

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE LAVRAS**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**PORTFÓLIO ACADÊMICO**  
**PROJETOS E EXECUÇÃO DE OBRAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

**ERIC SANDER GONÇALVES**  
**JOÃO PAULO PEREIRA ABREU**  
**RAFAEL SOUZA DINIZ**  
**RIVALDO DOS SANTOS RODRIGUES**

**LAVRAS**  
**2022**

**ERIC SANDER GONÇALVES**  
**JOÃO PAULO PEREIRA ABREU**  
**RAFAEL SOUZA DINIZ**  
**RIVALDO DOS SANTOS RODRIGUES**

**PORTFÓLIO ACADÊMICO**  
**PROJETOS E EXECUÇÃO DE OBRAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Portfólio Acadêmico apresentado ao Centro Universitário de Lavras, como parte das exigências da disciplina Trabalho De Conclusão de Curso, da graduação em Engenharia Civil.

**ORIENTADOR**

Prof. Me. Lucas de Paula Ferreira Souza

**PRESIDENTE DA BANCA**

Prof<sup>a</sup>. Esp. Gabriela Bastos Pereira

**PROFESSOR**

Prof. Me. Hafez Tadeu Sadi Júnior

**LAVRAS-MG**

**2022**

Ficha Catalográfica preparada pelo Setor de Processamento Técnico  
da Biblioteca Central do UNILAVRAS

P964

Projetos e Execução de Obras na Construção Civil/ Eric Sander Gonçalves, João Paulo Pereira Abreu, Rafael Souza Diniz, Rivaldo dos Santos Rodrigues. – Lavras: Unilavras, 2022.

120 f.:il.

Portfólio acadêmico (Graduação em Engenharia Civil) – Unilavras, 2022.

Orientador: Prof. Lucas de Paula Ferreira Souza.

1. Estruturas. 2. Projetos. I. Gonçalves, Eric Sander. II. Abreu, João Paulo Pereira. III. Diniz, Rafael Souza. IV. Diniz, Rafael Souza. V. Rodrigues, Rivaldo Dos Santos. VI. Souza, Lucas de Paula Ferreira (Orient.). VII. Título.

ERIC SANDER GONÇALVES  
JOÃO PAULO PEREIRA ABREU  
RAFAEL SOUZA DINIZ  
RIVALDO DOS SANTOS RODRIGUES

PORTFÓLIO ACADÊMICO  
PROJETOS E EXECUÇÃO DE OBRAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

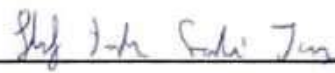
Portfólio Acadêmico apresentado ao Centro Universitário de Lavras, como parte das exigências da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso, curso de graduação em Engenharia Civil.

Aprovado em 28/09/2022



---

Prof. Me. Lucas de Paula Ferreira Souza (Orientador)



---

Prof. Me. Hafez Tadeu Sadi Júnior (Convidado)



---

Prof. Esp. Gabriela Bastos Pereira

## DEDICATÓRIAS

Dedico primeiramente a Deus, por me dar forças e me guiar para a conclusão deste trabalho.

Dedico a todos aqueles que de alguma forma me ajudaram a chegar ao final desta conquista, em especial aos Professores Heverton e Lucas pela dedicação na orientação deste trabalho, bem como a todos os professores do curso e colegas de turma pelo apoio.

**Eric Sander Gonçalves**

Dedico este trabalho a Deus, aos meus pais, e a toda minha família que contribuíram diretamente ou indiretamente para minha formação acadêmica.

**João Paulo Pereira Abreu**

Dedico esse portfólio primeiramente a Deus, à minha noiva Yasmim Freitas Bauth, família, amigos e colegas, também a todos que participaram dessa minha jornada, direta ou indiretamente.

**Rafael Souza Diniz**

Dedico a Deus por me guiar sempre buscando o sucesso, aos meus familiares onde sempre estiveram ao meu lado me apoiando e me guiando pelos melhores caminhos, ao meu orientador e a todos os professores, e a instituição UNILAVRAS.

**Rivaldo dos Santos Rodrigues**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por iluminar meu caminho na realização deste trabalho.

Aos meus pais (*in memoriam*) que me ensinaram desde o início da vida a superar os caminhos árduos e não desistir de meus sonhos.

Aos Professores Heverton Henrique do Carmo Pereira, e Lucas de Paula Ferreira Souza pelas orientações na execução deste trabalho.

A todos os professores do curso pela dedicação e compromisso com a aprendizagem.

A empresa Matriz Engenharia, em especial aos engenheiros: Márcio e Helton que abriram as portas para a realização de meu estágio

Aos colegas de sala pelo companheirismo e convivência nesses anos de estudo, em especial a amiga e confidente Gleys pelos conselhos que me fazem refletir sobre a vida e seguir em frente.

A todos Professores pela orientação, dedicação e incentivo ao longo dessa trajetória.

Aos amigos pela motivação, ajuda e companheirismo.

Enfim, agradeço a todos que fizeram parte nessa jornada acadêmica.

**João Paulo Pereira Abreu**

À Deus e Nossa Senhora por me darem fé e perseverança para continuar perante as dificuldades.

Aos meus familiares e minha noiva Yasmim Freitas Bauth por me apoiarem durante o período do curso.

Ao meu orientador e meus professores por tudo que me ensinaram na minha trajetória do curso.

Agradeço a Deus por ter me guiado e me dado forças para realizar mais essa conquista.

Aos meus pais por me ajudarem a chegar até esse momento, a minha mãe Andreiza (*in memoriam*), que só posso agradecer por todo esforço que fez para que hoje eu pudesse chegar onde estou e ir cada vez mais longe, e quero dizer que consegui, estou me formando.

Ao meu pai Admurivaldo pelo seu esforço e trabalho árduo que me deram as condições de chegar onde cheguei. A minha irmã Valquíria, por me ajudar e me apoiar sempre quando precisei, me incentivando e aconselhando ao longo deste período da minha vida. E a minha namorada Aline, por estar comigo em todos os momentos e sempre me apoiando no que eu precisar.

Ao orientador Lucas por me auxiliar e aconselhar no desenvolvimento do portfólio, a Gabriela e o Sadi por me guiarem na construção deste trabalho sanando dúvidas.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fachada da empresa .....	20
Figura 2 – Recepção da empresa .....	21
Figura 3 – Perfuração das valas de fundação .....	22
Figura 4 – Conferência da dimensão da sapata.....	23
Figura 5 – Lastro de concreto das sapatas .....	24
Figura 6 – Alinhamento e amarração do arranque do pilar .....	25
Figura 7 – Concretagem do arranque do pilar.....	25
Figura 8 – Montagem das formas dos pilares .....	26
Figura 9 – Concretagem dos pilares da sapata.....	26
Figura 10 – Montagem das vigas Baldrames .....	27
Figura 11 – Concretagem das vigas Baldrames.....	28
Figura 12 – Marcação e início da alvenaria de vedação .....	29
Figura 13 – Execução da Alvenaria de vedação .....	30
Figura 14 – Pilar antes da concretagem.....	31
Figura 15 – Pilares Concretados com forma e finalizados .....	32
Figura 16 – Localização das vergas e contravergas na Estrutura.....	33
Figura 17 – Vergas e Contravergas Realizada.....	33
Figura 18 – Dimensões do terreno .....	34
Figura 19 – Representação do muro .....	35
Figura 20 – Interface do programa .....	35
Figura 21 – Levantamento quantitativo Pilar no Construcalc .....	36
Figura 22 – Levantamento Quantitativo Materiais do Pilar .....	37
Figura 23 – Levantamento Quantitativo Parede no Construcalc .....	38
Figura 24 – Levantamento Quantitativo dos Materiais da Parede.....	39
Figura 25 – Levantamento Quantitativo Materiais Externos da Parede .....	39
Figura 26 – Logomarca da empresa .....	42
Figura 27 – Fachada da empresa .....	42
Figura 28 – Interior da empresa .....	43
Figura 29 – Exemplo do resultado de um levantamento planialtimétrico .....	44
Figura 30 – Limpeza do Terreno .....	45
Figura 31 – Remoção de árvore.....	45
Figura 32 – Pedido de autorização para remoção de árvore .....	46

Figura 33 – Exemplo de escavação .....	47
Figura 34 – Exemplo de empolamento.....	48
Figura 35 – Espalhamento dos materiais .....	49
Figura 36 – Compactador de rolos .....	50
Figura 37 – Estruturas dos pavimentos.....	51
Figura 38 – Representação das cargas no pavimento flexível .....	52
Figura 39 – Vibro acabadora.....	53
Figura 40 – Rolos compactadores.....	54
Figura 41 – Representação das camadas do pavimento semirrígidos.....	55
Figura 42 – Deformação na estrutura do pavimento .....	57
Figura 43 – Manutenção do pavimento .....	57
Figura 44 – Pilares de concreto armado .....	59
Figura 45 – Vigas de concreto armado .....	60
Figura 46 – Armaduras.....	61
Figura 47 – Formas de madeira .....	62
Figura 48 – Vigas e pilares.....	64
Figura 49 – Alvenaria .....	65
Figura 50 – Fachada da empresa .....	67
Figura 51 – Disposição dos pilares .....	68
Figura 52 – Posicionamento das Vigas .....	70
Figura 53 – Imagem 3D do projeto estrutural.....	71
Figura 54 – Corte Longitudinal .....	71
Figura 55 – Edição do dimensionamento sapata .....	72
Figura 56 – Edição do dimensionamento dos pilares.....	73
Figura 57 – Edição do dimensionamento de vigas (Antes da edição da viga) .....	74
Figura 58 – Edição do dimensionamento de vigas (Depois da edição da viga) .....	75
Figura 59 – Arranque de Pilar .....	76
Figura 60 – Fechamento e concretagem da viga baldrame .....	77
Figura 61 – Vigas impermeabilizadas .....	78
Figura 62 – Nivelamento da área interna .....	79
Figura 63 – Concretagem do contra piso .....	80
Figura 64 – Pilares .....	81
Figura 65 – Estrutura viga apoiada .....	82
Figura 66 – Escoramento metálico.....	83

Figura 67 – Concretagem da laje treliçada.....	84
Figura 68 – Logomarca da empresa Singularis Construtora.....	85
Figura 69 – Fachada da empresa Singularis Construtora .....	86
Figura 70 – Planta Baixa .....	89
Figura 71 – Corte Longitudinal .....	91
Figura 72 – Corte Transversal.....	92
Figura 73 – Fachada .....	94
Figura 74 – Pilar .....	96
Figura 75 – Prancha de Pilares .....	97
Figura 76 – Forma de Vigas .....	99
Figura 77 – Prancha de Vigas .....	100
Figura 78 – Estaca Escavada.....	103
Figura 79 – Projeto elétrico .....	105
Figura 80 – TUG’S e TUE’S .....	107
Figura 81 – Legenda .....	109

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Custo dos Materiais para Construção do Muro .....	40
--	----

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
EPS – Poliestireno Expandido  
NBR – Norma Brasileira  
SPT – Ensaio de penetração Padrão  
TUG’S – Tomadas de uso geral  
TUE’S – Tomadas de uso específico  
CBUQ – Concreto betuminoso usinado à quente  
DNIT – Departamento Nacional de Infraestruturas de Transportes  
fck – Resistência Característica do Concreto à Compressão  
MPa – Mega Pascal  
un – Unidade  
cm – Centímetros  
m – Metros  
m<sup>2</sup> – Metro quadrado  
m<sup>3</sup> – Metro cúbico  
Kg – Quilogramas  
lt – Litros  
l/m<sup>2</sup> – Litros por metro quadrado

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>18</b>
<b>2 DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>20</b>
2.1 Desenvolvimento do discente Eric Sander Gonçalves.....	20
2.1.1 Apresentação do local do estágio.....	20
2.1.2 Infraestrutura.....	21
2.1.2.1 Sapatas isoladas.....	21
2.1.2.2 Execução e concretagem das sapatas.....	23
2.1.2.3 Vigas Baldrame.....	27
2.1.3 Elementos de uma parede.....	28
2.1.3.1 Alvenaria de Vedação.....	28
2.1.3.2 Travamento da alvenaria.....	30
2.1.3.3 Vergas e Contravergas.....	32
2.1.4 Orçamento para Construção de um Muro.....	34
2.1.4.1 Levantamento Quantitativo da obra.....	34
2.1.4.2 Levantamento de custos Unitário.....	40
2.1.4.3 Tomada de Decisão.....	41
2.2 Desenvolvimento do discente João Paulo Pereira Abreu.....	42
2.2.1 Apresentação do local do estágio.....	42
2.2.2 Terraplanagem.....	43
2.2.2.1 Serviços preliminares.....	43

2.2.2.2 Escavações.....	47
2.2.2.3 Aterro e Compactação.....	49
2.2.3 – Classificação de Pavimentos.....	50
2.2.3.1 – Pavimento Flexível.....	51
2.2.3.2 – Pavimento Semirrigido.....	54
2.2.3.3 – Manutenção dos pavimentos.....	56
2.2.4 – Elementos estruturais.....	58
2.2.4.1 – Vigas e Pilares.....	58
2.2.4.2 – Armaduras.....	61
2.2.4.3 – Alvenaria de vedação.....	64
2.3 Desenvolvimento do discente Rafael Souza Diniz.....	67
2.3.1 Apresentação do local do estágio.....	67
2.3.2 Projeto Estrutural.....	68
2.3.2.1 Pilares estruturais.....	68
2.3.2.2 Vigas estruturais.....	69
2.3.2.3 Sapatas e seu dimensionamento.....	72
2.3.3 Infraestrutura.....	75
2.3.3.1 Arranque do pilar.....	75
2.3.3.2 Impermeabilização das vigas baldrames.....	77
2.3.3.3 Concretagem.....	79
2.3.4 – Supra Estrutura.....	80

2.3.4.1 Pilares.....	80
2.3.4.2 Vigas.....	82
2.3.4.3 Concretagem da laje.....	83
2.4 Desenvolvimento do discente Rivaldo dos Santos Rodrigues.....	85
2.4.1 Apresentação do local do estágio.....	85
2.4.2 Projeto Arquitetônico.....	86
2.4.2.1 Planta Baixa.....	86
2.4.2.2 Cortes.....	90
2.4.2.3 Fachada.....	93
2.4.3 Projeto Estrutural.....	95
2.4.3.1 Locação de Pilar.....	95
2.4.3.2 Vigas.....	98
2.4.3.3. Fundações.....	101
2.4.4 Projeto Elétrico.....	104
2.4.4.1 Disposição Elétrica.....	104
2.4.4.2 TUE's e TUG's.....	106
2.4.4.3 Legendas.....	108
<b>3 AUTOAVALIAÇÃO.....</b>	<b>110</b>
3.1 Auto avaliação do discente Eric Sander Gonçalves.....	110
3.2 Autoavaliação do discente João Paulo Pereira Abreu.....	111
3.3 Autoavaliação do discente Rafael Souza Diniz.....	112

3.4 Autoavaliação do discente Rivaldo dos Santos Rodrigues.....	113
<b>4 CONCLUSÃO.....</b>	<b>114</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>115</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Engenharia Civil é extremamente importante para o desenvolvimento socioeconômico da sociedade, não apenas pela geração de empregos, mas por permitir avanços na construção civil e modernizar, de forma sustentável, as metrópoles globais.

Eu, Eric Sander Gonçalves, terminei meu ensino médio no ano 2000, tendo iniciado minha primeira graduação no Unilavras em Química no ano de 2002. Por motivos financeiros não consegui concluí-la nessa instituição terminando-a em outra Universidade. Meu interesse pelo curso de engenharia veio depois de conversar com um amigo formado nessa área, e também pela oferta do Unilavras do curso de engenharia civil na modalidade Semipresencial com um custo menor. No meu estágio procurei buscar alguma empresa conhecida, e como tinha realizado uma visita técnica em uma obra realizada pela Matrix Engenharia, optei por buscar essa empresa para a realização de meu estágio.

Eu, João Paulo Pereira Abreu, estudante de engenharia civil do Centro Universitário de lavras (UNILAVRAS), optei pelo curso pela grande perspectiva de crescimento na área. Realizei estagio na empresa H-Bens Construtora e incorporadora, onde observei e acompanhei diferentes etapas de construção de edificações e loteamento urbano. Durante minha estada, fui supervisionado pelo engenheiro civil Otávio Pádua Haddad, que me deu orientações e verificou minhas atividades durante meu estagio.

Eu, Rafael Souza Diniz, realizei a vivência na empresa em que fiz estágio, na qual tive a oportunidade de apreender e ajudar a desenvolver projetos arquitetônicos, estrutural e hidráulico, observando o desenvolvimento das etapas construtivas, sendo elas fundações e supra estrutura (vigas, pilares e lajes), nas obras em que acompanhei com engenheiro responsável Rafael Rezende Ribeiro.

Eu, Rivaldo dos Santos Rodrigues, ingressei no Centro Universitário de Lavras – UNILAVRAS no curso de engenharia civil em 2018, e pude vivenciar várias experiências acadêmicas engrandecedoras, como acompanhamento de obras em várias fases; auxílio no desenvolvimento de projetos arquitetônicos de acordo com a padronização exigida pela prefeitura e suas normas; projetos estruturais, nos quais, realizei a montagem da prancha com os desenhos das ferragens necessárias para as edificações, bem como projetos hidráulicos e elétricos, para se definir as

passagens de encanamentos e eletrodutos, respectivamente, e, a disposição de pontos de tomadas e saídas hidráulicas. Destarte, resultaram no complemento dos aprendizados teóricos visto em sala de aula, que contribuíram para que eu estruture a trajetória de um excelente profissional.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Desenvolvimento do discente Eric Sander Gonçalves

#### 2.1.1 Apresentação do local do estágio

Meu estágio foi realizado na empresa Matriz Engenharia sendo meu supervisor de estágio o Engenheiro Helton Fidelís. Minha vivência no estágio foi em campo, numa Obra residencial localizada no bairro Santana em Lavras, onde acompanhei em uma obra residencial: a execução da Fundação da obra com sapatas isoladas, e o início da alvenaria estrutural. Em outro terreno fiz o orçamento para levantamento quantitativo de custos de mão de obra, e materiais para a execução de um muro.

A Empresa Matriz Engenharia (Figura 1), foi fundada no ano de 2014, por 04 sócios que foram alunos da Unilavras, estando localizada na Rua João Aureliano 595 no Bairro Centenário em Lavras MG, prestando serviços na área de projetos estruturais, projetos contra incêndios, elaboração de projetos arquitetônicos, elétricos Hidro sanitários. Gerenciamentos de obras e regulação de Imóveis. A empresa também atua na área de Medicina do trabalho e treinamentos em Normas regulamentadoras, NR's e NBR's. Na empresa os serviços são divididos com os engenheiros que executam os projetos e o engenheiro que faz o acompanhamento das obras *in loco*.

Figura 1 – Fachada da empresa



Fonte: O autor (2022).

A empresa além de prestar serviços em obras na cidade de Lavras presta consultoria para empresas em outras cidades. A empresa conta com uma recepção (Figura 2), como uma ampla sala de reuniões para os seus colaboradores.

Figura 2 – Recepção da empresa



Fonte: O autor (2022).

A recepção é um espaço confortável para receber os clientes que buscam, qualidade e bom atendimento nos serviços prestados.

### 2.1.2 Infraestrutura

No meu acompanhamento de estágio supervisionado com o engenheiro responsável, minha primeira atividade foi o acompanhamento da obra que se encontrava na execução da fundação.

#### 2.1.2.1 Sapatas isoladas

A NBR 6122 (ABNT, 2019, p.11) define o “elemento de fundação como a estrutura cuja carga é transmitida ao terreno pelas tensões distribuídas sob a base da fundação [...]”.

Conforme Pereira (2017), as fundações são classificadas como rasas (diretas) e profunda (indiretas), sendo a escolha de acordo com porte da edificação, tipo de solo do terreno, e a presença de construções vizinhas

A obra em questão é uma residência composta por 02 pavimentos, por este motivo após a verificação através da execução da sondagem no terreno que o solo resistia as cargas do projeto, e havia segurança na execução optou-se pela fundação rasa com sapatas isoladas. Outro fator importante pela decisão deste tipo de fundação foi pelo menor tempo de execução. Segundo a Norma da NBR 6122, (ABNT,2019, p.11) define:

Fundação rasa é o elemento de fundação cuja base está assentada em profundidade inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação, recebendo aí as tensões distribuídas que equilibram a carga aplicada; para esta definição adota-se a menor profundidade, caso esta não seja constante em todo o perímetro da fundação. NBR 6122, (ABNT,2019, p.11).

A obra já estava no estágio da perfuração das valas de fundação, de acordo com o gabarito definido no projeto estrutural, conforme Figura 3.

Figura 3 – Perfuração das valas de fundação



Fonte: O autor (2022).

Após realizada esta etapa fiz a conferência da dimensão das sapatas, segundo o projeto estrutural, como se pode ver na Figura 4, aplicando os conhecimentos da disciplina de Construção Civil I.

Figura 4 – Conferência da dimensão da sapata



Fonte: O autor (2022).

Segundo Rebello (2007), em fundações diretas ou rasas, as cargas da superestrutura são transferidas para o solo por meio de lajes de concreto armado chamadas de fundações. A ideia é que a carga que atua na sapata seja distribuída sobre sua área de contato com o solo, aplicando uma tensão no máximo igual à tensão admissível no solo. Em princípio, a forma da sapata depende da forma do pilar que adere a ele.

#### 2.1.2.2 Execução e concretagem das sapatas

Anteriormente à concretagem, de acordo com Albuquerque e Garcia (2020), a superfície de apoio deve ser liberada por um engenheiro geotécnico para confirmar as propriedades e resistências do solo especificadas no projeto.

Após realizada a conferência das dimensões, foi realizada a compactação no fundo da sapata e aplicação de um concreto magro na espessura de 5 cm, não estrutural. Esse concreto foi preparado utilizando uma quantidade maior de areia e

brita do que de cimento, com o objetivo de prevenir que a sapata não se deteriore em contato com a umidade do solo, conforme mostrado na Figura 5.

Figura 5 – Lastro de concreto das sapatas



Fonte: O autor (2022).

Conforme prescrito na NBR 6122 (ABNT, 2019), há necessidade de preparar um lastro de concreto magro sobre a superfície, evitando que a armadura entre em contato com o terreno natural.

Após o preenchimento do fundo da sapata com o concreto magro iniciou o procedimento das montagens das armaduras dos pilares, alinhando com o gabarito da obra por meio de um prumo de nível, amarrando as armaduras para que esteja de acordo com o projeto, conforme Figura 6.

Figura 6 – Alinhamento e amarração do arranque do pilar



Fonte: O autor (2022).

Após a execução desta etapa e realizada a conferência de todos os pilares, iniciou a concretagem do arranque do pilar de forma manual, como mostra a figura 7, para cobertura da armadura, adensando-o imediatamente para evitar a desagregação dos materiais.

Figura 7 – Concretagem do arranque do pilar



Fonte: O autor (2022).

