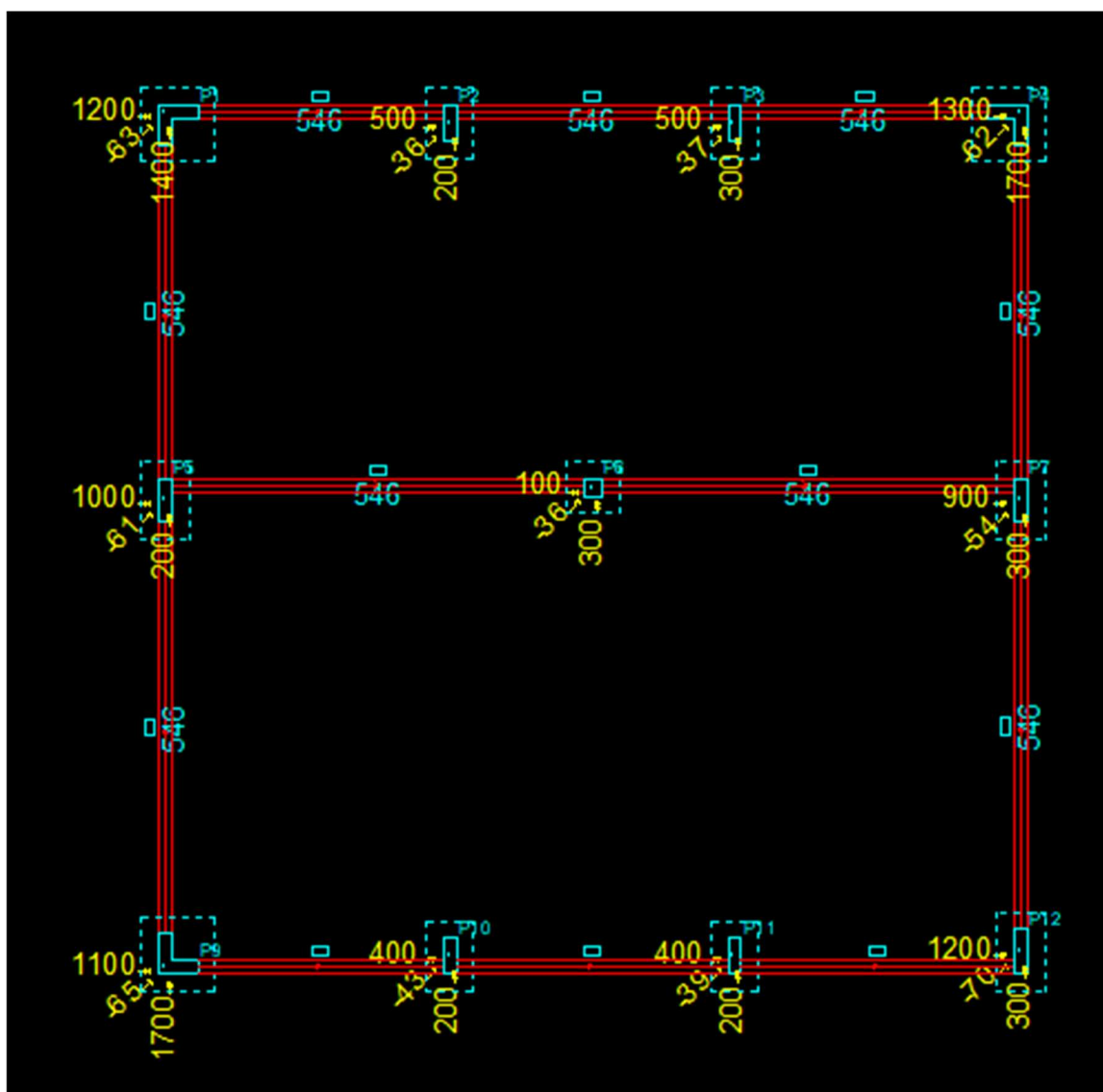
Nome	Dados						Resultados			
	Esforços			Solo			Dimensões (cm)		Armadura	
	MB MH (kgf.m)	FB FH (tf)	Carga Carga total (tf)	Padm	E Solo (kgf/m ²) Coeficiente (kgf/cm ²)	Ângulo atrito (graus)	B H	H0 H1	AsB inf AsB sup	AsH inf AsH sup
S1	0.00 0.00	2.26 2.37	65.67 74.20	2.07	1600.00 0.50	30	200.00 200.00	20.00 50.00	15 \varnothing 10.0 c/13 (11.78 cm ²)	15 \varnothing 10.0 c/13 (11.78 cm ²)
S2	0.00 0.00	0.26 0.10	38.95 43.94	2.07	1600.00 0.50	30	140.00 165.00	20.00 45.00	18 \varnothing 8.0 c/9 (9.05 cm ²)	14 \varnothing 8.0 c/10 (7.04 cm ²)
S3	0.00 0.00	0.37 0.16	38.99 43.98	2.07	1600.00 0.50	30	140.00 165.00	20.00 45.00	18 \varnothing 8.0 c/9 (9.05 cm ²)	14 \varnothing 8.0 c/10 (7.04 cm ²)
S4	0.00 0.00	2.79 1.60	66.27 74.80	2.07	1600.00 0.50	30	200.00 200.00	20.00 50.00	15 \varnothing 10.0 c/13 (11.78 cm ²)	15 \varnothing 10.0 c/13 (11.78 cm ²)
S5	0.00 0.00	0.48 0.80	65.77 74.30	2.07	1600.00 0.50	30	180.00 215.00	20.00 55.00	17 \varnothing 10.0 c/13 (13.35 cm ²)	14 \varnothing 10.0 c/13 (11.00 cm ²)
