

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

PEDRO DE OLIVEIRA MARQUES

**ELABORAÇÃO DE PROJETO DE FUNDAÇÃO EM SAPATAS
ISOLADAS COM CARGA CENTRADA PARA BARRACÃO EM
CAMPO GRANDE/MS**

**Ilha Solteira
2023**

PEDRO DE OLIVEIRA MARQUES

**ELABORAÇÃO DE PROJETO DE FUNDAÇÃO EM SAPATAS
ISOLADAS COM CARGA CENTRADA PARA BARRACÃO EM
CAMPO GRANDE/MS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira –
Unesp como parte dos requisitos para
obtenção do título de Engenheiro Civil.

Nome do orientador

**Prof. Dr Marco Antônio de Moraes
Alcantara**

Ilha Solteira
2023

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Marques, Pedro de Oliveira.
M357e Elaboração de projeto de fundação em sapatas isoladas com carga centrada para barracão em Campo Grande - MS / Pedro de Oliveira Marques. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2023
45 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) -
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2023

Orientador: Marco Antônio de Moraes Alcantara

Inclui bibliografia

1. Laudo spt. 2. Fundações estruturais. 3. Sapata com carga centrada.


Raiane da Silva Santos
Supervisora Técnica de Setor
Serviço Técnico de Referência, Atendimento ao usuário e Documentação
Diretoria Técnica de Bibliotecas e Documentação
CRB/8 - 9999

Pedro de Oliveira Marques

**ELABORAÇÃO DE PROJETO DE FUNDAÇÃO EM SAPATAS ISOLADAS
COM CARGA CENTRADA PARA BARRACÃO EM CAMPO GRANDE/MS.**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado como parte dos requisitos para
obtenção do grau de Engenheiro Civil, junto
ao Curso de Graduação em Engenharia
Civil, da Faculdade de Engenharia da
Universidade Estadual Paulista "Júlio de
Mesquita Filho", Câmpus de Ilha Solteira.

Aprovado em 28/08/2023

Comissão Examinadora


Prof. Dr. Marco Antônio de Moraes Alcântara
UNESP/FE Ilha Solteira (Orientador)


Prof. Dr. Artur Pantoja Marques
UNESP/FE - Ilha Solteira (Examinador)

Rodrigo Andraus Bispo
Doutorando Rodrigo Andraus Bispo
UNESP/Ilha Solteira (Examinador)

Ilha Solteira
28 de agosto de 2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a minha família, principalmente aos meus pais, Heitor e Élida, que me apoiaram durante os bons e maus momentos durante a toda a graduação.

Agradeço ao meu avô Heitor Romero Marques e avó Idenir Marques, que sempre me incentivaram durante o curso, me proporcionaram segurança financeira e apoio emocional. Sem eles, nada disso seria possível.

Agradeço ao meu orientador, professor Marco Antonio de Moraes Alcantara, que em poucos dias me aceitou como aluno orientado. Foi fundamental para que hoje estivesse aqui apresentando o trabalho de conclusão de curso.

Por fim, agradeço a República CincoBola por ter me acolhido tão novo em 2015. A república se transformou em uma casa para mim. Foi fundamental em meu amadurecimento como indivíduo e futuro engenheiro. Levo da República CincoBola aprendizados e amigos para o resto da vida.

RESUMO

Neste trabalho foi elaborada uma solução para as fundações estruturais de um galpão hipotético, localizado na cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Para execução do projeto foi definido que o tipo de fundação a ser executada. Optou-se pelo uso de sapatas com carga centrada. Assim, foi analisado o laudo SPT bem como as dimensões das sapatas frente as cargas dos pilares. O método de sapatas isoladas com carga centrada pode ser escolhido devido a não observância de nível d'água no perfil SPT obtido do terreno a ser executada a obra e o atendimento as normas brasileiras – NBR.

Palavras-chaves: laudo SPT; fundações estruturais; sapata com carga centrada.

ABSTRACT

In this work, a solution was developed for the structural foundations of a hypothetical warehouse located in Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brazil. For the project execution, the type of foundation to be implemented was defined. The choice was made for the use of footings with centered load. Thus, an analysis of the SPT report was carried out, as well as the dimensions of the footings in relation to the loads of the pillars. The method of isolated footings with centered load was chosen due to the absence of a water table in the SPT profile obtained from the site where the construction will take place, in addition to compliance with Brazilian standards – NBR

Keywords: SPT report; structural foundations; footing with centrally applied load.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS.....	11
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1. História das Fundações.....	12
3.2. Fundações	13
3.3. Investigações Geotécnicas	14
3.4. Fundações Rasas	17
3.5. Fundações Profundas	18
3.6. Elementos de Transição.....	19
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	19
4.1. Materiais.....	20
4.2. Metodologia	20
4.3. Escolha do tipo de fundação	20
5. DIMENSIONAMENTO.....	21
5.1. Dimensionamento das sapatas	21
5.2. Dimensionamento das armaduras	32
6. RESULTADOS	40
7. DISCUSSÃO.....	41
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
REFERÊNCIAS.....	43
ANEXO A – PLANTA BARRACÃO.....	44
ANEXO B – LAUDO SPT	45

1. INTRODUÇÃO

A engenharia civil abarca um vasto campo de atuação, proporcionando oportunidades em diversas áreas que se complementam. Isso é notável nos projetos de fundações, nos quais se requer não apenas um conhecimento técnico abrangente do solo, mas também habilidades no dimensionamento de estruturas, principalmente em concreto armado, e, em circunstâncias especiais, até mesmo na mecânica dos fluidos. Essa integração visa encontrar a solução mais adequada para cada situação, resultando em maior segurança, eficiência no gerenciamento do tempo e economia financeira.

Conforme a NBR 6122 (ABNT, 2019), as fundações podem ser categorizadas como rasas ou profundas. Fundações rasas são aquelas em que a carga é predominantemente transmitida ao terreno pelas pressões exercidas sobre a base. Exemplos desse tipo de fundação incluem sapatas, radiers, blocos e vigas de armação. Por outro lado, fundações profundas transmitem a carga ao solo através de sua ponta e das paredes laterais (fuste). Pode-se também utilizar uma combinação de ambos os métodos. Exemplos de fundações profundas incluem estacas e tubulões.

Devido a sondagem, podemos descartar o uso de fundações profundas, e por consequências mais onerosas, podendo optar pela fundação rasa de sapata com carga centrada.

Assim, tendo o conhecimento do perfil de solo gerado pela sondagem SPT do local, em Campo Grande/MS, bem como a escolha correta do tipo de fundação e o pano de fundo as NBR's, foi realizado o projeto respeitando todos os itens e tocantes referentes a fundação.

2. OBJETIVOS

O projeto teve como objetivo a elaboração abrangente da fundação para um galpão comercial em Campo Grande, MS, destinado a uma academia sob o contrato BTS (Built to Suit), no qual a construção é personalizada de acordo com as necessidades específicas do locatário. Para uma compreensão mais aprofundada, os objetivos específicos englobaram a análise detalhada das plantas e cargas dos pilares, a seleção do tipo de fundação apropriado, o cálculo das dimensões da sapata e a determinação das armaduras necessárias.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. História das Fundações

É fundamental que saibamos que aquilo que estudamos hoje, com enorme acurácia e embasamento técnico, possuiu no passado um tempo no qual era guiados por conhecimentos empíricos repassados de geração a geração. Isso também é verdade no que tange o estudo de fundações. No período pré-histórico, quando a sedentarização do ser humano tornou as cavernas naturais insuficientes, a construção de abrigos subterrâneos tornou-se uma prática comum por meio de escavações. Nesse contexto, houve uma preocupação crescente com a estabilidade dos maciços e a escolha adequada do tipo de solo para a construção (REBELLO, 2008). Durante essa era, a necessidade de acesso a recursos naturais levou à edificação das primeiras habitações próximas a rios e lagos, em áreas sujeitas a inundações, resultando na construção sobre estacas de madeira (palafitas). Além disso, observou-se o uso de argila reforçada com resíduos vegetais (SOUSA et al., 2018).

