

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

FERNANDO SANTOS DE ARAÚJO

**DESENVOLVIMENTO DE PROJETO ESTRUTURAL DE RESIDÊNCIA
UNIFAMILIAR E PROJETO DE FUNDAÇÕES DE GUARITA METÁLICA**

MANAUS

2023

FERNANDO SANTOS DE ARAÚJO

**DESENVOLVIMENTO DE PROJETO ESTRUTURAL DE RESIDÊNCIA
UNIFAMILIAR E PROJETO DE FUNDAÇÕES DE GUARITA METÁLICA**

**Relatório de Estágio Supervisionado Obrigatório
apresentado ao curso de Engenharia Civil, da Universidade
Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção
de grau de Bacharel em Engenharia Civil.**

Orientadora: Prof. Dra. Ellen Kellen Bellucio

MANAUS

2023

RESUMO

Durante o período entre abril e junho de 2023, com o objetivo de complementar sua formação acadêmica e profissional, o aluno Fernando Santos de Araújo cursou a disciplina Estágio Supervisionado no escritório *M.S. Projetos de Engenharia*, sob a supervisão do Engenheiro Civil Mustaf Said e orientação da Prof. Dra. Ellen Kellen Bellucio. O seguinte trabalho consiste em um relatório que visa em descrever as atividades, desenvolvidas pelo discente enquanto estagiário do escritório, que incluem o dimensionamento do projeto estrutural e fundações de edificações.

Palavras-chave: estágio; estrutura; fundação; projeto; residência

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Residência Unifamiliar	8
Figura 2: Pilares e vigas no subsolo	9
Figura 3: Visualização 3D das vigas e pilares	10
Figura 4: Pavimento Superior com Lajes, Vigas e Pilares	10
Figura 5: Visualização 3D da estrutura	11
Figura 6: Tabela de pesos de alvenaria.....	12
Figura 7: Trecho da tabela 10 da NBR 6120:2019.....	12
Figura 8: Laje L9 da Cobertura	13
Figura 9: Ensaio de Sondagem do Lote.....	14
Figura 10: Planilha para cálculo de carga por estaca.....	14
Figura 11: Bloco sob estacas	15
Figura 12: Visualização 3D da Estrutura e Fundação	15
Figura 13: Planta de locação de pilares metálicos.....	16
Figura 14: Ensaio de Sondagem da Guarita	18
Figura 15: Fundação de Guarita metálica.....	19
Figura 16: Fundação de Guarita metálica.....	19

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. IDENTIFICAÇÃO DO CAMPO DE ESTÁGIO	8
3. OBJETIVOS	8
3.1 Geral.....	8
3.2 Específico.....	8
4. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	8
4.1 Projeto de Residência Unifamiliar em <i>Residencial Estoril</i>	8
4.2 Projeto de Fundação de Guarita Metálica.....	16
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	20
REFERÊNCIAS	20
APÊNDICE A	21
APÊNDICE B	44

1. INTRODUÇÃO

Sabendo que a vida acadêmica difere muito da realidade encontrada no dia a dia profissional, o projeto pedagógico do curso de engenharia civil da UFAM, estabelece na resolução nº 067 / 2011 da Câmara de Ensino de Graduação a disciplina de estágio obrigatório, objetivando a inserção do estudante no ambiente de trabalho, visando o aprendizado de competências próprias da atividade profissional e à contextualização curricular. Auxiliando dessa forma o desenvolvimento das habilidades necessárias para se tornarem capazes de lidar com as turbulências cotidianas e, assim, se transformarem em profissionais capacitados que o mercado de trabalho tanto necessita.

Conforme o art. 28 do Decreto 23.569/1933, compete ao engenheiro civil o estudo, projeto, direção e construção de edifícios, incluindo todas as obras complementares a essas. Em razão disso, o escritório *M.S. Projetos de Engenharia* atua no desenvolvimento de projetos estruturais de residências, galpões, entre outros tipos de edificações.

Diante do contexto apresentado, durante o período, no período entre abril e junho de 2023, o aluno Fernando Santos de Araújo cursou a disciplina Estágio Supervisionado na *M.S. Projetos de Engenharia*, com o objetivo de complementar sua formação acadêmica.

Durante o período de estágio foi desenvolvida duas atividades: O dimensionamento de um projeto estrutural de uma residência unifamiliar que se localizará no Residencial Estoril, em Manaus, e um projeto de fundações para uma estrutura de uma guarita metálica previamente dimensionada por outro profissional do escritório.

2. IDENTIFICAÇÃO DO CAMPO DE ESTÁGIO

Estagiário: Fernando Santos de Araújo

Empresa: M.S. Projetos de Engenharia

Endereço: Avenida André Araújo, 2151

Bairro: Aleixo

Data de início: 03 de abril de 2023

Data de término: 15 de junho de 2023

Supervisor: Mustaf Said

Cargo: Engenheiro Civil

Orientadora: Ellen Kellen Bellucio

3. OBJETIVOS

3.1 Geral

Apresentar os projetos realizadas na *M.S. Projetos de Engenharia* durante o período de estágio.