Após o período de secagem do concreto das sapatas de acordo, com o que foi vivenciado na disciplina de Construção Civil I, procedeu-se a montagem das formas como mostra, a Figura 8 para realizar o preenchimento com concreto em seu interior de modo a conferir forma definitiva dos pilares.

Figura 8 – Montagem das formas dos pilares



Fonte: O autor (2022).

O concreto utilizado para o preenchimento dos pilares e das sapatas de acordo com a Figura 9, foram feitos em obra objetivando um menor custo, utilizando o traço recomendado em projeto.

Figura 9 – Concretagem dos pilares da sapata



Fonte: O autor (2022).

Uma fase importante é aguardar o tempo correto de secagem do concreto para a continuação da obra.

### 2.1.2.3 Vigas Baldrame

Após realizado a finalização das sapatas, foi realizado o aterro e sua compactação iniciando a construção das vigas baldrame.

Conforme Pereira (2021), as vigas baldrame são elementos estruturais que têm função de receber as cargas da estrutura e transmiti-las aos elementos de fundação, conforme vivenciado na disciplina de Construção Civil I.

Para a execução das vigas baldrame foi realizada a montagem das formas para a concretagem destas, de acordo com a Figura 10 e a Figura 11.

Figura 10 – Montagem das vigas Baldrames



Fonte: O autor (2022).

Figura 11 – Concretagem das vigas Baldrames



Fonte: O autor (2022).

Após o procedimento de concretagem, e retirada das formas foi realizada sua impermeabilização.

### 2.1.3 Elementos de uma parede

A alvenaria é uma etapa da construção onde um conjunto de blocos unido em obra (tijolos, blocos e argamassa), formam um conjunto estável e monolítico é são considerados os elementos principais de uma parede.

Concluída a etapa da fundação, acompanhei o início da alvenaria da obra, sendo esta, um importante elemento construtivo da edificação em que se complementa o desenvolvimento das demais etapas construtivas e temos os dois tipos mais importantes empregados na construção civil: a de vedação e a estrutural.

#### 2.1.3.1 Alvenaria de Vedação

Segundo Cunha et al (2017), a alvenaria estrutural dispensa o uso de concreto armado (os pilares e vigas), e utiliza a própria estrutura da obra (utilizando bloco estrutural adequado, tijolo estrutural, tijolo de concreto, bloco de concreto e

etc.), o que não ocorre na alvenaria de vedação onde, a alvenaria suporta apenas o seu próprio peso, necessitando das vigas e pilares para sustentação da estrutura.

De acordo com a elaboração do projeto estrutural e as particularidades da obra, optou-se pela alvenaria de vedação convencional, utilizando bloco cerâmico (tijolo com 12 furos).

Nessa fase de assentamento, conferi de acordo com o projeto estrutural disposto na obra as posições dos pilares e das vigas para a marcação da alvenaria de vedação. Utilizou-se o esquadro para a marcação das medidas dos cantos, marcação das paredes e no encontro da primeira fiada de tijolos, conforme a Figura 12.

Figura 12 – Marcação e início da alvenaria de vedação



Fonte: O autor (2022).

Após essa etapa limpou a área com uma vassoura onde seria assentado os tijolos, para início da primeira fiada de tijolos da alvenaria. Para o alinhamento vertical correto da fiada inicial, foi utilizado um nível pelo pedreiro orientando as demais fiadas.

A alvenaria foi executada seguindo uma camada de argamassa, e outra fiada de tijolo, conforme pode ser visto na Figura 13.

Figura 13 – Execução da Alvenaria de vedação



Fonte: O autor (2022).

A argamassa utilizada na alvenaria foi preparada de acordo com a especificação do projeto, sendo o traço de 1:2:8 (1 lata de cimento, para 2 latas de cal, para 8 latas de areia média).

O bloco cerâmico utilizado foi de 12 furos (14/19/29 cm), possibilitando um maior rendimento na obra.

As disciplinas que nortearam sobre as etapas da alvenaria de vedação e elementos estruturais, foram as disciplinas de Construção Civil I e II.

#### 2.1.3.2 Travamento da alvenaria

Os pilares são responsáveis pelo travamento da alvenaria gerando estabilidade na edificação.

“Os pilares são elementos estruturais lineares de eixo reto, responsáveis pela estabilidade vertical de uma edificação. Sua função principal é receber as ações atuantes nos diversos níveis e descarregá-las nas fundações” (CORREA, p. 11, 2018).

Os pilares de concreto armado são construídos após o término das infraestruturas (fundação), seguindo a norma da ABNT 6118 (ABNT, 2014) e de acordo com o dimensionamento em projeto.

De acordo com Fusco e Onishi (2018), pelo concreto simples ter baixa resistência a tração são adicionadas armaduras de aço ao longo das estruturas para contornar esse fator e obter o concreto estrutural.

Após a conferência das dimensões dos pilares em projeto fiz o acompanhamento da montagem dos pilares e suas formas para posterior concretagem, conforme a figura 14.

Figura 14 – Pilar antes da concretagem



Fonte: O autor (2022).

A concretagem dos pilares foi realizada na própria obra seguindo as especificações do projeto, e visando a economia em relação ao concreto usinado.

No preenchimento das formas foi tomado o cuidado segundo Grabasck et al (2021), para que no lançamento do concreto, a fim de evitar sua desagregação, a altura de aplicação fosse inferior a 2 m.

Após esse procedimento do enchimento das formas dos pilares foi realizado o adensamento manual do concreto para que eliminação dos vazios e preenchimento dos espaços da forma, visando a aderência do concreto com a armadura.

O procedimento final foi aguardar a secagem do concreto para que atingisse sua resistência especificada em projeto seguindo da retirada das formas. A figura 15 mostra o pilar ainda na forma e já finalizado.

Figura 15 – Pilares Concretados com forma e finalizados



Fonte: O autor (2022).

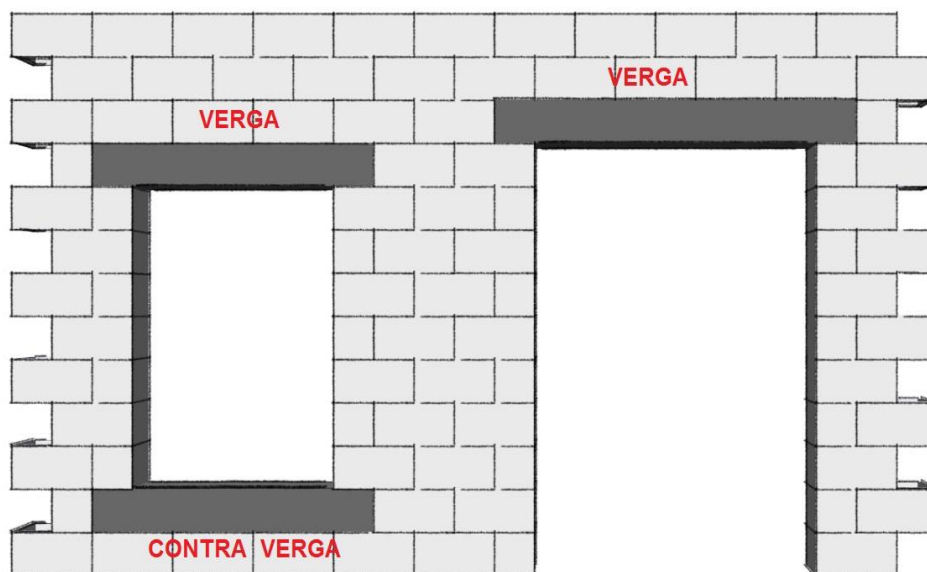
As disciplinas de Construção Civil I e Concreto Armado I fizeram com que eu relacionasse todo o aprendizado teórico com a prática vivenciada em meu estágio.

### 2.1.3.3 Vergas e Contravergas

As vergas e contravergas são vigas menores com função de distribuírem cargas e tensões prevenindo o aparecimento de fissuras.

As vergas e contravergas são utilizadas acima e abaixo de janelas, e nas portas são utilizadas somente vergas, conforme a Figura 16.

Figura 16 – Localização das vergas e contravergas na Estrutura



Fonte: Sua obra (2022).

O dimensionamento foi realizado de acordo com as normas da NBR 6118 (ABNT, 2014) e com o projeto estrutural que foi dimensionado.

Segundo Salgado (2018), tanto as vergas e contravergas devem ultrapassar 40 cm em cada lado do vão, o dimensionamento será por vigas armadas para vão maiores que 1,20 m. A Figura 17 mostra a execução da verga e contra verga na obra.

Figura 17 – Vergas e Contravergas Realizada



Fonte: O autor (2022).

É importante seguir rigorosamente o projeto, respeitando o tempo de cura do concreto e evitar futuras patologias na construção.

#### 2.1.4 Orçamento para Construção de um Muro

O levantamento de custos é uma etapa importante de uma obra, pois desta forma é possível prever os custos evitando perdas de materiais e tempo.

Em minha última vivência de estágio foi solicitado pelo engenheiro responsável o levantamento de quantitativo de materiais e custo para a construção de um muro para um terreno. Não foi incluído, a pedido do cliente o levantamento dos custos com a execução do muro.

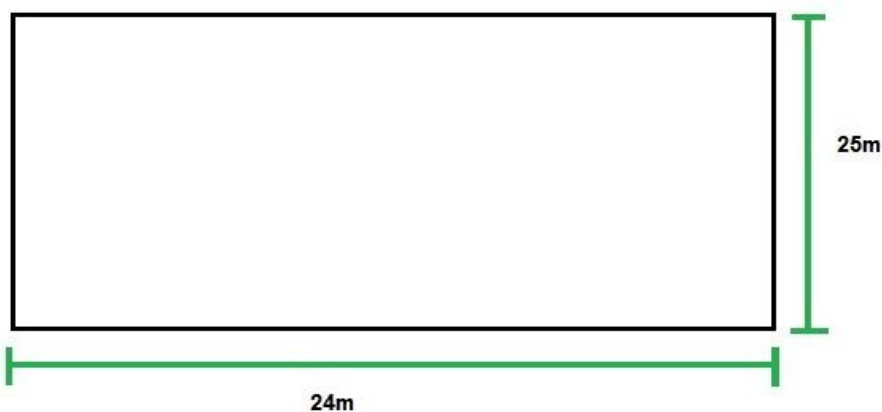
Após ter as medidas do terreno e o dimensionamento do muro fornecido pelo Engenheiro, realizei o levantamento detalhado.

De acordo com Carvalho e Marchiori (2019), o custo em qualquer empreendimento independente de seu porte é de suma importância, considerado até uma atividade econômica para obtenção de lucro. Deste modo pelo Orçamento haverá uma prévia dos recursos financeiros gastos para o empreendimento

##### 2.1.4.1 Levantamento Quantitativo da obra

Para o quantitativo de materiais foi realizada a coleta das medidas do terreno e o cálculo já definido da quantidade de pilares. O terreno em questão possui 24 metros de frente por 25 metros de fundo, conforme a Figura 18.

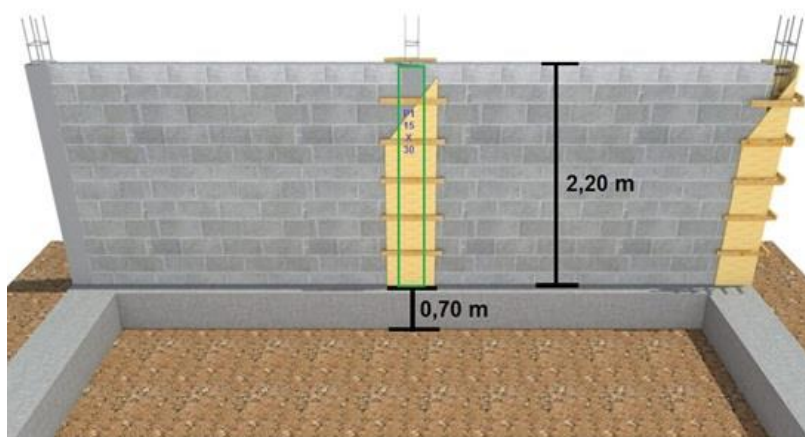
Figura 18 – Dimensões do terreno



Fonte: O autor (2022).

Devido ao terreno ser plano, será feito um muro com blocos de cimento nas medidas de 39x19x14. A fundação rasa será de 0,70 m utilizando pilares nas medidas de 25x30. Serão utilizados 42 pilares com espaçamento a cada 2,50 m, e o muro terá altura de 2,20 m como mostra a Figura 19.

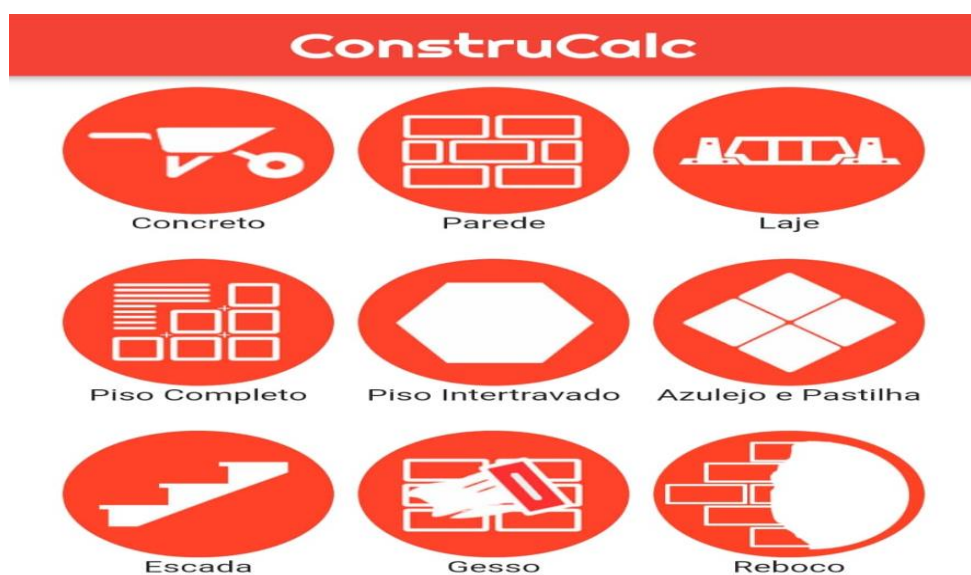
Figura 19 – Representação do muro



Fonte: Desterro Construções (2022).

A partir do dimensionamento do material utilizei o programa *freeware ConstruCalc* conforme apresentação na Figura 20, para o levantamento do quantitativo de materiais a serem gastos.

Figura 20 – Interface do programa



Fonte: O autor (2022).

Com os dados inseridos no programa, escolhido o traço do concreto e as medidas do pilar conforme a Figura 21, foram calculadas as quantidades necessárias de concreto para o enchimento do pilar, apresentando as quantidades dos materiais nas unidades: m<sup>3</sup>, Lt e Kg.

Calculou-se a quantidade de rendimento dos materiais: cimento, areia e brita de acordo com o traço escolhido: 1:2,5:3

Figura 21 – Levantamento quantitativo Pilar no Construcalc



Fonte: O autor (2022).

No cálculo apresentado, pelo programa conforme a Figura 22 apresentou-se o levantamento quantitativo das quantidades de tábuas utilizadas, as barras de aço, quantidade dos estribos utilizada, e quantidade de barras utilizadas para fazer o estribo. Foi calculado o rendimento por saco de cimento. As unidades foram expressas em: m<sup>3</sup>, Lt e kg. As medidas em latas consideradas pelo programa, foram de 18 litros.

Figura 22 – Levantamento Quantitativo Materiais do Pilar

ConstruCalc

Tábua de Madeira (300cm x 30cm)	139	un
Barra de Ferro 8 mm	46,2	un (12m)
	218,99	kg
Estribos	925	un
Estribo Barra de Ferro 5 mm	80,167	un (12m)
	148,15	kg

Os cálculos extras a seguir não são influenciados pela taxa de perda.

### Rendimento por Saco de Cimento

#### Traço para 1 Saco de Cimento

Descrição	Quantidade	Unidade
	0,156	m <sup>3</sup>
Concreto	156,00	Litros
	8,67	Latas

#### Traço para 1 Saco de Cimento

Descrição	Quantidade	Unidade
Areia Úmida	6,17	Latas
Brita	5,93	Latas
Água	2,00	Latas
Aditivo Plastificado	0,63	Litros

### Informações e Considerações

Umidade da Areia: 10%

Recomenda-se acrescentar 10% de perda para compra de materiais. A taxa de perda selecionada encontra-se aplicada aos resultados.

Fonte: O autor (2022).

No cálculo apresentado, pelo programa conforme a Figura 23 apresentou-se o levantamento quantitativo do tipo de bloco utilizado para parede, suas dimensões, espessura da junta, e os materiais utilizados na fabricação de cada bloco. Foram apresentadas as unidades de cálculo em m<sup>3</sup>, litros e latas.

Figura 23 – Levantamento Quantitativo Parede no Construcalc

Parede			
<b>Material Selecionado</b>			
<ul style="list-style-type: none"><li>• Bloco</li><li>• Largura = 14</li><li>• Altura = 19</li><li>• Comprimento = 39</li></ul>			
<b>Dados Gerais</b>			
Descrição	Valor	Unidade	
Área Total	209,00	m <sup>2</sup>	
Esp. Junta Argamassa	1,5	cm	
Taxa de Perda	10	%	
<b>Materiais</b>			
Descrição	Quantidade	Unidade	
Bloco (14x19x39)	2770	un	
Cimento	26,24	Sacos 50kg	
Água	2.869,87	Litros	
Areia	6,879	m <sup>3</sup>	
	382,14	Latas 18L	

Fonte: O autor (2022).

No cálculo apresentado, pelo programa conforme a Figura 24 apresentou-se o levantamento quantitativo da argamassa de assentamento no traço definido de 1:8, apresentando as quantidades que serão utilizadas de cimento areia e água. Foi demonstrado ainda o cálculo da quantidade de materiais gastos para a execução do revestimento externo (chapisco), no traço de 1:3 cimento e areia grossa. Foram apresentadas as unidades de cálculo em cm, m<sup>2</sup> m<sup>3</sup>, sacos de 50 Kg, e latas de 18 litros.

Figura 24 – Levantamento Quantitativo dos Materiais da Parede

<u>Argamassa de Assentamento (3,374m³)</u>			
<u>Traço = 1 Cimento: 8 Areia Grossa</u>			
<u>Esp. do Gesso: 5,9</u>			
Descrição	Quantidade		Unidade
Argamassa	3,374	m³	
Cimento	0,375	m³	
	449,85	kg	
	9,00	Sacos 50kg	
Areia Grossa	2,999	m³	
	5.098,28	kg	
	166,61	Latas 18L	
Água	1,215	m³	
	1.214,59	Litros	
	67,48	Latas 18L	
<u>Revestimento Externo</u>			
<u>Chapisco: (Esp.. 5mm)</u>			
<u>Traço = 1 Cimento: 0 Cal: 3 Areia Grossa</u>			
<u>Esp. do Gesso: 5,9</u>			
Descrição	Quantidade		Unidade
Chapisco	1,149	m³	
Cimento	0,287	m³	
	344,85	kg	
	6,90	Sacos 50kg	

Fonte: O autor (2022).

Na figura 25 foi apresentado o cálculo da quantidade de materiais gastos para a execução do revestimento externo (emboço), no traço de 1:7 cimento e areia média. Foram apresentadas as unidades de cálculo em cm, m<sup>2</sup> m<sup>3</sup>, sacos de 50 kg e latas de 18 litros.

Figura 25 – Levantamento Quantitativo Materiais Externos da Parede

<u>Revestimento Externo</u>			
<u>Emboço: (Esp.. 15mm)</u>			
<u>Traço = 1 Cimento: 0 Cal: 7 Areia Média</u>			
<u>Esp. do Gesso: 5,9</u>			
Descrição	Quantidade		Unidade
Areia Grossa	0,862	m³	
	1.465,61	kg	
	47,90	Latas 18L	
Água	0,414	m³	
	413,82	Litros	
	22,99	Latas 18L	
<u>Revestimento Externo</u>			
<u>Emboço: (Esp.. 15mm)</u>			
<u>Traço = 1 Cimento: 0 Cal: 7 Areia Média</u>			
<u>Esp. do Gesso: 5,9</u>			
Descrição	Quantidade		Unidade
Emboço	3,449	m³	
Cimento	0,431	m³	
	517,27	kg	
	10,35	Sacos 50kg	
Areia Média	3,017	m³	
	4.526,16	kg	
	167,64	Latas 18L	
Água	1,241	m³	
	1.241,46	Litros	
	68,97	Latas 18L	

Fonte: O autor (2022).

O levantamento de custos utilizando *software* possibilita economia, e agilidade na execução da obra.

#### 2.1.4.2 Levantamento de custos Unitário

Após o levantamento do quantitativo de materiais a serem gastos foi realizado o orçamento dos materiais de acordo com o Quadro 1, com três fornecedores a fim de obter o menor valor.

Quadro 1 – Custo dos Materiais para Construção do Muro

PLANILHA DE COTAÇÃO DE PREÇOS							
ITEM	DESCRIÇÃO	QUANT.	DEPÓSITO 01	DEPÓSITO 02	DEPÓSITO 03	MENOR VALOR	TOTAL
			VALOR	VALOR	VALOR		
1	Saco de Cimento de 50kg	66	R\$ 2.178,00	R\$ 2.211,00	R\$ 2.310,00	R\$ 2.178,00	
2	Areia (m³)	7	R\$ 630,00	R\$ 644,00	R\$ 805,00	R\$ 630,00	
3	Bloco de Cimento 39x19x14cm	2770	R\$ 6.925,00	R\$ 7.479,00	R\$ 7.617,50	R\$ 6.925,00	
4	Arame Recozido (Kg)	34	R\$ 948,60	R\$ 1.235,90	R\$ 748,00	R\$ 748,00	
5	Barra de ferro 8 mm 5/16 (12m)	46	R\$ 3.031,40	R\$ 2.658,80	R\$ 3.220,00	R\$ 2.658,80	
6	Barra de ferro 5 mm (12m)	80	R\$ 2.952,00	R\$ 2.272,00	R\$ 3.360,00	R\$ 2.272,00	
7	Brita (m3)	4200	R\$ 630,00	R\$ 672,00	R\$ 777,00	R\$ 630,00	
8	Prego 17x21 (Kg)	10	R\$ 299,90	R\$ 250,00	R\$ 230,00	R\$ 230,00	
9	Linha de Pedreiro 100m (un)	6	R\$ 77,94	R\$ 68,40	R\$ 66,00	R\$ 66,00	
10	Tábua de Madeira 300x30 cm (un)	139	R\$ 7.854,00	R\$ 7.228,00	R\$ 6.755,40	R\$ 6.755,40	
<b>TOTAL</b>							<b>R\$ 23.093,20</b>
<b>VALOR POR EXTENSO:</b>			VINTE E TRÊS MIL E NOVENTA E TRÊS REAIS E VINTE CENTAVOS				

Fonte: O autor (2022).

A partir do levantamento de custos dos materiais realizado o cliente fará o planejamento correto para a execução da obra do muro com menor custo.