No Egito e na Babilônia, as grandiosas construções eram levantadas sobre o terreno mesclado com detritos de paredes e outras estruturas compactadas. Adicionalmente, há documentação de sanções rigorosas aplicadas aos edificadores cujas iniciativas não obtivessem êxito. Tais represálias eram delineadas no Código de Hamurabi, reconhecido como o primordial código de construções e um dos precursores dos códigos legais contemporâneos. Na Idade Média, notáveis foram as realizações no campo das fundações subaquáticas, empregando-se o bombeamento das ensecadeiras e introduzindo o pioneiro bate-estacas projetado por Francesco Di Giorgio (REBELLO, 2008).

Com o passar das décadas e séculos, houve a necessidade de teorizar e comprovar cientificamente de alguma forma os conhecimentos acerca de fundações. Um belo exemplo da importância do dimensionamento correto de fundações é a Torre de Pisa, onde devido a um baixo conhecimento na época, houve uma construção de elementos de fundações inadequados para a estrutura e para o local. No fim, aconteceu a inclinação da estrutura – fato que a deixou mundialmente famosa.

Na esfera dos conhecimentos geotécnicos, avanços começaram a surgir no início do século XIX e foram implantados de fato na engenharia somente no século XX. Karl Terzaghi foi o pioneiro nesta área de conhecimento, e a eficiência dos métodos

descobertos por ele, foram testados e aprovados, sendo utilizados até hoje (HACHICH et al., 1998).

3.2. Fundações

As fundações são parte fundamental de qualquer empreendimento, seja ele de pequeno ou de grande porte. São através dos elementos estruturais que os esforços são transmitidos pela estrutura e por fim, ao solo. Por isso, é fundamental que haja a escolha correta da fundação a ser executada. Assim, temos a certeza que todos os critérios de segurança foram atendidos da maneira mais barata e eficaz durante a execução. (BASTOS, 2017)

Temos a seguinte divisão: fundações rasas e fundações profundas. Fundações rasas são aquelas em que há apoio em cota inferior a três metros de profundidade e são utilizadas somente nas camadas mais emergentes do solo em questão já que possuem resistência suficiente à ruptura. (BASTOS, 2017)

Ao passo de que quando os solos não possuem resistência adequadas nas camadas superficiais, há a necessidade da construção de fundações tidas como profundas, já que superam em duas vezes sua dimensão mínima ou são superiores a 3 metros de profundidade, segundo a NBR 6122 (ABNT, 2019).

Para o engenheiro é fundamental que haja dados e informações a respeito do solo o qual está sendo construído o empreendimento e por consequência, os elementos estruturais de fundação. Assim, a realização de investigações geotécnicas são de extrema importância para que haja um dimensionamento correto das fundações, garantindo a segurança da edificação e uso adequado de recursos naturais e financeiros.

3.3. Investigações Geotécnicas

As investigações geotécnicas são fundamentais para trazer a luz as características do solo estudado, assim permitindo que o engenheiro possa realizar um projeto de fundação seguro e adequado para edificação. De maneira geral, temos que as investigações geotécnicas são realizados no próprio local da obra, ensaios “in situ”.

De acordo com HACHICH et al., 1998, os principais ensaios são:

1. Standart Penetration Test – SPT
2. Standart Penetration Test com medidas de torque – SPT-T.
3. Ensaio de Penetração de Conem – CPT.
4. Ensaio de Penetração de Conem com medidas de pressão neutra – CP-U.
5. Ensaio de Palheta – Vane Test.
6. Ensaio de Carregamento de Placa – Provas de Carga.

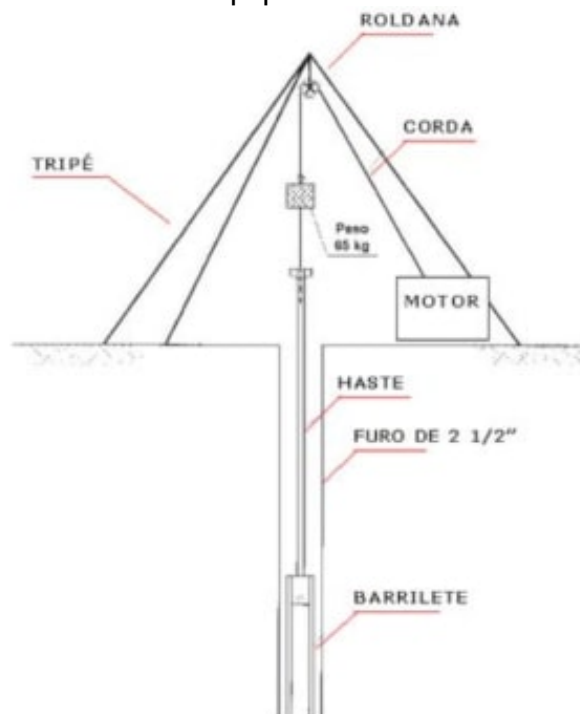
O ensaio mais comum na maioria dos países do mundo é o SPT, devido ao seu custo baixo e fácil execução. Porém, a tendência é seu uso seja gradativamente substituído pelo SPT-T por possuir uma quantidade de dados superior, podendo oferecer ao engenheiro informações para a elaboração de soluções mais econômicas garantindo a segurança.

3.3.1. Standard Penetration Test – SPT

O ensaio consiste em determinar a resistência do solo pela facilidade que um amostrador padrão tem de ser encravado no solo devido ao impacto de uma carga em quadra livre de 65kg, segundo a NBR 6484 (ABNT, 2001).

Portanto, é possível medir o parâmetro N, uma vez que o mesmo possui relação direta com o numero de golpes em queda livre. Assim, é possível determinar a resistência do solo ao longo de sua profundidade, conforme demonstrado na figura 1.

Figura 1 – Desenho dos equipamentos utilizados no ensaio SPT



(Fonte: Engenheiro Caiçara, 2020)

A sondagem é feita em pontos da obra, geralmente onde há convergência de carga, para uma maior segurança, em comprimentos de 15 a 30 metros de distância (SCHNAID, 2000).

Em um primeiro momento, o amostrador é cravado a uma cota de quinze centímetros de profundidade, para então começar a contagem do número de golpes – parâmetro N – número de golpes necessários para o amostrador encravar trinta centímetros no solo.

O amostrador é oco e armazena em seu espaço interno uma amostra real do solo do local bem se há nível de água. Assim, podemos com clareza determinar nível de água do solo ao passo que realizamos uma sondagem SPT.

Cada obra, devido ao tamanho do terreno ou mesmo da edificação, possui uma exigência mínima de profundidade de prospecção, determinada em que se encontra os valores limites pela NBR 6484 (ABNT, 2001)

Na Figura 2, o ensaio SPT fornece um relatório dos parâmetros N, bem como as características do solo ao longo de sua profundidade.

