

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

**PORTFÓLIO ACADÊMICO**

**ANA MAYRA SOUZA MARQUES**  
**BRUNO HENRIQUE MATTA DIZ VARISCO**  
**ROBSON MONTEIRO DE ANDRADE**  
**THALYS GARCIA VIEIRA**  
**WALAN LUIS DE OLIVEIRA**

**ANA MAYRA SOUZA MARQUES**  
**BRUNO HENRIQUE MATTA DIZ VARISCO**  
**ROBSON MONTEIRO DE ANDRADE**  
**THALYS GARCIA VIEIRA**  
**WALAN LUIS DE OLIVEIRA**

## **PORTFÓLIO ACADÊMICO**

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

### **PROFESSOR ORIENTADOR**

Prof. Me. Lucas de Paula Ferreira Souza

### **PRO FESSOR CONVIDADO**

Prof. Me. Luis Eduardo Silveira Dias

### **PRESIDENTE DA BANCA**

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

**Lavras – MG**

**2019**

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Processamento Técnico da  
Biblioteca Central do Unilavras

P849 Portfólio acadêmico / Ana Mayra Souza Marques  
[et al.]; orientação de Lucas de Paula Ferreira Souza. –  
Lavras: Unilavras, 2019.  
116 f. : il.

Portfólio apresentado ao Unilavras como parte das  
exigências do curso de graduação em Engenharia Civil.

1. Projeto arquitetônico. 2. Projeto estrutural. 3. Drenagem  
pluvial. 4. Planilhas orçamentárias. 5. Pavimentação.  
I. Varisco, Bruno Henrique Matta Diz. II. Andrade, Robson  
Monteiro de. III. Vieira, Thalys Garcia. IV. Oliveira, Walan  
Luis de. V. Souza, Lucas de Paula Ferreira (Orient.). VI. Título.

ANA MAYRA SOUZA MARQUES  
BRUNO HENRIQUE MATTA DIZ VARISCO  
ROBSON MONTEIRO DE ANDRADE  
THALYS GARCIA VIEIRA  
WALAN LUIS DE OLIVEIRA

### PORTIFÓLIO ACADÊMICO

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

Aprovado em 33 / 04 / 19

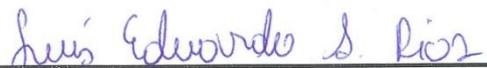
### BANCA EXAMINADORA



---

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

Centro Universitário de Lavras



---

Prof. Me. Luís Eduardo Silveira Dias (Convidado)

Centro Universitário de Lavras



---

Prof. Esp. Gabriela Bastos Pereira (Presidente da Banca)

Centro Universitário de Lavras

Lavras – MG

2019

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho aos meus pais, Marcos Antônio Marques e Maraisa Gonçalves de Souza, aos meus irmãos José Lucas e Marcos Raphael, à minha tia Maria Conceição e minha avó Maria Antônia, que acreditaram na minha capacidade e não mediram esforços para que esse dia chegasse, encorajando-me, dando todo apoio, carinho e amor, que me confortaram em momentos difíceis dessa caminhada. Também aos meus amigos que, de alguma forma, me incentivaram e me ajudaram a trilhar o caminho correto.

**Ana Mayra Souza Marques**

Dedico a minha mãe, familiares e todos os amigos que me apoiaram e não mediram esforços para ajudar-me nessa etapa de minha vida. A todas as pessoas do estágio, pelas experiências que contribuíram em minha formação acadêmica.

Dedico o presente trabalho à minha querida avó Valdete, que me deixou o maior de todos os ensinamentos: a simplicidade. Palavra esta que ela testemunhou com seu exemplo de vida, e que almejo também testemunhar com meu viver.

Dedico este portfolio a minha família por sempre me dar o suporte que precisei. Aos professores e orientador pelo empenho e paciência em passar o conhecimento, aos colegas de sala, enfim, a todos que de alguma forma me apoiaram nesta jornada.

Dedico aos meus pais, Luís Carlos de Oliveira e Maria de Fátima Oliveira, pelo apoio, motivação e sabedoria durante todo percurso da minha graduação. Aos meus irmãos, Wesley e Wellington, sou grato pelo apoio e suporte necessário para eu me manter sempre focado na carreira profissional. Estendo essa dedicatória a minha namorada Brenda Menali pela ajuda, compreensão, críticas, e acima de tudo, pela torcida.

“Não basta ensinar ao homem uma especialidade, pois assim se tornará uma máquina útil e não uma personalidade. É necessário que adquira um sentimento, um senso prático daquilo que vale a pena ser empreendido, daquilo que é belo, do que é moralmente correto.”

Albert Einstein

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela oportunidade de realizar mais um sonho, por ter me dado força e sabedoria para enfrentar os momentos difíceis, e por ter me guiado durante essa etapa da minha vida.

Aos meus pais, Marcos Antônio Marques e Maraisa Gonçalves de Souza, meus irmãos José Lucas e Marcos Raphael, que representam peça chave, equilíbrio e exemplo, serei sempre grata. Obrigada por terem sempre me apoiado nas decisões, muitas vezes difíceis, que tive que enfrentar até aqui.

À minha tia Maria Conceição, meus avós paternos Maria Antônia e José Luís, meus avós maternos Irene e Vicente, pelo apoio, incentivo, exemplo de fé e dedicação em todos os momentos da minha vida.

Ao meu namorado Georgios Magriotis, que, de forma especial e carinhosa, sempre esteve ao meu lado, por ter acreditado em mim e ter me dado todo incentivo e apoio nos momentos de dificuldades.

Aos professores, pela formação, amizade e carinho.

Aos colegas de curso, pela amizade, pelo companheirismo ao longo desses cinco anos, pelo respeito e pela cumplicidade que foram desenvolvidos ao longo do curso, sentirei saudades.

Em especial à minha mãe Maraisa, minha tia Maria Conceição (Dinha) e minha avó Maria Antônia, que sem o apoio, ajuda e dedicação durante todo o curso eu jamais chegaria aqui.

Agradeço a Deus por me proporcionar essa oportunidade de estudar em um curso superior, por me dar forças e saúde durante esse tempo que tive no curso.

A minha família por apoiarem em todos os momentos e a todos que por ventura me auxiliaram durante esse tempo de estudos.

Ao meu chefe Pedro Paulo por ter me aceito na vaga de estágio, contribuindo para o amadurecimento da minha vida profissional, e aos meus amigos que contribuíram em vários momentos durante esse tempo da minha formação, muito obrigado. Agradeço aos professores por me mostrarem o caminho para a realização de meu sonho.

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, e por toda a força que me deu ao longo desta etapa. Agradeço a todas as pessoas que acreditaram no meu sonho de me tornar engenheiro civil, contribuindo para que a realização fosse possível: à minha amada namorada Stela, pela ajuda com os primeiros passos para uma mudança significativa em minha vida; ao então funcionário do setor de Benefícios do Unilavras, Juliano Mesquita, pelo zelo com seu trabalho e amor pelo ato de ajudar; à minha tia Roselene, pelo esforço e disponibilidade em me proporcionar condições de estudar no Unilavras; aos amigos da Consil contabilidade, que me apoiaram com a minha escolha; aos amigos que fiz durante a graduação, pelo companheirismo e cumplicidade ao longos desses anos; aos amigos da Construtora D'Avila Reis, pelos ensinamentos e oportunidade oferecidos; aos amigos da Ciclope, por acreditarem em meu potencial e pela oportunidade dada; aos colaboradores da obra observada, por toda atenção e disponibilidade dedicadas ao meu estudo; aos professores e colaboradores do Unilavras, por todo conhecimento transmitido, pela amizade feita e por todo o zelo oferecido; ao orientador Lucas de Paula, por todo suporte e dedicação ofertados durante a elaboração deste trabalho; finalmente, agradeço à minha família, pela compreensão, pelas orações e pelo apoio proporcionado durante os anos de estudos.

Agradeço primeiramente ao Centro Universitário de lavras “Unilavras”, seu corpo docente e colaboradores.

Aos meus pais pela confiança e pelo apoio para superar mais esta fase de minha vida.

Ao Prefeito Municipal de Itutinga Minas Gerais, Fabiano Ribeiro do Vale pelo convite e pela confiança, a todos funcionários da Prefeitura Municipal de Itutinga e em especial aos colaboradores da Secretaria Municipal de Obras Urbanas pelo bom relacionamento, sem esta oportunidade não seria possível a realização deste portfólio.

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder paciência, força e clareza para concluir mais uma etapa. Em seguida, agradeço as pessoas que colaboraram para realização deste sonho, aos meus pais, Luis Carlos e Fátima Gonçalves que sempre acreditaram e lutaram pela conquista do meu sonho, fazendo o impossível para me ajudar com palavras de motivação e a confiança em Deus para o amparo em momentos de dificuldades. Aos meus irmãos Wesley Gonçalves e Wellington Gonçalves, por estarem presentes em todos os momentos ao meu lado me mantendo focado nesse meu sonho. A minha namorada Brenda Menali, que está sempre ao meu lado, acreditando no meu potencial. Aos meus amigos que tornaram meus dias mais leves durante todos esses anos. Aos meus professores pelo incentivo aos estudos, me levando a correr atrás do conhecimento e ter dedicação à minha graduação. Ao Centro Universitário de Lavras por proporcionar toda estrutura acadêmica e didática dos excelentes professores.

Encerro agradecendo ao meu orientador Lucas de Paula, pelos ensinamentos, paciência e oportunidade de crescimento acadêmico e profissional.

Enfim, gratidão a todos!

## **LISTA DE SIGLAS**

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica  
CAP - Cimento asfáltico de Petróleo  
CBUQ – Concreto Betuminoso Usinado A Quente  
cm - Centímetro  
CM 30 - Asfalto Diluído de Petróleo  
DNIT - Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes  
EAP - Emulsão Asfáltica De Petróleo  
ELS - Estado limite de serviço  
ELU - Estado limite último  
FIES – Financiamento Estudantil  
GPS - Sistema de Posicionamento Global  
ha – Hectare  
kgf/cm<sup>2</sup> - Quilograma força por centímetro quadrado  
kgf/m<sup>2</sup> - Quilograma força por metro quadrado  
kN - Quilo Newton  
kN.m - Quilo Newton vezes metro  
kN/m<sup>3</sup> - Quilo Newton por metro cúbico  
l - Litro  
l/m<sup>2</sup> - Litro Por Metro Quadrado  
m - Metro  
mm - milímetro  
NBR – Norma Brasileira  
PV – Poço de Visita  
PVC – Policloreto de Vinila  
RR-1C - Ruptura Rápida  
t – Taxa De Aplicação  
tf/m<sup>3</sup> - Tonelada Força Por Metro Cúbico  
UFLA – Universidade Federal de Lavras  
°C – Grau Celsius  
Ø – Diâmetro  
2D – Duas dimensões  
3D – Três dimensões

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Apresentação do local de estágio .....	23
Figura 2 - Lote onde será construído .....	25
Figura 3 - Planta baixa do pavimento térreo.....	26
Figura 4 - Planta baixa do pavimento superior .....	27
Figura 5 - Corte transversal.....	29
Figura 6 - Corte longitudinal .....	29
Figura 7 - Desenho da fachada .....	30
Figura 8 - Fachada com gradil.....	31
Figura 9 - Desenho da fachada no SketchUp.....	32
Figura 10 - Renderização da fachada .....	33
Figura 11 - Fachada renderizada de outro ângulo .....	34
Figura 12 - Local de realização do Estágio .....	35
Figura 13 - Tela inicial do <i>software</i> Eberick – 2018.....	37
Figura 14 - Tabela 6.1 da ABNT NBR 6118:2014 – Classe de agressividade ambiental (CAA) .....	38
Figura 15 - Tabela 7.2 da NBR 6118:2014 – Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e cobertura nominal.....	38
Figura 16 - Configuração da classe de agressividade, cobertura e dimensão da brita no <i>software</i> Eberick 2018 .....	39
Figura 17 - Tabela 13.3 ABNT NBR 6118:2014 – Limites para deslocamentos.....	40
Figura 18 - Planta baixa do pavimento subsolo.....	41
Figura 19 - Planta baixa do pavimento térreo.....	42
Figura 20 - Planta baixa do pavimento tipo .....	43
Figura 21 - Interferência da vaga de garagem .....	45
Figura 22 - Deslocamento dos pilares.....	45
Figura 23 - Detalhe da sapata S14.....	47
Figura 24 - Detalhamento do pilar P14 dos pavimentos baldrame-térreo-tipo1 .....	48
Figura 25 - Esforço cortante e fletor da viga V29 .....	49
Figura 26 - Detalhamento da viga V29 do Pavimento Térreo .....	50
Figura 27 - Forma do pavimento térreo.....	51
Figura 28 - Planta de forma do pavimento térreo .....	52
Figura 29 - Pórtico 3D da estrutura .....	53
Figura 30 - Sede Ciclope Empreendimentos e Participações Ltda .....	55