#### 2.1.4.3 Tomada de Decisão

Após a entrega do orçamento com os valores o cliente terá uma decisão com base no menor valor levantado. Um orçamento planejado de forma correta resulta em uma economia na administração da obra. Para essa experiência utilizei os conceitos das disciplinas como Materiais de Construção I e Construção Civil I e II, onde foram importantes na realização deste trabalho, porque são disciplinas que estão ligadas diretamente no levantamento do quantitativo de materiais.

## 2.2 Desenvolvimento do discente João Paulo Pereira Abreu

### 2.2.1 Apresentação do local do estágio

Minha vivência foi realizada na empresa A H-Bens Construtora e Incorporadora, localizada na rua Dr. Delfino de Souza, Lavras – MG (Logomarca na Figura 26 e Fachada na Figura 27), responsável por executar atividades como construção de edificações, condomínio vertical, residências unifamiliares e loteamentos.

Figura 26 – Logomarca da empresa



Fonte: O autor (2022).

Figura 27 – Fachada da empresa



Fonte: O autor (2022).

A H-Bens (interior da empresa Figura 28) é uma empresa de referência, transparência, compromisso na área da construção civil, onde realizei algumas atividades específicas no período de vivência na empresa como acompanhamento de diferentes etapas de construção de edificações e loteamento urbano.

Figura 28 – Interior da empresa



Fonte: O autor (2022).

Realizei a produção de relatórios diários junto ao engenheiro responsável para um melhor controle das obras, levando em conta as atividades realizadas, os atrasos na execução e os gastos adicionais.

### 2.2.2 Terraplanagem

Na minha vivência acompanhei as técnicas de terraplanagem que compõem um processo que visa deixar o nível da área pronto para receber a fundação, conforme assegura Caputo (2015). Para obter esse resultado foi necessário retirar o excesso de terra do solo, que pode ser reaproveitado em aterros, mantendo toda a área a ser construída plana.

#### 2.2.2.1 Serviços preliminares

Antes de iniciar a limpeza foi feito o levantamento topográfico do terreno e a elaboração do projeto arquitetônico para delimitar o terreno com estacas e linha de marcação como visto nas disciplinas de Topografia e Arquitetura e Urbanismo.

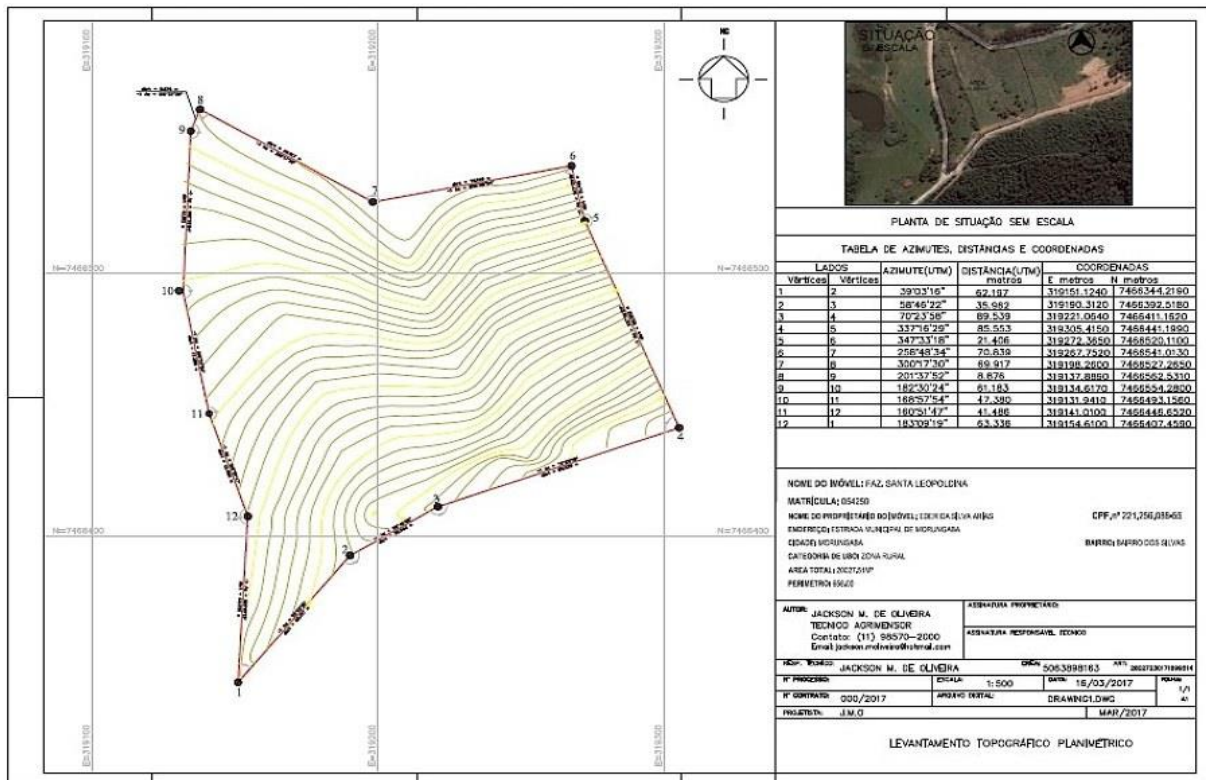
Auxiliei na colocação da linha de demarcação que é responsável por orientar e garantir que a construção não ocupe espaço fora do lote designado.

Para a execução do levantamento topográfico, profissionais se deslocam até o canteiro de obras, sempre respeitando as regras de segurança como comentado na disciplina de Higiene e Segurança do Trabalho, e utilizam equipamentos adequados para coletar dados com as características do terreno.

Segundo Coelho Júnior (2014), com os levantamentos topográficos, todos os dados e características importantes de uma determinada área podem ser coletados para, posteriormente, representar na escala adequada.

O levantamento planialtimétrico (Figura 29) continha todo o detalhamento do terreno, isso possibilitou identificar elementos que interfiram na elaboração do projeto.

Figura 29 – Exemplo do resultado de um levantamento planialtimétrico.



Fonte: Habitissimo (2017).

O projeto topográfico serviu de base para outras etapas da obra, gerando maior segurança e aproveitamento do terreno.

A etapa de preparação do terreno é posterior ao projeto de construção, somente após atendeu com os cortes, desníveis, taludes e declives do terreno.

O serviço preliminar é a preparação do terreno, etapa que acontece antes da movimentação de terra e pode ser dividida em desmatamento e limpeza. O desmatamento consiste na retirada de toda vegetação que esteja contida no terreno. (DER, 2018).

Na primeira etapa acompanhei a retirada de tudo aquilo que estava atrapalhando o início da nova construção. Foi necessário fazer o desmatamento da área, retirar troncos, raízes e outros resquícios da vegetação, como na Figura 30.

Figura 30 – Limpeza do Terreno



Fonte: O autor (2022).

Por fim, a limpeza de fato, removeu todos os resíduos para deixar a área totalmente livre. As árvores tiveram uma atenção especial, pois foi necessário que os órgãos ambientais aprovelem sua remoção, como na Figura 31.

Figura 31 – Remoção de árvore




Fonte: Biovert (2012).

Para o corte de árvores, foi apresentado uma lista de documentos junto aos órgãos ambientais com o pedido de autorização de corte de árvores (Figura 32), para obter a autorização, mesmo que a árvore estivesse em propriedade particular.

Figura 32 – Pedido de autorização para remoção de árvore

**PREFEITURA MUNICIPAL DE LAVRAS**  
SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE



**PEDIDO DE AUTORIZAÇÃO DE CORTE OU PODA DE ÁRVORES**

Nº. \_\_\_\_\_ DATA \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

PROPRIETÁRIO: \_\_\_\_\_  
CNPJ/CPF: \_\_\_\_\_  
SOLICITANTE: \_\_\_\_\_  
ENDEREÇO COMPLETO PARA CORTE E/OU PODA \_\_\_\_\_  
PONTO DE REFERÊNCIA: \_\_\_\_\_  
TELEFONE (S): \_\_\_\_\_

PEDIDO:	PODA ( )	CORTE ( )
ESPECIE E QUANTIDADE:		
MOTIVOS ALEGADOS PELO SOLICITANTE para a poda ou corte da(s) árvore(s):		
Declaro que tenho conhecimento das normas impostas por esta Secretaria e que todas as informações acima, por mim fornecidas são verdadeiras e de minha total responsabilidade.		
DATA ____/____/____		

Os serviços de corte e poda somente ocorreram após a devida autorização e vistoria dos órgãos competentes. A retirada sem a prévia autorização geraria multas e conseqüentemente o aumento no custo final da obra.

#### 2.2.2.2 Escavações

Concluída a fase de limpeza do terreno iniciou a fase de escavação, onde acompanhei o rebaixamento da topografia natural da área para retirar o excesso de terra (Figura 33) e moldar o terreno de acordo com o projeto arquitetônico da casa conforme estudado na disciplina de Arquitetura e Urbanismo. Na obra foi inevitável o auxílio de caminhões para retirar o excesso de terra e transportar os materiais para o aterro e outra parte para o descarte.

Figura 33 – Exemplo de escavação



Fonte: O autor (2022).

A escavação é um método utilizado para quebrar as camadas de solo em seu estado natural, possibilitando o seu manuseio por meio de maquinários (CAPUTO, 2015).

A atividades de escavação, entre outros serviços de terraplanagem, foi feita com muito cuidado. Como discutido na disciplina de Construção Civil, uma pesquisa prévia sobre a condição das construções vizinhas foi essencial.

Como a remoção de terra se fez próxima a outras construções, foi necessário um cuidado redobrado para evitar danos a mesma.

A terra que se retirou pela escavação fica solta e passou a ocupar mais espaço, esse fenômeno é denominado empolamento, como na figura 34.

Figura 34 – Exemplo de empolamento



Fonte: O autor (2022).

Os volumes de terra transportados já foram calculados considerando o empolamento. Utilizando do conhecimento da disciplina de Topografia aprende-se que o empolamento é calculado pela seguinte fórmula:

$$V_s = V_c (1 + E), \text{ em que:}$$

$V_s$  – volume de terra solta ( $m^3$ )

$V_c$  = volume medido no corte ( $m^3$ )

$E$  = empolamento.

Considerando o empolamento, evitou problemas relacionados a produtividade, o tráfego e o orçamento geral da obra, o que levaria a um atraso no prazo de entrega e um aumento no custo.

### 2.2.2.3 Aterro e Compactação

A fase de aterro é onde foi adicionado terra para que o terreno atinja a altura desejada no projeto. Essa compensação foi feita utilizando materiais do próprio terreno e, caso não haja o suficiente para tal, era preciso importar terra de outro local para fazer o nivelamento.

A execução do aterro é uma etapa em que o uso adequado das técnicas e procedimentos devem ser redobrados, pois a implementação incorreta desse serviço pode trazer consequências desagradáveis e um alto custo para a obra, como discutido na disciplina de Construção Civil II.

Após adicionado terra ao terreno com o auxílio de caminhões (Figura 35), foi feito o espalhamento dos materiais, serviço realizado com máquinas como retroescavadeira.

Figura 35 – Espalhamento dos materiais



Fonte: O autor (2022).

Após o nivelamento de toda a área, começou a fase de compactação do solo, para isso, utilizou um compactador de rolos (Figura 36), que comprimiu todo o solo,

tornando-o cada vez mais firme. A compactação do solo foi feita em camadas isso garantiu uma maior estabilidade do terreno.

Figura 36 – Compactador de rolos



Fonte: O autor (2022).

Esse processo consiste em uma estabilização mecânica, através da diminuição do índice de vazios, garantindo assim uma maior resistência e dessa forma tornando-o mais estável (CAPUTO, 2015).

Esta compactação foi feita por um certo número de passagens de um rolo compactador, e um certo número de golpes onde o compactador atinge o solo.

### 2.2.3 – Classificação de Pavimentos

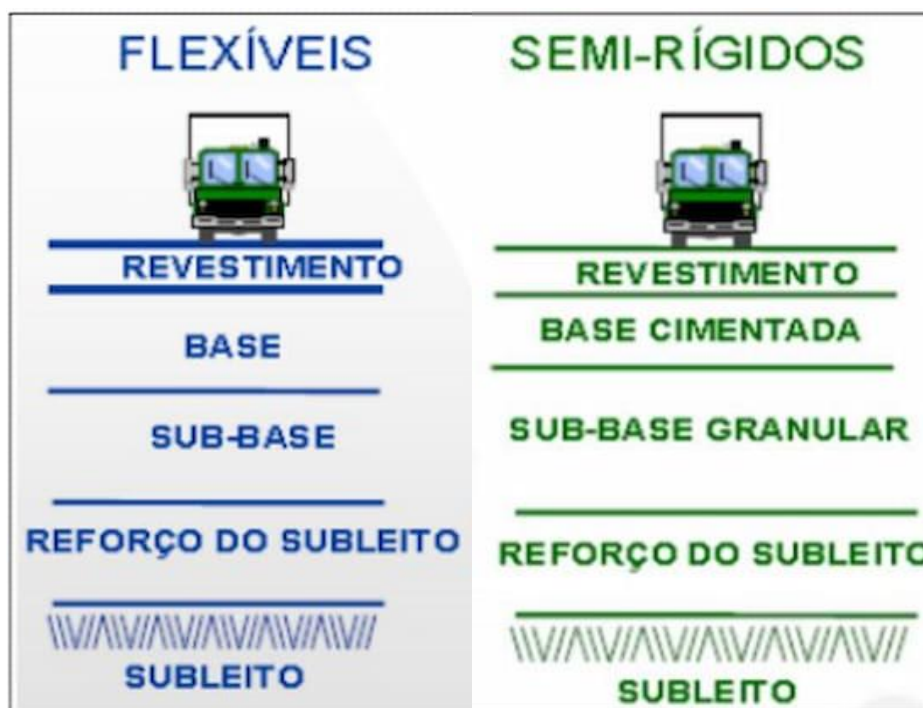
Na minha segunda vivência acompanhei à execução de uma pavimentação, estando a limpeza e nivelamento do terreno concluído.

Um pavimento é uma estrutura construída camada por camada utilizando diversos materiais com diferentes características de resistência e deformação após a

terraplenagem com a função de resistir aos esforços do clima e a pressão do tráfego de veículos (BALBO, 2017).

A Figura 37 mostra as diferenças entre os tipos de pavimentos existentes em relação disposição das camadas.

Figura 37 – Estruturas dos pavimentos



Fonte: Adaptado de Adada (2008).

A principal função do pavimento é proporcionar aos usuários mais segurança, economia e conforto, de modo a ser alcançado com a mais alta qualidade e menor custo no ponto de vista da engenharia (ARAÚJO, 2016).

#### 2.2.3.1 – Pavimento Flexível

Conhecido também como pavimento asfáltico, é constituído por uma camada de mistura betuminosas, sendo a camada superior de mistura asfáltica e a camada inferior de material granular. Possui uma manutenção fácil e suporta bem as tensões, gerando um melhor custo/benefício (BALBO, 2017).

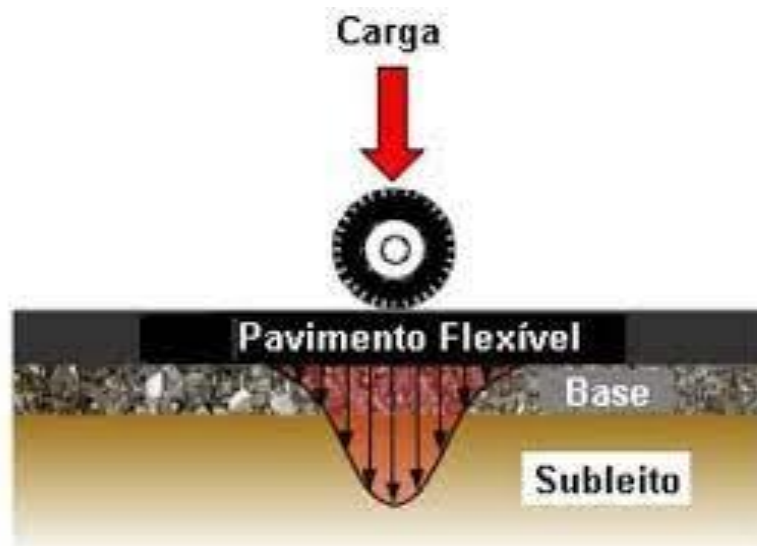
Balbo (2017) classifica o pavimento flexível em camada de revestimento betuminoso (asfalto), camada de base (um material granular) e outro material granular (podendo ser o próprio solo) que forma a sub-base.

O pavimento é composto por camadas de variadas diferentes espessuras, conforme de acordo com sua função. O dimensionamento do tamanho de cada espessura de cada camada depende de fatores como os estudos de tráfego, estudos geotécnicos e materiais a serem utilizados (SOLANKI E ZAMAN, 2017).

No pavimento flexível, todas as camadas passam por uma deformação elástica considerável sob a carga aplicada, de modo que a carga é distribuída em partes aproximadamente iguais entre as camadas.

Os pavimentos flexíveis são aqueles que suportam certo limite de deformação sem causar trincas. Sua capacidade de carga se dá em função da sobreposição de camadas, conforme mostra a Figura 38, e é estudada na disciplina de Mecânica dos Solos e Estradas II.

Figura 38 – Representação das cargas no pavimento flexível



Fonte: Marcelo Almeida (2016).

Antes de iniciar uma pavimentação foi feito um planejamento e alguns itens foram levados em conta no projeto, como a localização, propriedades do terreno e solo, volume de tráfego, linhas de serviço público, esgoto e drenagem, conhecimentos esses que foram adquiridos nas disciplinas de Fenômeno dos Transportes, Saneamento, entre outras.

Após o projeto pronto, se iniciou a fase de preparação da base e sub-base, onde a espessura da camada dependeu dos itens avaliados no planejamento, itens esses utilizados na execução.

A base e a sub-base são dois fatores importantes que afetam a qualidade de um pavimento, pois proporcionam uma superfície estável para suportá-lo. Após à preparação da base começou a etapa imprimação.

De acordo com DNIT (2014):

Imprimação consiste na aplicação de material asfáltico sobre a superfície da base concluída, antes da execução do revestimento asfáltico, objetivando conferir coesão superficial, impermeabilização e permitir condições de aderência entre está e o revestimento a ser executado. (DNIT\_144\_2014\_ES).

O ligante asfáltico empregado nas imprimações, estava na temperatura adequada, menor que 45° C, na quantidade recomendada e foi aplicado de maneira uniforme.

A pintura de ligação envolveu o emprego de uma camada de material Betuminoso (0,5 l/m<sup>2</sup>) na base, como sugere Araújo (2016), antes da aplicação de um revestimento asfáltico com o objetivo de promover a adesão entre este revestimento e a camada anterior.

Posteriormente a essas etapas começou o lançamento do concreto betuminoso usinado à quente (CBUQ) e a utilização da vibro acabadora, como na Figura 39.

Figura 39 – Vibro acabadora



Fonte: O autor (2022).

A temperatura da mistura asfáltica estava superior 120°C, como recomendado por Araújo (2016), quando um caminhão basculante com CBUQ fabricado na usina de asfalto chegou ao local de aplicação. A pavimentadora de asfalto, regulada

previamente, fez o lançamento do CBUQ no trecho especificado pelo projeto levando em consideração alinhamento da pista, a espessura da camada de CBUQ e a largura, posteriormente conferi junto ao engenheiro responsável se as medidas estavam corretas.

Depois foi utilizado os rolos compactadores (Figura 40), que foram suficientes para compactar a mistura até a densidade de projeto, pois estava nas faixas de temperatura adequada.

Figura 40 – Rolos compactadores



Fonte: O autor (2022).

Para finalizar, foi utilizado os rolos de acabamento, responsáveis por corrigir marcas deixadas na superfície durante a rolagem anterior.

#### 2.2.3.2 – Pavimento Semirrígido

Os pavimentos semirrígidos consistem em um revestimento asfáltico com uma camada base ou sub-base em material granular fortalecido com o acréscimo de cimento. O pavimento semirrígido (Figura 41) é chamado de pavimento direto (tradicional) quando revestido com asfalto sobre base cimentada e indireto ou invertido quando executada sobre camada de sub-base cimentada e base granular (SOLANKI E ZAMAN, 2017).

Figura 41 – Representação das camadas do pavimento semirrígidos



Fonte: Pinheiro (2022).

A superfície do pavimento semirrígido foi feita a partir uma camada de material betuminoso assentada sobre a camada de base, que tem função estrutural e é constituída por material granular ligado ao cimento.

Rith, Kim e Lee (2018) explica que na escolha de uma base de cimento em uma estrutura de pavimento, a ação conjunta dos materiais que compõem a camada confere maior rigidez à seção e otimiza sua capacidade de carga.

Como nos pavimentos flexíveis, os semirrígidos também foram revestidos com um material asfáltico, como visto na disciplina de Estradas. A diferença entre os dois é a presença de um ligante hidráulico (cal hidratada ou cimento Portland) na base para criar uma camada com rigidez suficiente para aguentar às cargas de tráfego.

A adição de ligantes hidráulicos pode ser em diferentes materiais como solo cimento, solo tratado com cimento, como utilizado na obra, solo-cimento-cal, Sand-Creet e a brita graduada tratada com cimento, cada um com suas próprias características, na qual tratada na disciplina de Materiais de Construção Civil.

Para Santos (2019), a condição de perfeita aderência entre as camadas leva a uma melhor resposta estrutural e melhor previsão do desempenho da seção do pavimento.

O solo tratado com cimento foi uma mistura, realizada no local, constituída por solo na ausência de matéria orgânica, cimento Portland e água, corretamente compactado e submetido a um processo de cura eficiente. Após 7 dias, a resistência à compressão já estava entre 1,2 e 2,1 MPa, conforme a NBR 6118 (ABNT, 2014). As trincas formadas no processo de cura do cimento não serão refletidas no pavimento devido ao baixo teor de cimento, sendo a taxa de fissuração menor como analisado na disciplina de Mecânica dos Solos.

O solo cimento tem a mesma composição do solo tratado com cimento. A diferença é que a resistência à compressão deste material com 7 dias deve ser maior que 2,1 MPa, segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014).

### 2.2.3.3 – Manutenção dos pavimentos

Para projetar qualquer pavimento flexível ou semirrígido, é necessário determinar o estado de tensão e deformação na estrutura do pavimento e os deslocamentos resultantes causados pela passagem de veículos. Após esse processo, os valores obtidos devem ser correlacionados com os valores limites, dados pelos critérios de projeto, considerados suficientes para a situação analisada.

Para Costa (2017), a manutenção do pavimento é realizada quando o pavimento não está mais funcional, apresentando desgastes e outras patologias (Figura 42). Para tanto, deve ser determinado o número e a frequência dos serviços a serem realizados para a manutenção do mesmo.

Figura 42 – Deformação na estrutura do pavimento



Fonte: O autor (2022).

A manutenção de pavimentos flexíveis baseia-se na reparação de deformações que podem criar efeitos como fissuras, desgaste superficial e imersão plástica, perturbando as condições de utilização.

As técnicas utilizadas para manter tais pavimentos podem ser, reparos de superfície, reparos profundos, lama asfáltica e tratamentos de superfície como visto na disciplina de Estradas e representado na Figura 43.