Figura 2 – Relatório de Ensaio SPT

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT NBR 6484/01									
CLIENTE: SISTEMA ADM. DE IMÓVEIS OBRA: R. PEDRO CELESTINO, 3283 - SÃO FRANCISCO LOCAL: CAMPO GRANDE/MS					SONDAGEM À PERCUSSÃO: SP-02 INÍCIO: 25/04/2022 TÉRMINO: 25/04/2022 COTA: DATUM: COORD. N: E:				
GRÁFICO SPT 	PROFUNDIDADE (m) 1,00 2,00 3,00 4,00 5,00 6,00 7,00 8,00 9,00 10,00 11,00 12,00 13,00 14,00 15,00 16,00 17,00 18,00 19,00 20,00	ENSAIO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/PENET.) 3 2 3 15 15 15 3 4 5 15 15 15 4 5 8 15 15 15 18 25 30 15 15 15 50 - - 8 - -	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO INL. FIN.		INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA PERFIL GEOLOGICO 01 02 03 04 05	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m) 1,45 2,45 5,08	AMOSTRADOR BIPARTIDO: Ø INTERNO = 34,9 mm PESO: 65 Kg Ø EXTERNO = 50,8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm		NÍVEL D'ÁGUA AVANÇO
			DESCRIÇÃO DO MATERIAL SILTE-ARGILOSO, VERMELHO, MOLE SILTE COM PEDREGULHO, VERMELHO INÍCIO DE ALTERAÇÃO PARA BASALTO, VARIEGADA LIMITE DA SONDAGEM FURO PARALISADO CONFORME DESCRITO NO ITEM 6.4.1 DA NORMA NBR6484:2001 - SOLO - SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO COM SPT.						
LEGENDAS: 30 cm INICIAIS 30 cm FINAIS TRADO CAVADEIRA - TC • TRADO HELICOIDAL - TH • CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA • REVESTIMENTO ATERRO - AT • SOLO ALUVIONAR - SA • SOLO COLUVIONAR - SC • SOLO FLUVIAL - SF • SOLO MARINHO - SM • SOLO RESIDUAL - SR									
FUNSOLOS CONSTRUTORA E ENGENHARIA LTDA					OBS.: DATA: 27/04/2024 TRABALHO Nº: SP-072-22C FOLHA: 01/01 RESP.: ESCALA: 1/100 DESENHISTA: DIEGO ANDREY SONDADOR: FERNANDO EUGENIO ENGº NOLI ALÉSSIO - CREA - 147D/MS				

❖ FUNSOLOS CONTRUTORA E ENGENHARIA LTDA • Rua Anel Rodoviário, 894, Noroeste, Campo Grande, MS, cep:79.045-000 • (67) 3384-1217 • www.funsohos.com ❖

(Fonte: Sistema Admin de Imóveis, 2022)

3.4. Fundações Rasas

As fundações rasas podem ser subdivididas em: blocos de fundação, sapatas, grelhas, radiers e também vigas de fundação. A escolha de qual tipo de fundação será aplicada na obra se dá pela necessidade de resistir as cargas.

Os blocos de fundação não possuem armadura, resistindo aos esforços apenas pela própria resistência do concreto. Porém, é interessante em alguns casos a verificação da utilização de sapatas, reduzindo assim o consumo de concreto ao passo que há o auxílio do aço nos esforços.

Radiers e grelhas são mais indicados quando o solo superficial possui uma grande resistência à ruptura, pois apesar de serem mais fáceis de serem executadas ocupam uma área muito grande, maior que a metade da obra (SCHNAID, 2000).

3.4.1. Blocos de Fundação

Os blocos de fundação são feitos com concreto simples. Possuem formatos quadrados ou retangulares geralmente. Devido as dimensões dos blocos, esse conseguem absorver as tensões de tração sem que seja preciso armá-los (ALONSO, 2010).

3.4.2. Sapatas

As sapatas são feitas de concreto e armadas com aço. Possuem formatos quadrados e retangulares em sua grande maioria. Devido ao fato de possuírem aço, não é o concreto o material o qual resiste aos esforços de tração, mas sim a armadura.

Em alguns casos, quando não é possível centralizar os pilares nessas estruturas, é necessário alavancá-las a outra sapata. Esta junção serve para distribuir igualmente a carga deixada pelo pilar e fazer com que haja um recalque uniforme em toda a peça. Quando isto acontece, a sapata possui um formato trapezoidal (ALONSO, 2010).

3.4.3. Radier

O Radier é uma grande laje que abrange toda a superfície da estrutura. Dessa maneira, todos os esforços são transmitidos diretamente a camada superficial do solo. Esta estrutura consome muito concreto, por isso não é muito utilizada (HACHICH et al., 2010)

3.5.Fundações Profundas

Fundações profundas são aquelas estruturas aonde os esforços são transmitidos ao solo tanto pela lateral quanto pela base da fundação, tendo assim resistência de fuste e ponta.

São estruturas que estão a pelo menos duas vezes a profundidade de sua menor dimensão ou no mínimo 3 metros de profundidade. (BASTOS, 2017)

As fundações profundas mais utilizadas são as estacas, tubulões e caixões. As estacas não há necessidade do operador descer até a profundidade no momento da execução, já tubulões e caixões necessitam da descida de um operador para a execução da estrutura (VELLOSO e LOPES, 2010).

3.5.1. Tubulões

Tubulões são estruturas de fundação profundas de concreto, diferentemente da estaca mantém sua dimensão ao longo de todo o comprimento, na base no tubulão há um alargamento.

São estruturas que se aprofundam no solo através de uma abertura circular ou quadrada de no mínimo 80 cm (necessária para a descida do operador), e em sua base, há o alargamento da seção em um ângulo de aproximadamente 60°, o que faz com que a base da estrutura tenha um formato cônico. Este alargamento permite que a estrutura não precise ser armada (VELLOSO e LOPES, 2010).

3.5.2. Estacas

As estacas são divididas em dois principais grupos, as de deslocamento e as escavadas.

As estacas são divididas em dois grandes grupos, de acordo com a forma de execução, sendo elas estacas escavadas ou de deslocamento. Estacas de deslocamento são cravadas no solo conforme vão se deslocando o solo em seu entorno. Já as estacas escavadas antes de serem instaladas, é fundamental que haja a retirada do solo no local onde serão instaladas.

Os principais tipos de estacas escavadas são: Estacas Franki; Strauss; Escavadas com/sem lama bentonítica; Estacas broca; Hélice contínua; Estacas-raiz e

microestacas; Principais tipos de estacas de deslocamento; Pré-moldadas de concreto; Estacas de madeira; Estacas metálicas.

3.6. Elementos de Transição

Blocos, radiers e lajes são considerados elementos de transição de carga, ou seja, locados entre estacas e pilares. Portanto, são elementos estruturais exceções, pois a hipótese de que as seções permanecem plana não é válida. Logo, há um dimensionamento por métodos de cálculo específicos para esses elementos.