Figura 31 - Demarcação do alinhamento da rede pluvial .....	56
Figura 32 - Escavação de valas .....	57
Figura 33 - Detonação de rocha .....	58
Figura 34 - Acerto de fundo de vala com nivelamento .....	59
Figura 35 - Posicionamento de manilhas de concreto.....	61
Figura 36 - Rejuntamento das manilhas.....	63
Figura 37 - Aterramento das manilhas nas valas .....	64
Figura 38 - Controle empírico de umidade para compactação.....	66
Figura 39 - Compactação das valas .....	67
Figura 40 - Edificação de Poço de Visita.....	68
Figura 41 - Edificação de Boca de Lobo .....	70
Figura 42 - Tapamento e locação dos poços de visita e boca de lobo.....	72
Figura 43 - Dissipador de energia .....	73
Figura 44 - Fachada Prefeitura Municipal de Itutinga- MG .....	75
Figura 45 - Base de preço de insumos e serviços SETOP .....	77
Figura 46 - BDI .....	79
Figura 47 - Valores de BDI por tipo de Obra .....	80
Figura 48 - Projeto Muro da Capela Velório .....	81
Figura 49 - Memorial de Cálculo .....	82
Figura 50 - Planilha Orçamentaria.....	83
Figura 51 - Memorial Descritivo.....	84
Figura 52 - Cronograma Físico-Financeiro.....	85
Figura 53 - Diagrama PERT-CPM.....	87
Figura 54 - Diagrama de Gantt.....	88
Figura 55 - Boletim de Medição.....	89
Figura 56 - Relatório Fotográfico.....	90
Figura 57 - Logo da empresa .....	91
Figura 58 - Fachada do escritório.....	91
Figura 59 - Reforço do subleito com uma camada de solo argiloso.....	93
Figura 60 - Compactação da base com matérias nobres .....	95
Figura 61 - Material usado na base .....	96
Figura 62 - Base compactada com rolo.....	97
Figura 63 - Imprimação da avenida do loteamento .....	98
Figura 64 - Aplicação do revestimento por meio da vibroacabadora.....	102



## **SUMÁRIO**

1. INTRODUÇÃO .....	22
2. DESENVOLVIMENTO .....	23
2.1. Atividades desenvolvidas por Ana Mayra Souza Marques.....	23
2.1.1. Projetos Arquitetônicos .....	24
2.1.2. Levantamento topográfico.....	24
2.1.3. Planta baixa do pavimento térreo .....	25
2.1.4. Planta baixa do pavimento superior .....	26
2.1.5. Corte longitudinal e transversal.....	28
2.1.6. Fachada .....	30
2.2. Atividades desenvolvidas por Bruno Henrique Matta Diz Varisco.....	35
2.2.1. Desenvolvimento do projeto estrutural.....	36
2.2.2. Configurações preliminares das ferramentas do software Eberick .	36
2.2.3. Modelagem da estrutura .....	40
2.2.4. Detalhamento da estrutura no <i>software</i> AutoCad .....	46
2.3. Atividades desenvolvidas por Robson Monteiro de Andrade .....	55
2.3.1. Preparação e Cortes.....	55
2.3.2. Manilhas.....	60
2.3.3. Compactação .....	65
2.3.4. Poços de visita e bocas de lobo.....	68
2.3.5. Dissipação .....	73
2.4. Atividades desenvolvidas por Thalys Garcia Vieira.....	75
2.4.1. Planilhas Orçamentárias .....	75
2.4.2. BDI.....	79
2.4.3. Levantamento de Quantitativos .....	80
2.4.4. Memorial Descritivo.....	83
2.4.5. Cronograma Físico-Financeiro.....	85
2.4.6. Gerenciamento e Acompanhamento de Obra.....	86
2.4.7. Boletim de Medições.....	89
2.5. Atividades desenvolvidas por Walan Luis de Oliveira .....	91
2.5.1. Importância da Pavimentação.....	92
2.5.2. Infraestrutura Urbana .....	93
2.5.3. Imprimação .....	98
2.5.4. Pavimento .....	99
3. AUTOAVALIAÇÃO .....	107
3.1.1. Autoavaliação Ana Mayra Souza Marques .....	107
3.1.2. Autoavaliação Bruno Henrique Matta Diz Varisco .....	108

3.1.3. Autoavaliação Robson Monteiro de Andrade .....	109
3.1.4. Autoavaliação Thalys Garcia Vieira .....	110
3.1.5. Autoavaliação Walan Luis de Oliveira .....	111
4. CONCLUSÃO .....	112
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	114

## 1. INTRODUÇÃO

No presente trabalho são retratadas as experiências vivenciadas pelos discentes do curso de engenharia civil do Centro Universitário de Lavras – UNILAVRAS durante as atividades desenvolvidas no estágio, onde cada graduando adquiriu uma gama de conhecimentos práticos e teóricos em diversas áreas, além de perceber a importância e a necessidade do trabalho em grupo.

Eu, Ana Mayra Souza Marques, realizei meu estágio na empresa EngMinas em Lavras-MG, onde exerci as atividades relacionadas a projetos arquitetônicos e maquetes 3D. Ao longo deste portfólio tais atividades são descritas, correlacionando os assuntos estudados nas aulas com as atribuições do projetista.

Eu, Bruno Henrique Matta Diz Varisco, realizei o estágio com o engenheiro Pedro Paulo de Medeiros Filho, com quem elaborei projetos estruturais no município de Barbacena - MG. O presente trabalho abordará os critérios considerados para a elaboração do projeto estudado, bem como a correlação das normas e assuntos desenvolvidos nas aulas.

Eu, Robson Monteiro de Andrade, realizei as atividades na empresa Ciclope Empreendimentos e Participações Ltda como analista técnico, aproveitando a atividade profissional correlata ao curso de engenharia civil. O estudo foi realizado em um condomínio as margens da represa do Funil, no município de Perdões – MG, onde eu observei o processo de implantação do sistema de captação de águas pluviais para loteamentos, descrevendo cada uma das etapas e correlacionando-as com os assuntos discutidos nas aulas durante a graduação.

Eu, Thalys Garcia Vieira, apresentei neste portfólio as atividades desenvolvidas durante o estágio que realizou na Secretaria Municipal de Obras Públicas na Prefeitura Municipal de Itutinga-MG, exercendo atividades administrativas e executivas no canteiro de obras.

Eu, Walan Luis de Oliveira, realizei o estágio na empresa Ciclope Empreendimentos e Participações Ltda, no loteamento Residencial A Vencedora, em Lavras-MG. O estágio foi realizado no canteiro de obras, sendo responsável pelo controle da qualidade da pavimentação asfáltica, entrada de insumos, levantamento de quantitativos, medição de empreiteiros, dentre outras atribuições.

## **2. DESENVOLVIMENTO**

### **2.1. Atividades desenvolvidas por Ana Mayra Souza Marques**

O presente trabalho foi resultado de uma vivência realizada no escritório da empresa EngMinas, que se encontra na Avenida Dr. Sílvio Menicucci, 1706, Presidente Kennedy, Lavras-MG, tendo como responsáveis os engenheiros civis: Antônio Luiz de Souza Neves e Mateus de Souza Carvalho, com os quais tive oportunidade de expandir meus conhecimentos e colocar em prática as informações adquiridas nas aulas.

O escritório realiza projetos arquitetônicos, estruturais, elétricos, hidrossanitários, maquetes 3D e prevenção e combate ao incêndio (PPCI), além de reformas, regularização de imóveis, execução e administração de obras. A Figura 1 apresenta o local do estágio.

Figura1- Apresentação do local de estágio



Fonte: A autora (2018).

As atividades desenvolvidas durante minha vivência em escritório englobam projetos arquitetônicos e maquetes 3D. É de extrema importância para o graduando a realização destas atividades, para torná-lo apto a desenvolver projetos e adquirir conhecimentos.

### 2.1.1. Projetos Arquitetônicos

Para a realização do projeto arquitetônico é necessário um estudo preliminar, analisando as informações obtidas detalhadamente, como as dimensões do terreno (lote) e a ideia principal do cliente. De acordo com Ávila (2011), o processo de compatibilização se inicia a partir do projeto arquitetônico, preferivelmente na etapa de estudo preliminar, onde ainda há maior possibilidade e flexibilidade de um desenvolvimento compatível com os projetos complementares.

Considero o projeto arquitetônico como o mais importante dentre os outros, pois é através dele que conseguimos elaborar os demais projetos, ou seja, um projeto bem elaborado e detalhado é fundamental para se obter sucesso nos demais. Na elaboração de um projeto arquitetônico, contamos com planta baixa, cortes, fachada, planta de situação e planta de cobertura.

As disciplinas que me deram base para elaboração desse projeto foram Desenho Arquitetônico e Arquitetura e Urbanismo. Em Desenho Arquitetônico, aprendi as principais ferramentas no *software* AutoCAD, como a elaboração de uma planta baixa, corte longitudinal e transversal, cobertura, situação e fachada. Já na disciplina Arquitetura e Urbanismo, aprendi as Leis Municipais que regem as cidades.

### 2.1.2. Levantamento topográfico

Segundo Netto (2014), o terreno onde será construída uma obra deve ser bem conhecido pelos engenheiros e arquitetos, devem-se tomar partido das declividades para ter uma boa locação do projeto, e não fazer cortes e aterros sem necessidade, o que geraria desperdícios.

Antes de realizar o desenho arquitetônico, estive presente no local onde será executada a construção para fazer a medição do lote, como mostra a Figura 2. Através das medições realizadas, cheguei ao resultado de área com 170,10 m<sup>2</sup>, sendo um lote de esquina, localizado em Cristais-MG.

Após todas as medições, viu-se maior necessidade de aterro pela declividade apresentada pelo terreno, para nivelar o lote. Conforme Yazigi (2011), deve-se ter certo cuidado com as áreas aterradas, sendo elas limpas, sem vegetação e entulhos.

Para o pavimento térreo, fez-se um pequeno corte para nivelamento da base da garagem.

Figura 2 -Lote onde será construído



Fonte: A autora (2018).

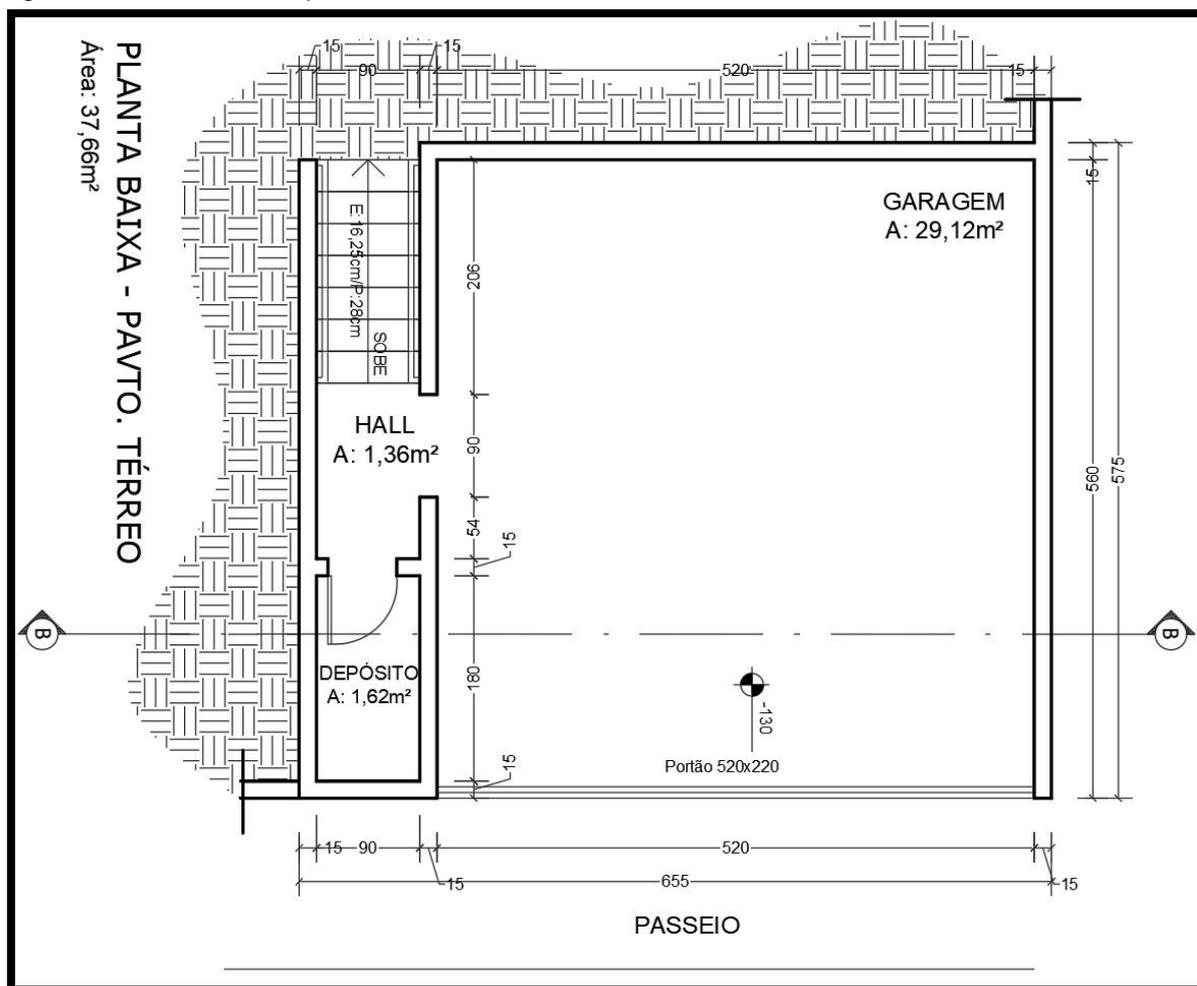
A atividade apresentada está correlacionada com as disciplinas de Topografia I e Topografia II no qual foi estudado cortes, aterros e levantamentos topográficos.