S6	0.00 0.00	0.28 0.02	39.95 45.16	2.07	1600.00 0.50	30	155.00 155.00	20.00 45.00	15 \varnothing 8.0 c/10 (7.54 cm ²)	15 \varnothing 8.0 c/10 (7.54 cm ²)
S7	0.00 0.00	0.47 1.42	58.96 66.63	2.07	1600.00 0.50	30	170.00 205.00	20.00 55.00	17 \varnothing 10.0 c/12 (13.35 cm ²)	12 \varnothing 10.0 c/14 (9.42 cm ²)
S9	0.00 0.00	1.41 2.27	69.17 78.15	2.07	1600.00 0.50	30	205.00 205.00	20.00 50.00	16 \varnothing 10.0 c/13 (12.57 cm ²)	16 \varnothing 10.0 c/13 (12.57 cm ²)
S10	0.00 0.00	0.59 0.16	43.00 48.67	2.07	1600.00 0.50	30	150.00 175.00	20.00 45.00	12 \varnothing 10.0 c/15 (9.42 cm ²)	15 \varnothing 8.0 c/10 (7.54 cm ²)
S11	0.00 0.00	0.45 0.24	40.13 45.46	2.07	1600.00 0.50	30	145.00 170.00	20.00 45.00	19 \varnothing 8.0 c/9 (9.55 cm ²)	14 \varnothing 8.0 c/10 (7.04 cm ²)
S12	0.00 0.00	0.45 0.23	72.11 81.61	2.07	1600.00 0.50	30	190.00 225.00	20.00 60.00	19 \varnothing 10.0 c/12 (14.92 cm ²)	15 \varnothing 10.0 c/13 (11.78 cm ²)