Os blocos podem ser considerados rígidos ou flexíveis, assim como as sapatas são consideradas. Quando os blocos são rígidos, a transferência de esforços se dá através das bielas de compressão, e só há ruptura quando a carga extrapola a resistência da mesma. Já os blocos flexíveis, há de se realizar um estudo específico para cada caso, pois pode ocorrer punção. Um bloco é dito rígido se atingir tal condição (Carvalho e Pinheiro, 2009).

$$h \geq \frac{a - a_0}{3} \quad (1)$$

Em que:

h : altura do elemento estrutural;

a : dimensão do bloco na direção analisada;

a_0 : dimensão do pilar na direção analisada.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto teve início através com o indicativo de todos os esforços solicitantes nos pilares da estrutura. A escolha da fundação se deu a partir das características do solo e informações obtidas através da sondagem SPT, como a ausência de nível d'água no horizonte analisado e a devido ao custo financeiro, conforme já citado anteriormente.

Optou-se também pela construção de sapatas devido ao baixo custo de implantação e também pela rápida construção, fazendo com que tenhamos uma obra dentro do cronograma previsto.

4.1. Materiais

Para a realização do presente trabalho foram utilizados os seguintes materiais:

- Softwares como Excel e AutoCad.
- Livros, normas técnicas e materiais didáticos presentes no item referências.

4.2. Metodologia

O dimensionamento das estruturas de fundação foi feito de acordo com as normas NBR6122 (ABNT, 2019) e NBR 6118 (ABNT, 2014), referentes ao projeto e execução de fundações e projeto de estruturas de concreto respectivamente.

4.3. Escolha do tipo de fundação

A escolha por sapata de carga centrada foi fundamentada na economia de materiais e agilidade na construção, destacando-se pela distribuição uniforme das cargas e pela simplicidade no dimensionamento. Seu uso proporciona projetos mais econômicos e rápidos na engenharia civil no que tange ao campo de fundações.

5. DIMENSIONAMENTO

5.1. Dimensionamento das sapatas

Passo 01) Determinação dos esforços aplicados.

Para que possamos começar a dimensionar os elementos de fundação, precisamos conhecer a estrutura a qual estamos realizando o dimensionamento. Por isso, abaixo temos a tabela 1 das cargas nos pilares do barracão:

Tabela 1: Esforços solicitantes nos pilares do barracão

Pilar	Compressão				Tração	
	Caraga Galpão (kN)	Carga Mezanino (kN)	Carga Ponte Rolante (kN)	Carga Total (kN)	Nc (kN)	Nt
P1	108	0	500	608	851	-112
P2	216	0	500	716	1002	-235
P3	216	0	500	716	1002	-276
P4	216	0	500	716	1002	-264
P5	216	72	500	788	1103	-191
P6	216	144	0	360	504	-143
P7	216	144	0	360	504	-125
P8	108	72	0	252	353	-94
P9	108	0	500	608	851	-112
P10	216	0	500	716	1002	-235
P11	216	0	500	716	1002	-276
P12	216	0	500	716	1002	-264
P13	216	72	500	788	1103	-191
P14	216	144	0	360	504	-143
P15	216	144	0	360	504	-125
P16	108	72	0	180	353	-94

Fonte: Elaborado pelo Autor

Passo 02) Determinação da tensão admissível.

São considerados métodos semi-empíricos aqueles em que as propriedades dos materiais são estimadas com base em correlações e são usadas em teorias de Mecânica dos Solos, adaptadas para incluir a natureza semiempírica do método. Quando métodos semi-empíricos são usados, devem-se apresentar justificativas, indicando a origem das correlações (inclusive referências bibliográficas). As referências bibliográficas para outras regiões devem ser feitas com reservas e, se possível, comprovadas NBR 6122 (ABNT, 2019)

Com base nos dados do laudo SPT já citado no trabalho, podemos prosseguir para o cálculo. Iremos utilizar a seguinte correlação.

$$\sigma_{adm} = (N_{spt})/5 \quad (2)$$

Em que:

σ_{adm} = tensão admissível do solo. (kgf/cm²)

N_{spt} = índice de resistência à penetração.

Temos com base nos dados da sondagem SPT:

$$\sigma_{adm} = 4,1 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{adm} = 402,046 \text{ kPa}$$

Passo 03) Determinação das dimensões da sapata.

A área de fundação solicitada por cargas centradas deve ser tal que a pressão transmitida ao terreno, admitida uniformemente distribuída, seja menor ou igual à pressão admissível NBR 6122 (ABNT, 2019)

Assim, temos a seguinte fórmula para cálculo direto das dimensões, adotando dimensões de carga centrada quadradas.

$$A = B = \sqrt{\frac{K_{maj} * N_c}{\sigma_{adm}}} \quad (3)$$

Em que:

K_{maj} : valor adimensional.

N_c : força normal de compressão aplicada ao pilar.

σ_{adm} : tensão admissível do solo. (kgf/cm²)

Assim, temos os seguintes valores obtidos para $K_{maj} = 1,1$. Valores de N_c detalhados no passo 01. A Tabela 2 apresenta as dimensões dos pilares, destacando as medidas de largura e comprimento para cada elemento estrutural.

Tabela 2 – Dimensão dos pilares

Pilar	A(m)	B (m)
P1	1,53	1,53
P2	1,66	1,66
P3	1,66	1,66
P4	1,66	1,66
P5	1,74	1,74
P6	1,17	1,17
P7	1,17	1,17
P8	0,98	0,98
P9	1,53	1,53
P10	1,66	1,66
P11	1,66	1,66
P12	1,66	1,66
P13	1,74	1,74
P14	1,17	1,17
P15	1,17	1,17
P16	0,98	0,98

Fonte: Elaborado pelo Autor

Em planta, as sapatas ou os blocos não devem ter dimensão inferior a 60 cm NBR 6122 (ABNT, 2019).

Passo 04) Dimensionamento de h e h_0

Precisamos determinar as dimensões de altura da sapata. Iremos seguir condições de cálculo para uma sapata rígida tendo como base a Equação 1 citada. Quando se verifica a expressão, dada pela NBR 6118.

$$h_0 \geq (h/3) \quad (4)$$

Em que:

h_0 : altura mínima da sapata.

Para h_0 , temos como conceito $h_0 \geq (h/3)$.

É recomendado também que não haja alturas de sapata (h) inferiores a 25cm. E, para h_0 o limite recomendado é de no mínimo 20cm. Sabemos que todos os pilares da edificação são de 50cm x 50cm. A Tabela 3 apresenta as alturas das sapatas e as dimensões das sapatas dos pilares

Tabela 3 – Altura da sapata e dimensão da sapata dos pilares.

Pilar	h (m)	h_0 (m)
P1	0,34	0,11
P2	0,39	0,13
P3	0,39	0,13
P4	0,39	0,13
P5	0,41	0,14
P6	0,22	0,07
P7	0,22	0,07
P8	0,16	0,05
P9	0,34	0,11
P10	0,39	0,13
P11	0,39	0,13
P12	0,39	0,13
P13	0,41	0,14
P14	0,22	0,07
P15	0,22	0,07
P16	0,16	0,05

Fonte: Elaborado pelo Autor

Como podemos verificar, há pilares aonde não atende-se as condições exigidas pelas normas. Com isso, iremos prosseguir sugerindo valores para em seguida realizar a conferência.