### 2.1.3. Planta baixa do pavimento térreo

A planta baixa é um desenho detalhado de uma vista superior do pavimento no qual irá executar, onde são apresentadas todas as informações detalhadas para um bom entendimento e leitura do projeto, representadas com corte, a uma altura de 1,50 m a partir do piso do pavimento. Todos os pavimentos devem ser apresentados em planta, incluindo a cobertura.

A Figura 3 mostra a planta baixa do pavimento térreo com uma área de 37,66 m<sup>2</sup>, contendo garagem para 2 carros e depósito.

Figura 3- Planta baixa do pavimento térreo



Fonte: A autora (2018).

As plantas devem exibir elementos da construção e informações do desenho, como: paredes, aberturas de portas e janelas, escadas, rampas, projeções e aparelhos sanitários.

#### 2.1.4. Planta baixa do pavimento superior

A Figura 4 mostra a planta baixa do pavimento superior, com área de 126,98 m<sup>2</sup>, somando então, 164,64 m<sup>2</sup> de área a construir. Foram gastos aproximadamente 10 dias para que eu pudesse desenvolver esse projeto até esse resultado.



A casa possui três quartos, sendo uma suíte com closet, sala de estar, sala de jantar, cozinha, banheiro social, área de serviço, área gourmet, depósito e garagem para dois carros, contando também com um jardim externo. Segundo Cullen (2006), um jardim bem projetado pode dispor de pontos de atração visual, compondo toda a paisagem natural.

Para ter uma boa leitura do projeto, o desenho deve dispor de nomes dos ambientes para a separação dos cômodos, dimensões de cada ambiente, linhas de corte para representação de cotas verticais, os títulos também são muito importantes, e por fim, a escala, que é essencial.

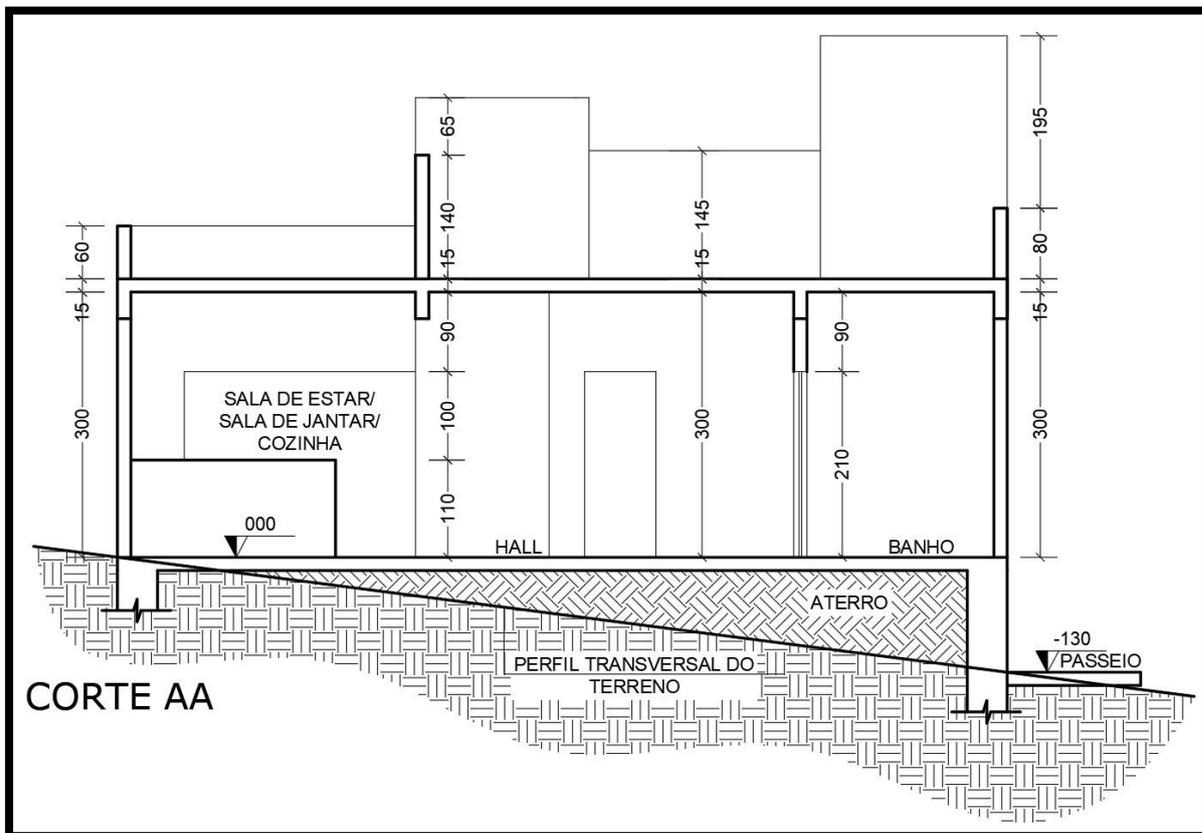
Após a representação da planta baixa no *software* AutoCAD, dei início à elaboração dos cortes longitudinal e transversal.

#### **2.1.5. Corte longitudinal e transversal**

Segundo Netto (2014), o corte de uma edificação consiste em um plano vertical no qual divide a edificação em duas partes, sendo empregado na longitudinal e na transversal. O mesmo deve ser feito de forma que o desenho mostre o máximo de detalhes possível, sendo assim o objetivo é representar a edificação com suas medidas de alturas entre pisos com todos os detalhes construtivos.

O pé direito é a distância entre piso acabado e o teto do pavimento. Neste projeto, adotei pé direito igual a 3,00 m, alturas dos peitoris das janelas são de 1,00 m, exceto a janela da sala com peitoril de 0,40 m e as portas estão padronizadas na altura de 2,10 m. A Figura 5 mostra o corte transversal, representado de uma lateral a outra da planta baixa, o perfil transversal do terreno e a área a ser aterrada.

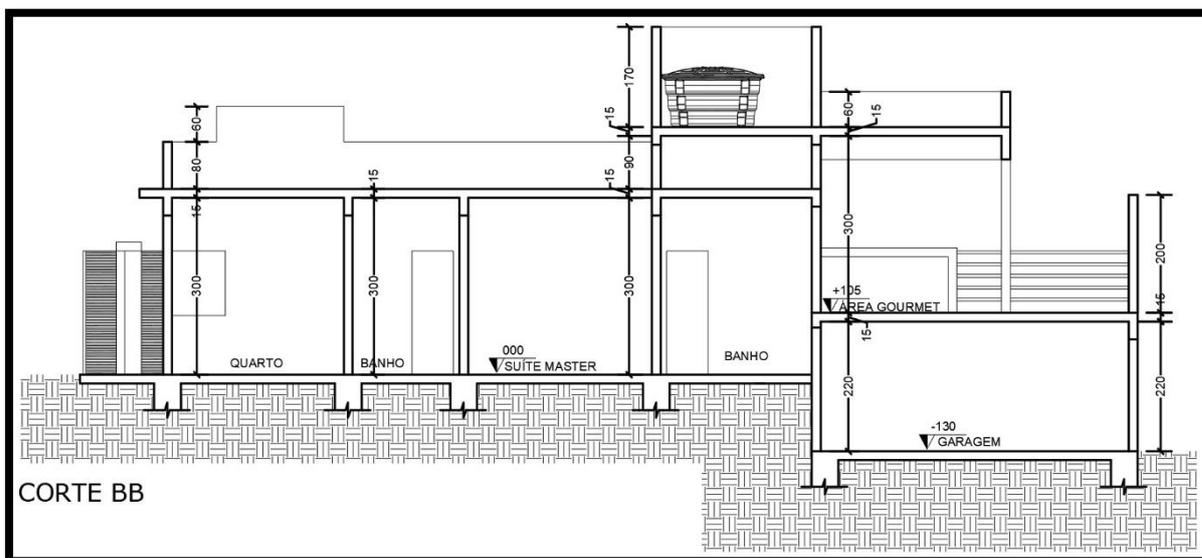
Figura 5 - Corte transversal



Fonte: A autora (2018)

O corte longitudinal é aquele que vai da frente da planta baixa até os fundos, apresentando a mesma função do corte transversal, como mostrado na Figura 6.

Figura 6 - Corte longitudinal



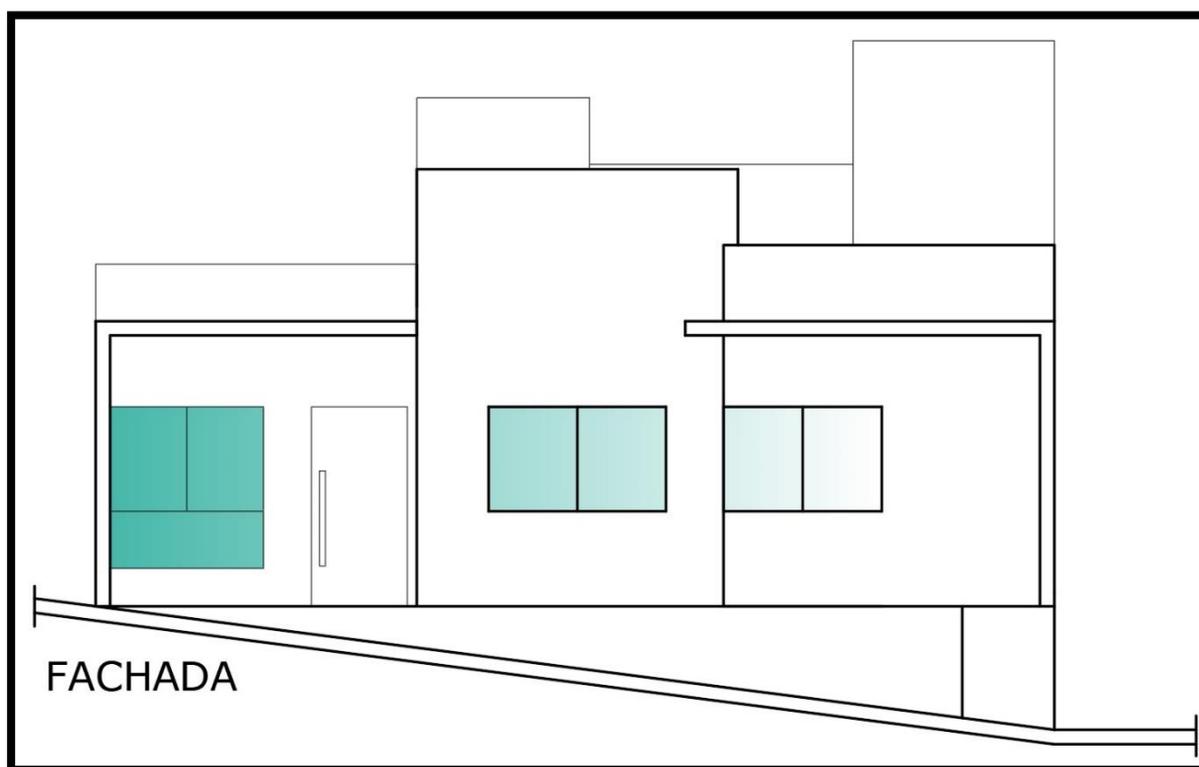
Fonte: A autora (2018).

Uma característica muito visível dos cortes longitudinais é mostrar o perfil do terreno e seus desníveis.

### 2.1.6. Fachada

A fachada é o desenho que mais precisa de cuidado, dedicação e muito detalhe. Essa foi a parte do desenho arquitetônico que mais me identifiquei, que é criar uma representação de planos externos. A estética chama muito a atenção, tanto do cliente, como das pessoas que estão passando pelas proximidades. A Figura 7 mostra como ficou a fachada.