Figura 43 – Manutenção do pavimento



Fonte: Araújo (2016).

No Brasil, o asfalto pode ser usado por 10 anos, mas sem a execução da manutenção correta, cerca de 6 anos (ARAÚJO, 2016).

Uma das principais razões para a imposição de degradação em solos flexíveis é o desgaste associado ao tempo de uso da via e a sobrecarga sobre ela. Seu tamanho de revestimento é geralmente de 5 a 20 cm, dependendo da quantidade de tráfego aplicado (SILVA, 2008).

A vida útil dos materiais utilizados pode ser determinada com base em cargas pesadas de caminhões ou chuvas excessivas.

Em pavimentos flexíveis, são necessárias inspeções mais frequentes para manutenção, devido às deformações aplicadas.

Alguns dos problemas que ocasiona essas patologias estão relacionados aos defeitos construtivos, causados por má composição das camadas do pavimento, má execução das costuras longitudinais ou deslocamento de camadas que devem ser mantidas juntas para um desempenho satisfatório (SILVA, 2008).

As principais forças que impulsionam a iniciação e propagação de trincas são cargas de tráfego, mudanças de temperatura e mudanças de umidade do solo.

#### 2.2.4 – Elementos estruturais

Um sistema estrutural pode consistir em apenas um elemento estrutural ou um grupo deles, o que é mais comum nas construções. O projeto e cálculo desses elementos são realizados de acordo com os princípios da engenharia estrutural e a resistência dos materiais.

##### 2.2.4.1 – Vigas e Pilares

Os pilares de concreto armado (Figura 44) são de grande importância devido a sua capacidade de resistência nas estruturas, tendo a função de transmitir as forças provenientes de vigas e lajes, as fundações e apoios (GRABASCK, 2021).

Figura 44 – Pilares de concreto armado



Fonte: O autor (2022).

Na disciplina de Materiais de Construção Civil, foi verificado que resistência do pilar está diretamente ligada aos materiais utilizados. Já em Mecânica dos Sólidos II, foi analisado que materiais sólidos tendem a se deformarem quando submetidos a forças mecânicas (tração, compressão, flexão, torção e flambagem).

Nessa parte, vivenciei o processo de construção de alguns pilares e vigas, onde a armação foi montada a partir das especificações no projeto.

As estruturas de concreto devem ser projetadas e construídas de forma a garantir a segurança, estabilidade e serviço pelo período correspondente à sua vida útil nas condições ambientais previstas no momento da execução do projeto, segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014).

A resistência à compressão é uma variável fundamental no dimensionamento de pilares. Dentre os fatores relacionados ao valor de resistência à compressão do concreto, destacam-se a deformação, rigidez e fissuração, resultante do comportamento dos materiais considerado. Pilares, vigas e paredes podem trincar por sobrecarga, quando a sobrecarga é maior do que o esperado ou apresentam falhas na execução.

Além de transferir as cargas verticais para os elementos de fundação, os pilares fazem parte do sistema de contraventamento e são responsáveis por garantir a estabilidade geral da edificação.

As vigas (Figura 45) são elementos estruturais responsáveis por transferir os esforços verticais recebidos da laje e transmitir carga concentrada para o pilar.

Figura 45 – Vigas de concreto armado



Fonte: O autor (2020).

As cargas que atuam nas vigas são provenientes de paredes, de pilares, de outras vigas, de lajes e do seu peso próprio. As cargas nas vigas devem ser calculadas isoladamente, trecho por trecho do vão.

Na disciplina de Sistemas Estruturais aprendi a importância e como calcular as cargas atuantes na viga como o peso próprio, o peso da alvenaria, a sobre carga, entre outros.

Bastos (2015), esclarece que engenheiros e arquitetos tem uma preferência que as vigas fiquem embutidas nas paredes de vedação de modo que não possam ser percebidas visualmente.

Com a disciplina de Construção Civil I aprendi a dimensionar as vigas para que sempre fique agradável visualmente, embutidas na parede sempre que possível.

Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014), as vigas são elementos lineares em que a flexão é preponderante e os elementos lineares, podem ser definidos como aqueles em que o comprimento longitudinal supera em pelo menos três vezes a maior dimensão da seção transversal, e também podem ser denominada barras.

Vigas de grandes vãos exigem a utilização de concreto de alta resistência, o que gera a diminuição da seção dos pilares, podem permitir maiores deformações estruturais da edificação, portanto, estimar sua capacidade estrutural apresenta-se como uma tarefa de grande responsabilidade e exige um rigoroso controle de qualidade.

#### 2.2.4.2 – Armaduras

No processo de execução de uma estrutura de concreto, as armaduras (Figura 46) são compostas de barras de aço que contém alta resistência a tração, complementando a grande resistência do concreto à compressão.

Figura 46 – Armaduras



Fonte: O autor (2020).

O dimensionamento de uma armadura tem como função determinar qual aço utilizar em uma viga, levando sempre em consideração a seção transversal, o momento fletor e os materiais utilizados.

Em Estática I estudei sobre o comportamento da armadura quando exposto a cargas moveis, como em pontes.

O aparecimento de fissuras no concreto, devido à pouca capacidade deste em resistir a esforços de tração pode causar uma perda de aderência entre a armadura e o concreto, podendo levar o elemento estrutural ao colapso (KOUTI & PEREIRA, 2014).

As armaduras do concreto armado, se não devidamente revestidos, estão sujeitos à corrosão pela água e pelo ar, podendo ser produzidos no local ou pré-fabricados, ou seja, aceitam corte e dobra. Quando pré-fabricadas espera-se uma maior produtividade, pois apenas as peças precisam ser montadas.

De acordo com Bastos (2015):

A armadura é composta por armadura longitudinal, resistente às tensões de tração provenientes da flexão, e armadura transversal, dimensionada para resistir aos esforços cortantes, composta por estribos verticais no lado esquerdo da viga e estribos e barras dobradas no lado direito da viga (BASTOS, 2015).

Depois de colocadas as armaduras dos pilares e vigas foi feito a colocação de formas, como pode-se observar na Figura 47.

Figura 47 – Formas de madeira



Fonte: O autor (2020).

As formas, são elementos provisórios, geralmente de madeira devido principalmente à sua fácil aquisição e trabalhabilidade e, também, por ser mais acessível, tendo como uma das principais funções moldar o concreto em seu estado fresco e suportar os efeitos de seu próprio peso, peso e empuxo lateral do concreto até o seu endurecimento (PAESE, 2012).

De acordo com Carvalho e Filho (2014), as particularidades do concreto fresco são a consistência, a trabalhabilidade e a homogeneidade, que auxiliam na garantia,

no estado endurecido, de propriedades como a resistência à tração e à compressão.

Logo em seguida começou a colocação do concreto fresco sempre tomando cuidado para evitar a segregação do concreto.

Em materiais de Construção Civil foi apresentado a importância do lançamento do concreto e do adensamento correto, mesmo possuindo gastos elevados na execução de uma obra, mais e uma parte fundamental no processo de construção da estrutural.

Na disciplina de Construção Civil I aprendi que o adensamento tem a finalidade de diminuir os espaços vazios presente na massa do concreto para se obter uma melhoria da resistência mecânica.

Para todo esse aprendizado, a disciplina de Metodologia da Pesquisa I foi essencial para pesquisar relacionadas as normas ABNT para os procedimentos de aprendizagem das demais disciplinas.

Decorridos o tempo de cura mínimo de 7 dias, momento quando o concreto atinge resistência característica à compressão ( $f_{ck}$ ), de acordo com a NBR 12655 (ABNT, 2015), igual ou maior que 15 MPa foi feita a retirada das formas e dos escoramentos, passando a visualizar os pilares e as vigas de concreto armado (Figura 48).

Figura 48 – Vigas e pilares



Fonte: O autor (2020).

A cura é uma técnica que visa à hidratação do concreto para diminuir os efeitos da evaporação da água e evitar o surgimento de trincas e fissuras. Uma cura inadequada pode levar a uma redução da resistência e uma durabilidade menor.

Em Introdução a Engenharia Civil I conheci o processo de verificação da resistência do concreto, como calcular e escolher o tipo necessário para cada obra, além de que as reações químicas de hidratação são de extrema importância para o ganho de resistência mecânica do concreto e para a garantia da sua vida útil.

Já em Materiais de Construção Civil falamos sobre os principais tipos de aditivos utilizados no concreto, como os incorporadores de ar, redutores de água, superplastificantes e os modificadores de pega.

Grande parte dos cálculos necessários para o projeto vem da disciplina de Cálculo I e II, onde foi adquirido o conhecimento de áreas e volumes, cálculos indispensáveis em uma construção.

#### 2.2.4.3 – Alvenaria de vedação

É o sistema construtivo em que os blocos têm a função de delimitar estruturas e dividir ambientes. Na alvenaria de vedação (Figura 49) a parede suporta apenas o

seu próprio peso e a carga das portas e janelas instaladas. Desta forma, as vigas e lajes são responsáveis por suportar as solicitações verticais e horizontais, guiando-as até a fundação.

Figura 49 – Alvenaria



Fonte: O autor (2020).

Os insumos para a alvenaria são tijolo cerâmico, cimento, areia, e cal. Este sistema é bem aceito culturalmente, sendo o método construtivo mais usado para repartir ambientes, garantir o isolante térmico e acústico, além de maior durabilidade e melhor relação de custo-benefício entre todos os materiais disponíveis para vedação (HADDAD, 2013).

Ao iniciar as fiadas, foi colocado uma linha entre os primeiros tijolos de cada extremidade. Após, verifiquei se as linhas estavam bem esticadas e alinhadas, para começar a colocar os demais tijolos, sempre respeitando os limites da linha. Para garantir um perfeito alinhamento vertical, durante a construção da parede utilizei um prumo, que permitiu checar se a parede possuía alguma inclinação.

De acordo com a NBR 6136 (ABNT, 2016), os blocos utilizados com função de vedação os parâmetros a serem avaliados são a resistência a compressão e a absorção de água.

Em Construção Civil I aprendi que além de ser mais barato, a vedação de alvenaria também tem maior aceitação pelo cliente, devido a cultura do uso e a grande disponibilidade de materiais e mão de obra.

Na disciplina de Materiais de Construção Civil aprendi a dimensionar e a calcular uma estimativa da quantidade de materiais necessários para a realização da obra.

A espessura das paredes de alvenaria varia de acordo com o tamanho dos blocos cerâmicos que serão utilizados. Os blocos cerâmicos mais comuns possuem 4, 6 e 8 furos, variando de 8 a 15 cm.

Os blocos vazados simples de concreto para fabricação de alvenaria conforme a norma NBR 6136 (ABNT, 2016), com ou sem função estrutural, são aqueles vazados tanto na face superior quanto na inferior, com área líquida igual ou inferior a 75% da área bruta transversal aos furos do bloco.

Uma vez que o bloco tem a função de vedar, acabam não exigindo grandes resistências mecânicas.

A falta de mão de obra especializada e o grande obstáculo da alvenaria de vedação, podem causar problemas sérios na construção, como paredes fora de nível, prumo e esquadro, resultando em retrabalhos e muitos resíduos.

## 2.3 Desenvolvimento do discente Rafael Souza Diniz

Eu ingressei no curso de Engenharia Civil no ano de 2018, e o interesse pela engenharia veio desde o ensino médio.

### 2.3.1 Apresentação do local do estágio

Minha vivência foi realizada na empresa Singularis Construtora, localizada avenida Juscelino Kubitschek 268 Vila São Sebastião em Lavras - MG, em que faço estágio, e realizei algumas atividades específicas, como desenvolvimento de projetos arquitetônicos, hidráulico, estrutural e acompanhamento de obras com engenheiro responsável Rafael Rezende Ribeiro. No período de vivência na empresa Singularis onde demonstrei a fachada conforme a Figura 50, pude observar o desenvolvimento das etapas construtivas de edificações.

Figura 50 – Fachada da empresa



Fonte: O autor (2022).

O escritório conta com seis colaboradores, sendo dois responsáveis pela parte administrativa, três na parte da engenharia, um engenheiro e dois estagiários e um na gerência.

## 2.3.2 Projeto Estrutural

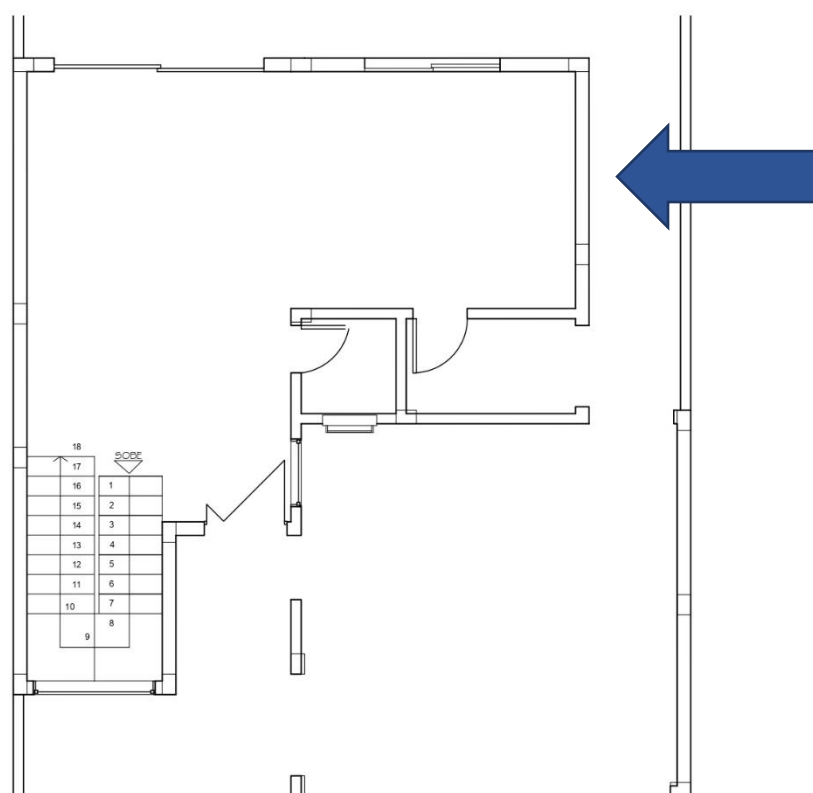
### 2.3.2.1 Pilares estruturais

Na primeira etapa de um projeto estrutural realizei a disposição dos pilares para cada pavimento no *software* de desenho, do projeto a ser executado, pois com essa locação, garante-se que os pilares sejam dimensionados nos seus devidos lugares, e não seja locado em vãos de portas e janelas.

Nos pilares, uma armadura principal longitudinal aumenta a resistência à compressão e tração, e para proteger essa armadura é necessário um revestimento de concreto. (BOTELHO, MARCHETTI 2019).

Pode visualizar a disposição dos pilares na figura 51.

Figura 51 – Disposição dos pilares



Fonte: O autor (2022).

O projeto estrutural tem por objetivo principal calcular e dimensionar os pilares, partindo desde sua largura e comprimento até as armações de seu interior.

Pude correlacionar com a disciplina de Sistemas Estruturais, em que aprendi fazer dimensionamento das estruturas e materiais a serem utilizados.

Na elaboração de um projeto estrutural devemos atentar para as normas vigentes para cada tipo de estrutura a ser calculada, que encontramos na NBR 6118 (ABNT, 2014) - projeto de estruturas concreto armado, em que são determinados limites para armadura dos pilares, diâmetro das barras, espaçamento dos estribos e cobrimento.

### 2.3.2.2 Vigas estruturais

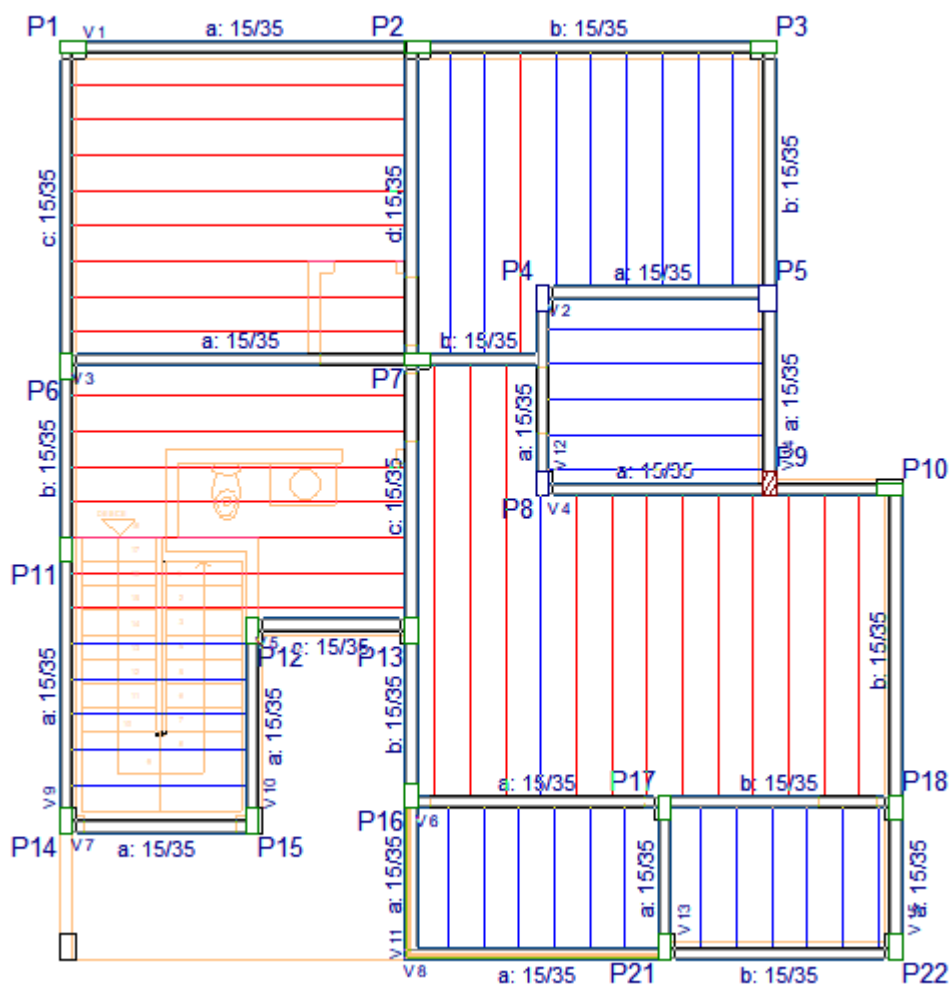
Após disposição e dimensionamento dos pilares, iniciei o dimensionamento das vigas, usando um cálculo básico para fazer o pré-dimensionamento das vigas, em que sua altura terá dez por cento da largura do vão.

Por exemplo, para dimensionarmos uma viga, sobre um vão de 600 cm a altura dessa viga será  $600 \times 10\% = 60$  cm, importante salientar que é um pré-dimensionamento, pois a altura real necessária da viga será dada quando calcularmos a obra no *software*.

Nas vigas, o cobrimento que envolve as armaduras serve para prevenir corrosões nas ferragens, as quais, surgem devido fissuras e trincas. (BOTELHO, MARCHETTI 2019).

Pude observar o pré-dimensionamento das vigas, conforme a Figura 52, em que visualizamos a disposição das vigas, em um projeto estrutural desenvolvido no *software* CypeCAD 2019. Correlaciona-se o dimensionamento das vigas, com as disciplinas de Concreto Armado, em que aprendi a dimensionar e posicionar as armaduras de pilares, vigas e lajes.

Figura 52 – Posicionamento das Vigas

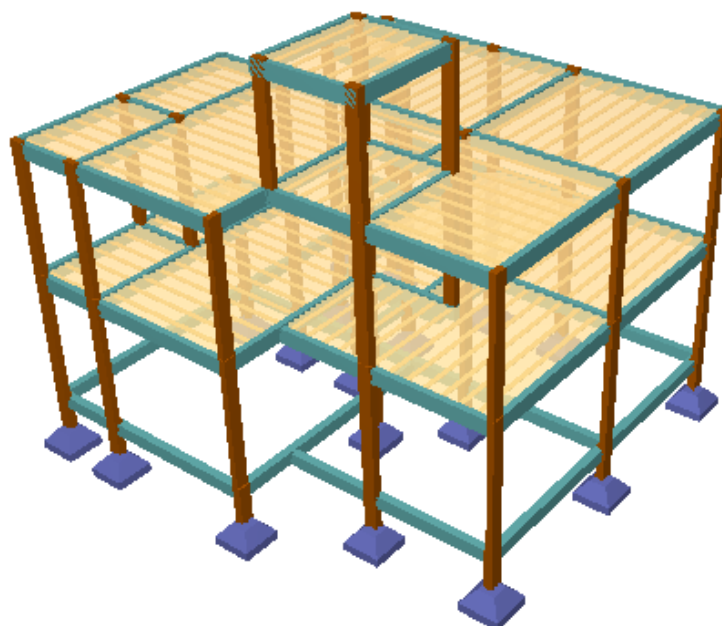


Fonte: O autor (2022).

Pode notar como é importante a disposição estrutural dos elementos em um projeto estrutural. Quando se faz o lançamento das vigas no *software* tem-se que redobrar a atenção para não lançar as vigas fora do lugar, pois, se isso ocorrer, quando o *software* for calcular a obra vários erros serão gerados.

Posteriormente ao lançamento das vigas, pilares e lajes, é possível visualizar a imagem 3D do projeto gerada pelo *software*, e assim conseguimos ver nitidamente se fizemos os lançamentos dos elementos estruturais corretamente, conforme será mostrada pela Figura 53, que se trata de projeto estrutural residencial.

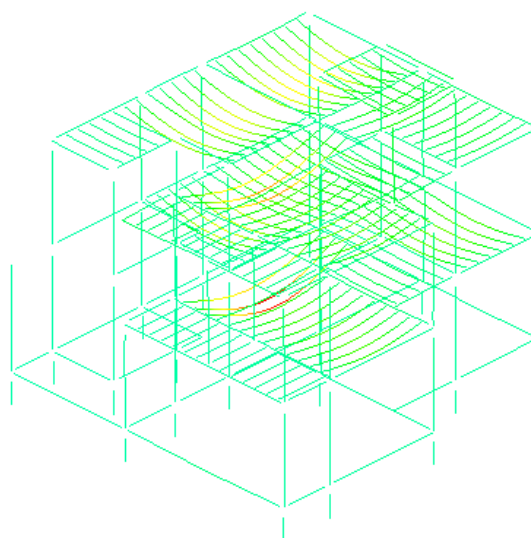
Figura 53 – Imagem 3D do projeto estrutural



Fonte: O autor (2022).

Nessa imagem 3D, podemos observar minuciosamente o posicionamento específico de cada elemento estrutural da edificação que será projetada. O *software* também permite visualizar o diagrama de deformação, conforme a Figura 54.