A Tabela 4 apresenta as alturas mínima, máxima e adotada para as sapatas dos pilares

Tabela 4 – Altura mínima, máxima e adotada das sapatas

Pilar	h_0 (m)	Hmax (m)	Hadot(m)
P1	0,20	0,50	0,50
P2	0,20	0,53	0,53
P3	0,20	0,53	0,53
P4	0,20	0,53	0,53
P5	0,20	0,56	0,56
P6	0,20	0,39	0,39
P7	0,20	0,39	0,39
P8	0,20	0,34	0,34
P9	0,20	0,50	0,50
P10	0,20	0,53	0,53
P11	0,20	0,53	0,53
P12	0,20	0,53	0,53
P13	0,20	0,56	0,56
P14	0,20	0,39	0,39
P15	0,20	0,39	0,39
P16	0,20	0,34	0,34

Fonte: Elaborado pelo Autor

Adotamos em todas as sapatas o valor de h_0 mínimo exigida pela NBR. Há um valor máximo de H utilizando $\alpha = 30^\circ$, para que não houvesse necessidade do uso de caixarias. No caso de fundações próximas, porém situadas em cotas diferentes, a reta de maior declive que passa pelos seus bordos deve fazer, com a vertical, um ângulo α para rochas: $\alpha = 30^\circ$ NBR 6122 (ABNT, 2019).

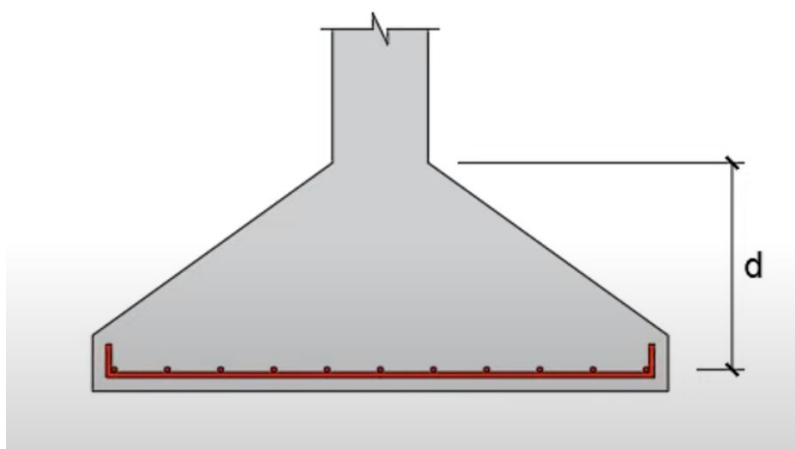
Passo 5) Verificação contra a ruptura do concreto.

Após realizarmos os dimensionamentos, é fundamental que realizemos uma verificação das dimensões com base na literatura. Há o trabalho ao cisalhamento também em duas direções, não apresentando ruptura por tração diagonal, e sim compressão diagonal. Isso

ocorre porque a sapata rígida fica inteiramente dentro do cone hipotético de punção, não havendo portanto possibilidade física de punção. (NBR, 6118).

A Figura 3 oferece uma representação visual da armadura presente em uma sapata. Esta ilustração é essencial para compreender a disposição estrutural da armadura, que desempenha um papel crucial na resistência e estabilidade da fundação.

Figura 3 – Ilustração de armadura em sapata.



Fonte: Elaborado pelo Autor

Temos a equação número 5:

$$d = h - c - 1,5 * \theta \quad (5)$$

Em que:

d : altura útil da seção

c : cobrimento;

θ : diâmetro da armadura.

Optou-se por um cobrimento de 4cm e um θ , de 8mm.

A Tabela 5 apresenta as alturas úteis das sapatas para cada pilar.

Tabela 5 – Altura útil das sapatas

Pilar	d (m)
P1	0,444
P2	0,482
P3	0,482
P4	0,482
P5	0,505
P6	0,343
P7	0,343
P8	0,287
P9	0,444
P10	0,482
P11	0,482
P12	0,482
P13	0,505
P14	0,343
P15	0,343
P16	0,287

Fonte: Elaborado pelo Autor

Devemos respeitar a seguinte condição.

$T_{sd} \leq T_{rd2}$, de acordo com a NBR 6118. Temos as seguintes expressões como base calculo.

$$T_{sd} = (Y_f * N_k) / (u_0 * d) \quad (6)$$

$$T_{rd2} = 0,27 * \alpha_v * F_{cd} \quad (7)$$

Para expressões auxiliares de cálculo, temos:

$$u_0 = 2 * (a + b) \quad (8)$$

$$\alpha_v = 1 - F_{ck}/250 \quad (9)$$

$$F_{cd} = F_{ck}/\gamma_c \quad (10)$$

Em que:

Tsd - Tensão de cisalhamento solicitante de cálculo

$Trd2$ - Tensão de cisalhamento resistente de cálculo limite para verificação da compressão diagonal do concreto na ligação laje - pilar

Yf – Coeficiente de ponderação das ações

Fcd : Resistência de cálculo à compressão do concreto

Yc : Coeficiente de ponderação da resistência do concreto

Fck : Resistência característica à compressão do concreto

A Tabela 6 apresenta as tensões de cisalhamento para cada pilar.

Tabela 6 – Tensões de cisalhamento

Pilar	Tsd (Mpa)	Trd2 (Mpa)
P1	4,395	5,091
P2	4,398	5,091
P3	4,398	5,091
P4	4,398	5,091
P5	4,399	5,091
P6	4,384	5,091
P7	4,384	5,091
P8	4,375	5,091
P9	4,395	5,091
P10	4,398	5,091
P11	4,398	5,091
P12	4,398	5,091
P13	4,399	5,091
P14	4,384	5,091
P15	4,384	5,091
P16	4,375	5,091

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Devemos respeitar a seguinte condição.

Com isso, está atendida a demanda de $Tsd \leq Trd2$ para o projeto.

Passo 6) Determinação do comprimento de ancoragem.

Define-se comprimento de ancoragem básico como o comprimento reto de uma barra de armadura passiva necessário para ancorar a força limite $Asfyd$ nessa barra, admitindo, ao longo desse comprimento, resistência de aderência uniforme e igual a Fbd (NBR, 6118).

$$Lb = (\phi/4) * (Fyd/Fbd) \quad (11)$$

Em que:

Lb : Comprimento de ancoragem básico

Fyd : resistência de cálculo do aço

Fbd : Resistência de aderência de cálculo da armadura passiva

Adotando uma barra de 5/16", 8mm de diâmetro, temos um $Lb = 0,267m$.

Utilizamos CA50 e C30 para o dimensionamento. Abaixo, temos os elementos de cálculo necessários para esse resultado.

Elemento 1) $\phi = 8mm$.

Elemento 2) Prosseguimento de cálculo.

$$Fyd = Fyk/Ys \quad (12)$$

Em que:

Fyk : Resistência Característica do Concreto à Compressão

Ys : Resistência de aderência de cálculo da armadura passiva

Prosseguindo com cálculo, temos:

$$Fbd = n1 * n2 * n3 * Fctd \quad (13)$$

$$Fctd = (Fctk,inf)/(Yc) \quad (14)$$

$$Fctk, inf = 0,21 * (Fck)^{2/3} \quad (15)$$

Em que;

η_1 : 1,0 para barras lisas

η_1 : 1,4 para barras entalhadas

η_1 ; 2,25 para barras nervuradas

η_2 : 1,0 para situações de boa aderência

η_2 ; 0,7 para situações de má aderência

η_3 ; 1,0 para $\phi < 32$ mm

F_{ctd} : resistência de cálculo do concreto à tração direta

$F_{ctk,inf}$: resistência característica inferior do concreto à tração

F_{ck} : Resistência característica à compressão do concreto

Y_c : Coeficiente de ponderação da resistência do concreto

Foi utilizado para cálculo os valores de $\eta_1 = 2,25$ para barras nervuradas, $\eta_2 = 1,0$ para situações de boa aderência e $\eta_3 = 1,0$ para $\phi < 32$ mm.