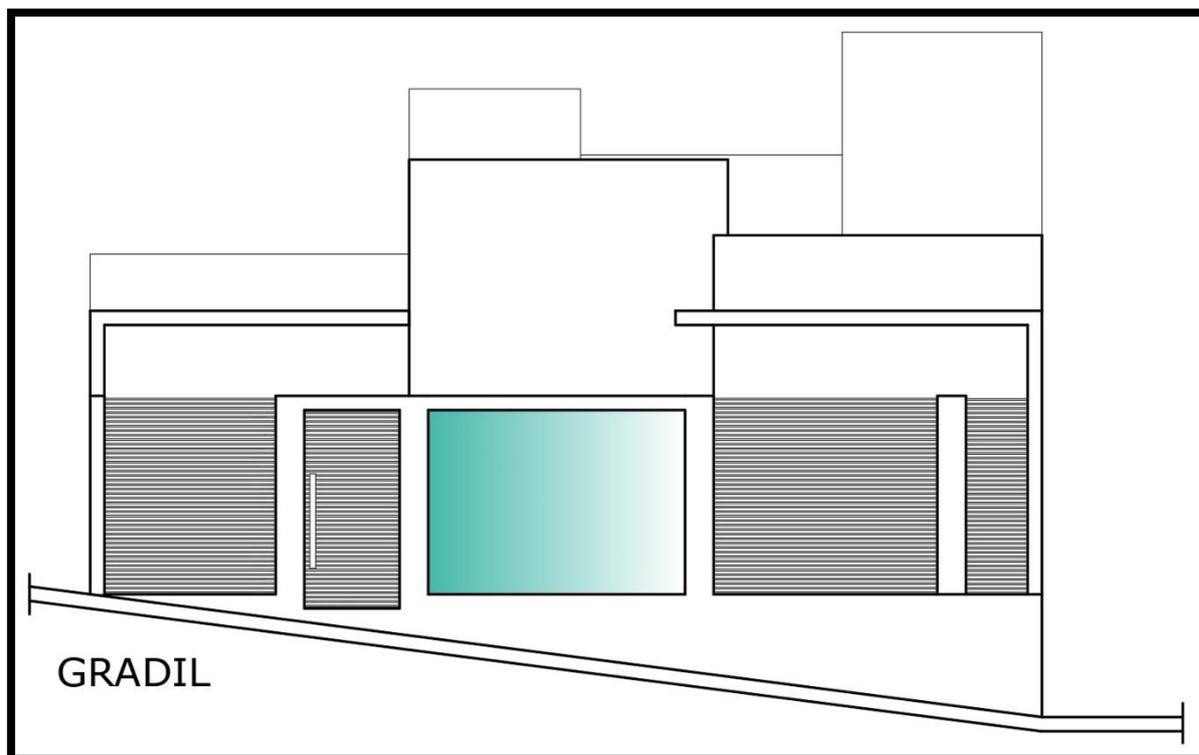
Figura 7 - Desenho da fachada



Fonte: A autora (2018).

Esse desenho da fachada está sem o gradil, para que as pessoas que forem executar a obra tenham melhor visualização e para o cliente ficar atento aos detalhes. A Figura 8 mostra em detalhes como ficou a fachada com o gradil.

Figura 8 - Fachada com gradil



Fonte: A autora (2018).

Optei por usar parte com vidro, para dar melhor acabamento e para ficar com boa estética.

Usei o *software* SketchUp para tornar o projeto mais realista, onde transformei o desenho 2D da fachada em 3D, como mostra a Figura 9. No projeto 3D consegui visualizar alguns detalhes que passou despercebido na planta baixa.

Figura 9 - Desenho da fachada no SketchUp



Fonte: A autora (2018).

De acordo com Oliveira (2014), a ferramenta de trabalho SketchUp consiste em uma ferramenta que transforma projetos 2D em projetos 3D, além disso tem uma interface de trabalho simplificada no qual permite o usuário rápida e fácil modelagem de maquetes 3D gerando melhor visão para o cliente de seu projeto.

O Desenho em 3D mostra ao cliente o projeto em todos os ângulos, dando-lhe a liberdade de modificar ou acrescentar algo.

Os *softwares* são grandes aliados do arquiteto e engenheiro civil pois, com eles conseguimos trabalhar com as ideias e criar um modelo que talvez não conseguimos visualizar somente no desenho 2D. Como essa é a área que mais me identifiquei no estágio, também fiz a renderização dessa fachada no *software* Lumion 8, como mostra a Figura 10.

Figura 10 - Renderização da fachada



Fonte: A autora (2018).

O *software* utilizado me chamou muito a atenção pela qualidade de fotorrealismo e renderização em frações de segundos, com uma coleção de plantas, árvores, pessoas e carros com uma qualidade impressionante, deixando a fachada muito mais real do que no *software* SketchUp. O Lumion possui suporte para importação de modelos do sketchUp, e também um conjunto de ferramentas de modelagem.

A Figura 11 mostra a fachada de outro ângulo, retratando que os critérios estabelecidos pelo cliente foram atendidos mesmo com a limitação de área do lote, que possui apenas 170,10 m<sup>2</sup>.

Figura 11 - Fachada renderizada de outro ângulo



Fonte: A autora (2018).

Após a análise da proposta apresentada, o cliente aprovou o projeto e em seguida, as plantas foram colocadas em uma prancha para impressão. O projeto e toda documentação necessária foram levados até a prefeitura de Cristais, para que fossem avaliados pelo setor de obras. Após a análise, o setor aprovou os documentos, e emitiu a autorização para a construção da residência.

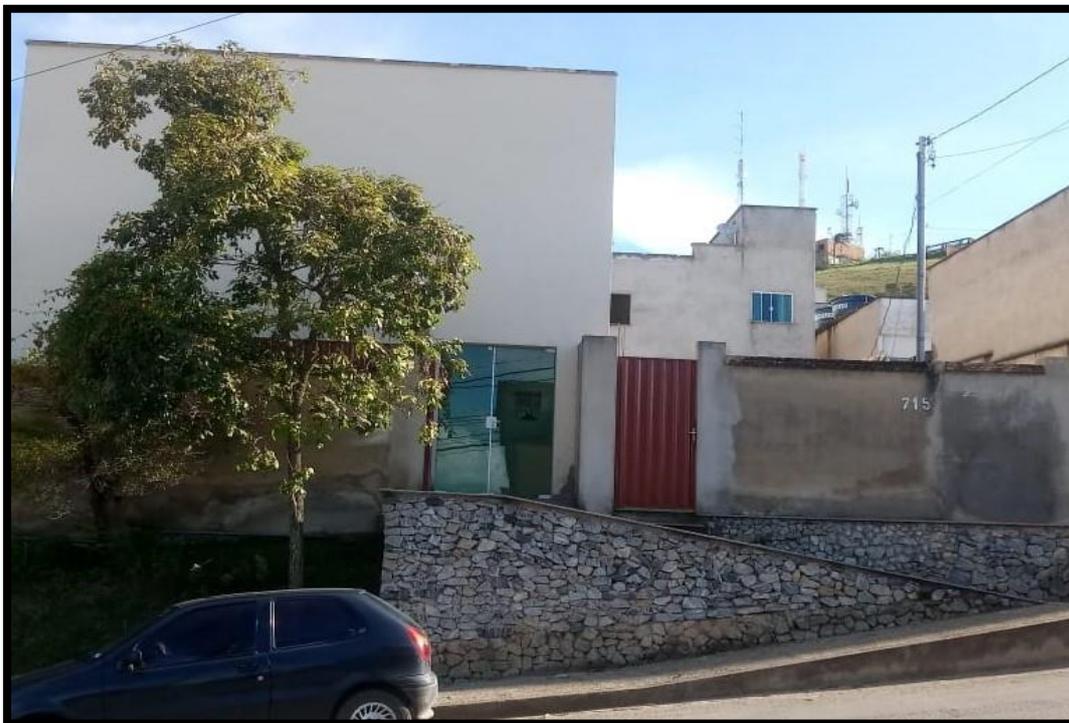
Essas foram as representações gráficas elaboradas por mim. A aprovação do projeto junto ao órgão competente, bem como a satisfação do cliente, me proporcionou um sentimento de dever cumprido com o projeto desenvolvido.

## 2.2. Atividades desenvolvidas por Bruno Henrique Matta Diz Varisco

Realizei o estágio com o engenheiro Pedro Paulo de Medeiros Filho, na cidade de Barbacena – MG. O escritório de engenharia é especializado na elaboração de projetos arquitetônicos, estruturais e elétricos, além de acompanhamento técnico de obras.

A Figura 12 mostra fachada da edificação onde se localiza o escritório em que realizei o meu estágio.

Figura 12- Local de realização do Estágio



Fonte: O autor (2018).

Durante o semestre, desenvolvi um projeto estrutural no *software* Eberick – 2018 de um edifício residencial de seis pavimentos e um subsolo na cidade de Barbacena – MG, detalhando as etapas de dimensionamento e a funcionabilidade do *software*. Nessa etapa, foi possível assimilar a prática do dimensionamento com os conhecimentos adquiridos nas disciplinas de Mecânica Aplicada, Mecânica dos Sólidos I e II, Estática I e II, Mecânica dos Solos I e II, Sistemas Estruturais, Concreto Armado I e II e Fundações, verificando assim a inter-relação das disciplinas supracitadas, bem como a aplicabilidade de cada uma delas no trabalho de um engenheiro calculista.

### **2.2.1. Desenvolvimento do projeto estrutural**

Primeiramente houve uma consulta prévia ao projeto arquitetônico e à arquiteta que o desenvolveu, para a definição do modelo estrutural a ser utilizado, visando minimizar incompatibilidades e proporcionar ao projeto a máxima eficiência estrutural.

Posteriormente, passamos ao projeto estrutural propriamente dito, com a escolha do sistema estrutural empregado.

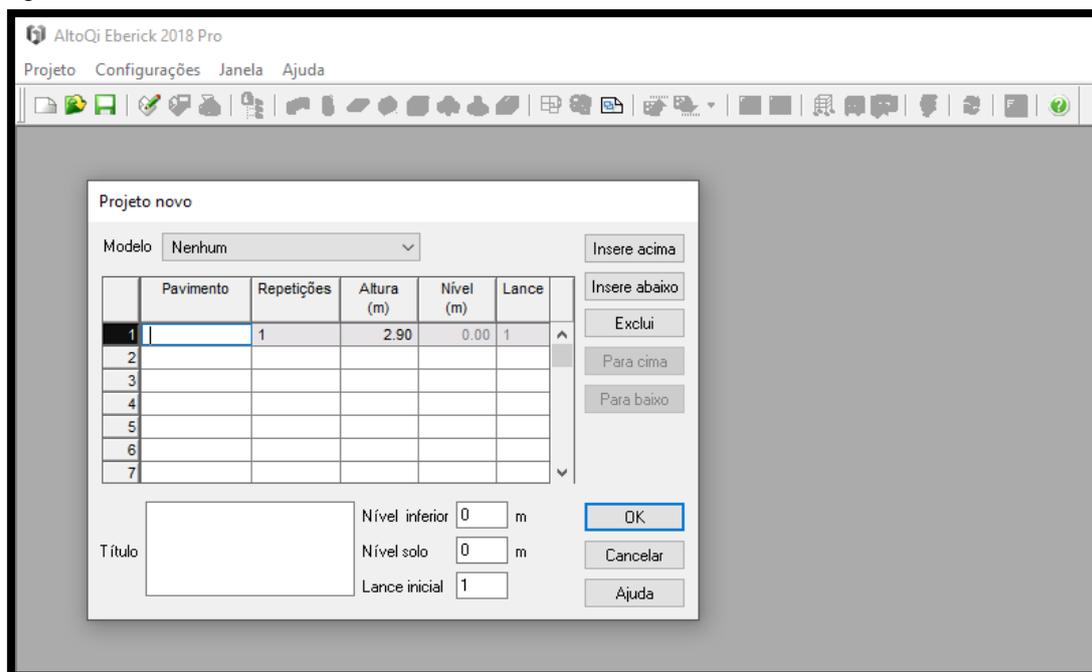
Quando os projetos são pensados em conjunto, é possível realizar uma edificação com grande potencial. A harmonia entre a estrutura da edificação e a arquitetura definida para a obra é essencial para que as concepções definidas no anteprojeto sejam aplicadas à obra.

“Um mesmo projeto arquitetônico entregue a dez engenheiros diferentes resultará em dez soluções diferentes” (SANTOS, 2017). Diante do exposto pelo autor anteriormente mencionado, é possível constatar a variabilidade de projetos que podem surgir a partir de um projeto arquitetônico. Por isso, é importante que o engenheiro calculista e o arquiteto troquem informações, para viabilizar a execução sem a necessidade de adequações nos projetos.

### **2.2.2. Configurações preliminares das ferramentas do software Eberick**

Antes de começar o lançamento, dimensionamento e detalhamento da estrutura, houve a análise e posterior configuração dos parâmetros do *software*, como mostra a Figura 13. Essas configurações têm impacto direto no dimensionamento dos esforços sofridos pela estrutura.

Figura 13- Tela inicial do software Eberick – 2018



Fonte: O autor (2018).