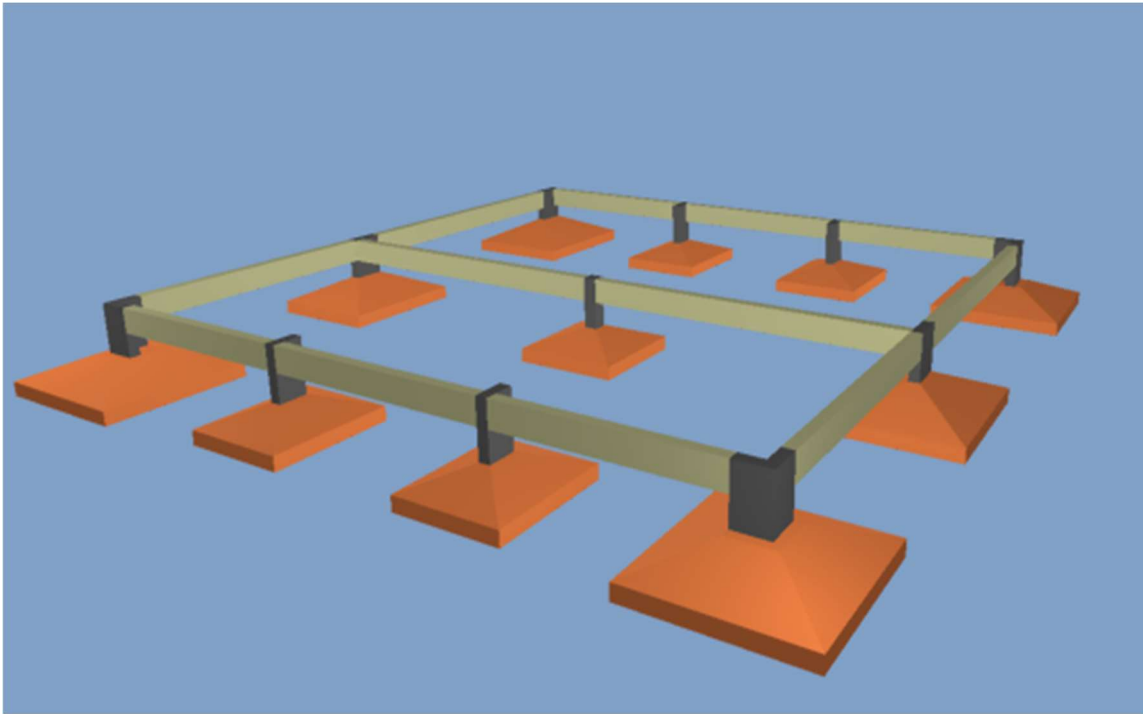
APÊNDICE 2 – TABELAS DE CALCULO DA TENSÃO ADMISSIVEL DO SOLO

B=2,5m	Sapata P1								
	Laudos	Media NSPT	σadm (Mpa)	σadm (Kgf/cm²)	Area da Sapata (m²)	A de calc. (m)	A (cm)	B de calc (m)	B (cm)
	Laudo 1	9,83	0,20	2,01	3,53	1,93	195,00	1,83	185,00
	Laudo 2	7,33	0,15	1,50	4,73	2,23	225,00	2,12	215,00
	Laudo 3	9,33	0,19	1,90	3,72	1,98	200,00	1,88	190,00
	Laudo 4	7,83	0,16	1,60	4,43	2,16	220,00	2,06	210,00
	Laudo 5	7,17	0,14	1,46	4,84	2,25	225,00	2,15	215,00
	Laudo 6	5,33	0,11	1,09	6,51	2,60	260,00	2,50	250,00
	Laudo 7	9,17	0,18	1,87	3,78	2,00	200,00	1,90	190,00
	Laudo 8	8,50	0,17	1,73	4,08	2,07	210,00	1,97	200,00
	Laudo 9	10,17	0,20	2,07	3,41	1,90	190,00	1,80	180,00
	Laudo 10	9,50	0,19	1,94	3,65	1,96	200,00	1,86	190,00
	Laudo 11	7,17	0,14	1,46	4,84	2,25	225,00	2,15	215,00
	Laudo 12	6,83	0,14	1,39	5,08	2,30	230,00	2,20	220,00