3.2 Específico

- i. Descrever os procedimentos de um projetos de Residência Unifamiliar
- ii. Descrever os procedimentos de um projeto de fundação de uma Guarita metálica

4. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

4.1 Projeto de Residência Unifamiliar em *Residencial Estoril*

O estágio iniciou-se em 3 de abril de 2023, com o desenvolvimento do projeto estrutural e de fundação da residência unifamiliar da figura 1. O projeto foi desenvolvido com o auxílio do *software TQS®*.

Figura 1: Residência Unifamiliar



Fonte: M.S. Projetos de Engenharia

No *software* TQS®, foi inserido as informações iniciais de projeto, que incluíam o tipo de concreto utilizado, os cobrimentos das armaduras, a quantidade de pavimentos propostos na arquitetura e as medidas dos pés direitos de cada pavimento. Foi considerado concreto C30 para todos os elementos estruturais e cobrimentos de armaduras segundo a NBR 6118:2014.

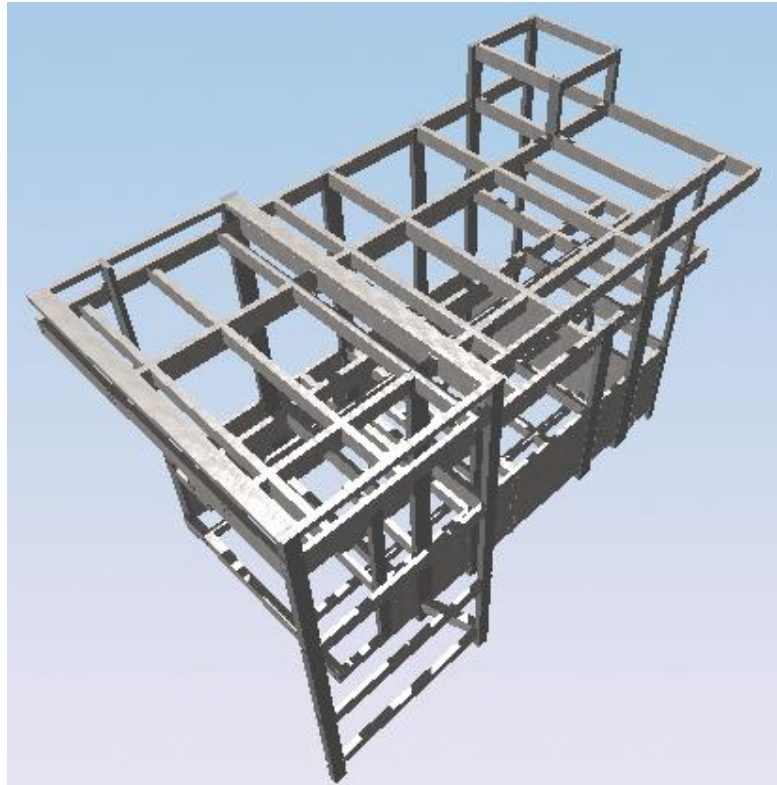
No *software* TQS®, foi inserida as plantas baixas de arquitetura, atentando-se para que essas estejam alinhadas em relação a um eixo vertical. A partir disso, começou-se a “lançar” os pilares com seções que variavam entre 15x30 cm até 20x70 cm. O supervisor orientou para que os pilares fossem alocados somente nas paredes de extremidade, visto que a arquitetura possuía limitações quanto ao lançamento dos pilares nas áreas internas da residência. Após isso, foi adicionando-se as vigas da estrutura. A princípio, as vigas seriam de seção retangular de 15x50 cm, porém, devidos à erros em relação ao não dimensionamento da armadura das vigas ou deflexões excessivas que não atendem aos Estados Limites de Serviço previstos pela NBR 6118:2014, foi alterada as dimensões das vigas para seções que variam desde 15x50 cm até 25x60 cm. No pavimento térreo, foi considerado uma viga-parede. A Figura 2 mostra a planta do subsolo com pilares e vigas, enquanto a Figura 3 mostra a visualização 3D, gerada dentro do *software* TQS®, dos pilares e vigas.

Figura 2: Pilares e vigas no subsolo



Fonte: Autor

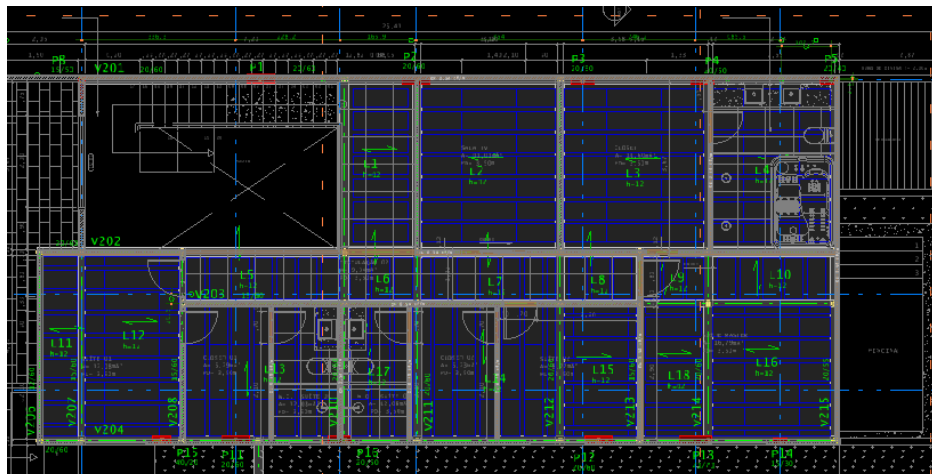
Figura 3: Visualização 3D das vigas e pilares