### 2.2.2.1. Configuração a resistência do solo

Define-se as características do solo e os parâmetros necessários para o cálculo da fundação da estrutura. Para se ter os parâmetros do solo, é recomendado fazer a sondagem com o método do SPT (Standard Penetration Test ou Sondagem a Percussão) que fornece dados mostrando a resistência do solo. Essas informações influenciam no cálculo da armadura e da dimensão da fundação.

O projeto não foi executado juntamente com o estudo SPT, então o engenheiro responsável, com experiência e conhecimento do solo na região, pediu para que a fundação fosse calculada com a resistência do solo igual a 2,5 kgf/cm<sup>2</sup>.

Tecnicamente, tomei conhecimento da não conformidade empregada no processo adotado por meu supervisor, visto que o procedimento correto seria o estudo SPT no lote a ser edificado. Porém, como o supervisor garantiu ter feito estudos nas proximidades da edificação (construções vizinhas) em projetos anteriores, acatei sua recomendação, adotando a resistência por ele indicada.

### 2.2.2.2. Configuração da classe de agressividade e cobertura das armaduras.

O primeiro critério a ser considerado é a localidade da edificação, para que seja comparado com os parâmetros da Figura 14.

Figura 14 – Tabela 6.1 da ABNT NBR 6118:2014 – Classe de agressividade ambiental (CAA)

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
	I	Fraca	Rural Submersa
II	Moderada	Urbana <sup>a, b</sup>	Pequeno
III	Forte	Marinha <sup>a</sup> Industrial <sup>a, b</sup>	Grande
IV	Muito forte	Industrial <sup>a, c</sup> Respingos de maré	Elevado

Fonte: NBR 6118, ABNT (2014).

Para o projeto em questão, foi adotada a classe de agressividade II, por ser uma edificação construída em um bairro com malha urbana consolidada, tendo assim um baixo grau de deterioração da estrutura. Posteriormente é definido o cobrimento da armadura, de acordo com a Figura 15. Após a determinação destes fatores, foram inseridos os respectivos valores na configuração do *software* para serem considerados no dimensionamento.

Figura 15 – Tabela 7.2 da NBR 6118:2014 – Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e cobrimento nominal

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV <sup>c</sup>
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje <sup>b</sup>	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo <sup>d</sup>	30		40	50
Concreto protendido <sup>a</sup>	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

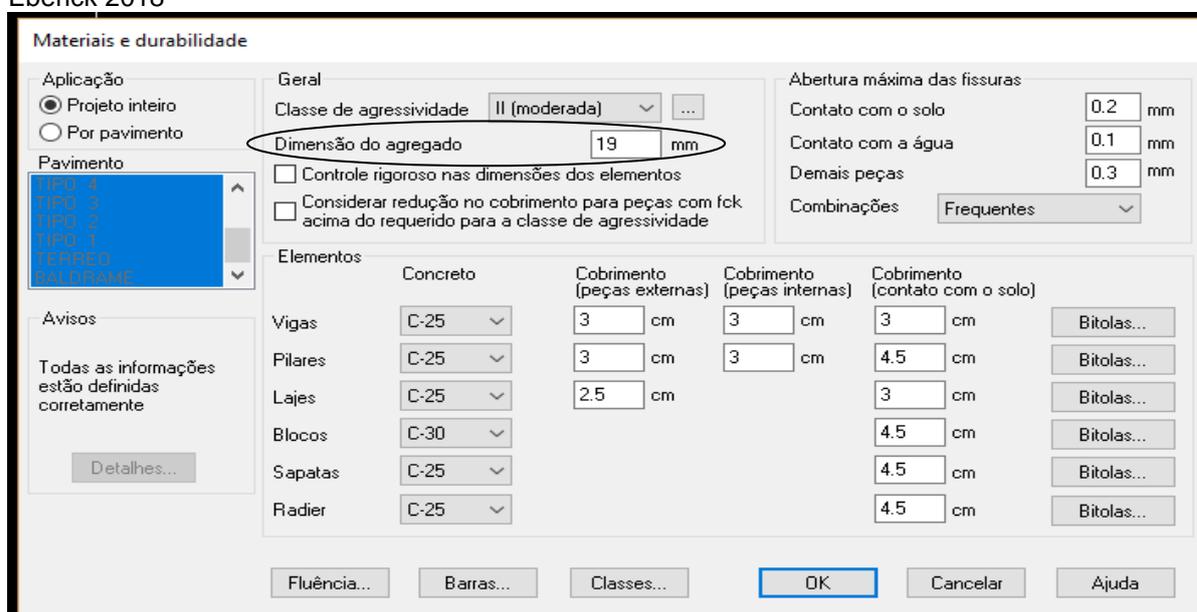
Fonte: NBR 6118, ABNT 2014.

### 2.2.2.3. Configuração da dimensão dos agregados

A dimensão dos agregados na dosagem de concreto tem influência direta na distribuição de barras nos elementos da seção transversal, pois o espaçamento de barras depende da dimensão do agregado, conforme disposto no item 18.3.2.2 da NBR 6118 (ABNT, 2014).

Neste projeto foi utilizado o agregado de 19 mm de diâmetro (Brita 1 de acordo com a NBR 7211), conforme a Figura 16.

Figura 16 – Configuração da classe de agressividade, cobrimento e dimensão da brita no software Eberick 2018



Elementos	Concreto	Cobrimento (peças externas)	Cobrimento (peças internas)	Cobrimento (contato com o solo)	
Vigas	C-25	3 cm	3 cm	3 cm	Bitolas...
Pilares	C-25	3 cm	3 cm	4.5 cm	Bitolas...
Lajes	C-25	2.5 cm		3 cm	Bitolas...
Blocos	C-30			4.5 cm	Bitolas...
Sapatas	C-25			4.5 cm	Bitolas...
Radier	C-25			4.5 cm	Bitolas...

Fonte: O autor (2018).

### 2.2.2.4. Configurações de flechas e deslocamento da estrutura

De acordo com o item 6.1 da NBR 6118 (ABNT, 2014):

As estruturas de concreto devem ser projetadas e construídas de modo que sob as condições ambientais previstas na época do projeto e quando utilizadas, conforme preconizado em projeto, conservem sua segurança, estabilidade e aptidão em serviço durante o período correspondente à sua vida útil.

Uma estrutura deve atender a requisitos de qualidade, considerando não apenas a avaliação da mesma à segurança (ELU), mas também o seu desempenho em serviço (ELS), durabilidade e vida útil (NBR 6118, ABNT, 2014).

Analisando a NBR 6118 (ABNT, 2014), verifica-se a relevância dos deslocamentos que ocorrem na estrutura. Estes deslocamentos devem ser

considerados no dimensionamento para garantir a estabilidade da estrutura quando solicitada.

Os limites de deslocamentos de flechas em vigas e lajes são representados pela Figura 17. Caso estes não sejam respeitados, segundo a norma citada anteriormente, a edificação poderá sofrer com a perda da qualidade visual, gerando desconforto aos usuários.

Figura 17 – Tabela 13.3 ABNT NBR 6118:2014 – Limites para deslocamentos

Tipo de efeito	Razão da limitação	Exemplo	Deslocamento a considerar	Deslocamento-limite
Aceitabilidade sensorial	Visual	Deslocamentos visíveis em elementos estruturais	Total	$l/250$
	Outro	Vibrações sentidas no piso	Devido a cargas acidentais	$l/350$
Efeitos estruturais em serviço	Superfícies que devem drenar água	Coberturas e varandas	Total	$l/250^a$
	Pavimentos que devem permanecer planos	Ginásios e pistas de boliche	Total	$l/350 + \text{contraflecha}^b$
			Ocorrido após a construção do piso	$l/600$
Elementos que suportam equipamentos sensíveis	Laboratórios	Ocorrido após nivelamento do equipamento	De acordo com recomendação do fabricante do equipamento	
Efeitos em elementos não estruturais	Paredes	Alvenaria, caixilhos e revestimentos	Após a construção da parede	$l/500^c$ e 10 mm e $\theta = 0,0017 \text{ rad}^d$
		Divisórias leves e caixilhos telescópicos	Ocorrido após a instalação da divisória	$l/250^c$ e 25 mm
		Movimento lateral de edifícios	Provocado pela ação do vento para combinação frequente ( $\psi_1 = 0,30$ )	$H/1700$ e $H/850^e$ entre pavimentos <sup>f</sup>
		Movimentos térmicos verticais	Provocado por diferença de temperatura	$l/400^g$ e 15 mm

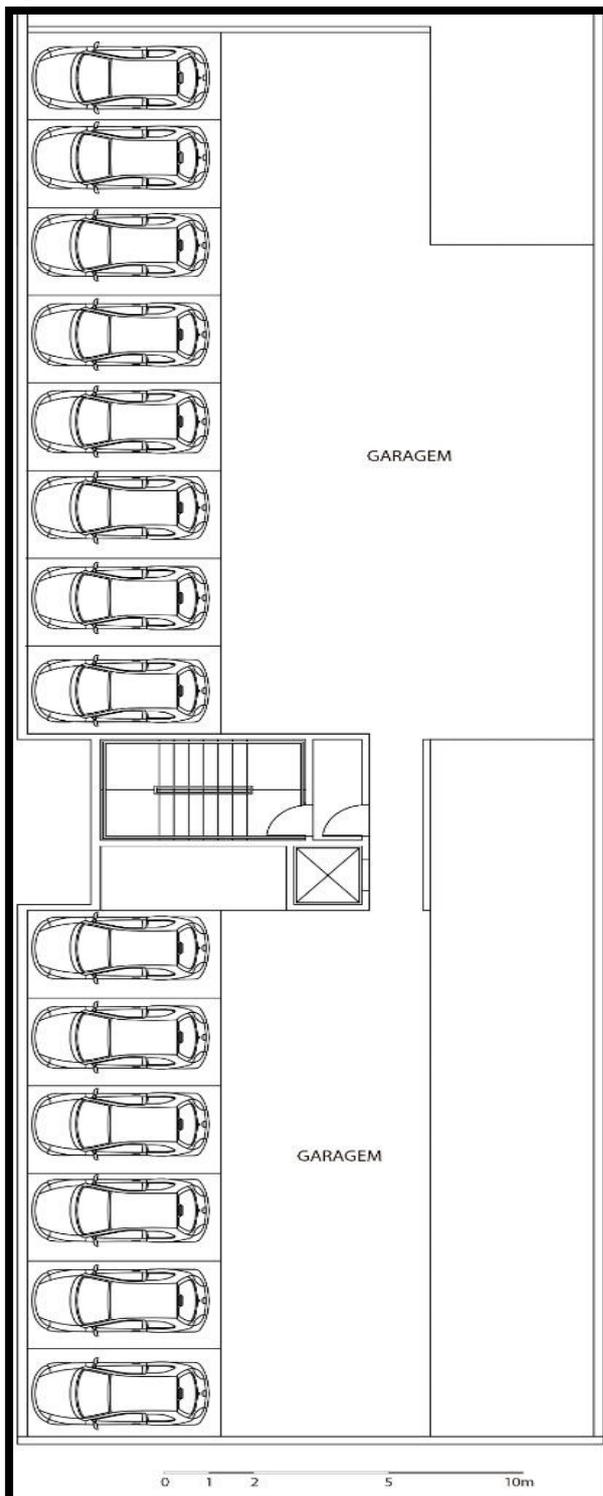
Fonte: NBR 6118, ABNT (2014).

### 2.2.3. Modelagem da estrutura

O projeto arquitetônico foi elaborado com os seguintes pavimentos: subsolo, térreo, seis pavimentos tipo e reservatório de água em seu último pavimento.