Temos os seguintes valores obtidos:

$F_{ctk, inf} = 2,028$ MPa

$F_{ctd} = 1,45$ MPa

$F_{bd} = 3,26$ MPa

Retomando o cálculo de L_b , após o cálculo dos elementos, temos:

$$L_b = (0,08/4) * (434,78/3,26)$$

$$L_b = 0,2667 \text{ m}$$

Na tabela 7, são apresentados os comprimentos de ancoragem básicos para as barras de aço, onde ϕ representa o diâmetro da barra.

Tabela 7– Comprimentos de ancoragem básicos para barras de aço, em que ϕ é o diâmetro da barra

Concreto	CA25 (barras lisas)	CA50 (barras nervuradas)	CA60 (barras entalhadas)
C10	$78,1\phi$	$69,4\phi$	$133,8\phi$
C15	$59,6\phi$	$53,0\phi$	$102,1\phi$
C20	$49,2\phi$	$43,7\phi$	$84,3\phi$
C25	$42,4\phi$	$37,7\phi$	$72,6\phi$
C30	$37,5\phi$	$33,4\phi$	$64,3\phi$
C35	$33,9\phi$	$30,1\phi$	$58,0\phi$
C40	$31,0\phi$	$27,5\phi$	$53,1\phi$
C45	$28,6\phi$	$25,5\phi$	$49,4\phi$
C50	$26,7\phi$	$23,7\phi$	$45,8\phi$

Fonte: Carvalho, 2015.

Para ϕ de 8mm, temos $L_b = 33,4 \cdot 0,008 = 0,2672$ metros.

Em seguida, é fundamental que verifiquemos a condição da equação 16 e equação 17 abaixo colocadas:

$$l_b \leq l_b \text{ disponivel.} \quad (16)$$

$$l_b \text{ disponivel} = h - \text{cobrimento} - 2 \cdot \phi. \quad (17)$$

Em que:

L_b : Comprimento de ancoragem básico

$L_b \text{ disponivel}$: Comprimento de ancoragem disponível

A Tabela 8 compara os comprimentos de ancoragem calculados para cada pilar com os comprimentos de ancoragem disponíveis.

Tabela 8 – Comprimentos de ancoragem e disponível

Pilar	Lb pilar (m)	Lb disp (m)
P1	0,267	0,440
P2	0,267	0,478
P3	0,267	0,478
P4	0,267	0,478
P5	0,267	0,501
P6	0,267	0,339
P7	0,267	0,339
P8	0,267	0,283
P9	0,267	0,440
P10	0,267	0,478
P11	0,267	0,478
P12	0,267	0,478
P13	0,267	0,501
P14	0,267	0,339
P15	0,267	0,339
P16	0,267	0,283

Fonte: Elaborado pelo Autor

Verificadas as dimensões das sapatas, prosseguimos para o dimensionamento da armadura das sapatas.

5.2. Dimensionamento das armaduras

Iremos realizar o dimensionamento das armaduras das sapatas pelo “Método das Bielas”. As sapatas para pilares isolados, as vigas de fundação e as sapatas corridas podem ser calculadas, dependendo de sua rigidez, como placas ou pelo método das bielas NBR 6122 (ABNT, 2019).

“O método das bielas e tirantes é recomendado para ações centradas, e todas as estacas devem estar igualmente afastadas do centro do pilar. Pode ser

empregado no caso de ações que não são entradas, desde que se admita que todas as estacas comprimidas estão submetidas à maior força transferida. (OLIVEIRA, 2009)

O comportamento estrutural e o dimensionamento dependem da classificação da sapata quanto à rigidez. As sapatas podem ser são classificadas como rígidas ou flexíveis, porém para o dimensionamento através do método das bielas, a mesma deve ser classificada como rígida.

No Passo 4, já foi realizado o dimensionamento das sapatas respeitando a condição de sapata rígida citada na equação 1.

Seguimos para o dimensionamento das áreas de armaduras. Temos a seguinte expressão:

$$A_{s, a} = A_{s, b} = Y_f * N_k * (a - a_p) / (8 * h * f_{yd}). \quad (18)$$

Em que:

$A_{s, a}$: área de armadura na direção a.

$A_{s, b}$: área de armadura na direção b.

Y_f – Coeficiente de ponderação das ações

A Tabela 9 apresenta as áreas de armadura (A_s) calculadas para cada pilar, tanto em metros quadrados (m^2) quanto em centímetros quadrados (cm^2).

Tabela. 9 – área de armadura dos pilares.

Pilar	As (m2)	As (cm2)
P1	0,00079	7,912
P2	0,00097	9,678
P3	0,00097	9,678
P4	0,00097	9,678
P5	0,00109	10,873
P6	0,00040	3,992
P7	0,00040	3,992
P8	0,00024	2,387
P9	0,00079	7,912
P10	0,00097	9,678
P11	0,00097	9,678
P12	0,00097	9,678
P13	0,00109	10,873
P14	0,00040	3,992
P15	0,00040	3,992
P16	0,00024	2,387

Fonte: Elaborado pelo Autor

Porém, temos por conceito que a taxa de armadura não pode ser inferior a 0,15% da área de concreto. Assim, temos a verificação da condição.

$$A_s, a, \min = 0,0015 * a * d \quad (19)$$

$$A_s, b \min = 0,0015 * b * d. \quad (20)$$

A Tabela 10 apresenta as áreas mínimas de armaduras necessárias para cada pilar.

Tabela 10 – Área mínima de armadura dos pilares

Pilar	As,min (cm ²)
P1	10,166
P2	11,962
P3	11,962
P4	11,962
P5	13,163
P6	6,036
P7	6,036
P8	4,236
P9	10,166
P10	11,962
P11	11,962
P12	11,962
P13	13,163
P14	6,036
P15	6,036
P16	4,236

Fonte: Elaborado pelo Autor

Como em nenhum pilar a área de armadura calculada é superior a área de armadura mínima, adotou-se em todos os pilares o valor mínimo exigido pela literatura. A Tabela 11 apresenta a área de cada barra, a área de armadura, e a quantidade de barras necessárias para cada pilar.