Fonte: Autor

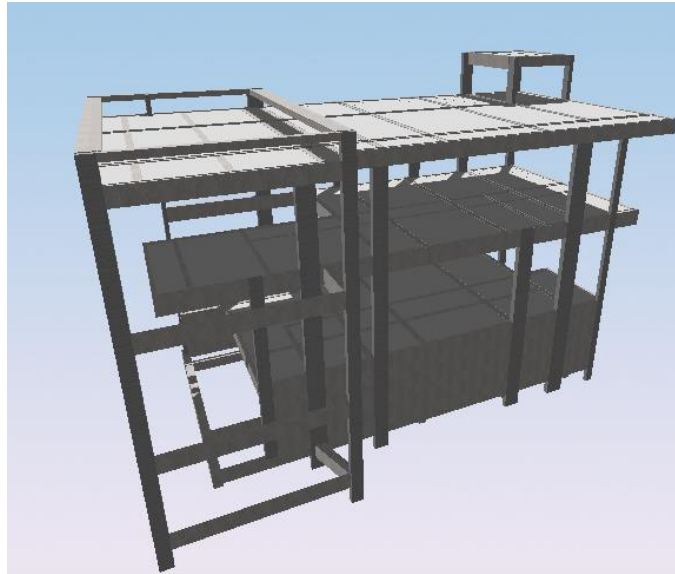
O supervisor orientou que haveria laje maciça com altura de 10 cm no pavimento térreo e laje treliçada com altura de 12 cm nos demais pavimentos. Logo, foi-se adicionando as lajes com as características mencionadas. A Figura 4 apresenta a planta do pavimento superior com as vigas, pilares e lajes. A Figura 5 mostra a visualização 3D do corpo estrutural após a adição das laje.

Figura 4: Pavimento Superior com Lajes, Vigas e Pilares



Fonte: Autor

Figura 5: Visualização 3D da estrutura



Fonte: Autor

Após a inserção das lajes, foi determinada as cargas de alvenaria. A NBR 6120:2019 fornece uma tabela de pesos de alvenaria de vedação. Para esse projeto foi informado que seria usado bloco de cerâmica vazado com espessura de 2 cm de revestimento, que pela tabela de pesos da norma mostrada na Figura 6, apresenta uma carga de $1,6 \text{ kN/m}^2$. Este valor de carga foi multiplicado pela altura do pé direito para obtenção da carga linear das alvenarias. Os pés direitos do subsolo, pavimento térreo e pavimento superior são, respectivamente, 2,8 m, 3,6 m e 3,6 m. Logo as cargas lineares de alvenaria sob os elementos estruturais de cada pavimento foram:

$$\text{carga de alvenaria do subsolo} = \left(1,6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}\right) \cdot (2,8 \text{ m}) = 0,448 \frac{\text{tf}}{\text{m}} \quad (1)$$

$$\text{carga de alvenaria do térreo} = \left(1,6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}\right) \cdot (3,6 \text{ m}) = 0,576 \frac{\text{tf}}{\text{m}} \quad (2)$$

$$\text{carga do pav. superior} = \left(1,6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}\right) \cdot (3,6 \text{ m}) = 0,576 \frac{\text{tf}}{\text{m}} \quad (3)$$

Figura 6: Tabela de pesos de alvenaria

Alvenaria	Espessura Nominal do elemento (cm)	Peso - Espessura de revestimento por face (kN/m ²)		
		0cm	1 cm	2 cm
ALVENARIA DE VEDAÇÃO				
Alvenaria	Espessura Nominal do Elemento (cm)	Peso - Espessura de revestimento por face (kN/m ²)		
		0 cm	1 cm	2 cm
Bloco de Concreto Vazado (Classe C - ABNT NBR 6136)	6,5	1,0	1,4	1,8
	9	1,1	1,5	1,9
	11,5	1,3	1,7	2,1
	14	1,4	1,8	2,2
	19	1,8	1,9	2,6
Bloco de cerâmico vazado (Furo horizontal - ABNT NBR 15270-1)	9	0,7	1,1	1,6
	11,5	0,9	1,3	1,7
	14	1,1	1,5	1,9

Fonte: Adaptado de ABNT (2019)

Foi inserido sobre as lajes uma carga 1,5 kN/m², conforme indicado pela NBR 6120:2019 como sendo a carga de edifícios residenciais. Sob as lajes da cobertura, foi considerada uma carga de 1 kN/m² conforme indicado pela Tabela 10 da NBR 6120:2019, que pode ser conferida na Figura 7.