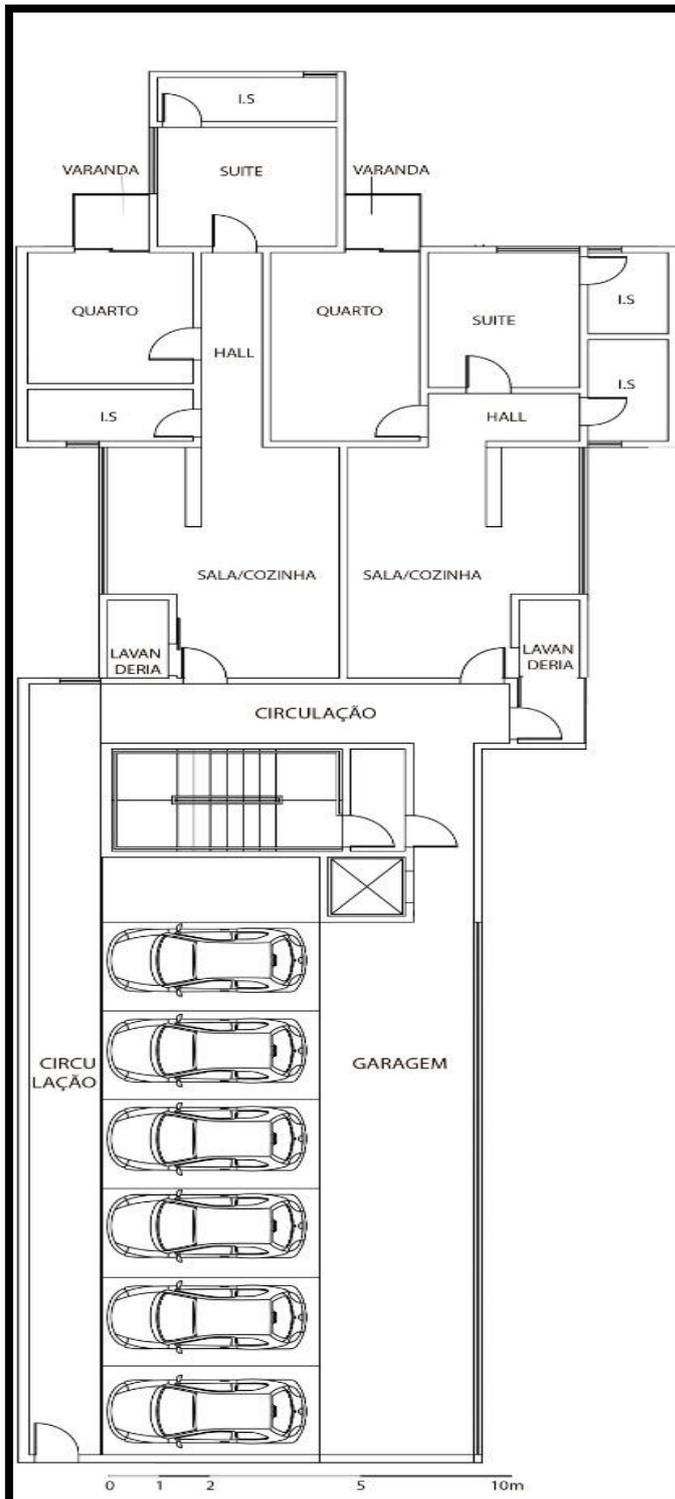
O subsolo é de uso exclusivo de garagem, como mostra a Figura 18. Por esse motivo, foi adotada a altura de pé direito de 2,90 m. Vale destacar que esse arranjo permite no mínimo uma vaga de garagem para cada apartamento.

Figura 18 - Planta baixa do pavimento subsolo



O pavimento térreo é composto por uso misto, sendo parte para garagem e parte para apartamentos, ambos com pé direito de 2,90 m, como representado na Figura 19.

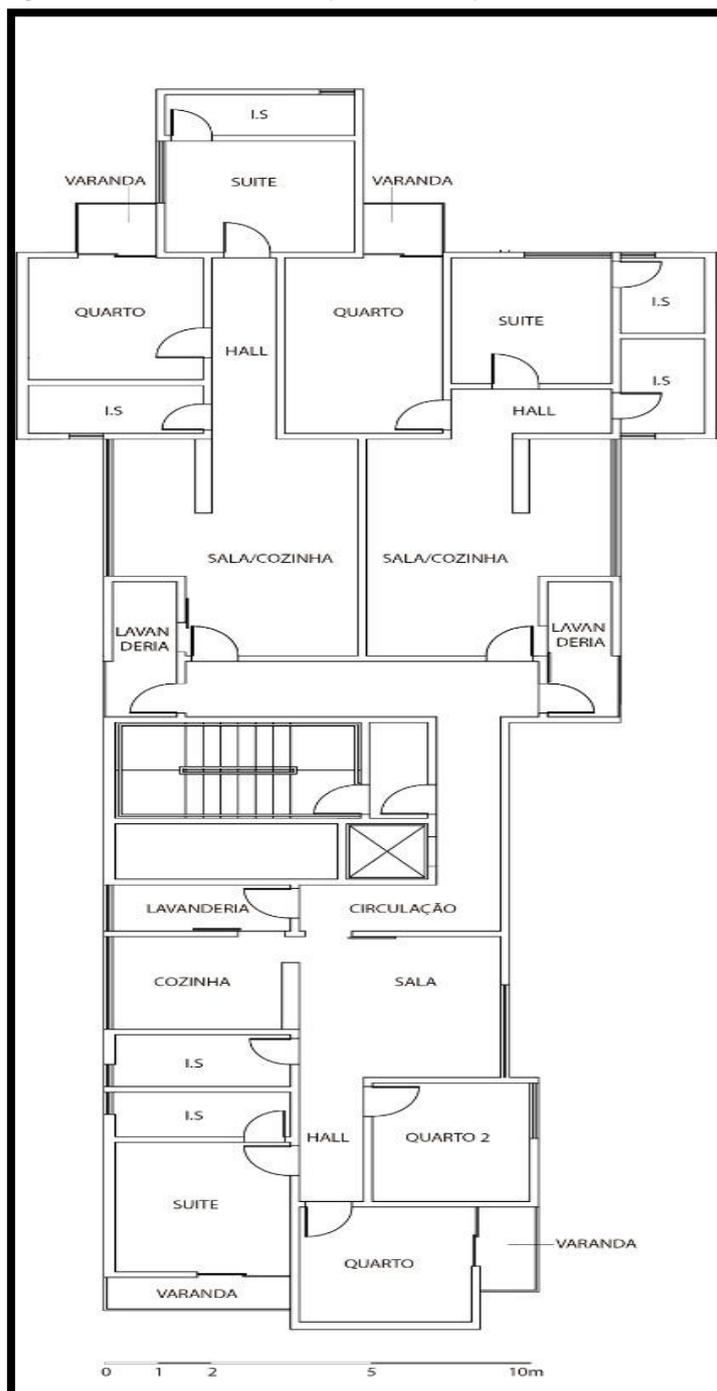
Figura 19 - Planta baixa do pavimento térreo



Fonte: Arquiteta Paula Caroline das Graças da Silva (2018).

Os seis pavimentos tipo são de uso exclusivo de apartamentos, dispostos conforme a Figura 20. Apresentam tipologias diversificadas, podendo ser de dois ou três dormitórios, ambos com uma suíte cada. O pé direito dos pavimentos é de 2,90 m, tendo acima deste último uma laje a 1,50 m de altura, destinada ao recebimento do reservatório de água do prédio.

Figura 20 - Planta baixa do pavimento tipo



Com o projeto arquitetônico em mãos, foi realizado o estudo no *software* AutoCad. Para esse estudo foram necessárias as plantas baixas para propor a locação de pilares da estrutura, de modo a causar mínima interferência nas garagens e pavimentos, garantido a compatibilidade da estrutura com o projeto arquitetônico.

A partir das normativas e dos conhecimentos adquiridos no estágio, foram estabelecidas em conjunto com o engenheiro responsável as seções de pilares, vigas e lajes. Dessa forma, a estrutura inicialmente foi lançada com as seguintes configurações:

- Pilares: seção de 20x50 cm
- Vigas: seção de 20x40 cm
- Lajes: seção de 12 cm

Segundo a NBR 6120 (ABNT, 1980), definimos os seguintes carregamentos:

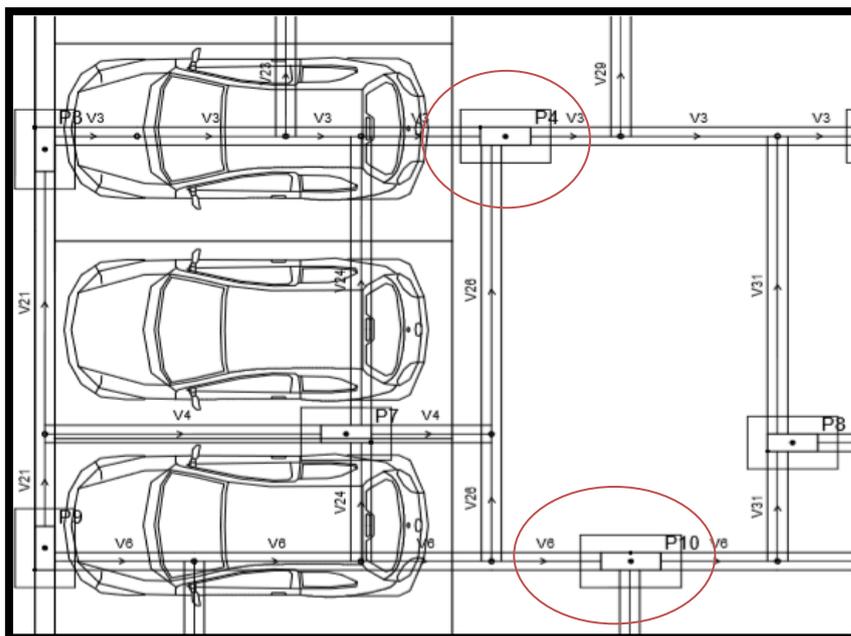
- Acidental: 150 kgf/m<sup>2</sup>
- Revestimento: 100 kgf/m<sup>2</sup>
- Caixa d'água: 4x1770 kgf/m<sup>2</sup> (base de referência caixa de água 5000 L com base redonda de diâmetro 1,85 m)

Em relação as fundações, foram utilizadas sapatas isoladas para a transferência das cargas acumuladas nos pilares para o solo.

Durante a concepção estrutural, houve a necessidade de utilização de vigamento de transição, com conseqüente deslocamento de pilares para não haver interferências nas vagas de garagem localizadas no subsolo.

A Figura 21 representa a incompatibilidade da locação do pilar, visto que este está situado no local previsto para vaga de veículo. É fundamental que a estrutura satisfaça a arquitetura definida.

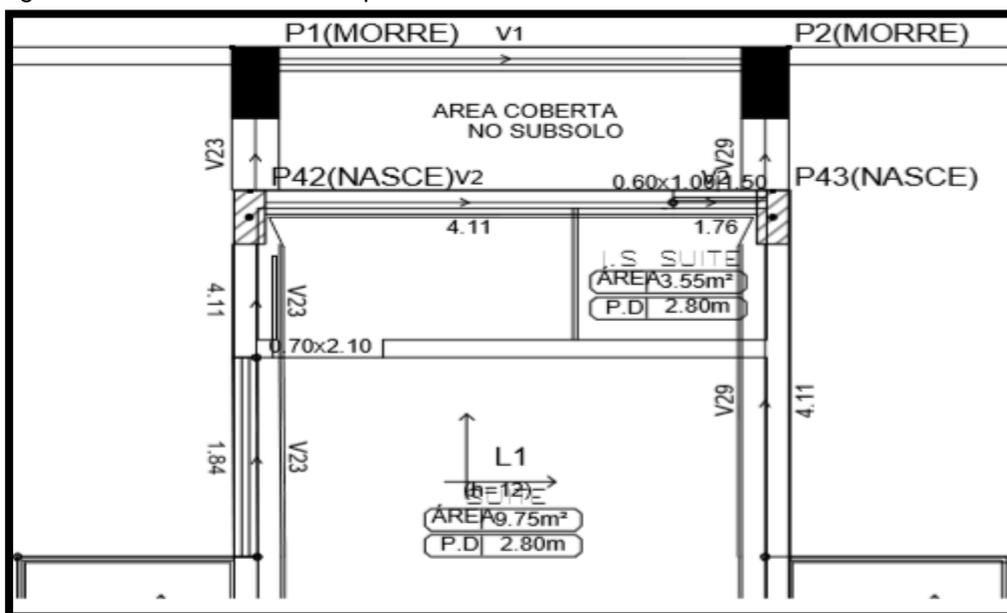
Figura 21– Interferência da vaga de garagem



Fonte: O autor (2018).

A Figura 22 evidencia o deslocamento dos pilares, permitindo que a vaga seja utilizada sem quaisquer tipos de incompatibilidade. Vale destacar que o sistema construtivo utilizado para este deslocamento foi dimensionado para suportar os esforços provenientes desta alteração.

Figura 22 - Deslocamento dos pilares



Fonte: O autor (2018).

A viga de transição é responsável por transferir a carga dos pilares dos pavimentos superiores para outro pilar no pavimento inferior com eixo deslocado em relação aos demais pavimentos. Por isso, é o elemento estrutural mais solicitado e delicado de todo o dimensionamento para este estudo de caso. A solução estrutural supracitada permitiu a melhora da mobilidade de veículos.

Com a estrutura completa, lançando as cargas de parede e revestimentos, foi analisado o alinhamento dos elementos, para verificar a existência de possíveis falhas e desalinhamentos.