B=2,5m	Sapata P7								
	Laudos	Media NSPT	σadm (Mpa)	σadm (Kgf/cm²)	Area da Sapata (m²)	A de calc. (m)	A (cm)	B de calc (m)	B (m)
	Laudo 1	9,83	0,20	2,01	3,01	1,92	195,00	1,57	160,00
	Laudo 2	7,33	0,15	1,50	4,04	2,19	220,00	1,84	185,00
	Laudo 3	9,33	0,19	1,90	3,17	1,96	200,00	1,61	165,00
	Laudo 4	7,83	0,16	1,60	3,78	2,13	215,00	1,78	180,00
	Laudo 5	7,17	0,14	1,46	4,13	2,21	225,00	1,86	190,00
	Laudo 6	5,33	0,11	1,09	5,55	2,54	255,00	2,19	220,00
	Laudo 7	9,17	0,18	1,87	3,23	1,98	200,00	1,63	165,00
	Laudo 8	8,50	0,17	1,73	3,48	2,05	205,00	1,70	170,00
	Laudo 9	10,17	0,20	2,07	2,91	1,89	175,00	1,54	155,00
	Laudo 10	9,50	0,19	1,94	3,11	1,95	195,00	1,60	160,00
	Laudo 11	7,17	0,14	1,46	4,13	2,21	225,00	1,86	190,00
	Laudo 12	6,83	0,14	1,39	4,33	2,26	230,00	1,91	195,00

APÊNDICE 3 – CROQUI DA EDIFICAÇÃO



APÊNDICE 4 – MODELO 3D

ANEXOS

Laudo 02

Profundidade (m)	Cor	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Consistência	Observações
-1,00	01				Siltoso arenoso de cor variegada com presença de material orgânico.
-2,00	02	6	4		fofa**
-3,00	03	6	6		pouco compacta**
-4,00	04	7	7		pouco compacta**
-5,00	05	13	13		rija*
-6,00	06	10	10		média*
-7,00	07	7	6		média*
-8,00	08	9	7		média*
-9,00	09	8	7		média*
-10,00	10	9	10		média*
-11,00	11	4	4		mole*
-12,00	12	4	6		média*
-13,00	13	2	3		mole*
-14,00	14	4	4		mole*
-15,00	15	5	5		mole*
-16,00	16	6	5		mole*
-17,00	17				
-18,00	18				
-19,00	19				
-20,00	20				

Laudo 03

-1,00	01							Silte arenoso de cor variegada com presença de material orgânico.
-2,00	02	16	14				mediamente compacta**	Silte arenoso de cor variegada com pedregulho laterítico.
-3,00	03	6	6				média*	Silte argiloso de cor vermelha.
-4,00	04	6	5				mole*	
-5,00	05	8	10				média*	
-6,00	06	11	11				ruja*	Silte areno-argiloso de cor vermelha com traços de amarelo.
-7,00	07	9	8				média*	Silte argiloso de cor amarela com traços de vermelho.
-8,00	08	8	8				média*	
-9,00	09	8	9				média*	Silte areno-argiloso de cor amarela.
-10,00	10	10	11				ruja*	
-11,00	11	7	9				média*	Silte argiloso de cor variegada.
-12,00	12	10	11				ruja*	
-13,00	13	9	9				média*	
-14,00	14	11	13				ruja*	
-15,00	15	12	11				ruja*	Silte argiloso de cor roxa com traços de amarelo.
-16,00	16	12	12				ruja*	
-17,00	17							O furo fechou com 7,20m de profundidade.
-18,00	18							
-19,00	19							
-20,00	20							

Laudo 04

-1,00	01									Silte arenoso de cor variegada com presença de material orgânico.
-2,00	02	9	7						média*	Silte areno-argiloso de cor vermelha.
-3,00	03	6	5						mole*	
-4,00	04	6	7						média*	
-5,00	05	8	8						média*	
-6,00	06	6	8						média*	Silte areno-argiloso de cor vermelha com traços de amarelo.
-7,00	07	7	7						média*	
-8,00	08	8	9						média*	
-9,00	09	7	8						média*	Silte argiloso de cor amarela com traços de roxo.
-10,00	10	8	9						média*	
-11,00	11	6	6						média*	
-12,00	12	3	4						mole*	Silte areno-argiloso de cor amarela.
-13,00	13	4	3						mole*	
-14,00	14	2	3						mole*	
-15,00	15	3	3						mole*	
-16,00	16	4	5						mole*	
-17,00	17									
-18,00	18									
-19,00	19									
-20,00	20									