Figura 7: Trecho da tabela 10 da NBR 6120:2019

Tabela 10 – Valores característicos nominais das cargas variáveis

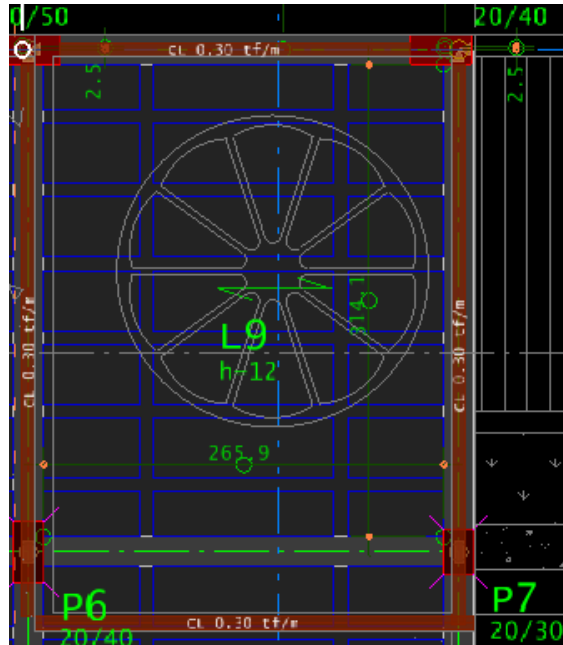
Local		Carga uniformemente distribuída kN/m ²	Carga concentrada kN
Coberturas ^{a,g,n,o} Cargas para estruturas de concreto armado, mistas de aço e concreto e alvenaria estrutural. Outras coberturas: ver 6.4	Com acesso apenas para manutenção ou inspeção	1	g
	Com placas de aquecimento solar ou fotovoltaicas Outros usos: conforme o item pertinente desta Tabela.	1,5	g

Fonte: Adaptado de ABNT (2019)

A Laje L9 da cobertura sustenta uma caixa d'água de 3000 L (3 toneladas), devido a isso foi considerado o peso desta distribuída uniformemente sob a laje como segue a equação (4). Pela Figura 8, nota-se que a laje apresenta uma área de 2,659x3,141m.

$$\text{Carga da laje L9 da cobertura} = \frac{3 \text{ tf}}{(2,659 \text{ m} \cdot 3,141 \text{ m})} + 0,1 \frac{\text{tf}}{\text{m}^2} \approx 0,460 \text{ tf/m}^2 \quad (4)$$

Figura 8: Laje L9 da Cobertura

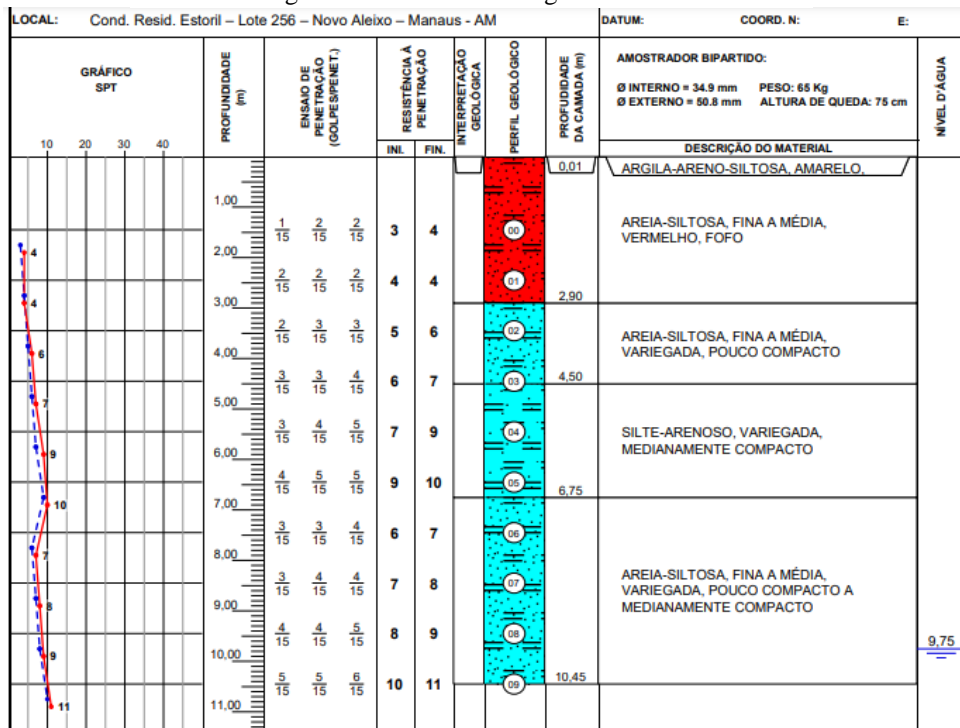


Fonte: Autor

O ático apresentava pé-direito de 1,8 m, logo ao se fazer o mesmo procedimento das equações (1), (2) e (3) considerando uma alvenaria de vedação de 1,6 kN/m², chegou-se a uma carga linear de alvenaria de aproximadamente 0,30 tf/m, conforme mostrado pela Figura 7.