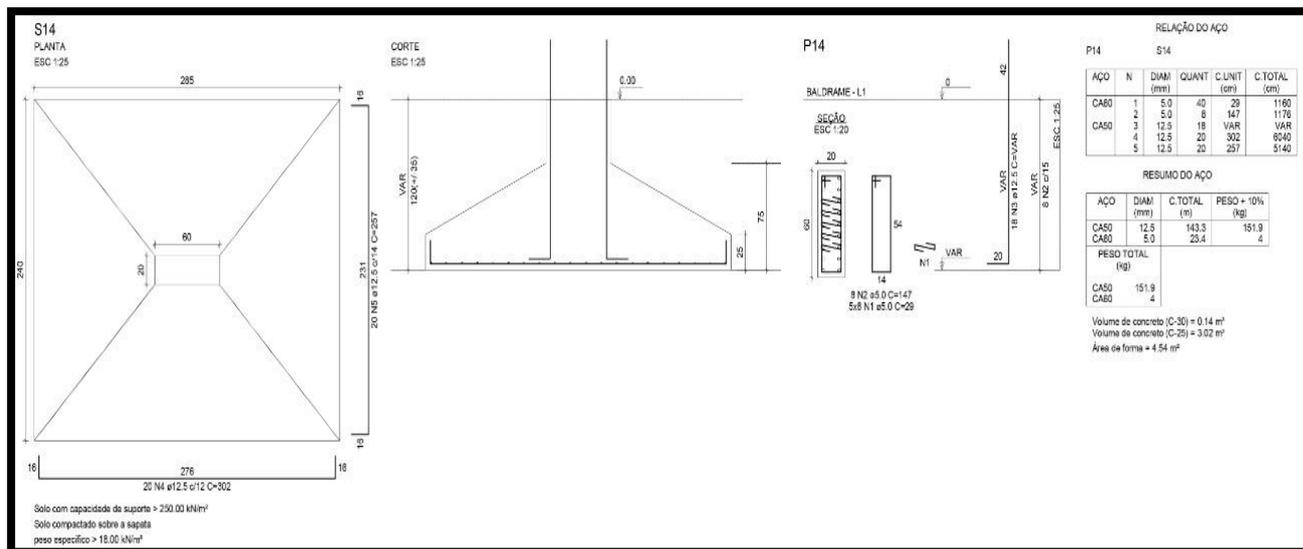
Posteriormente foi feito o processamento dos dados, obtendo os resultados para análise e verificação. Exibidos os detalhamentos das peças de concreto armado, foi feita a exportação das peças em formato compatível com o *software* AutoCad.

#### **2.2.4. Detalhamento da estrutura no *software* AutoCad**

O principal objetivo de exportar o modelo para esse *software* é a organização das pranchas para posterior plotagem. Tal procedimento é inviável no *software* de dimensionamento, dada a sua complexidade organizacional. Abaixo constam alguns exemplos de como essa organização é feita em diferentes níveis do projeto.

Na Figura 23, há o dimensionamento da sapata S14, obtendo o detalhamento com dimensões de 285x240 cm, com 20 Ø 12,50 mm c/12 no eixo X e 20 Ø 12,5 mm c/14 no eixo Y.

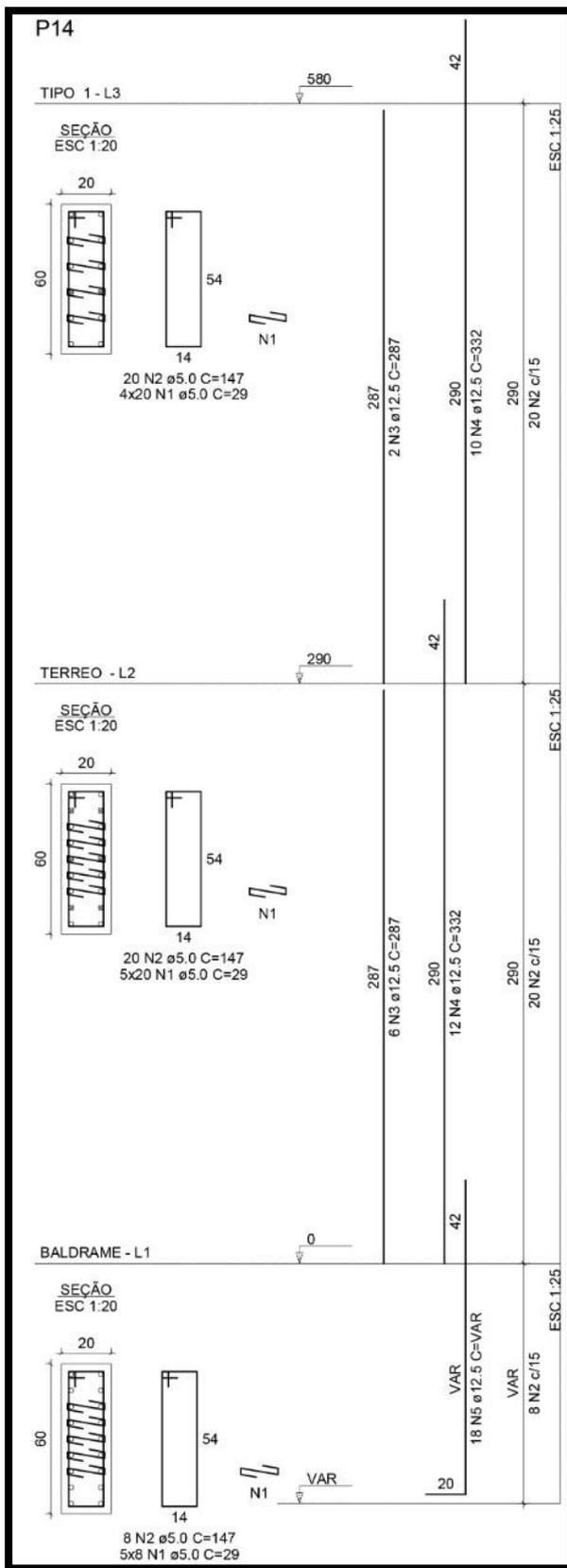
Figura 23 – Detalhe da sapata S14



Fonte: O autor (2018).

Na Figura 24, podemos ver o dimensionamento do pilar P14 e as resultantes das cargas provenientes das vigas, lajes e pavimentos superiores, obtendo assim o detalhamento do pilar.

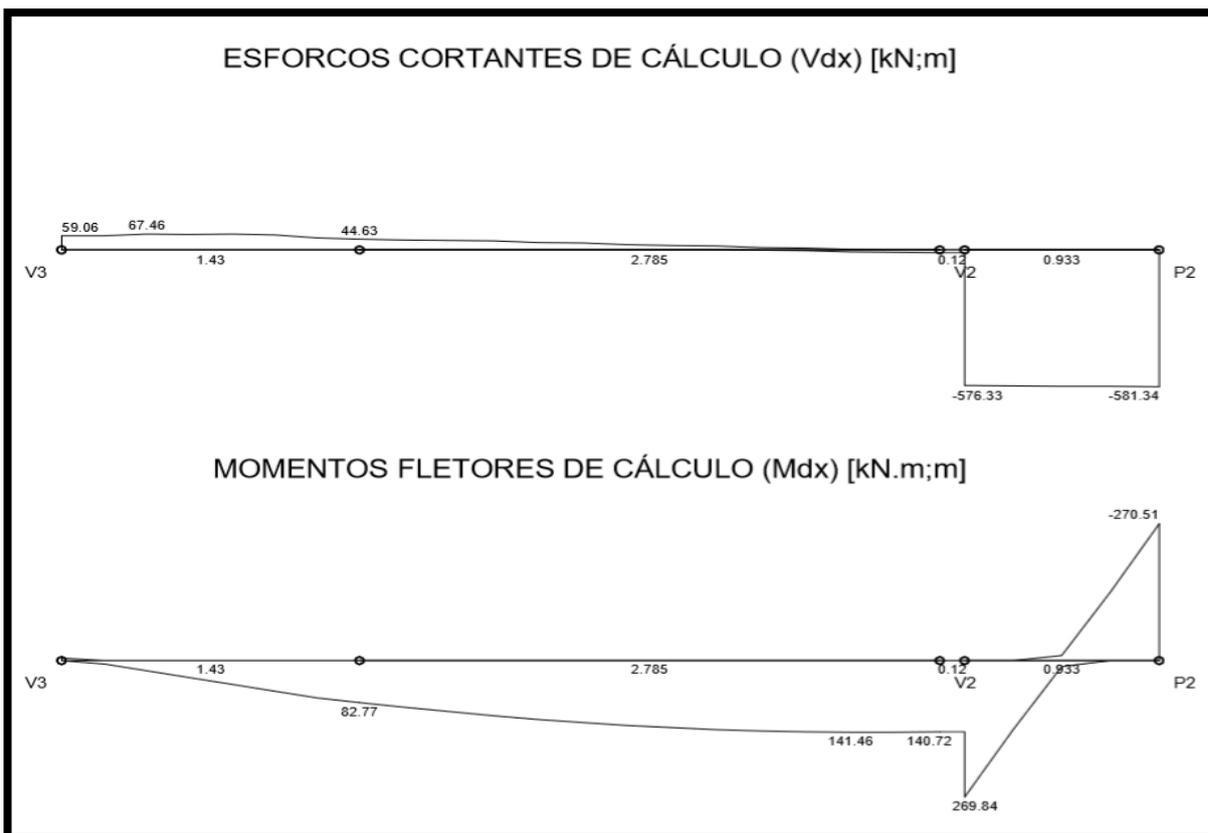
Figura 24 - Detalhamento do pilar P14 dos pavimentos baldrame-térreo-tipo1



Fonte: O autor (2018).

O dimensionamento da viga de transição V29 alcançou o equilíbrio de forças positivas e negativas. Os valores obtidos pelo *software* de dimensionamento demonstram esse fato, com esforço cortante máximo de -576,33 kN e momentos fletores de -270,51 kN.m e +269,84 kN.m, como mostra a Figura 25.

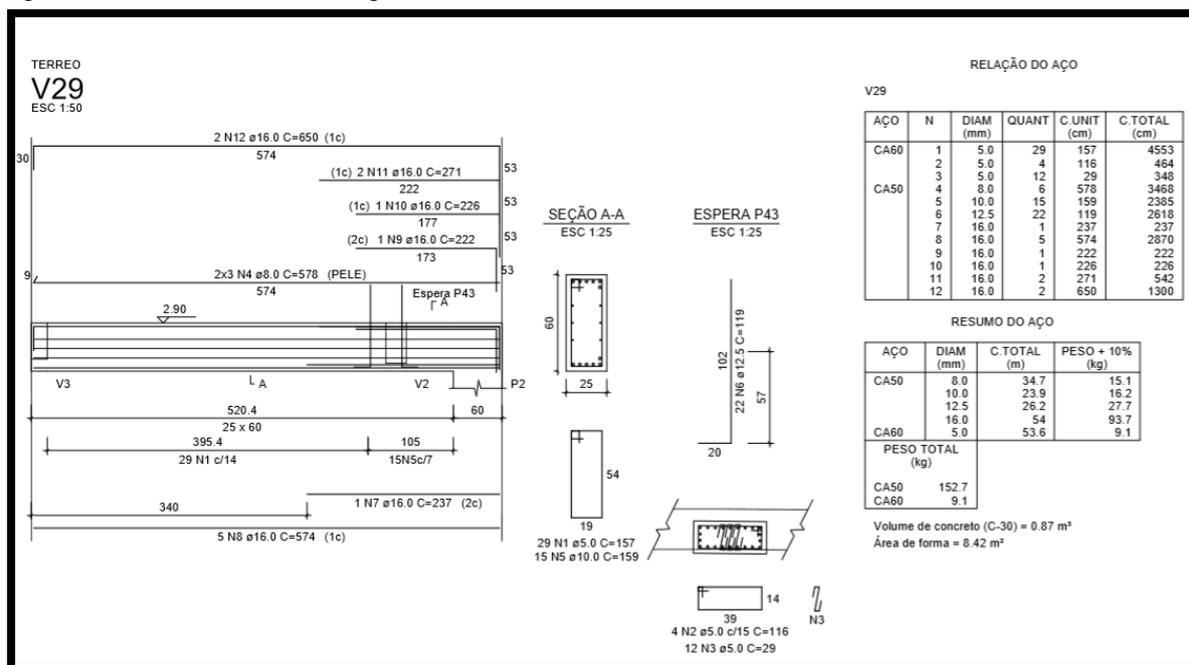
Figura 25– Esforço cortante e fletor da viga V29



Fonte: O autor (2018).

O detalhamento dessa viga gerou uma estrutura bastante robusta, com elevada quantidade de aço devido ao esforço cortante e ao momento fletor em um ponto ser mais elevado que o restante da viga 29, por conta do deslocamento do pilar, como se verifica na Figura 26.