Laudo 07

[illegible]

Laudo 09

-1,00	01								Silt argiloso de cor vermelha.
-2,00	02	4	5					mole*	
-3,00	03	8	10					média*	
-4,00	04	9	10					média*	Argila siltosa de cor vermelha.
-5,00	05	11	13					rija*	
-6,00	06	11	10					média*	
-7,00	07	11	12					rija*	Silt argiloso de cor amarela com traços de vermelho.
-8,00	08	10	11					rija*	
-9,00	09	8	9					média*	Silt argiloso de cor amarela.
-10,00	10	9	11					rija*	
-11,00	11	8	8					pouco compacta**	Silt arenoso de cor amarela com pedregulho laterítico de graduação fina.
-12,00	12	5	7					média*	
-13,00	13	6	9					média*	Silt areno-argiloso de cor amarela.
-14,00	14	10	14					rija*	
-15,00	15	12	13					rija*	
-16,00	16	12	15					rija*	Silt argilo-arenoso de cor variegado.
-17,00	17								
-18,00	18								
-19,00	19								
-20,00	20								

ANEXO 2 – TABELA DO K6 E K3 PARA CALCULO DA ÁREA DE AÇO

TABELA DE DIMENSIONAMENTO: FLEXAO SIMPLES (seção retangular)

$$\gamma_c = 1,4 \quad \gamma_s = 1,15 \quad k_s = \frac{b \cdot d^2}{M_d} \quad A_s = \frac{k_s \cdot M_d}{d}$$