Para o projeto de fundações foi considerado fundação em bloco sob estacas. A capacidade de carga de cada estaca foi determinada a partir dos resultados do ensaio de sondagem do lote onde se localizará a residência. O ensaio de sondagem pode ser visualizado na Figura 9.

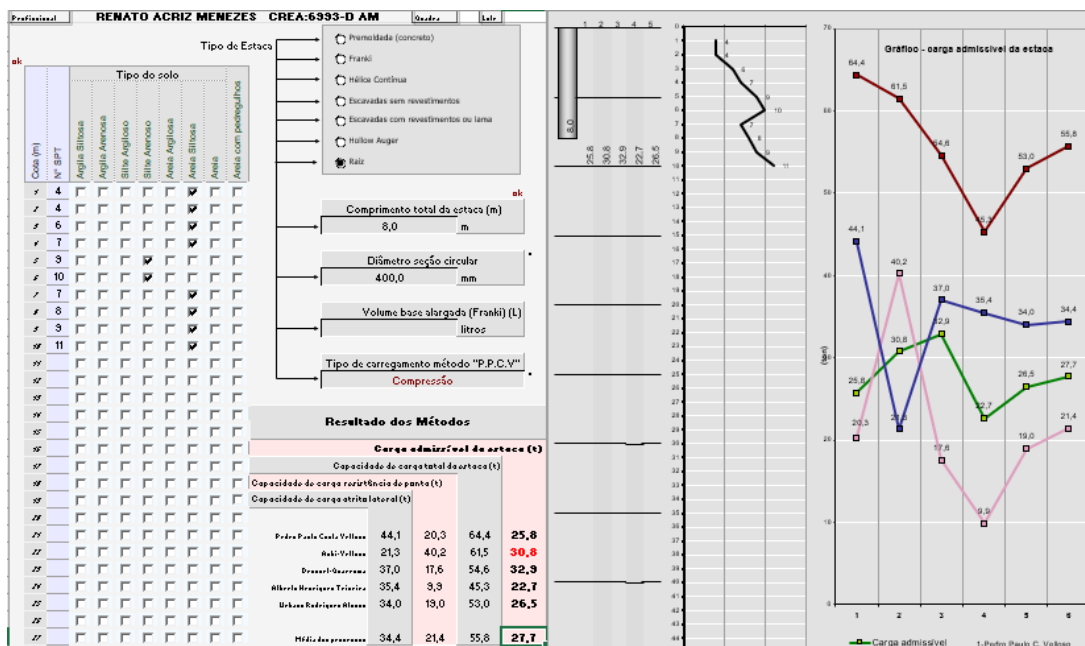
Figura 9: Ensaio de Sondagem do Lote



Fonte: CH Construções LTDA.

Na planilha da Figura 10, foi-se inserido os resultados do ensaio de sondagem, e considerando uma estaca raiz de 40 cm de diâmetro e 8 metros de comprimento, obteve-se uma carga média admissível de 27,7 kN por estaca. Esse valor foi inserido no *software* TQS® para o dimensionamento da fundação.

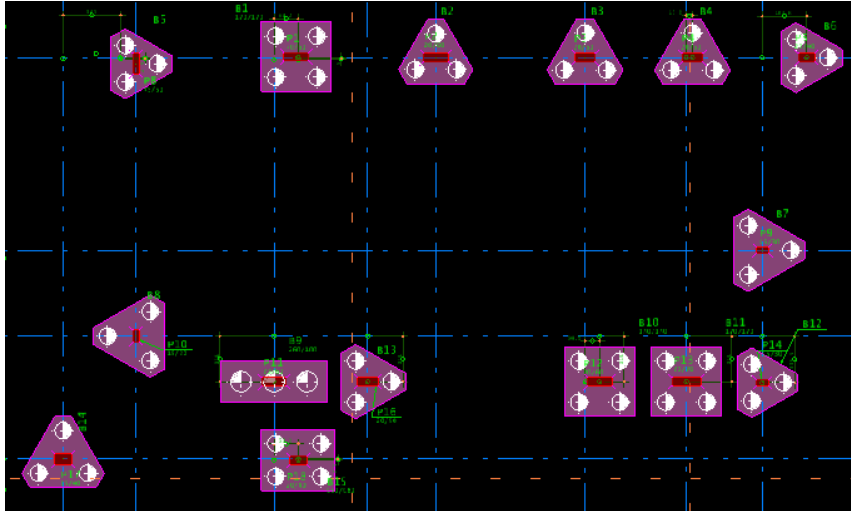
Figura 10: Planilha para cálculo de carga por estaca