Figura 54 – Corte Longitudinal



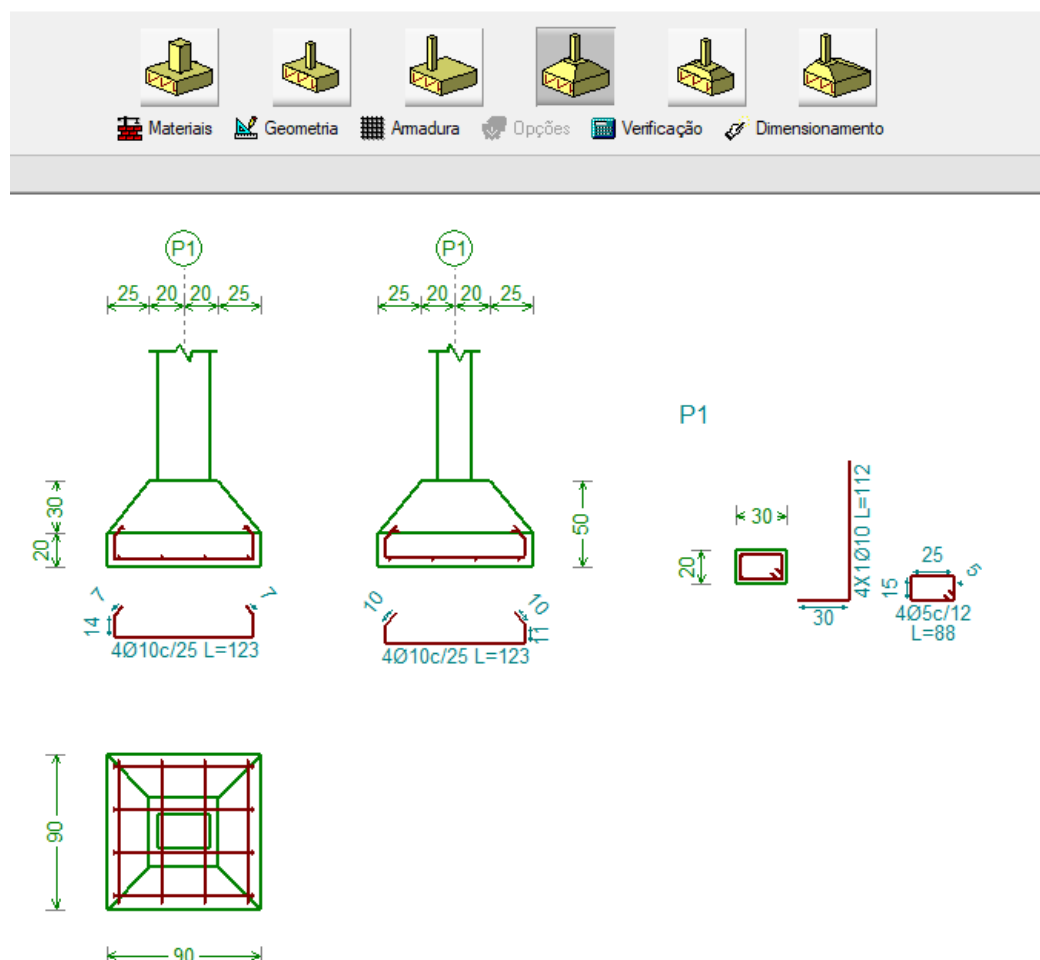
Fonte: O autor (2022).

O diagrama permite visualizar os pontos exatos em que a estrutura está sofrendo maior deformação, assim, define quais elementos se devem fazer a avaliação, e de qual tipo reforço usar na estrutura para melhorar a estabilidade.

### 2.3.2.3 Sapatas e seu dimensionamento

Posterior ao cálculo do projeto no *software*, realizei a edição de cada elemento estrutural com auxílio do engenheiro, afim de evitar o superdimensionamento dos elementos, e realizei algumas edições, como união das barras para facilitar a montagem *in loco* dos elementos. Pude correlacionar essas edições com as disciplinas de Concreto Armado, em que aprendi dimensionar diâmetros e posicionamento das barras de aço, que pode ser visualizado na Figura 55.

Figura 55 – Edição do dimensionamento sapata

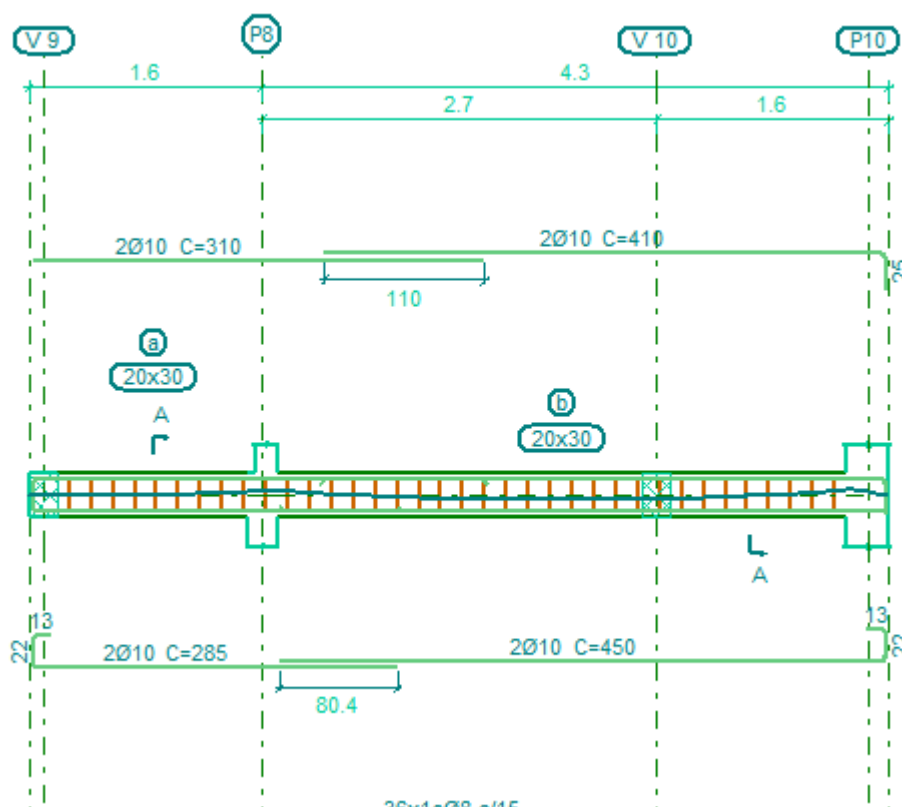




Compreende-se como armadura transversal (estribos), aquela que coloca e mantém a armadura longitudinal na posição desejada e combate a tendência à flambagem da armadura longitudinal. Espaçamento menor que 20 cm e igual ou menor que a menor dimensão do pilar (BOTELHO, MARCHETTI 2019).

Na Figura 57 é demonstrado uma viga antes da edição.

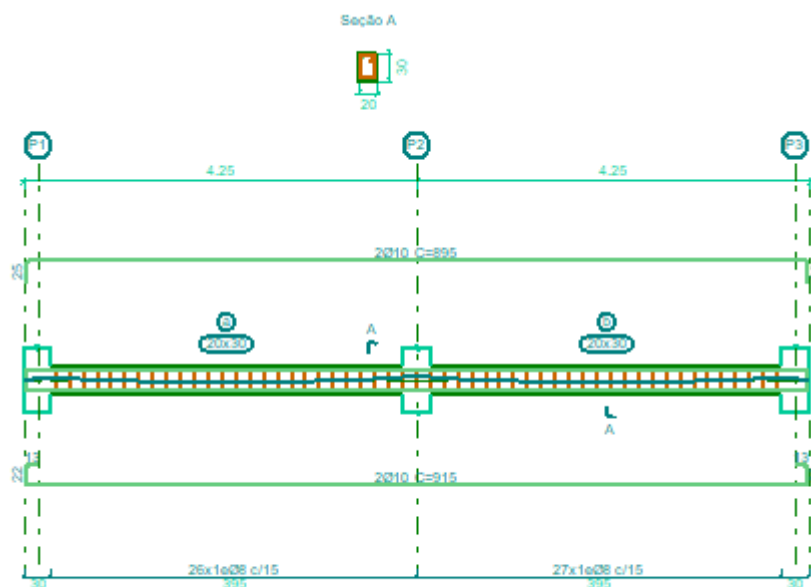
Figura 57 – Edição do dimensionamento de vigas (Antes da edição da viga)



Fonte: O autor (2022).

O processo de edição das vigas é importante, pois facilita a montagem da viga em loco, quando fizermos a união das barras, que são geradas separadas pelo *software*, conforme se observa na Figura 58 (após a edição das vigas). Se deixarmos para fazer a união das barras na obra, além do processo de montagem ficar mais lento, tem a questão da segurança, pois se não fizermos uma ancoragem ideal das barras, pode causar danos nas vigas quando se aplicar o carregamento. Pude correlacionar com as disciplinas de Concreto Armado em que aprendi fazer dimensionamento das vigas.

Figura 58 – Edição do dimensionamento de vigas (Depois da edição da viga)



Fonte: O autor (2022),

Regulamenta a NBR 6118 (ABNT, 2014), a seção transversal das vigas não pode apresentar largura menor que 12 cm, e das vigas-paredes menor que 15 cm. Estes limites podem ser reduzidos, respeitando o mínimo absoluto de 10 cm em casos excepcionais, sendo obrigatoriamente respeitadas o alojamento das armaduras e suas interferências com as armaduras de outros elementos estruturais, respeitando os espaçamentos e cobrimentos estabelecidos nesta norma.

### 2.3.3 Infraestrutura

#### 2.3.3.1 Arranque do pilar

Os pilares tem como objetivo, resistir aos esforços de compressão e torna a edificação mais resistente. O dimensionamento dos pilares pode ser relacionado com a disciplina de Concreto Armado, em que se utiliza de armações de barras de aço em conjunto com concreto, que torna a estrutura mais resistente às cargas proveniente da edificação. O arranque de um pilar utilizado na edificação é demonstrado na Figura 59.

Figura 59 – Arranque de Pilar



Fonte: O autor (2022).

As formas de madeiras é o material utilizado no fechamento das vigas baldrames e são utilizadas para dar formato em pilares e vigas, ou seja, o dimensionamento das formas, em que relacionei com os conhecimentos adquiridos da disciplina de Estrutura de Madeiras, conforme demonstrado na Figura 60.

O processo de execução de formas de madeira, deve-se atender as normas da NBR 14931 (ABNT, 2004), NBR 15696 (ABNT, 2009) e NBR 15575-2 (ABNT, 2013), que dão ênfase na execução correta de estruturas em concreto armado.

Figura 60 – Fechamento e concretagem da viga baldrame



Fonte: O autor (2022).

Após a execução da concretagem das vigas baldrames, espera-se o tempo de cura do concreto de sete dias para realizar a desforma das vigas baldrames.

#### 2.3.3.2 Impermeabilização das vigas baldrames

Após a retirada das formas de madeira, deve-se fazer aplicação de impermeabilizante em todas as estruturas que serão cobertas com solo, a fim de proteger contra umidade e infiltração. O processo de impermeabilização, pode ser correlacionado com disciplina de Materiais de Construção. A Figura 61 demonstra as vigas baldrames já impermeabilizadas.

Figura 61 – Vigas impermeabilizadas



Fonte: O autor (2022).

Esse tipo de impermeabilização protege a estrutura contra água sob pressão, sendo positiva, onde exerce pressão hidrostática, e também negativa, de forma inversa a impermeabilização, água de percolação, contra umidade do solo (SENA; *et. al.* 2020).

Após o processo de impermeabilização das vigas baldrame, inicia-se o nivelamento e compactação do solo para receber o contra piso. A indicação do nivelamento do solo será demonstrada na Figura 62. A compactação é uma parte essencial e deve-se ser executada com cautela, pois a compactação do solo bem executada garante segurança do contra piso da sua edificação.

Figura 62 – Nivelamento da área interna



Fonte: O autor (2022),

A compactação é uma etapa importante, pois garante a estabilidade do contrapiso, para que se atinja um grau de compactação ideal e necessário que solo esteja na umidade ótima.

#### 2.3.3.3 Concretagem

Após o término dos processos de nivelamento e compactação do solo, inicia-se a concretagem do contra piso como demonstrado da figura 63.

Figura 63 – Concretagem do contra piso



Fonte: O autor (2022).

Conforme a NBR 13753 (ABNT, 1996), a espessura de concreto ideal para execução do contra piso é entre 3 e 5 cm e pode seguir de um traço recomendado do concreto, 1:0, 25:6 (cimento, cal hidratado e areia).

Após o término da execução da contra piso, iniciou-se marcação da alvenaria, em que encontra se os eixos externos da edificação, estica-se uma linha fazendo demarcação externa, que ser para orientação para demarcação das alvenarias internas. Com desenvolvimento das alvenarias inicia-se então a supra estrutura, em que compreende elementos como pilares, vigas, lajes, vergas e contra vergas.

#### 2.3.4 – Supra Estrutura

##### 2.3.4.1 Pilares

A parte superior da estrutura de edificação é dominada como supra estrutura, que suporta as tensões causadas por esforços solicitantes transmitindo-as para

fundação, em que temos alguns tipos de cargas, permanentes, acidentais, estáticas e variáveis, são transmitidas ao solo através das lajes, vigas e pilares (GARRISON, 2018).

A figura 64, demonstra a supra estrutura, em que os pilares são elementos lineares retos, submetidos a flexão composta oblíqua, solicitadas por momentos fletores e esforços normal de compressão. As vergas e contra vergas são elementos auxiliares para distribuição de tensões e cargas nos vãos de portas e janelas (CAMPOS, 2015).

Figura 64 – Pilares



Fonte: O autor (2022).

Os pilares são elementos estruturais responsáveis por receberem as cargas provenientes das lajes e vigas, e transmitti-las a fundação.

### 2.3.4.2 Vigas

Conforme estudei na disciplina de Concreto Armado I, o aço está presente nas estruturas de concreto armado, como nos pilares, vigas, vergas e contra vergas, e ele, melhora o desempenho do concreto nos esforços de tração e compressão.

Durante a concretagem é necessário que o concreto esteja bem homogêneo, para que não haja vazios na estrutura, quando for retirada das formas de madeira após o período de cura do concreto (NEVILLE; BROOKS, 2013).

As vigas estão sujeitas a cargas transversais, e geralmente são usadas no sistema laje-viga-pilar, conforme estudei na disciplina de Sistemas Estruturais, em que aprendi a dimensionar toda a estrutura de uma viga.

A Figura 65 mostra a viga apoiada nos pilares.

Figura 65 – Estrutura viga apoiada



Fonte: O autor (2022)

Após montagem e concretagem das vigas, inicia-se montagem da laje e instalação das escoras metálicas que vão sustentar a laje até o concreto atinja sua resistência final.

### 2.3.4.3 Concretagem da laje

A figura 66 demonstra a laje já preparada para receber a concretagem, podemos observar os perfis metálicos acoplados nas escoras para dar sustentação ao peso laje até tempo de cura do concreto. A laje treliçada, é composta de vigotas de concreto armado e preenchidas com EPS (Isopor) no espaço entre uma vigota e outra.

Figura 66 – Escoramento metálico



Fonte: O autor (2022).

Pude correlacionar as lajes com disciplina de Concreto Armado II, em que o que se deve primeiramente levar em consideração é a orientação (direção) da montagem da laje, que sempre será disposta ao menor vão.

A vantagem da utilização da laje treliçada é redução de carga que será transmitida a fundação, com consequência a uma redução de seção de concreto e aço de outros elementos da supra estrutura (PEREIRA, 2019).

Após feito disposição da tubulação da instalação elétrica, a próxima etapa é a concretagem da laje utilizando espessura de 6 cm, como demonstra a figura 67.

Figura 67 – Concretagem da laje treliçada



Fonte: O autor (2022).

O EPS (isopor) utilizado para fazer preenchimento da laje varia 10 á 30 cm dependendo do tipo de laje. Utilizamos um vibrador para garantir um bom adensamento do concreto.

O concreto exposto ao sol e vento perde água por evaporação, com isso, é recomendado que durante os sete primeiros dias haja a necessidade de molhar o concreto (BAUER,2019).

## 2.4 Desenvolvimento do discente Rivaldo dos Santos Rodrigues

Desde o ensino médio me interessei na área da construção civil, e vi a oportunidade de ingressar na Engenharia Civil no Centro Universitário de Lavras (UNILAVRAS), do qual venho adquirindo conhecimentos nas partes teóricas e práticas.

### 2.4.1 Apresentação do local do estágio

Realizei minha experiência prática junto com o engenheiro Rafael Rezende Ribeiro, na Singularis Construtora Ltda com a logomarca demonstrada na Figura 68.

Figura 68 – Logomarca da empresa Singularis Construtora



Fonte: O autor (2022).

O escritório fica localizado na Avenida Juscelino Kubitscheck, número 268, bairro Santa Teresinha na cidade de Lavras-MG, demonstrado na Figura 69.

Figura 69 – Fachada da empresa Singularis Construtora



Fonte: O autor (2022).

O escritório tem a divisão de setores que contam com duas pessoas na parte administrativa, um engenheiro, o gerente da construtora, e eu como estagiário auxílio no desenvolvimento de projetos arquitetônicos para aprovação da prefeitura, projetos estruturais, hidráulicos e elétricos. E no campo, juntamente com o engenheiro, realizamos o acompanhamento de obras, vistorias e tiramos nível.

## 2.4.2 Projeto Arquitetônico

### 2.4.2.1 Planta Baixa

Para realizar uma construção o primeiro passo é o desenvolvimento do projeto arquitetônico. Nele é realizada a disposição dos cômodos, definindo as áreas e suas conexões de forma que atenda às necessidades do cliente, como quantidades e tamanho dos cômodos, inclinação do terreno. Já na parte técnica

deve-se desenvolver o projeto inicial do cliente para que ele passe a atender as normas técnicas e as normas da prefeitura da cidade onde será realizada a obra.

Fortinho (2020) explica que é através da planta baixa que será identificado os cômodos, também contendo o posicionamento de portas, janelas, corredores e suas medidas do espaço interno.

O desenvolvimento de projetos arquitetônicos está relacionado com a disciplina de Topografia onde analisamos o terreno que será realizado a construção. Segundo Montenegro (2017), quando o terreno é acidentado ou inclinado é necessário a realização do levantamento altimétrico, pois o levantamento planimétrico não é suficiente para se obter todas as informações necessárias.

Também pode-se relacionar com as disciplinas de Arquitetura e Urbanismo do qual realizamos o desenvolvimento do projeto base buscando seguir as normas técnicas e normas exigidas pela prefeitura e Desenhos Arquitetônicos onde se desenvolveu um projeto completo em *software*.

Juntamente com o engenheiro Rafael, colaborei no desenvolvimento da prancha com o projeto com o auxílio do *software*, atendendo todas as normas para a aprovação da prefeitura municipal de um edifício com cinco pavimentações, sendo o subsolo para estacionamento dos veículos dos moradores, térreo com *hall* com um espaço para escola de música, tendo salas, banheiros, sala com isolamento acústico e os outros três pavimentos são os apartamentos residenciais, contendo três suítes, sala, cozinha, lavanderia e varanda com área *gourmet*.

De acordo com a NBR 6492 (ABNT, 1994), planta baixa ou planta de edificação é a vista superior do projeto, vista por um plano secante horizontal imaginário, este corte está aproximadamente a uma altura de 1,50m do piso em referência. Porém, essa altura pode variar para cada projeto buscando atender as necessidades específicas de cada um.

O desenvolvimento do projeto se iniciou com a visita no terreno para a realização das medidas frontal, nas laterais e do fundo, também foi anotado a altura dos desníveis e feito um croqui, do qual foi utilizado como base para que em cima dele fosse feito o projeto que melhor se encaixa-se no terreno mantendo o que o cliente estava exigindo.

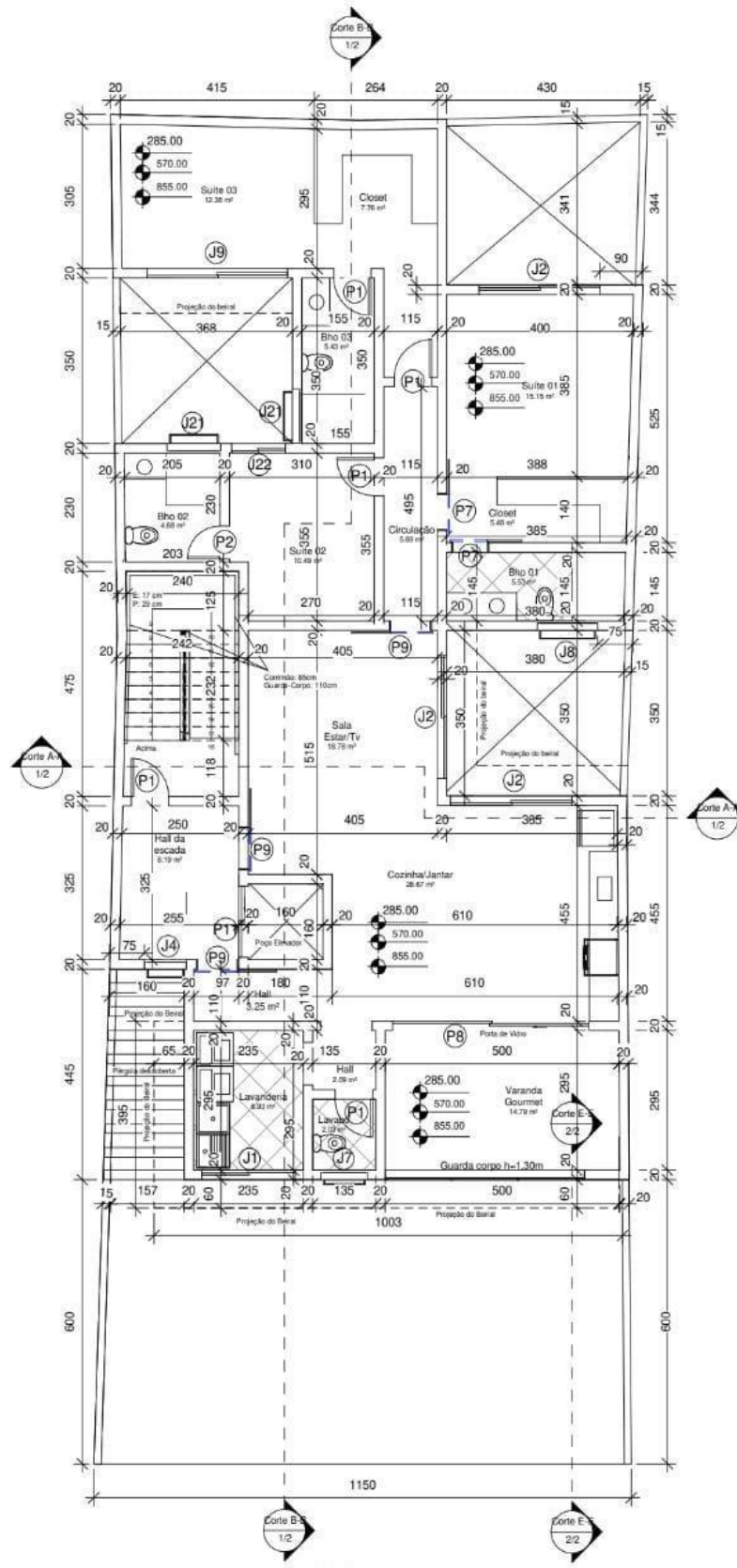
Neste projeto o terreno conta com uma área de 327,25 metros quadrados, e dimensões com 11,50 metros frontal e 28,50 metros lateral, e a topografia do terreno tem uma elevação de 1,20 metros nos fundos em relação à frente do lote.