Unidades: tf ; cm

		k _s									k _t	
		CLASSE DO CONCRETO (f _{ck})									TIPO DE AÇO (f _{yk})	
	k _s	15 MPa	20 MPa	25 MPa	30 MPa	35 MPa	40 MPa	45 MPa	50 MPa	CA 50	CA 60	
D O M I N I O	0.03	772.51	582.29	463.51	386.25	331.08	289.69	257.50	231.75	0.325	0.271	
	0.04	517.62	390.17	310.57	258.81	221.84	194.11	172.54	155.29	0.327	0.272	
	0.05	390.20	294.12	234.12	195.10	167.23	146.32	130.07	117.06	0.329	0.274	
	0.06	313.76	236.50	188.25	156.88	134.47	117.66	104.59	94.13	0.330	0.275	
	0.08	262.81	198.10	157.69	131.41	112.63	98.55	87.60	78.84	0.332	0.277	
	0.09	226.44	170.68	135.86	113.22	97.04	84.91	75.48	67.93	0.334	0.278	
	0.10	199.16	150.12	119.50	99.58	85.36	74.69	66.39	59.75	0.335	0.280	
	0.11	177.96	134.14	106.78	88.98	76.27	66.74	59.32	53.39	0.337	0.281	
	0.13	161.01	121.36	96.60	80.50	69.00	60.38	53.67	48.30	0.339	0.282	
	0.14	147.14	110.91	88.29	73.57	63.06	55.18	49.05	44.14	0.341	0.284	
	0.15	135.60	102.21	81.36	67.80	58.11	50.85	45.20	40.68	0.343	0.285	
	0.16	125.84	94.85	75.50	62.92	53.93	47.19	41.95	37.75	0.344	0.287	
	2	0.18	117.48	88.55	70.49	58.74	50.35	44.05	39.16	35.24	0.346	0.289
		0.19	110.24	83.09	66.14	55.12	47.25	41.34	36.75	33.07	0.348	0.290
		0.20	103.91	78.32	62.35	51.96	44.53	38.97	34.64	31.17	0.350	0.292
		0.21	98.33	74.12	59.00	49.17	42.14	36.87	32.78	29.50	0.352	0.293
0.23		93.38	70.39	56.03	46.69	40.02	35.02	31.13	28.01	0.354	0.295	
0.24		88.95	67.05	53.37	44.48	38.12	33.36	29.65	26.69	0.356	0.297	
D O M I N I O		0.25	84.98	64.05	50.99	42.49	36.42	31.87	28.33	25.49	0.358	0.298
		0.26	81.38	61.34	48.83	40.69	34.88	30.52	27.13	24.41	0.360	0.300
	0.28	78.12	58.88	46.87	39.06	33.48	29.29	26.04	23.44	0.362	0.301	
	0.29	75.14	56.64	45.09	37.57	32.20	28.18	25.05	22.54	0.364	0.303	
	0.30	72.42	54.59	43.45	36.21	31.04	27.16	24.14	21.73	0.366	0.305	
	0.31	69.92	52.71	41.95	34.96	29.97	26.22	23.31	20.98	0.368	0.307	
	0.33	67.62	50.97	40.57	33.81	28.98	25.36	22.54	20.29	0.370	0.308	
	0.34	65.49	49.37	39.30	32.75	28.07	24.56	21.83	19.65	0.372	0.310	
	0.35	63.52	47.88	38.11	31.76	27.22	23.82	21.17	19.06	0.374	0.312	
	0.36	61.69	46.50	37.01	30.84	26.44	23.13	20.56	18.51	0.377	0.314	
	0.38	59.98	45.21	35.99	29.99	25.71	22.49	19.99	17.99	0.379	0.316	
	0.39	58.39	44.01	35.03	29.20	25.02	21.90	19.46	17.52	0.381	0.318	
	0.40	56.90	42.89	34.14	28.45	24.39	21.34	18.97	17.07	0.383	0.319	
	0.41	55.51	41.84	33.31	27.75	23.79	20.82	18.50	16.65	0.386	0.321	
	0.43	54.20	40.86	32.52	27.10	23.23	20.33	18.07	16.26	0.388	0.323	
	0.44	52.97	39.93	31.78	26.49	22.70	19.86	17.66	15.89	0.390	0.325	
3	0.45	51.81	39.06	31.09	25.91	22.21	19.43	17.27	15.54	0.393		
	0.46	50.72	38.23	30.43	25.36	21.74	19.02	16.91	15.22	0.395		
	0.48	49.69	37.46	29.82	24.85	21.30	18.64	16.56	14.91	0.398		
	0.49	48.72	36.72	29.23	24.36	20.88	18.27	16.24	14.62	0.400		
	0.50	47.80	36.03	28.68	23.90	20.49	17.92	15.93	14.34	0.403		
	0.51	46.93	35.37	28.16	23.46	20.11	17.60	15.64	14.08	0.405		
	0.53	46.10	34.75	27.66	23.05	19.76	17.29	15.37	13.83	0.408		
	0.54	45.31	34.16	27.19	22.66	19.42	16.99	15.10	13.59	0.410		
	0.55	44.57	33.59	26.74	22.28	19.10	16.71	14.86	13.37	0.413		
	0.56	43.86	33.06	26.32	21.93	18.80	16.45	14.62	13.16	0.415		
	0.58	43.18	32.55	25.91	21.59	18.51	16.19	14.39	12.96	0.418		
	0.59	42.54	32.07	25.52	21.27	18.23	15.95	14.18	12.76	0.421		
	0.60	41.93	31.60	25.16	20.96	17.97	15.72	13.98	12.58	0.424		
	0.61	41.35	31.16	24.81	20.67	17.72	15.50	13.78	12.40	0.426		
	0.63	40.79	30.75	24.47	20.39	17.48	15.30	13.60	12.24	0.429		