Fonte: Autor

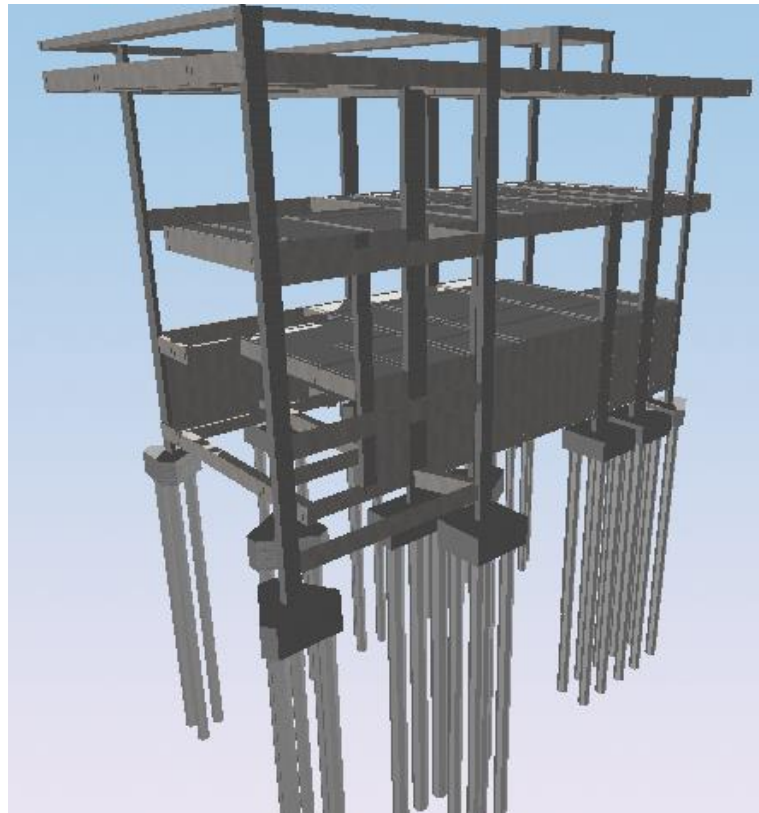
Com o uso do *software* TQS®, foi dimensionado os blocos de fundações da Figura 11. A Figura 12 mostra a visualização 3D do projeto estrutural junto do projeto de fundação.

Figura 11: Bloco sob estacas



Fonte: Autor

Figura 12: Visualização 3D da Estrutura e Fundação



Fonte: Autor

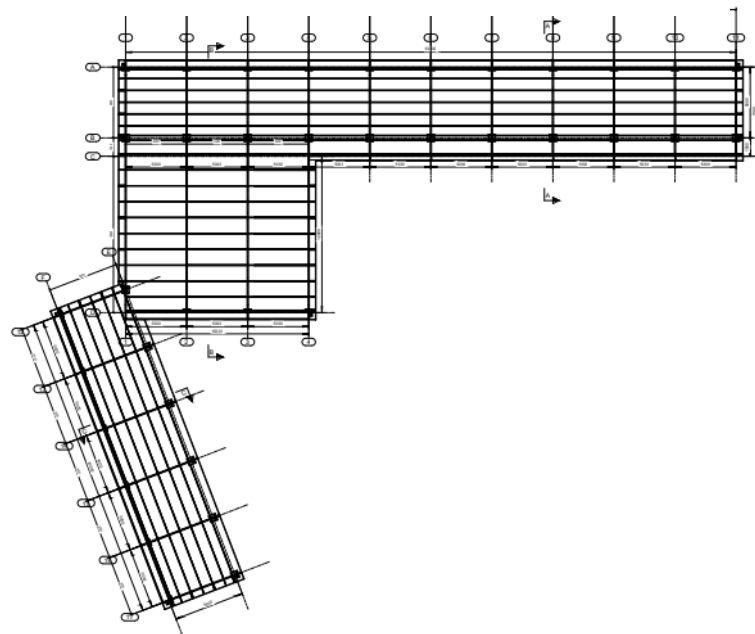
Após todo o projeto estrutural estar desenvolvido, foi feita a organização dos desenhos das armaduras dos blocos, pilares, vigas e lajes, gerados dentro do *software* TQS®, após o

processamento da estrutura modelada. Os desenhos foram pranchados conforme a NBR 10068. No Apêndice A é possível observar as os desenhos de locação e armaduras dos pilares, vigas, lajes e fundações.

4.2 Projeto de Fundação de Guarita Metálica

No *software* TQS®, foi inserido a planta, mostrada na Figura 12, de locação de pilares metálicos de uma Guarita já projetada. Na base desses pilares metálicos, foi considerado consolos de concreto de seção 60x60 cm. Através do método das áreas de influência, determinou-se as cargas advindas da cobertura metálica que estariam atuando sob cada pilar metálico e que por consequência seria transmitido à fundação. A Tabela 1 apresenta o cálculo das áreas de influência e a carga que atua sobre cada consolo. O projeto da guarita metálica previa uma cobertura com 3,94 kg/m² de peso próprio.