Tabela 11 – Área armada e Quantidade de Barras

Pilar	Area Barra (mm2)	As adot (mm2)	Qtd de Barras
P1	50,265	1016,58	20,22
P2	50,265	1196,19	23,80
P3	50,265	1196,19	23,80
P4	50,265	1196,19	23,80
P5	50,265	1316,30	26,19
P6	50,265	603,55	12,01
P7	50,265	603,55	12,01
P8	50,265	423,61	8,43
P9	50,265	1016,58	20,22
P10	50,265	1196,19	23,80
P11	50,265	1196,19	23,80
P12	50,265	1196,19	23,80
P13	50,265	1316,30	26,19
P14	50,265	603,55	12,01
P15	50,265	603,55	12,01
P16	50,265	423,61	8,43

Fonte: Elaborado pelo Autor

Calculamos em um primeiro momento a área das barras.

$$Area\ barra = \frac{\pi * d^2}{4} \quad (21)$$

Temos:

$$Area\ barra = 50,265\ mm^2$$

Prosseguindo com cálculo, se $Qtd\ de\ barras, calc = (As, adot) / (Area\ Barra)$ temos as quantidade de barras na tabela acima calculadas. Porém, é necessário adotar uma quantidade de barras de número inteiro, uma vez que não há como utilizarmos fração de barra no projeto de armadura da sapata A Tabela 12 apresenta a quantidade de barras calculada e a quantidade de barras adotada para cada pilar

Tabela 12 –Quantidade de Barras

Pilar	Qtd de Barra, calcs	Qtd de Barras, adot
P1	20,22	21
P2	23,80	24
P3	23,80	24
P4	23,80	24
P5	26,19	27
P6	12,01	12
P7	12,01	12
P8	8,43	9
P9	20,22	20
P10	23,80	24
P11	23,80	24
P12	23,80	24
P13	26,19	27
P14	12,01	13
P15	12,01	13
P16	8,43	9

Fonte: Elaborado pelo Autor

Assim, iremos calcular a área de armadura efetiva da seção para em seguida realizar verificação de comprimento de ancoragem necessário e mínimo.

$$A_{s,efetiva} = (qtd\ de\ barras, adot) * \frac{\pi * d^2}{4} \quad (22)$$

$$A_{s, calc} = A_{s, min}. \quad (23)$$

Temos que respeitar a seguinte condição.

$$l_{b, nec} = \frac{\alpha * l_b * A_{s,calc}}{A_{s,efetiva}} \quad (24)$$

$$l_{b, nec} \geq l_{b, min} \quad (25)$$

$$l_{b, min} = 0,3 * l_b\ ou\ 10 * \varnothing\ ou\ 100mm \quad (26)$$

$l_{b, min}$ maior valor entre os indicados acima.

$\alpha = 1$ para barras sem gancho e $0,7$ para barras com gancho.

Utilizou-se $\alpha = 1$ e $L_{b,min}$ de 100mm. A Tabela 13 apresenta os comprimentos de ancoragem necessários e os comprimentos mínimos de ancoragem para cada pilar

Tabela 13 – Comprimento de Ancoragem

Pilar	Lb, Nec (m)	Lb, min (m)
P1	0,200	0,100
P2	0,214	0,100
P3	0,214	0,100
P4	0,214	0,100
P5	0,214	0,100
P6	0,177	0,100
P7	0,177	0,100
P8	0,141	0,100
P9	0,210	0,100
P10	0,214	0,100
P11	0,214	0,100
P12	0,214	0,100
P13	0,214	0,100
P14	0,163	0,100
P15	0,163	0,100
P16	0,141	0,100

Fonte: Elaborado pelo Autor

Com isso, temos que todos os pilares respeitam a condição de comprimento de ancoragem necessário e comprimento mínimo;

Seguimos para determinar o espaçamento entre as armaduras.

$$Sa = \frac{A - 2 * \text{cobrimento}}{qtd \text{ de barras, adot} - 1} \quad (27)$$

$$Sa = \frac{B - 2 * \text{cobrimento}}{qtd \text{ de barras, adot} - 1} \quad (28)$$

A Tabela 14 apresenta os espaçamentos entre as barras para cada pilar, tanto na direção A quanto na direção B. Como as dimensões das sapatas dos pilares são as mesmas em A e B, podemos afirmar que o espaçamento será igual

Tabela 14 – Espaçamento entre Barras

Pilar	Sa/Sb (cm)
P1	7,23
P2	6,85
P3	6,85
P4	6,85
P5	6,37
P6	9,95
P7	9,95
P8	11,28
P9	7,61
P10	6,85
P11	6,85
P12	6,85
P13	6,37
P14	9,12
P15	9,12
P16	11,28

Fonte: Elaborado pelo Autor

6. RESULTADOS

A escolha de implementar o método de sapatas isoladas com carga centrada foi fundamentada pela não detecção do nível d'água no perfil SPT do terreno, alinhada à conformidade com as normas técnicas. Essa decisão ressalta a necessidade de adaptar as soluções de fundação às particularidades do local, assegurando eficiência na execução e aderência aos padrões regulamentares.

Podemos analisar o dimensionamento das sapatas, incluindo as respectivas armaduras, de acordo com os esforços de cada pilar. A Tabela 15 resume as principais informações para o canteiro de obras, apresentando as dimensões a quantidade de barras, e os espaçamentos entre as barras para cada pilar. Sugere-se para utilização no canteiro de obras, visando simplificar a execução e facilitar a verificação pelos engenheiros responsáveis.

Tabela 15 – Informações para canteiro de Obras.

Pilar	A (m)	B(m)	Hadot (m)	Qtd de Barras	Sa(cm)	Sb (cm)
P1	1,53	1,53	0,50	21	7,23	7,23
P2	1,66	1,66	0,53	24	6,85	6,85
P3	1,66	1,66	0,53	24	6,85	6,85
P4	1,66	1,66	0,53	24	6,85	6,85
P5	1,74	1,74	0,56	27	6,37	6,37
P6	1,17	1,17	0,39	12	9,95	9,95
P7	1,17	1,17	0,39	12	9,95	9,95
P8	0,98	0,98	0,34	9	11,28	11,28
P9	1,53	1,53	0,50	20	7,61	7,61
P10	1,66	1,66	0,53	24	6,85	6,85
P11	1,66	1,66	0,53	24	6,85	6,85
P12	1,66	1,66	0,53	24	6,85	6,85
P13	1,74	1,74	0,56	27	6,37	6,37
P14	1,17	1,17	0,39	13	9,12	9,12
P15	1,17	1,17	0,39	13	9,12	9,12
P16	0,98	0,98	0,34	9	11,28	11,28

Fonte: Elaborado pelo Autor

7. DISCUSSÃO

A formulação da solução para as fundações estruturais do galpão fictício em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, demonstrar a aplicação concreta dos conhecimentos adquiridos no desenvolvimento do projeto. A escolha de utilizar sapatas com carga centrada, embasada na análise do laudo SPT e nas dimensões em relação às cargas dos pilares, revelou-se justificada e em conformidade com as normas brasileiras - NBR.

A decisão de adotar o método de sapatas isoladas com carga centrada foi influenciada pela ausência de observação do nível d'água no perfil SPT do terreno, além de estar em conformidade com as normas técnicas. Essa seleção destaca a importância de ajustar as soluções de fundação às características específicas do local, garantindo eficácia na execução e aderência aos padrões regulatórios.

A abordagem interdisciplinar na análise do solo, no dimensionamento e na normatização reforça a abrangência do processo na engenharia civil. O respeito às normas, aliado à minuciosa análise técnica, contribui para a segurança estrutural e a excelência da obra, sublinhando a responsabilidade ética na concepção e execução de projetos essenciais para o desenvolvimento urbano. Este trabalho não apenas delineou uma solução técnica, mas também enfatizou a necessidade contínua de integração entre teoria, prática e normas para atingir padrões elevados na engenharia civil.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização deste projeto permitiu a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos durante a graduação, enfatizando a abordagem interdisciplinar. Apesar de apresentar desafios, essa abordagem ressaltou a interdependência entre as diversas disciplinas da engenharia, destacando que, na prática, esses campos não podem ser dissociados.

A compreensão teórica revela-se essencial no dimensionamento de fundações de edifícios, independentemente de seu porte. Esse procedimento demanda conhecimento acerca das características do subsolo, da localização do empreendimento, das opções de fundação disponíveis e dos métodos teóricos de cálculo.