Elaborada pelo Prof. Roldão Araújo - M.Sc. Estruturas

ANEXO 3 – PLANTA DE CARGA DA EDIFICAÇÃO

Pilar								Fundação					
Nome	Seção (cm)	X (cm)	Y (cm)	Carga Máx. (tf)	Carga Mín. (tf)	Mx (kgf.m)	My (kgf.m)	Nome	Lado B (cm)	Lado H (cm)	h0 / ha (cm)	h1 / hb (cm)	df (cm)
P8	L 45x45x15x15	7.50	992.50	63.1	52.0	1200	1400	S8	150	150	25	50	120
P9	15x40	335.00	980.00	36.4	29.7	500	200	S9	105	130	35	60	120
P10	15x40	662.80	980.00	36.9	30.0	500	300	S10	105	130	35	60	120
P11	L 45x45x15x15	992.50	992.50	62.3	51.5	1300	1700	S11	150	150	35	60	120
P16	15x50	8.00	545.00	60.9	48.6	1000	200	S16	125	155	20	40	120
P17	20x20	500.00	560.00	35.5	26.2	100	300	S17	105	105	25	50	120
P18	15x50	992.50	545.00	53.8	44.2	900	300	S18	115	150	35	60	120
P20	15x30	857.50	420.00	23.4	18.9	300	200	S20	80	95	45	60	120
P24	L 45x45x15x15	7.50	7.50	64.7	52.5	1100	1700	S24	150	150	25	50	120
P25	15x40	335.00	20.00	43.3	34.0	400	200	S25	105	130	35	60	120
P26	15x40	662.80	20.00	38.7	30.9	400	200	S26	105	130	35	60	120
P27	15x50	991.50	25.00	69.8	58.4	1200	300	S27	135	165	30	60	120
P35	20x20	745.00	125.00	4.3	3.2	100	100	S35	60	60	30	40	120

ANEXO 5 – RELATORIO ANTI-PLÁGIO

Documentos candidatos				
ebah.pt/content/ABAA... [1,12%] agronomiacongismonti... [0,36%] localizahertz.com/br... [0,24%] professor.pucgoias.e... [0,23%] tecnologia.uol.com.br... [0,17%] uefs.br/modules/cont... [0,11%] cobeai.escolaverde.o... [0,11%] ulbra.br/palmas/impr... [0,1%] ulbra-to.br/ [0,02%]				
Arquivo de entrada: tcc1_3ª correção.docx (3820 termos)				
Arquivo encontrado	Total de termos	Termos comuns	Similaridade (%)	
ebah.pt/content/ABAA...	Visualizar	2580	71	1,12
agronomiacongismonti...	Visualizar	3965	28	0,36
localizahertz.com/br...	Visualizar	6720	26	0,24
professor.pucgoias.e...	Visualizar	833	11	0,23
tecnologia.uol.com.br...	Visualizar	790	8	0,17
uefs.br/modules/cont...	Visualizar	622	5	0,11
cobeai.escolaverde.o...	Visualizar	7133	13	0,11
ulbra.br/palmas/impr...	Visualizar	956	5	0,1
ulbra-to.br/	Visualizar	378	1	0,02
r.search.yahoo.com/_...	-	-	-	-
				Parece que o documento foi removido do site ou nunca existiu. HTTP response code: 404

Documentos candidatos				
ebah.pt/content/ABAA... [1,12%] agronomiacongismonti... [0,36%] localizahertz.com/br... [0,24%] professor.pucgoias.e... [0,23%] tecnologia.uol.com.br... [0,17%] uefs.br/modules/cont... [0,11%] cobeai.escolaverde.o... [0,11%] ulbra.br/palmas/impr... [0,1%] ulbra-to.br/ [0,02%]				
Arquivo de entrada: tcc1_3ª correção.docx (3820 termos)				
Arquivo encontrado	Total de termos	Termos comuns	Similaridade (%)	
ebah.pt/content/ABAA...	Visualizar	2580	71	1,12
agronomiacongismonti...	Visualizar	3965	28	0,36
localizahertz.com/br...	Visualizar	6720	26	0,24
professor.pucgoias.e...	Visualizar	833	11	0,23
tecnologia.uol.com.br...	Visualizar	790	8	0,17
uefs.br/modules/cont...	Visualizar	622	5	0,11
cobeai.escolaverde.o...	Visualizar	7133	13	0,11
ulbra.br/palmas/impr...	Visualizar	956	5	0,1
ulbra-to.br/	Visualizar	378	1	0,02
r.search.yahoo.com/_...	-	-	-	-
				Parece que o documento foi removido do site ou nunca existiu. HTTP response code: 404