Segundo Lisboa (2019), para dar início a obra; a planta baixa do projeto arquitetônico deve ser aprovada na prefeitura, e as construções em desacordo com a prefeitura, poderão ser multadas e/ou embargadas, e caso necessário ser demolida.

Desta forma, foi desenvolvido a planta baixa dos pavimentos tipo que são os apartamentos, contendo a disposição dos cômodos com suas nomenclaturas, identificação das áreas, e para dimensionar os espaços foi feito as cotas, marcações dos níveis identificando a altura de cada pavimento, a definição pelo caminho percorrido utilizando as linhas tracejadas para os cortes e no final das linhas temos simbologias com setas mostrando qual direção dos cortes com seu nome.

Desta forma foi feito na planta baixa legendas nas escadas, portas, janelas e detalhamentos para uma melhor compreensão, todas essas especificações foram feitas no projeto, conforme a figura 70.

Figura 70 – Planta Baixa



1,2,3

Área= 196,35m<sup>2</sup>

Fonte: O autor (2022).

De acordo com a NBR 6492 (ABNT, 1994), os elementos construtivos devem ser representados mesmo que de forma esquemática, facilitando a compreensão, sendo eles níveis, áreas, acessos, denominação de espaços, topografia e orientação.

#### 2.4.2.2 Cortes

O projeto arquitetônico, além da planta baixa, conta também com os cortes da edificação, do qual é demonstrado por meio de dois cortes, um transversal e outro longitudinal que devem percorrer por banheiros e escadas, desta forma ilustrando o interior da construção.

De acordo com a NBR 6492 (ABNT, 1994), o corte é definido pelo plano secante vertical que deve dividir a edificação em duas partes, que são no sentido longitudinal e no transversal. Assim, dando continuidade no projeto, temos a identificação da topografia do terreno em relação a construção, de modo que, foram realizados os cortes, contendo as seções longitudinal e transversal, conforme determinação do código de normas.

Na prancha é essencial a representação dos cortes para mostrar elementos como escadas, elevador, banheiros dentre outros facilitando a visão dos construtores no momento do desenvolvimento na obra, sanando facilmente dúvidas que poderiam surgir com a existência apenas da planta baixa.

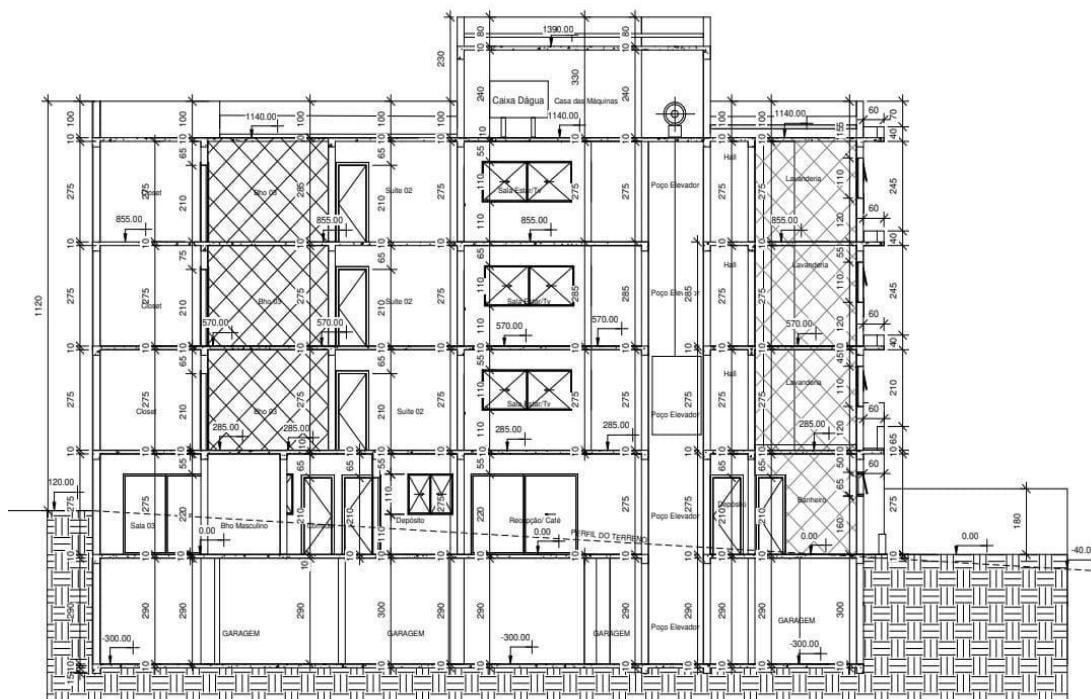
Montenegro (2017) diz que o corte deve mostrar as alturas de portas e de janelas, a altura do forro (pé-direito), a inclinação ou declive da cobertura e outros detalhes.

Pode auxiliar também, na criação dos cortes deste projeto, do qual pode aprender a ter o olhar mais crítico e observar todos os detalhes que foram captados na planta baixa e transferidos para os cortes que auxiliam no entendimento do dimensionamento dos elementos como portas e janelas.

A disciplina de Arquitetura e Urbanismo mostrou como se deve realizar a montagem dos cortes em um projeto seguindo todas as Normas Técnicas, e com a disciplina de Desenho Arquitetônico transferi todo o aprendizado para o *software* no desenvolvimento da prancha.

De acordo com o corte pode-se ter uma melhor visualização do terreno e a conexão da obra nele, usando da melhor forma possível para economizar com aterro ou laje, e na disciplina de Topografia aprendi a calcular os desníveis do terreno que será utilizado neste momento para a criação do projeto, como é possível visualizar na Figura 71.

Figura 71 – Corte Longitudinal



Fonte: O autor (2022).

Segundo Tagliari e Florio (2017), a ideia para fazer o corte da residência nasce “de dentro para fora” revelando como é lá dentro, apresentando variações de alturas de pé-direito de acordo com cada ambiente. Com isso o corte longitudinal contém as representações do elevador, quartos, circulação, lavanderia, cobertura com a caixa d’água e o subsolo que é a garagem do prédio.

Com essa representação foi feita a altura do pé direito dos cômodos dando a altura total da edificação, facilitando na criação dos outros projetos como o estrutural e o elétrico que necessitam de informações das cotas de altura para pilares, vigas, tomadas se adaptarem ao projeto arquitetônico.



De acordo com a NBR 6492 (ABNT, 1994), os cortes devem conter os acessos dos cômodos, circulações verticais e horizontais, áreas de serviço e outros elementos que são importantes e tenham necessidade de representação.

#### 2.4.2.3 Fachada

A fachada demonstra a visualização frontal da construção exibindo os detalhes estéticos de como irá aparentar a edificação pronta. Fortinho (2020) diz que devem ser demonstradas as faces externas e desta forma representando o revestimento da fachada, e disposição das portas e janelas.

Na disciplina de Arquitetura e Urbanismo foi realizado o estudo da harmonização do Urbanismo com a fachada da edificação realizada, gerando aspectos únicos de cada obra, pela disposição de janelas, portas, sacadas e detalhes arquitetônicos que complementam a visualização da fachada.

De acordo com a NBR 6492 (ABNT, 1994), a fachada é a representação das vistas externas da edificação, das quais são a frontal, dos fundos e das laterais e nelas podem ser marcadas os cortes.

Uma das finalidades da fachada é a apresentação da estética para o cliente, desta forma ele decide qual os materiais serão utilizados atendendo seus gostos e ficando dentro do seu orçamento.

Para fazer a complementação da prancha uma das exigências é o desenho da fachada, devendo seguir os aspectos da profundidade por meio de linhas finas e grossas, sendo que quanto mais perto, maior a grossura da linha e quanto mais longe se utiliza linhas mais finas, criando a vista frontal da edificação, assim como aprendi na disciplina de Desenho Arquitetônico.

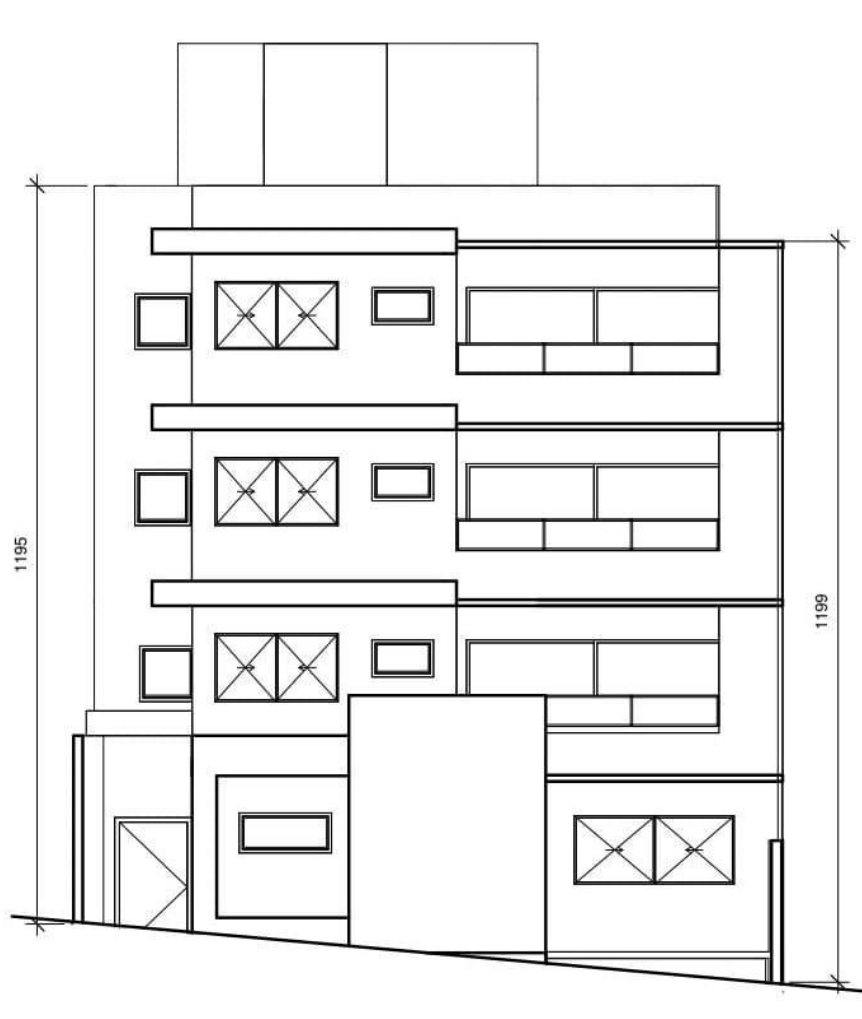
Um dos desafios na fachada é a junção do estrutural com o arquitetônico, de forma que cubra pilares e vigas ou aproveite eles para gerar detalhes únicos da construção. Na disciplina de Materiais da Construção Civil aprendi os materiais que podem ser utilizados e com isso desenvolver meios que melhor atendam a necessidade de cada cliente.

Segundo Garcia (2016), a fachada é tão importante quanto a decoração interna, pois demonstra quais são os seus gostos e estilos, sendo único de cada residência. Barata (2020) diz que a fachada é o cartão de visitas da residência com

a cada uma tendo sua característica própria, e impactando positivamente quem a visita.

Acompanhei a elaboração desta fachada onde foram feitas sacadas nos apartamentos que ajudaram na harmonização, não deixando a edificação completamente fechada, junto com as disposições das janelas e as portas de *hall* do prédio, conforme mostra a Figura 73.

Figura 73 – Fachada



Fonte: O autor (2022).

De acordo com a NBR 6492 (ABNT, 1994), a fachada deve conter indicação de cotas, escalas, notas gerais e marcações dos cortes longitudinal e transversal.

### 2.4.3 Projeto Estrutural

#### 2.4.3.1 Locação de Pilar

O próximo projeto a ser realizado é o estrutural, pois ele depende do arquitetônico, tendo ele como base da disposição de paredes, vãos e cômodos. Após a aprovação da prefeitura se inicia a parte da estrutura da construção, definindo a locação dos pilares, vigas e sapatas.

Segundo Ching (2017), os pilares tem como objetivo suportar as cargas de compressão axial que atuam nas suas extremidades, por isso devem ser rígidos e parcialmente esbeltos para que não ocorra trincas ou esmague eles.

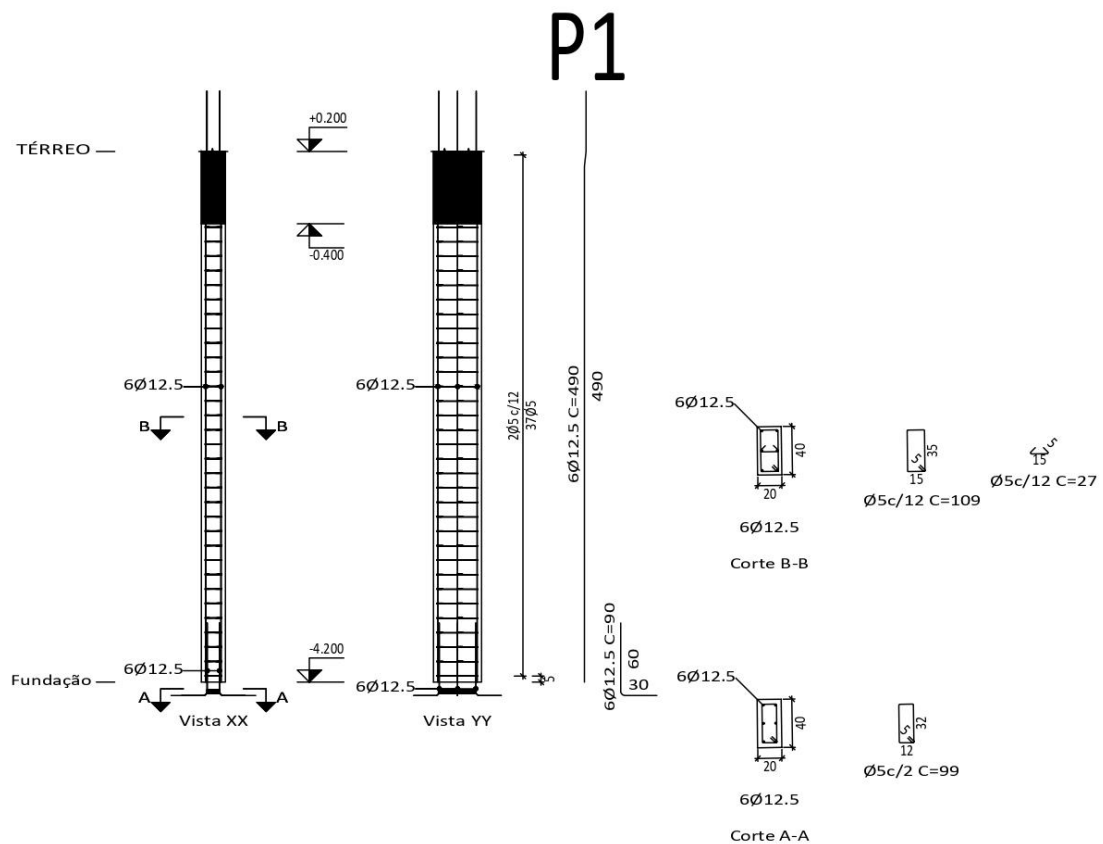
Existem as cargas acidentais e permanentes que são cargas constantes como peso próprio e cargas que atuam em função do seu uso como as próprias pessoas no local. Todo o conjunto de estruturas são para realizar as transmissões das cargas, eles se dão início nas lajes que transmitem para as vigas que se conectam aos pilares levando todas essas cargas até a fundação onde finalmente descarregam no solo.

Para realizar o desenvolvimento no *software* é necessário seguir todas as exigências da NBR 6118 (ABNT, 2014) que define as dimensões mínimas dos elementos, para pilares exige uma área mínima na seção transversal de 360 cm<sup>2</sup> e para vigas exige que a menor dimensão permitida para a seção transversal das vigas deve ser de 12 cm e de 15 cm para as vigas-parede.

É de grande importância tomar como base a planta baixa para que o estrutural se adeque a ele, não interferindo em vãos de janelas, portas e que as vigas possam se conectar com mais facilidade passando pelas paredes definidas com as disposições dos cômodos.

Particpei da elaboração do projeto estrutural deste edifício utilizando o *software* CypeCAD, e o primeiro desafio foi a locação dos pilares para que transpassarem todos os pavimentos sem que interferisse em vãos já definidos, passando da cobertura até chegarem na fundação onde seriam alocados os blocos com as estacas, como pode observar na Figura 74.

Figura 74 – Pilar



Fonte: O autor (2022).

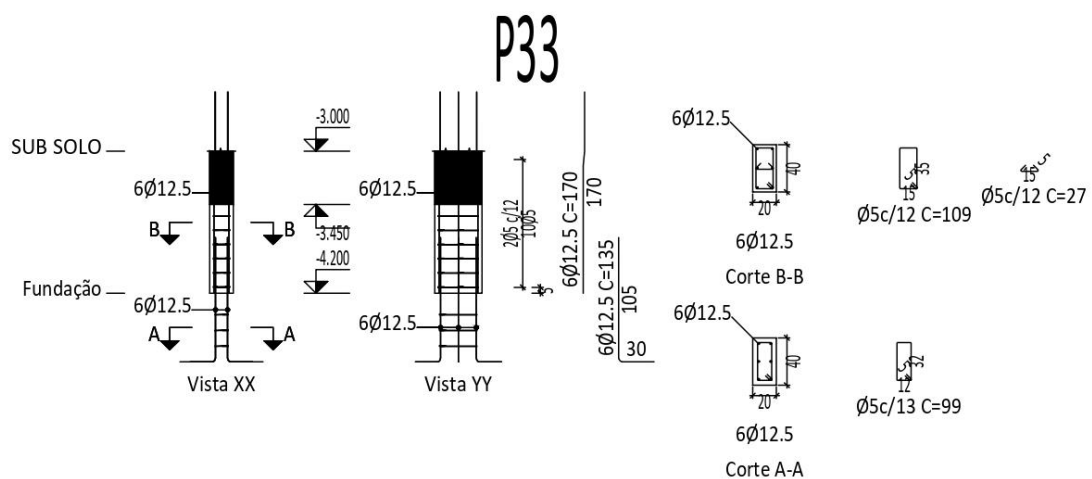
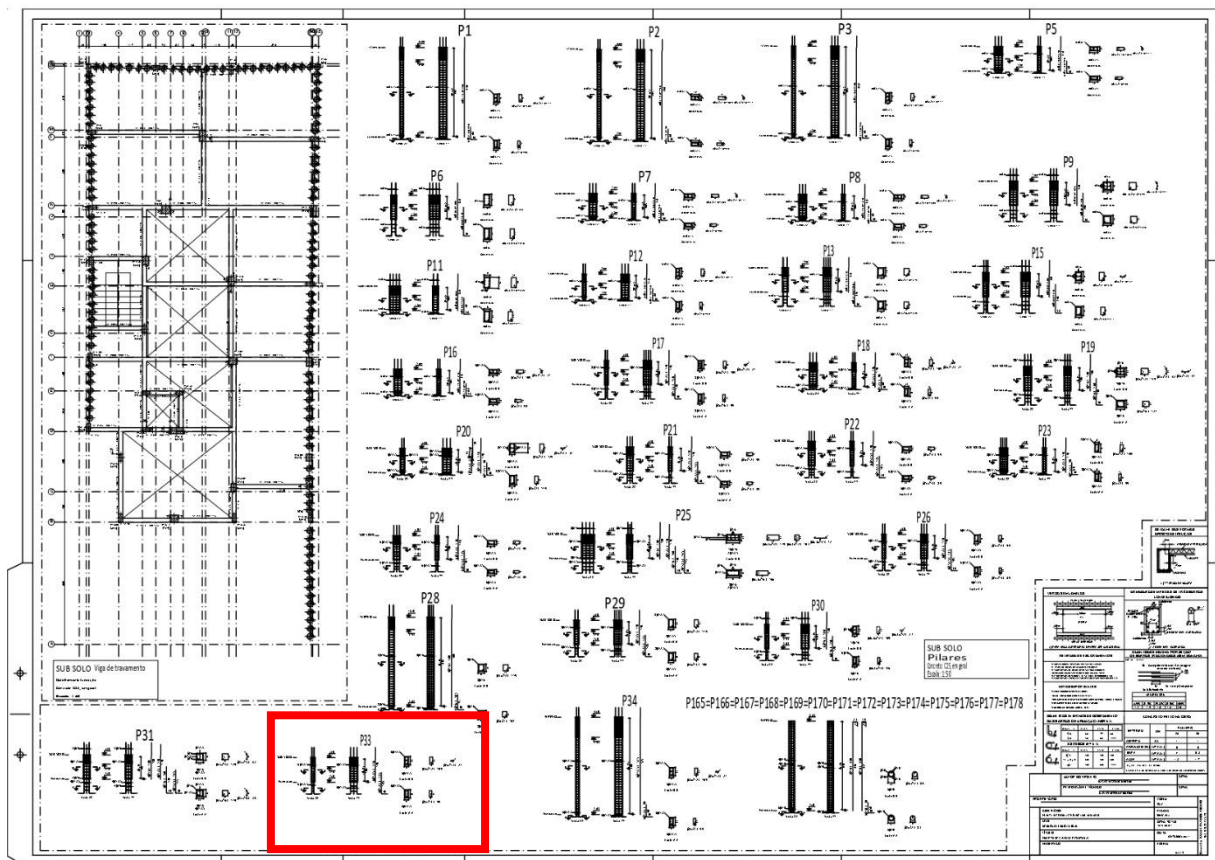
E na disciplina de Concreto Armado aprendi o dimensionamento dos pilares e das ferragens para que as estruturas suportem as cargas necessárias, observando suas características onde temos três tipos: de canto, de extremidade e de centro, aprendendo os três cálculos.

A NBR 6118 (ABNT, 2014), define a classificação de estruturas de concreto normais, identificados por massa específica seca maior que  $2000 \text{ kgf/m}^3$  e menor ou igual  $2800 \text{ kgf/m}^3$ .

Em Materiais da Construção Civil aprendi a fazer diversos tipos de concreto do qual cada um possui uma determinada utilidade dentro da obra, podendo suportar uma compressão maior sendo então utilizada em pontos de maior carga.

Com a locação dos pilares foi definido quais as ferragens atenderiam a obra para suportar as cargas suportadas por eles, desta forma facilitando para pedreiros e mestre de obras na construção quando iniciarem a armações das ferragens e formas, criando uma prancha com essas informações, como mostrado na Figura 75.

Figura 75 – Prancha de Pilares



Fonte: O autor (2022).