Adicionalmente, ressalta-se a relevância do rigor no cumprimento das normas técnicas durante o dimensionamento de projetos, garantindo consistentemente a qualidade e segurança do produto final. A etapa de execução não deve ser subestimada, exigindo supervisão de um profissional qualificado e a utilização de materiais de elevada qualidade

REFERÊNCIAS

ALONSO, U.R. **Exercícios de fundações**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2010. 206 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6122: Projeto e execução de fundações**. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto: procedimento**. Rio de Janeiro, 2014.

BASTOS, Paulo Sérgio. **Blocos de fundação**. Bauru-SP: FEB/UNESP, 2020.

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

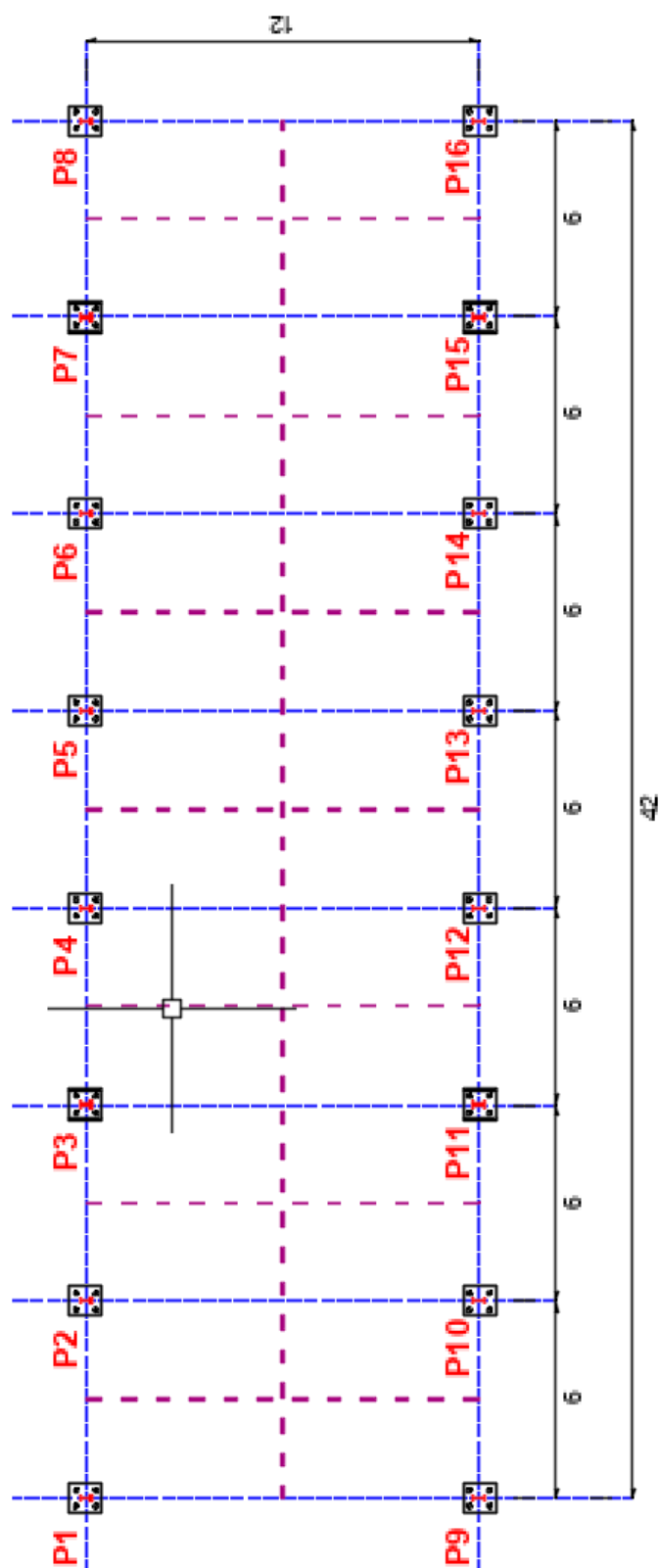
CARVALHO, R.C.; PINHEIRO, L.M. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado**. Vol. 2. São Paulo: Pini, 2009. 589 p.

HACHICH, W.; FALCONI, F.F.; SAES, J.L.; FROTA, R.G.O.; CARVALHO, C.; NIYAMA, S. **Fundações: teoria e prática**. 2. ed. São Paulo: Pini, 1998. 751 p.

SCHINAID, F. **Ensaio de campo e suas aplicações à engenharia de fundações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. 189 p.

VELLOSO, Dirceu de Alencar; LOPES, Francisco de Rezende. **Fundações: critérios de projeto, investigação do subsolo, fundações superficiais, fundações profundas**. São Paulo-SP: Oficina de Textos, 2010.

ANEXO A – PLANTA BARRACÃO



ANEXO B – LAUDO SPT

SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO DO SOLO COM SPT										
NBR 6484/01										
CLIENTE: SISTEMA ADM. DE IMÓVEIS					SONDAGEM À PERCUSSÃO: SP-02					
OBRA: R. PEDRO CELESTINO, 3283 - SÃO FRANCISCO					INÍCIO: 25/04/2022 TÉRMINO: 25/04/2022 COTA:					
LOCAL: CAMPO GRANDE/MS					DATUM: COORD. N: E:					
GRÁFICO SPT	PROFUNDIDADE (m)	ENSAIO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/PENET.)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO		INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA	PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	AMOSTRADOR BIPARTIDO:	NÍVEL D'ÁGUA	AVANÇO
			INI.	FIN.				Ø INTERNO = 34.9 mm PESO: 65 Kg Ø EXTERNO = 50.8 mm ALTURA DE QUEDA: 75 cm		
DESCRIÇÃO DO MATERIAL										
	1,00	3 15 2 15 3 15	5	5	01	1,45	SILTE-ARGILOSO, VERMELHO, MOLE			
	2,00	3 15 4 15 5 15	7	9			02	2,45	SILTE COM PEDREGULHO, VERMELHO	
	3,00	4 15 5 15 8 15	9	13	03 04 05		INÍCIO DE ALTERAÇÃO PARA BASALTO, VARIEGADA			
	4,00	18 15 25 15 30 15	43	55						
	5,00	50 8 - -	50 8	-				5,08	LIMITE DA SONDAGEM	
	6,00						FURO PARALISADO CONFORME DESCRITO NO ITEM 6.4.1 DA NORMA NBR6484:2001 - SOLO - SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO COM SPT.			
LEGENDAS: 30 cm INICIAIS 30 cm FINAIS TRADO CAVADEIRA - TC • TRADO HELICOIDAL - TH • CIRCULAÇÃO DE ÁGUA - CA • REVESTIMENTO ATERRO - AT • SOLO ALUVIONAR - SA • SOLO COLUVIONAR - SC • SOLO FLUVIAL - SF • SOLO MARINHO - SM • SOLO RESIDUAL - SR										
FUNSOLOS CONSTRUTORA E ENGENHARIA LTDA								N.A. LEITURAS: 1) N.A.: seco em 25/04/2022 2) N.A.: seco em 25/04/2022		
OBS.:										
DATA: 27/04/2024		TRABALHO Nº: SP-072-22C		FOLHA: 01/01		RESP.:				
ESCALA: 1/100		DESENHISTA: DIEGO ANDREY		SONDADOR: FERNANDO EUGENIO		ENGº NOLI ALÉSSIO - CREA - 147D/MS				