Figura 13: Planta de locação de pilares metálicos



Fonte: Autor

Tabela 1 – Carga atuante em cada consolo

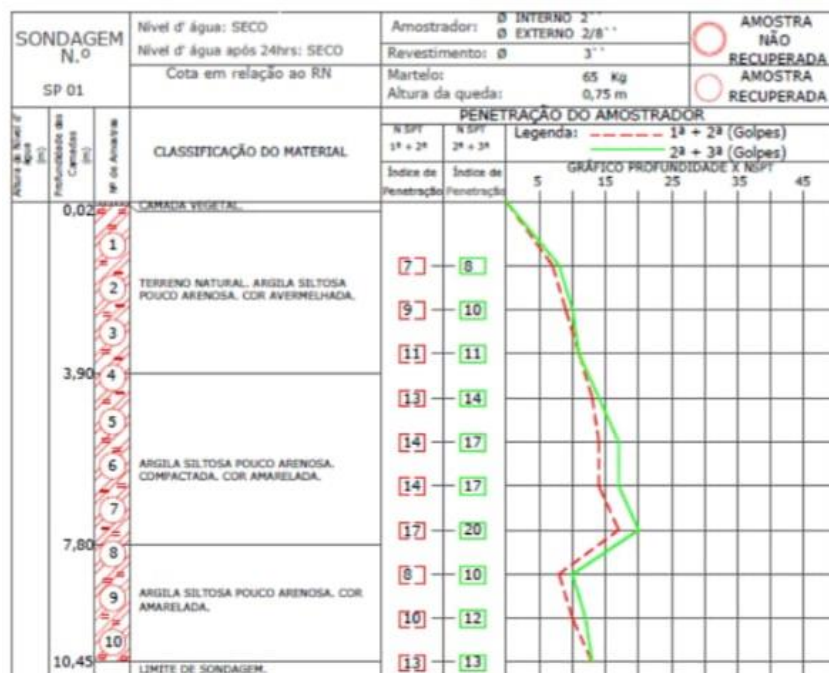
CONSOLO	ÁREA 1 (cm ²)	ÁREA 2 (cm ²)	ÁREA 3 (cm ²)	ÁREA 4 (cm ²)	Área total (m ²)	Carga (kgf)
1	72500	0	0	0	7,25	28,56
2	72500	72500	0	0	14,5	57,13
3	72500	72500	0	0	14,5	57,13
4	72500	72500	0	0	14,5	57,13
5	72500	72500	0	0	14,5	57,13
6	72500	72500	0	0	14,5	57,13
7	72500	72500	0	0	14,5	57,13
8	72500	72500	0	0	14,5	57,13
9	72500	72500	0	0	14,5	57,13
10	72500	72500	0	0	14,5	57,13
11	72500	0	0	0	7,25	28,56
12	72500	0	178750	0	25,125	98,9
13	72500	72500	178750	178750	50,25	198
14	72500	72500	178750	178750	50,25	198
15	72500	72500	0	0	14,5	57,13
16	72500	72500	0	0	14,5	57,13
17	72500	72500	0	0	14,5	57,13
18	72500	72500	0	0	14,5	57,13
19	72500	72500	0	0	14,5	57,13
20	72500	72500	0	0	14,5	57,13
21	72500	72500	0	0	14,5	57,13
22	72500		0	0	7,25	28,56
23	72500	178750	0	0	25,125	98,99
24	178750	178750	0	0	35,75	140,9
25	178750	178750	0	0	35,75	140,9
26	178750	0	0	0	17,875	70,42
27	72500	0	0	0	7,25	28,56
28	72500	72500	0	0	14,5	57,13
29	72500	72500	0	0	14,5	57,13
30	72500	72500	0	0	14,5	57,13
31	72500	72500	0	0	14,5	57,13
32	72500	72500	0	0	14,5	57,13
33	72500	72500	0	0	14,5	57,13
34	72500	72500	0	0	14,5	57,13
35	72500	72500	0	0	14,5	57,13
36	72500	0	0	0	7,25	28,56
37	72500	0	0	0	7,25	28,56

Fonte: Autor

Os resultados presentes na Tabela 21 foram inseridos, dentro do *software* TQS®, sobre cada um dos consolos. Após o lançamento dos consolos e suas cargas, começou-se a inserção de vigas baldrame entre os pilares para contenção lateral destes.

Para esse projeto foi considerado fundação em bloco sob estacas. A capacidade de carga de cada estaca foi determinada pelo método de Decourt Quaresma, e utilizando o resultado de ensaio de sondagem da Figura 13.