Na disciplina de Sistemas Estruturais desenvolvi toda a estrutura de uma construção, calculando os dimensionamentos necessários para suportar as cargas desde a laje até os pilares, e a importância de cada etapa estrutural dentro de todo o conjunto.

### 2.4.3.2 Vigas

Após a locação dos pilares foi feito o dimensionamento das vigas para que conseguissem suportar as cargas e vencer os vãos entre os pilares. Cada viga necessita uma ferragem com o diâmetro que não deixe ocorrer a flambagem, e espaçamento dos estribos não deixe ocorrer fissuras e trincas.

As vigas são definidas como estruturas horizontais formadas por armadura de aço mais concreto, conforme dispõe a NBR 6118 (ABNT, 2014). Que juntamente com os pilares transmitem os esforços até a fundação, devendo ser bem dimensionados evitando sinistros.

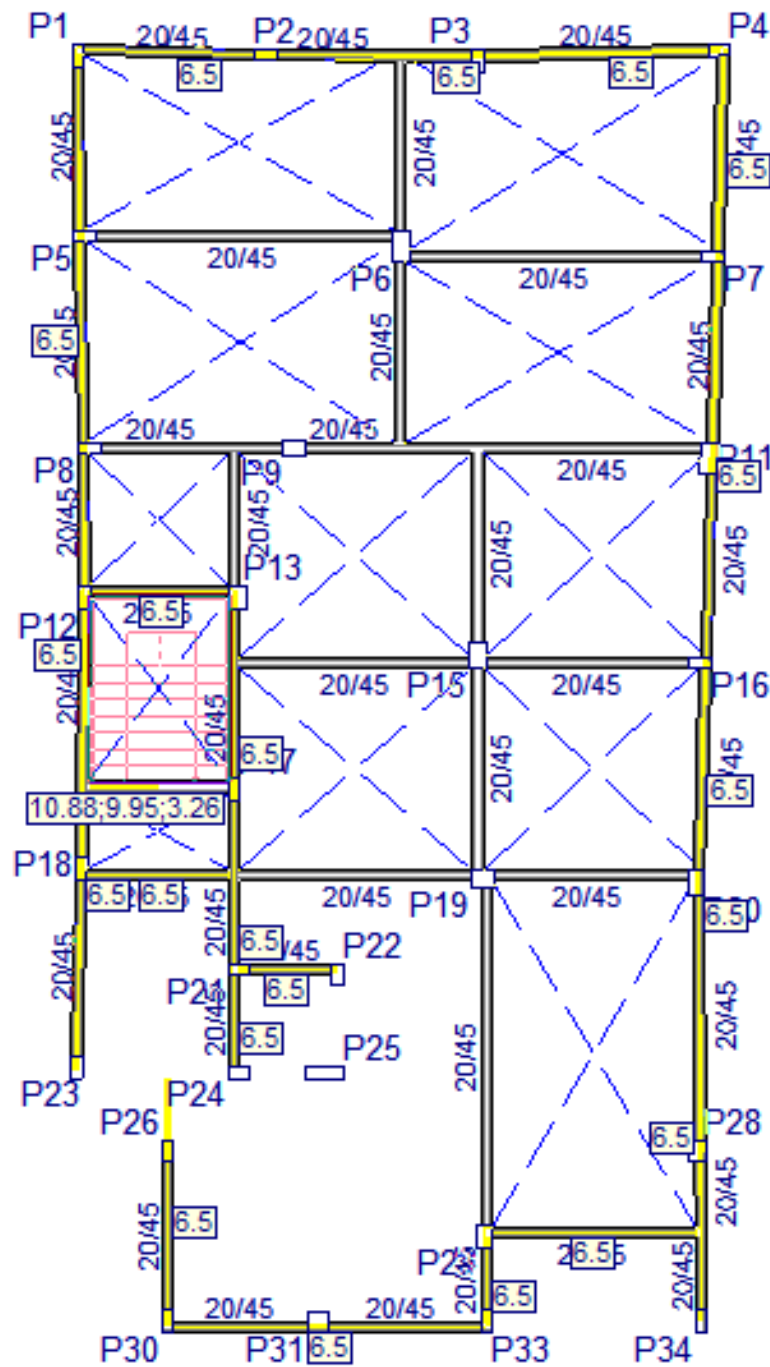
Como esta obra possui mais de um pavimento, sendo cada um definido para um meio usual, foi definido a dimensão das vigas e suas ferragens a partir do tamanho dos vãos e cargas que estariam presentes nelas. Desta forma, os pavimentos mais abaixo possuem ferragens com maior diâmetro e vigas maiores do que os pavimentos superiores.

Costa (2014), define o objetivo da fôrma como:

As fôrmas são de grande importância para a construção civil, pois desempenham funções de moldagem das estruturas de concreto e são responsáveis por resistirem aos esforços do concreto fresco como peso próprio e sobrecargas acidentais, antes mesmo que se torne autoportante (COSTA, 2014).

Com os pilares posicionados foram interligados por meio de vigas, já pré-definidas com seu tamanho que melhor atende a necessidade do pavimento, assim foi criada a planta baixa que se pode observar os pilares e vigas, e nas vigas já contendo a informação da sua dimensão, como é possível observar na Figura 76.

Figura 76 – Forma de Vigas

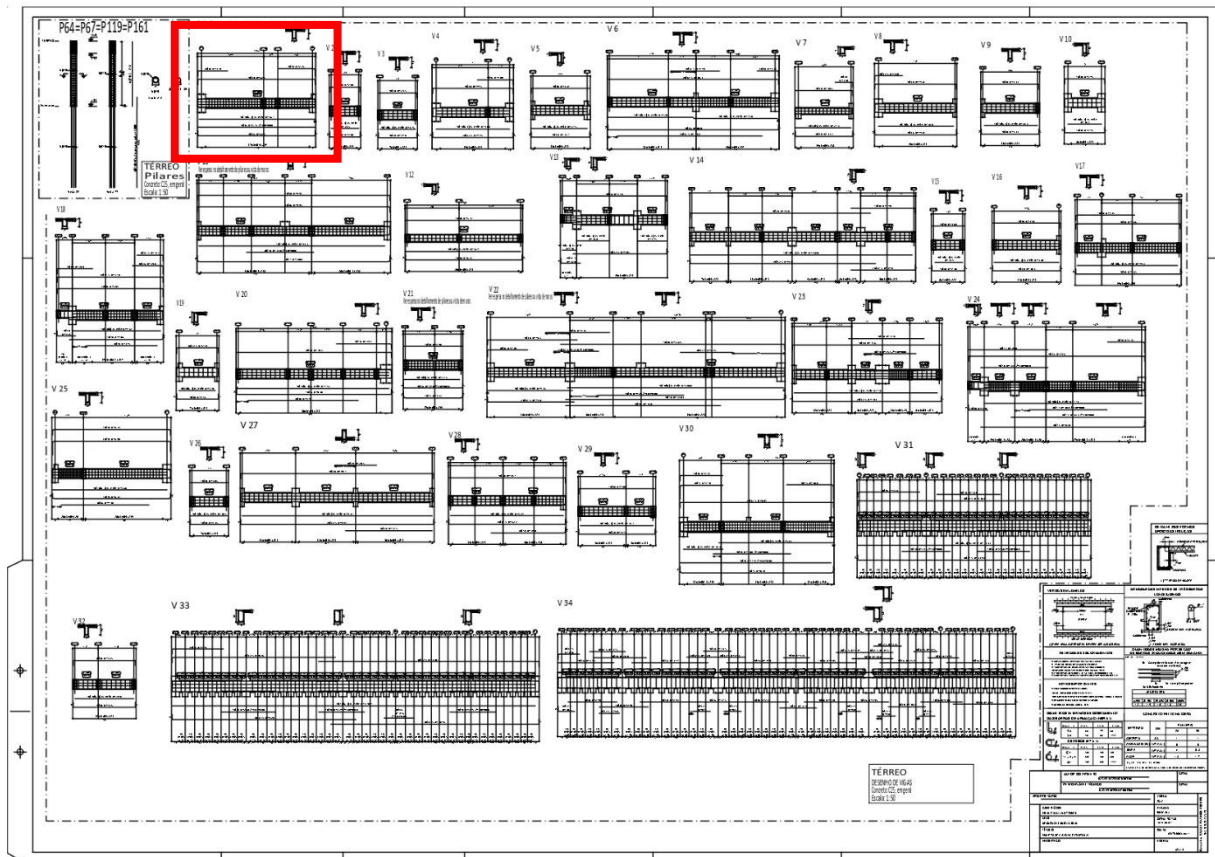


Fonte: O autor (2022).

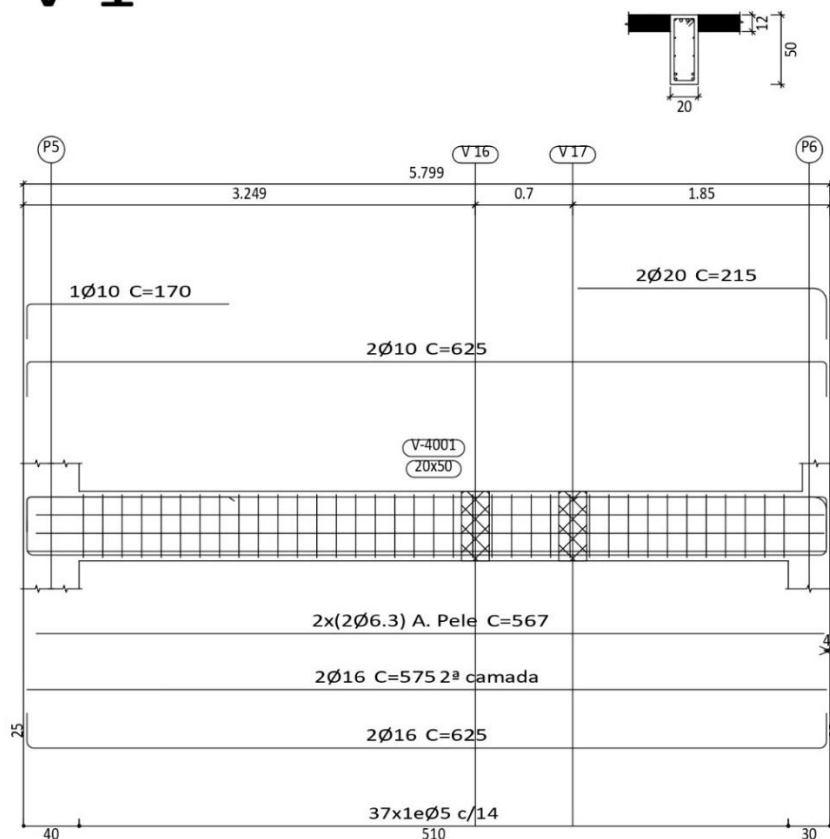
Essa parte estrutural da obra está relacionada com as disciplinas de Mecânica Aplicada, em que foi apresentado os cálculos para o desenvolvimento de vigas, do qual é explicado como funcionam as cargas nelas e como se calcula elas para suportar essas forças.

Com todo o dimensionamento pronto de todos os pavimentos, e já conferido se estão suportando as cargas foi transferido o arquivo do programa do *software* CypeCAD para o *software*, onde foi construído a planta estrutural que será entregue na obra para os pedreiros e o mestre de obra, como se pode observar na Figura 77.

Figura 77 – Prancha de Vigas



# V 1



Fonte: O autor (2022).

Com os conhecimentos adquiridos com a disciplina de Concreto Armado, aprendi a fazer esses dimensionamentos para que as vigas atendam todas as necessidades exigidas em determinada parte da construção, determinando seu tamanho e suas ferragens, desta forma suportando a compressão e tração aplicada nelas.

E com a disciplina de Sistema Estruturais, juntei toda a estrutura de uma construção para fazer seu dimensionamento e transferência de cargas, do qual as vigas possuem extrema importância nesse meio, contendo uma altura e largura para suportar a carga e atender o vão, e ferragens para suportar as flechas nela aplicada.

### 2.4.3.3. Fundações

Com a estrutura da obra pronta, a última etapa e mais importante foi feita, que é a fundação, nela foi definida a que melhor atenderia a construção, pois possui mais de um tipo de fundação.

Segundo Sena (2016), fundações rasas devem ser a primeira a ser considerada, porém em obras de grande porte ou em situações em que o solo é de baixa qualidade, dificilmente estas serão utilizadas. Desta forma por ser uma obra de grande porte, e gerar um grande volume de carga no solo, as fundações rasas não se adequariam para essa construção sendo necessário fundações profundas, sendo elas blocos com estacas.

As fundações profundas geralmente são maiores que 3 metros, e transmitem os esforços da edificação ao solo, elas são mais conhecidas como estacas, e tem um comprimento bem maior se comparado com a sua base (ROSSI, 2017).

Na disciplina de Fundações aprendi os tipos de fundações que existem, e como calcular elas para as construções de acordo com cada necessidade, sendo elas o tamanho da obra e o tipo de solo onde serão feitas.

De acordo com Bastos (2019, p.5):

A subestrutura, ou fundação, é a parte de uma estrutura composta por elementos estruturais, geralmente construídos abaixo do nível final do terreno, e que são os responsáveis por transmitir ao solo todas as ações (cargas verticais, forças do vento etc.) que atuam na edificação (BASTOS, 2019, p.5).

Com isso, a disciplina de Mecânica dos Solos está diretamente relacionada, em que aprendi os tipos de solos existentes e como estudamos eles para trabalharmos com a melhor fundação possível.

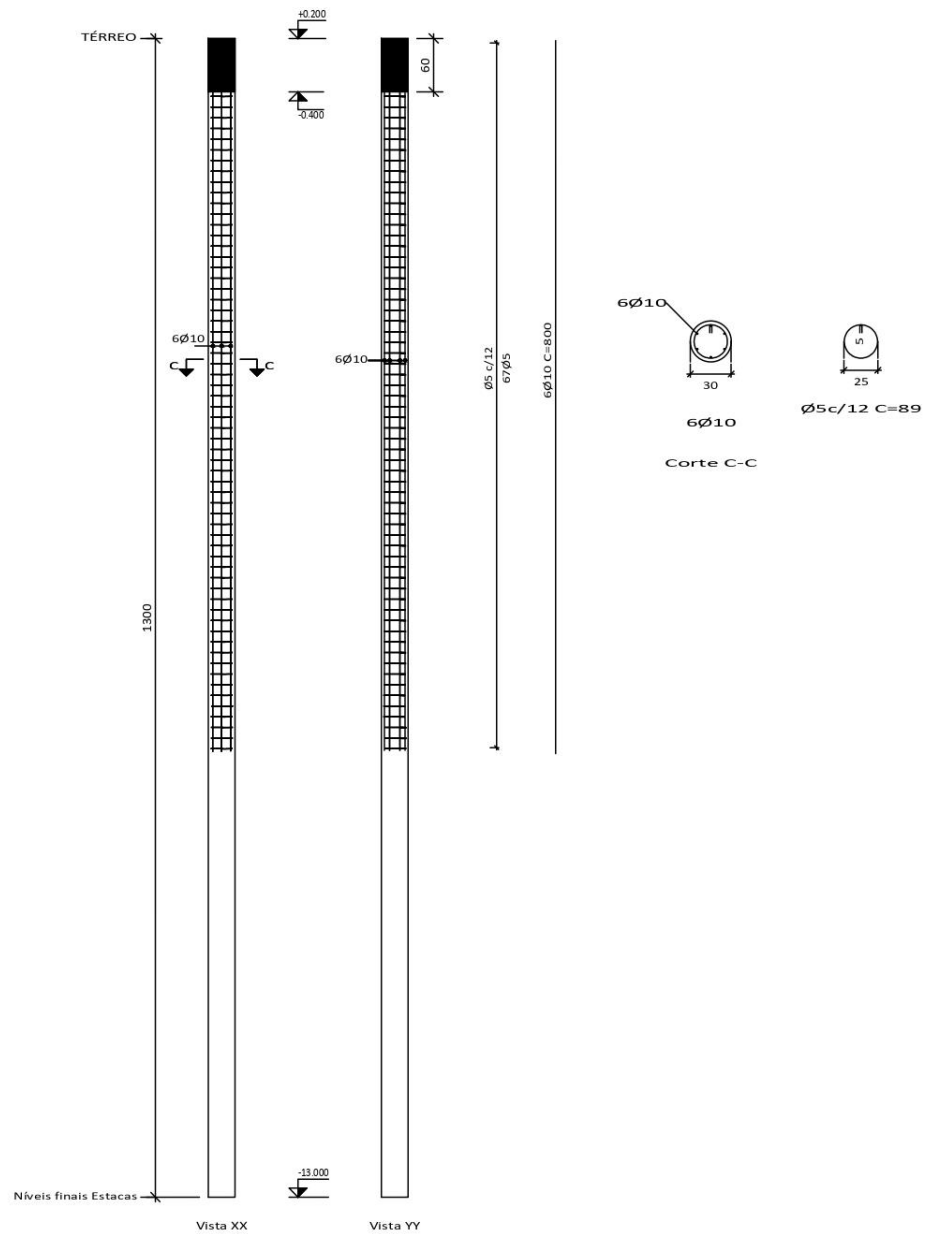
De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014) os blocos do coroamento são estruturas de volume usadas para transmitir as estacas as cargas de fundação, e podem ser considerados rígidos ou flexíveis por critério análogo ao definido para as sapatas.

Neste caso utilizou-se blocos juntamente com estacas para suportar toda a carga gerada pela edificação e garantir uma estabilidade melhor, pois o material do solo avaliado pelo SPT (*Standard Penetration test*) foi necessário estacas com 13 metros de profundidade para atingir um solo de melhor qualidade, conforme a Figura 78.

Figura 78 – Estaca Escavada

## Estacas de contenção - E1 a E135 Total= 135 estacas

Estacas escavadas mecanicamente  $\varnothing 30\text{cm}$  com 13,0m de profundidade e armada com 8,0m



Fonte: O autor (2022).

Na disciplina Construção Civil aprendi a importância da fundação na parte estrutural de uma construção, e todas as consequências que podem ocorrer caso

seja mal dimensionado, sendo elas tanto financeira para o proprietário quando com risco a vida das pessoas que moram na residência e vizinhos de suas redondezas.

#### 2.4.4 Projeto Elétrico

##### 2.4.4.1 Disposição Elétrica

Um projeto de suma importância é o elétrico, pois nele é realizado o dimensionamento de fiações e cargas de energia que passam pelos circuitos da edificação. A referência para o projeto elétrico é a planta baixa, para que desta forma a disposição de tomadas e fios se adaptem quanto à disposição dos cômodos atendendo as necessidades dos moradores.

A disciplina de Desenho Arquitetônico me preparou para colocar em prática o desenvolvimento de projetos arquitetônicos, através de *softwares* para a construção da planta baixa, que é utilizada de base no desenvolvimento do projeto elétrico, que dá praticidade na execução para os pedreiros. Assim explica Câmara (2017), que no desenvolvimento da planta baixa é onde já se define os pontos das tomadas, algumas já tem seus locais específicos, mas em âmbito geral o projetista decide onde as outras irão ficar.

E segundo Saucedo (2019, p.32):

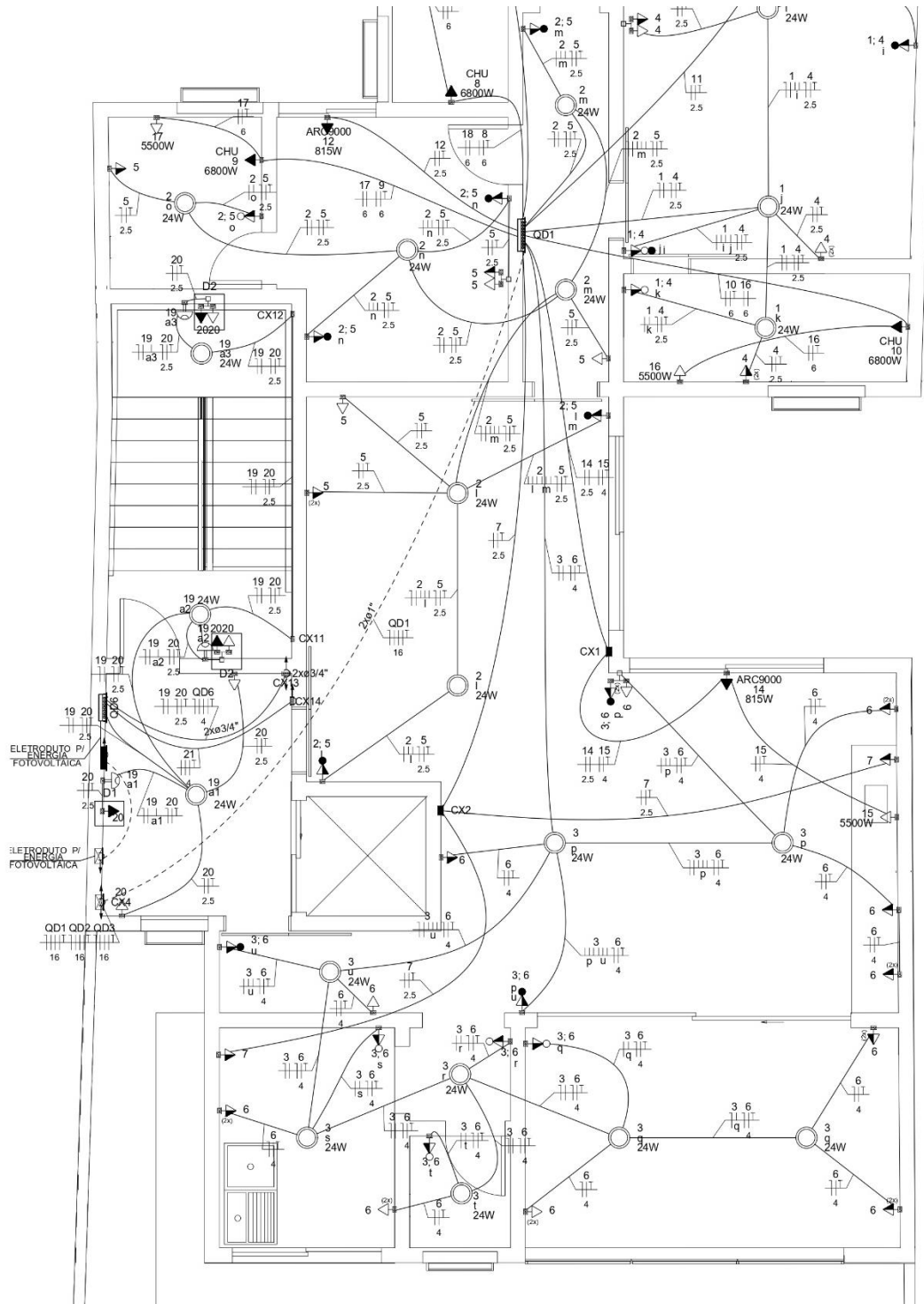
A execução de um projeto elétrico consiste principalmente em quantificar e determinar os tipos e localizar os pontos de utilização de energia elétrica, definir os circuitos, os tipos de materiais utilizados e caminhos percorridos pelos mesmos e dimensioná-los de forma correta, adicionando os sistemas de proteção e comando necessários para garantir qualidade e segurança no fornecimento da energia elétrica (SAUCEDO, 2019, p.32).