Figura 14: Ensaio de Sondagem da Guarita



Fonte: Construtec

De acordo com Barbosa e Albertini (2022), a capacidade pelo método Decourt-Quaresma de uma carga é calculada pela expressão (5).

$$R = \alpha \cdot N_p \cdot A \cdot C + \beta \cdot 10 \cdot \left(\frac{N_L}{3} + 1 \right) \cdot U \cdot L \quad (5)$$

Onde: U é o perímetro da seção da estaca

A é a área da seção transversal da estaca

L é o comprimento da estaca

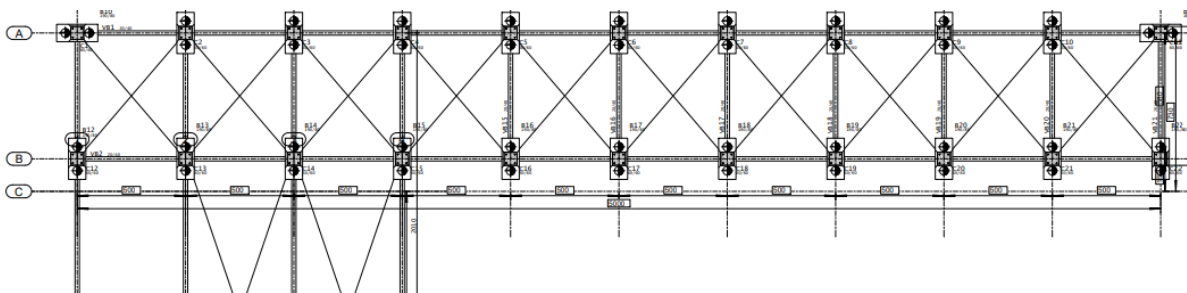
α e β são fatores que dependem do tipo de solo

N_p é o valor médio do índice de resistência

C é o coeficiente característico do solo

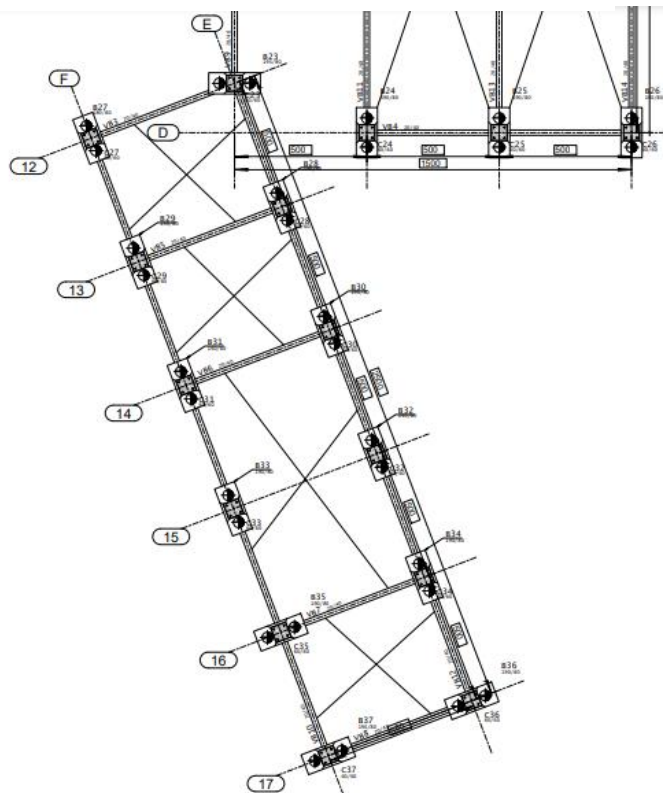
Para solos do tipo argila, consideram-se $\alpha = 0,85$, $\beta = 0,80$ para estacas escavadas em geral, e para o mesmo tipo de solo, $C = 120 \text{ kN/m}^2$ (BARBOSA, ALBERTINI; 2022). Foi considerado para o projeto de fundações estaca escavada com 3 m de comprimento e 40 cm de diâmetro, logo, pela equação (5) a capacidade de carga de uma estaca é de 26 tf. Os valores considerados foram inseridos no *software* TQS® para o pré-dimensionamento dos blocos. As Figuras 15 e 16 mostra a planta de localização dos consolos, vigas baldrame e blocos sob duas estacas.

Figura 15: Fundação de Guarita metálica



Fonte: Autor

Figura 16: Fundação de Guarita metálica



Fonte: Autor

No Apêndice B é possível observar as os desenhos de locação e armaduras dos consolos e fundações.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o período de estágio, o discente percebeu a importância do profissional de engenharia civil nas obras, que é responsável por estudar e conhecer garantir que tudo estará de acordo com às normas técnicas, regulamentações, entre outros, já que esses são os profissionais responsáveis por projetar a sua obra, estudar o seu terreno, realizar testes e análises, definir os materiais e métodos construtivos mais adequados.

A execução das atividades citadas nesse relatório possibilitou ao aluno conhecer, na prática, as atividades que podem ser realizadas pelo profissional da engenharia civil, que são pouco abordadas durante a graduação regular, contribuindo para sua formação acadêmica. A oportunidade de aprender, sanar dúvidas e formular análise crítica, em relação à atuação na área, sob supervisão de um profissional experiente, é de grande valor.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6120:2019. Ações para o cálculo de estruturas de edificações. 2019

BARBOSA, Allã Iego Marques; ALBERTINI, Maicon Marino. ANÁLISE COMPARATIVA DE ESTIMATIVA DE CAPACIDADE DE CARGAS DE ESTACAS PROFUNDAS– MÉTODOS AOKI-VELLOSO E DÉCOURT-QUARESMA. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 8, n. 11, p. 1968-1979, 2022.

APÊNDICE A