Na disciplina de Instalações Elétricas aprendi a dimensionar a quantidade de tomadas por cômodo e alturas mínimas atendendo características específicas dos eletrodomésticos, como funciona os interruptores paralelos, a quantidade de lâmpadas por cômodos para dar uma luminosidade confortável para pessoa no ambiente, e assim atendendo as exigências de normas e conforto dos moradores.

Ajudei no desenvolvimento do projeto desta edificação, onde o engenheiro buscou atender todas as necessidades que os futuros moradores teriam, seguindo

também as normas, desta forma criando um projeto elétrico de alta qualidade, conforme a Figura 79.

Figura 79 – Projeto elétrico



Fonte: O autor (2022).

Com o projeto elétrico pronto, relacionando com a Construção Civil temos o prévio conhecimento das etapas da construção em suas ordens e suas vantagens e desvantagens, buscando entender a obra para obter o melhor aproveitamento possível de materiais, tempo e economia do proprietário da obra, assim aplicando os dimensionamentos dos gastos e qual material atingirá o melhor custo benefício e atendendo as normas em relacionado a parte das instalações elétricas.

De acordo com Borges e Gaspar (2019), a necessidade da planta elétrica permite o dimensionamento elétrico do qual da mais eficiência e segurança, e através do projeto que contém os dados de fatores de potência de todos os componentes de cargas de consumo da residência.

#### 2.4.4.2 TUE's e TUG's

No projeto elétrico um dos principais motivos dele ser feito é para definir as disposições das tomadas, já com o projeto arquitetônico pronto como aprendi na disciplina de Arquitetura e Urbanismo se dá início a distribuição das tomadas e em seguida, o restante dos elementos do projeto.

Almeida e Queiroz Junior (2019) explica que as tomadas de uso específico (TUE's) são tomadas para alimentar de forma exclusiva, equipamentos que tenham corrente nominal maior que 10A. Assim, as (TUE's) devem ficar próximo ao local de instalação. Estas são utilizadas para chuveiros ou aparelhos que necessitam de uma corrente maior, precisando de um circuito próprio e fiação adequada para atender às suas necessidades.

No desenvolvimento do projeto uma das principais etapas são as disposições das tomadas, temos as TUG's para colocar por toda a casa em pontos que irão atender o morador com os eletrodomésticos, como televisão, computador, fogão. Já a TUE's são para meios específicos, sendo mais utilizadas para chuveiros e ar condicionados, geralmente identificados na planta, como na Figura 80.



#### 2.4.4.3 Legendas

Com o projeto finalizado é necessário que ele contenha legenda, para caso alguém que não tenha conhecimento da área consiga entender claramente todos os dados contidos no projeto.

De acordo com Cabral (2018), buscando diminuir acidentes com eletricidade, é necessário que sejam pessoas com conhecimento especializado sobre as instalações elétricas para desta forma garantir a segurança.

Com isso, o engenheiro faz a prancha elétrica que busca definir circuitos, disposições dos elementos, quantidade de material que será necessário utilizar, desta forma garantindo segurança pra quem executa e para os moradores.

Já Plentz (2019) diz que assim como no dimensionamento das cargas de iluminação, o dimensionamento das cargas de tomadas deve levar em consideração, além dos critérios mínimos, as necessidades do usuário da edificação.

Relacionando com a matéria de Física III, aprendi a parte teórica de como funciona a eletricidade e corrente elétrica, unindo este conhecimento para desenvolver futuramente projeto elétrico com segurança.



Segundo Araújo (2019), já se pode perceber mudanças na construção civil onde buscam meios mais ecológicos, utilizando lâmpadas de LED e sistemas de aquecimento solar. No desenvolvimento do projeto, o engenheiro juntamente com o cliente busca um meio de economia e sustentabilidade, e com o projeto elétrico facilita para descobrir quais são os obstáculos que devem ser modificados para garantir esse melhoramento na parte elétrica da residência.

Na matéria de Construção Civil aprendi que a área da construção civil está sempre se inovando, e principalmente buscando cada vez mais a sustentabilidade, e na parte elétrica das construções, muitas pessoas estão começando a utilizar energia fotovoltaica, garantido assim, uma energia limpa e de geração própria.

Com isso, são mostradas as tomadas que são identificadas por alturas diferentes pela simbologia, onde as baixas são brancas, a média altura branca e preta e as altas são as pretas, além de apresentar os bocais de lâmpadas e eletrodutos. Também contém as legendas identificando cada símbolo apresentado

na planta, e informações como os tipos de fios, diâmetro dos eletrodutos, cargas, indicações de interruptores, conforme a Figura 81.

Figura 81 – Legenda

	2 Tomadas baixas a 0,30m do piso
	2 Tomadas médias a 1,10m do piso
	Caixa 2x4" de embutir
	Caixa 4x4" de embutir
	Caixa de passagem
	Conjunto 2 teclas paralelas e tomada a 1,20m do piso
	Interruptor 1 simples e 2 paralelos - 1,10m do piso
	Interruptor paralelo e Tomada hexagonal a 1,10m do piso
	Interruptor sensor de presença a 2,20m do piso
	Interruptor simples e Tomada hexagonal a 1,10m do piso
	Interruptor simples e paralelo 2 teclas e Tomada hexagonal a 1,10m do piso
	Luminária LED 24W
	Quadro de distribuição
	Tomada alta a 2,20m do piso
	Tomada baixa a 0,30m do piso
	Tomada média a 1,10m do piso
	Quadro elétrico de energia solar altura de 1,40 do piso
	Quadro VDI altura de 1,40 do piso
	Interfone
	Telefone
	Internet
	TV
	Eletroduto embutido no teto e/ou parede
	Eletroduto embutido no piso
CHU	Pontos de força - Uso específico - Chuveiro 6800 W
ARC9000	Pontos de força - Uso específico - Condicionador de ar Split 9000BTU

Fonte: O autor (2022).

Na matéria de Instalações Elétricas aprendi que a analisar as legendas e entender a representação de cada símbolo, a entender qual a função de cada tipo de tomadas e interruptores.

### 3 AUTOAVALIAÇÃO

#### 3.1 Auto avaliação do discente Eric Sander Gonçalves

Neste período em que realizei meu estágio na empresa Matriz Engenharia foi possível ampliar meus conhecimentos na área e consolida-los com o que foi aprendido nestes anos de minha formação como engenheiro Civil. O estágio sempre abre portas para novos caminhos experiências que somente em campo teremos uma visão ampla do quanto a profissão da engenharia é importante para a Humanidade

### 3.2 Autoavaliação do discente João Paulo Pereira Abreu

Durante a vivencia foi adquirido uma carga de conhecimento, além de relacionar a teoria aprendida na universidade a pratica em uma obra. Outro ponto importante aprendido foi a convivência com os colaboradores, empregadores e contratantes.

Nesse processo muitos desafios foram superados como o alto controle e as adversidades do trabalho em equipe. Mais o desafio mais trabalhoso foi com certeza a montagem do portfólio seguindo as normas ABNT.

Quanto a expectativa para a carreira pretendo depois de formado, fazer um mestrado e ingressar no mercado de trabalho com a maior carga de conhecimento possível e futuramente abrir minha própria construtora

### 3.3 Autoavaliação do discente Rafael Souza Diniz

O estágio foi grande aprendizado, na minha carreira para colocar em prática todos os conhecimentos adquiridos ao longo do meu desenvolvido acadêmico na UNILAVRAS. Com isso, minha vivência foi muito boa, em que tive oportunidade de rever alguns conteúdos estudados na teoria dentro da construção civil.

### 3.4 Autoavaliação do discente Rivaldo dos Santos Rodrigues

O estágio foi de grande importância, agregando meu aprendizado para colocar em prática os conhecimentos adquiridos ao longo da minha vida acadêmica na UNILAVRAS. Com isso, minha experiência na vivência foi muito boa, podendo rever muitos conteúdos estudados na teoria dentro da construção civil.

Realizei diversas atividades direcionadas principalmente na elaboração de projetos, em todo o seu desenvolvimento desde a topografia do terreno até sua conclusão na prancha aprovada pela prefeitura municipal, também realizei visitas em obras onde tive contato com pedreiros e serventes dentre outros serviços das obras.

Acompanhei uma obra de grande porte, com isso precisei ter uma atenção maior aos detalhes para compreender todos os processos e aprendendo com os conselhos dos profissionais que possuem mais experiências, tornando assim minha vivência de grande importância para minha formação acadêmica.

## 4 CONCLUSÃO

Concluimos que conseguimos atingir os objetos desejados pelo trabalho e pela disciplina, que foi vivenciar na prática o aprendizado teórico adquirido em sala de aula. Ao presenciar as etapas da obra, pôde ser observado cada conteúdo aprendido nas disciplinas cursadas e vinculá-los aos trabalhos realizados na residência.

Eu, Eric Sander Gonçalves durante a vivência de meu estágio, foi possível agregar o conhecimento adquirido ao longo de minha graduação, com a vivência da prática *in loco*. A experiência de acompanhar uma obra do início trouxe uma visão mais ampla da profissão, que desde o início me fez refletir na economia, segurança, mas sem esquecer da qualidade final da obra pronta. A dúvidas que foram sanadas sobre as várias etapas da obra em andamento, trouxe segurança para alcançar meu objetivo no estágio e relatar isso em meu portfólio de maneira clara e objetiva.

Eu, João Paulo Pereira Abreu, conclui que todos os objetivos esperados na realização da vivencia foram alcançados, como relacionar a teoria a pratica, aprender sobre convivência no canteiro de obra e adquirir conhecimentos práticos. A vivencia além de nos proporcionar um amadurecimento profissional, traz a garantia de novos conhecimentos e experiências, permite uma avaliação crítica, quando relacionado aos conhecimentos adquiridos durante o curso.

Eu, Rafael Souza Diniz, concluo que para execução de uma edificação com excelência, é necessário um projeto estrutural bem elaborado. Após ter realizado minha vivência, no acompanhamento de obras, notei que em todas as fases de um projeto até a entrega da obra finalizada, devemos ter muita atenção e buscar mais conhecimentos em todas as áreas, desde projetos, fundações até supra estrutura, e atualmente, a tecnologia permite aperfeiçoar as técnicas e utilizar materiais com isolamento térmico de alto desempenho, como o EPS (isopor), que também tem um ótimo custo benefício. Dessa forma, a vivência de obra promove o incentivo ao desenvolvimento constante do profissional.

Eu, Rivaldo dos Santos Rodrigues, concluo que alcancei meus objetivos pela vivência onde consegui ter uma maior interação com a prática. De modo que adquiri novos conhecimentos ao longo de todo um desenvolvimento de uma obra onde se dá início com uma reunião com o cliente realizando um croqui, passando pelo desenvolvimento dos projetos e finalizando com a construção.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118. **Projeto de estruturas de concreto - Procedimento**. 2014. Disponível em: <[https://www.galaxcms.com.br/up\\_arquivos/1149/NBR61182014-20190807180913.pdf](https://www.galaxcms.com.br/up_arquivos/1149/NBR61182014-20190807180913.pdf)>. Acesso em: 19 de maio de 2022.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6122. **Projeto e execução de fundações**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://docero.com.br/doc/8cx150n>>. Acesso em: 19 de maio de 2022.

ALBUQUERQUE, P. J. R. de; GARCIA, J. R. **Engenharia de fundações**. 1. ed. LTC, 2020.

ARAÚJO, Marcelo Almeida [1], SANTOS, Martha Jussara Paixão dos [2], PINHEIRO, Heunbner Pereira [3], CRUZ, Zoraide Vieira [4] ARAÚJO, Marcelo Almeida; et. al. **Análise Comparativa de Métodos de Pavimentação – Pavimento Rígido (concreto) x Flexível (asfalto)**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo Do Conhecimento. Ano 01, Edição 11, Vol. 10, pp. 187-196, Novembro de 2016. ISSN: 2448-0959. Disponível em <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/metodos-de-pavimentacao>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projetos de estruturas de concreto: Procedimentos**. Rio de Janeiro, 2016, *apud* BASTOS, P.S.S. Dimensionamento de vigas de concreto armado à força cortante - Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2015

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136: blocos vazados de concreto simples para alvenaria: requisitos**. Rio de Janeiro, 2016. 10 p

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2014). **NBR 6118**. Rio de Janeiro, Brasil.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655: Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento**. Rio de Janeiro: Abnt, 2015. 23 p.

ALBUQUERQUE, Douglas. **Tipos de fundações: qual a importância em uma obra e como escolher a mais adequado**. 2019. Ipog. Disponível em: <https://blog.ipog.edu.br/engenharia-e-arquitetura/tipos-de-fundacoes/>. Acesso em: 02 out. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **ABNT NBR 13.753 Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e corn utilização de argamassa colante - Procedimento**. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **ABNT NBR 14.931 Execução de Estruturas de Concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **ABNT NBR 15.575-2 Edificações habitacionais – Desempenho**. Rio de Janeiro, 2013

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **ABNT NBR 15.696 Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto — Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos**. Rio de Janeiro, 2009

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

Almeida, H.S.C. de; Queiroz Junior, I. de S.; **ESTUDO DE CASO PARA IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA DE EMERGÊNCIA NA CIOSP (CENTRO INTEGRADO DE OPERAÇÕES DA SEGURANÇA PÚBLICA) DE MOSSORO-RN**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) Universidade Federal Rural do Semiárido – UFRS, 2019.

Araújo, M.R.D de **ANÁLISE DE CUSTO DE ALTERNATIVAS SUSTENTÁVEIS PARA UMA RESIDÊNCIA COM FOCO NOS SISTEMAS ELÉTRICOS E HIDRÁULICOS**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) Universidade Federal Rural do Semiárido, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6492: Representação de projetos de arquitetura**. Rio de Janeiro, 1994.

BARATA, Amanda. **100 fachadas de casas modernas e incríveis para inspirar seu projeto**. 2020. TUACASA. Disponível em: <https://www.tuacasa.com.br/fachadas-de-casas-modernas/>. Acesso em: 12 maio 2022.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Sapatas de fundação**. Bauru: Unesp, 2019. Apostila da disciplina: 2133 - estruturas de concreto III. Disponível em: <https://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/concreto3/Sapatas.pdf>. Acesso em: 17 maio 2022.

Borges, L.F.P. **INSTALAÇÕES ELÉTRICAS: Construção de uma rede elétrica dimensionada** em novembro de 2019.

BASTOS, P.S.S. **Dimensionamento de vigas de concreto armado à força cortante**. Disciplina 2123 – Estruturas de Concreto II. Bauru/SP, Departamento Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia - Universidade Estadual Paulista (UNESP), abr/2015, 74p. Disponível em: [http://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/pag\\_concreto2.htm](http://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/pag_concreto2.htm).

BALBO, J. T. **Construção e Pavimentação**. São Paulo/SP, USP – Curso de Engenharia Civil, Notas de aula, Jun/2017,21p.

BAUER, Luiz Alfredo Falcão. **Materiais de construção**. 6. Ed. Rio de Janeiro: Ltc Editora 2019. 568p.

BOTELHO, Manuel Henrique Campos; MARCHETTI, Osvaldemar. **Concreto Armado eu te amo**. 10. Ed. São Paulo: Editora Blucher 2019.

Cabral, Samuel Alves. **SEGURANÇA NA CONSTRUÇÃO CIVIL: Instalações elétricas temporárias** em novembro de 2018.

Câmara, A.A.S da **PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM BAIXA TENSÃO**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2017.

CAMPOS, João Carlos de. **Elementos de Fundação em concreto**. São Paulo: Oficina de textos, 2015. 544 p.

CAPUTO, H.P. **Mecânica dos solos e suas aplicações: Fundamentos**. Vol 1. 6ª ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2015.

CARVALHO, Roberto C.; FILHO, Jasson R. de F. **Cálculo e Detalhamento de Estruturas Usuais de Concreto Armado: segundo a NBR 6118**: 2014. 4. ed. São Paulo: EdUFScar, 2014.

CARVALHO, M. T.; MARCHIORI, F. **Conhecendo o Orçamento de Obras - Como Tornar Seu Orçamento Mais Real**. 1. ed. GEN LTC, 2019.

CHING, F. D. K. **Técnicas de Construção Ilustrada**. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2017.

CORREA, P. M. **Estruturas em Concreto Armado**. 1. ed. São Paulo: Grupo A, 2018.

COELHO JÚNIOR, J. M.; ROLIM NETO, F. C.; ANDRADE, J. S. C. O. **Topografia Geral**. Recife: EDUFRPE, 2014. 156 p.

COSTA, Cláudio et al. **O uso de reciclagem de pavimentos, como alternativa para o desenvolvimento sustentável em obras rodoviárias no Brasil**. Revista Traços, v. 12, n. 26, 2017

CUNHA, A. M.; ABIANTE, A. L.; LUCIO, C. S.; et al. **Construção Civil**. Porto Alegre: SAGAH, 2017.

DER, **Terraplenagem: serviços preliminares**, Espírito Santos – ES, 2018.

DNIT **NORMA 144/2014 – ES. Pavimentação – Imprimação com ligante asfáltico. Especificação de serviço**. Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR/DNIT

DESTERRO CONSTRUÇÕES. **O que é um muro?** 2021. Disponível em: <<https://www.asterroconstrucoes.com.br/blog/construcao/o-que-e-um-muro/>>. Acesso em: 24 de maio de 2022.

FUSCO, P. B.; ONISHI, M. **Introdução à Engenharia de Estruturas de Concreto**. CENGAGE, 2018.

FORTINHO, Pri. **Planta baixa:** Para que serve + modelo de projeto arquitetônico básico. 2020. Arkpad. Disponível em: <https://arkpad.com.br/planta-baixa/>. Acesso em: 12 maio 2022.

GARCIA, Diego. **Porque amamos fachadas de casas bonitas e modernas.** 2016. Transforme sua casa. Disponível em: <https://www.transformesuacasa.com.br/porque-amamos-fachadas-de-casas-bonitase-modernas/>. Acesso em: 12 maio 2022.

GARRISON, Philip. **Fundamentos de Estruturas.** 3. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2018. 428 p.

GRABASCK, J. R.; VENTURI, D. I. S. G.; BARBOSA, E. P.; et al. **Concreto armado aplicado em pilares, vigas-parede e reservatórios.** 1. ed. Porto Alegre: Grupo A, 2021.

HADDAD, A. N. **Comparação entre materiais da construção civil através da avaliação do ciclo de vida: sistema drywall e alvenaria de vedação.** 2013. Tese de Doutorado. Universidade Federal Fluminense.

KOUTI, W. M., & PEREIRA, M. V. (2014). **Estudos das deformações dos corpos (concreto armado) para análise do ponto de ruptura.** Revista InterAtividade , 28-38

LISBOA, Gabriel. **IMPORTÂNCIA DA PLANTA BAIXA NO SEU PROJETO.** 2019. ALICERCE. Disponível em: <https://www.alicerceejr.com/post/importancia-da-planta-baixa-no-seu-projeto-dos-sonhos/>. Acesso em: 17 abril 2022.

MONTENEGRO, Gildo A. **Desenho arquitetônico.** São Paulo: Blucher, 2017. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=IS1dDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA4&dq=corte+de+projeto+arquitet%C3%B4nico&ots=asdObLlvR&sig=ZSFhL1DgEv032M5pMh68FOqKSqU#v=snippet&q=alturas&f=false>. Acesso em: 19 abril 2022.

NEVILLE, A.M.; BROOKS, J.J. **Tecnologia do concreto.** 2. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

PAESE, Michelle Cristine Bonatto. **Análise de sistemas construtivos em madeira implantados na região de Curitiba - Paraná.** 2012. 160 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

PEREIRA, C. **Alvenaria de vedação – Vantagens e Desvantagens. Escola Engenharia,** 2019. Disponível em: Alvenaria de Vedação – Vantagens e Desvantagens – Escola Engenharia.

PEREIRA, Caio. Tipos de fundações. **Escola Engenharia,** 2017. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-fundacoes/>. Acesso em: 04 de Agosto de 2022.

PEREIRA, C. **Viga Baldrame: O que é e como executar - Escola Engenharia.** 2021. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/viga-baldrame/>>. Acesso em: 24 de maio de 2022..

Plentz, P.S. **PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAL ALIADO À IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA – ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2019.

REBELLO, Y. C. P. **Fundações.** Guia Prático de Projeto, Execução e Dimensionamento. Ziguarte, 2007.

RITH, Makara; KIM, Young Kyu; LEE, Seung Woo. **Behavior of RCC-base composite pavement for heavy duty area.** Construction and Building Materials. [S.l.]. Jun., 2018. v. 175. p. 144-151.

ROSSI, F. **Fundações Rasas e Profundas: Entenda a Diferença.** Pedreirão, 2018. Disponível em: <https://pedreirao.com.br/conceitos-de-fundacoes-passo-a-passo/> . Acesso em 17 de maio de 2022.

Saucedo, N.K. **Inspeção visual de instalações elétricas residenciais de baixa tensão.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019.

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

SENA, Gildeon Oliveira de; NASCIMENTO, Matheus leoni Martins; NABUT NETO, Abdala Carim; LIMA, Natália Maria. **Patologia das construções.** Salvador: 2B Educação, 2020. 256 p.

SILVA, Paulo Fernando. **Manual de patologia e manutenção de pavimentos.** 2ª ed. São Paulo: Pini, 2008. v. 1.

SOLANKI, P.; ZAMAN, M. **Design of semi-rigid type of flexible pavements.** International Journal of Pavement Research and Technology, 2017.v. 10, p. 99-111.

**SUA OBRA – O portal da construção.** Disponível em: <<https://www.suaobra.com.br/home>>. Acesso em: 24 de maio de 2022.

TAGLIARI, Ana, FLORIO, Wilson. Ler cortes e aprender arquitetura. **XII internacional Conference on Graphics Engineering for Arts and Design Graphica. 2017.** Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Ana-Tagliari-3/publication/322805031\\_Ler\\_cortes\\_e\\_aprender\\_arquitetura\\_XII\\_International\\_Conference\\_on\\_Graphics\\_Engineering\\_for\\_Arts\\_and\\_Design\\_GRAPHICA\\_2017/links/5a70d61d0f7e9ba2e1cb0b8c/Ler-cortes-e-aprender-arquitetura-XII-International-](https://www.researchgate.net/profile/Ana-Tagliari-3/publication/322805031_Ler_cortes_e_aprender_arquitetura_XII_International_Conference_on_Graphics_Engineering_for_Arts_and_Design_GRAPHICA_2017/links/5a70d61d0f7e9ba2e1cb0b8c/Ler-cortes-e-aprender-arquitetura-XII-International-)

Conference-on-Graphics-Engineering-for-Arts-and-Desing-GRAPHICA-2017.pdf.  
Acesso em: 19 abril 2022

Valle, G.A. **Desenvolvimento de dispositivo amostrador de sinais de tensão e corrente para cálculo das grandezas elétricas referentes à rede e do consumo de energia.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Elétrica/Eletrônica) Universidade Federal de Santa Catarina, 2018.