Figura 26 - Detalhamento da viga V29 do Pavimento Térreo

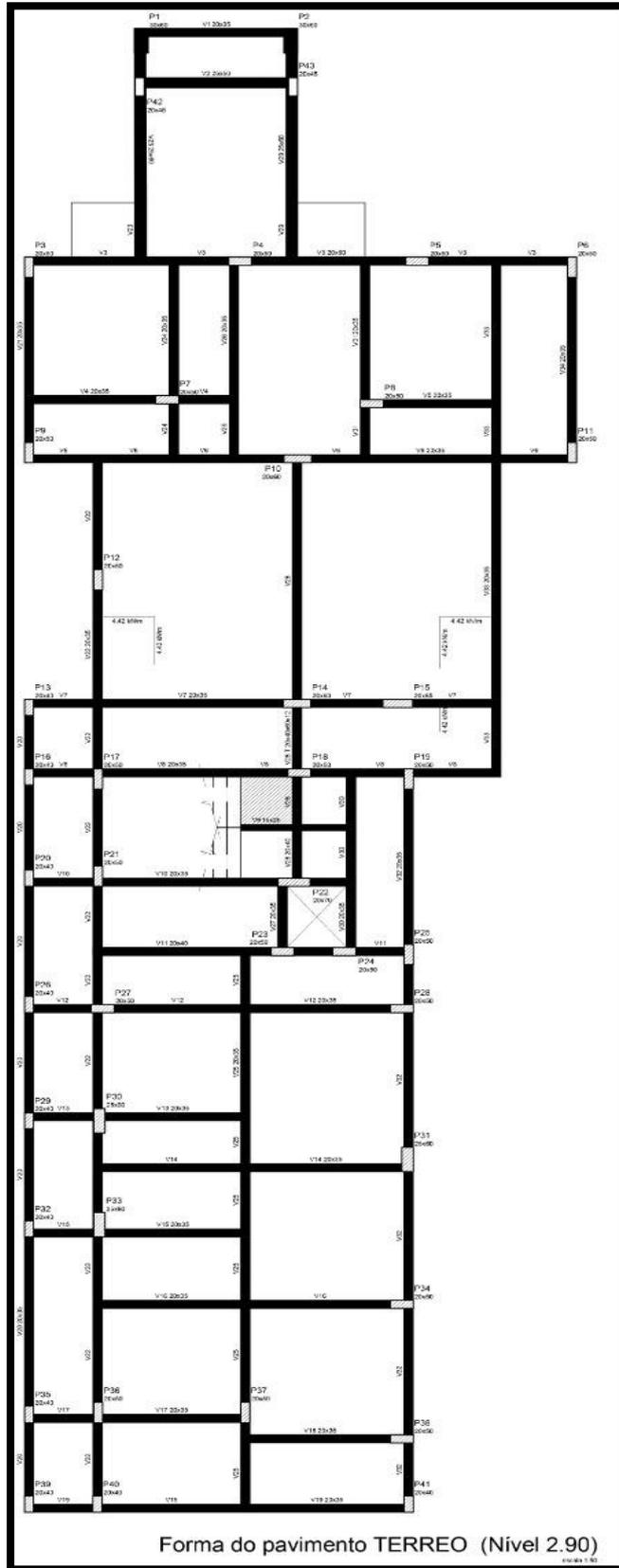


Fonte: O autor (2018).

Além do detalhamento dos elementos estruturais (vigas, pilares, laje e sapata), é necessário que se faça a exportação de plantas complementares, que facilitam o entendimento global do projeto, seja em escritório ou no canteiro de obras.

A planta de fôrma de um dos pavimentos, mostrada na Figura 27, auxilia na locação e visualização das vigas e pilares.

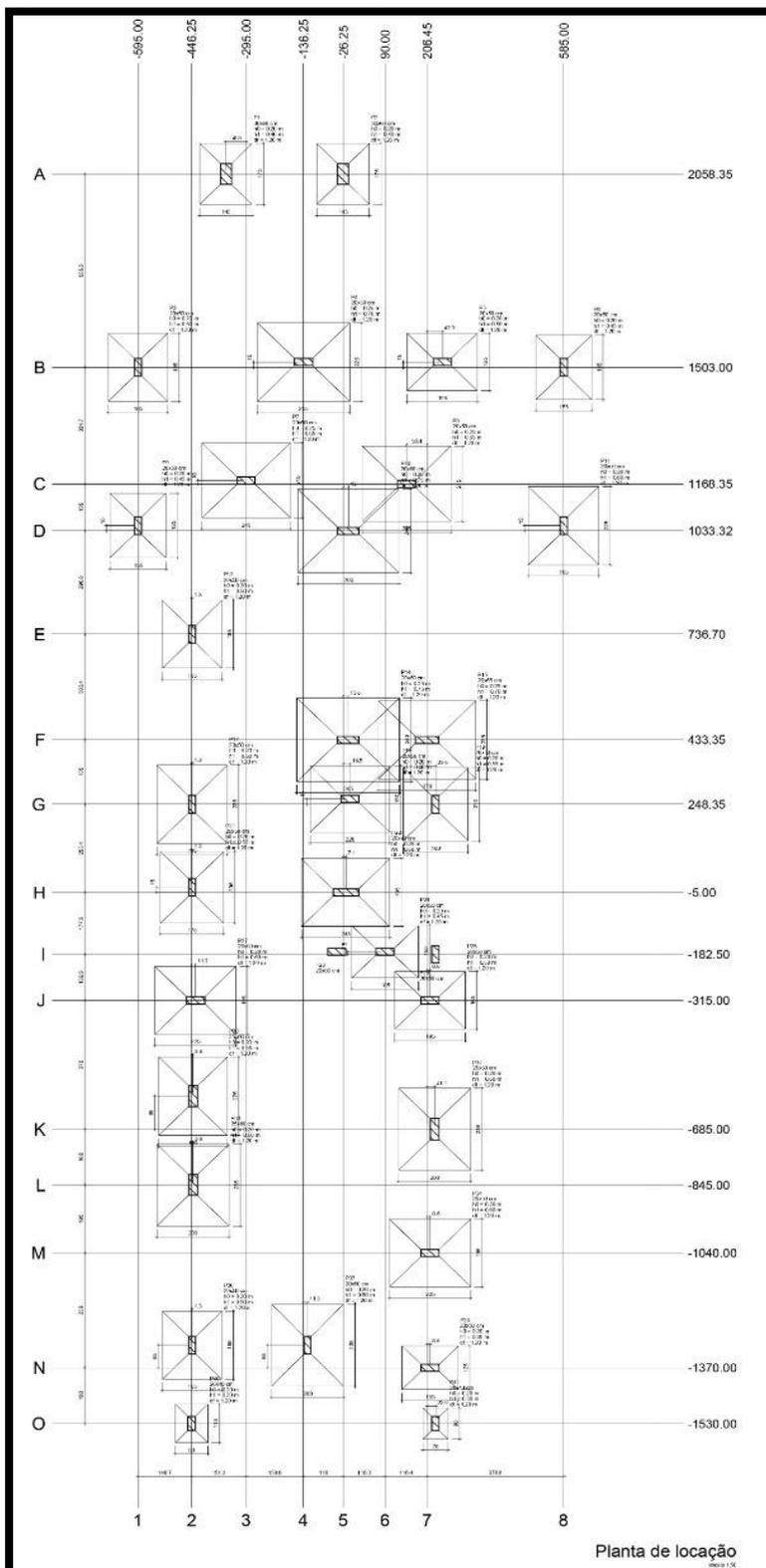
Figura 27 - Forma do pavimento térreo



Fonte: O autor (2018).

A planta de locação da fundação representada na Figura 28 é fundamental para que a fundação seja escavada no local adequado, respeitando o projeto.

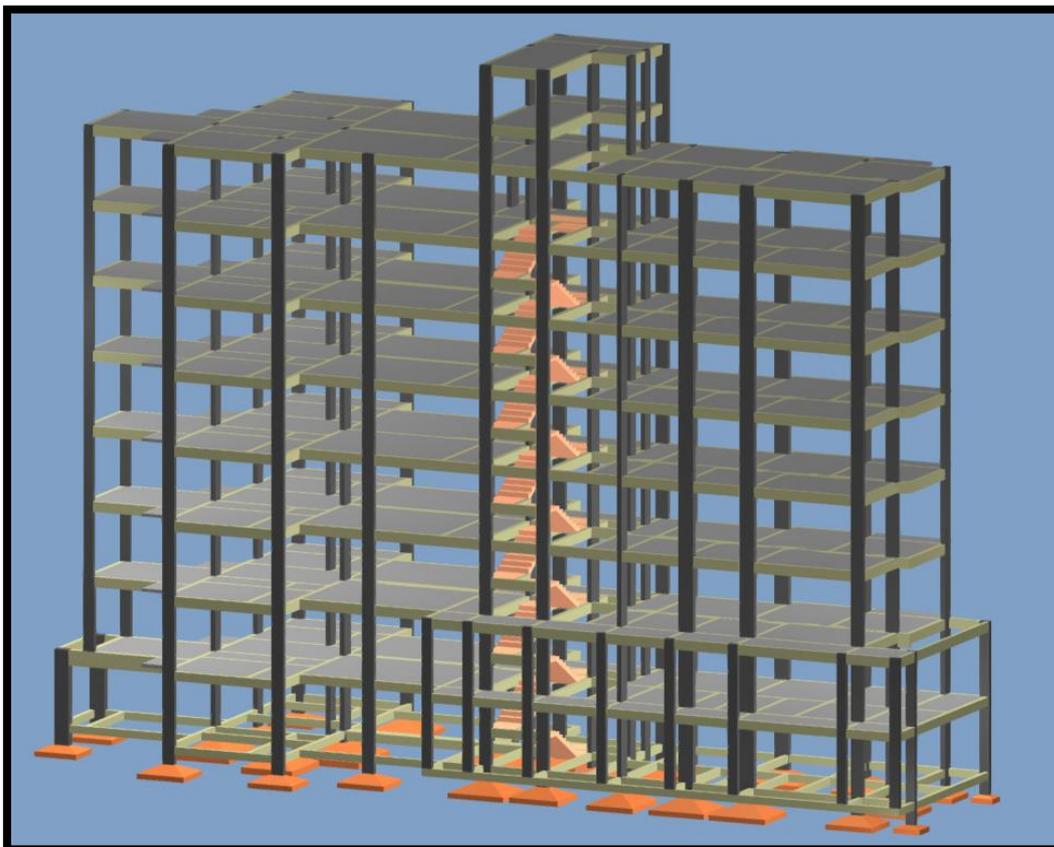
Figura 28 – Planta de forma do pavimento térreo



Fonte: O autor (2018).

Para a melhor visualização dos elementos estruturais, foi gerado o modelo 3D da estrutura, mostrado na Figura 29.

Figura 29 – Pórtico 3D da estrutura



Fonte: O autor (2018).

Segundo Daldegan (2016), uma boa estrutura é aquela que atende os critérios de segurança, economia e compatibilidade com o projeto arquitetônico. Para que o projeto seja satisfatório é essencial a elaboração do projeto estrutural seguindo as seguintes etapas:

- ➔ Contato com proprietário e arquiteto;
- ➔ Visita ao local;
- ➔ Definição do sistema estrutural;
- ➔ Cálculo da estrutura;
- ➔ Detalhamento e desenho do projeto;
- ➔ Emissão do projeto.

Durante as etapas do projeto procuro seguir todos os passos citados anteriormente, para que a estrutura tenha o melhor desempenho, maior segurança e otimização de materiais.

Após a conclusão do projeto, foi recolhida a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART). Tal documento compõe, juntamente com as plantas descritas ao longo deste trabalho, o projeto estrutural da edificação. Neste caso, o documento foi emitido pelo supervisor do estágio.

### **2.3. Atividades desenvolvidas por Robson Monteiro de Andrade**

As atividades apresentadas foram realizadas em um dos loteamentos da empresa 'Ciclope Empreendimentos e Participações Ltda'. O empreendimento estudado encontra-se às margens da represa do Funil, no município de Perdões – MG e é composto por 84 lotes, além de área comum com mirante, quadras, marina e quiosque (a serem implantados), perfazendo uma área total de 14,03 ha. A Figura 30 apresenta a fachada da sede da empresa, onde parte das atividades foi desenvolvida.

Figura 30 - Sede Ciclope Empreendimentos e Participações Ltda



Fonte: O autor (2018).

As atividades foram observadas ao longo do semestre, durante a implantação do sistema de captação de águas pluviais do loteamento que serão efetivamente finalizadas paralelamente à pavimentação das vias, prevista para julho de 2019.

#### **2.3.1. Preparação e Cortes**

##### **2.3.1.1. Demarcação dos cortes de valas**

A etapa que precede a demarcação do alinhamento da rede pluvial é a adequação do greide do arruamento, visto que este define o perfil longitudinal da via de rolamento. Como esta etapa envolve movimentação de terra com possível

escavação no perfil do solo, é conveniente que seja concluída antes da implantação do sistema de captação pluvial, bem como sua demarcação.

A figura 31 mostra o trabalho de marcação do alinhamento das valas, feita pelos colaboradores da obra após a conclusão da implantação do greide. Esta etapa é executada com base nos traçados previstos em projeto.

Figura 31 - Demarcação do alinhamento da rede pluvial



Fonte: O autor (2018).

Para a demarcação do alinhamento das redes de drenagem pluvial, os colaboradores utilizaram estacas de bambu, linha de pedreiro e cal. Apesar da simplicidade do processo, é extremamente importante que seja executado conforme o indicado em projeto executivo, visto que todo o material a ser empregado é calculado com base no referido projeto, que expressa além dos quantitativos, o diâmetro das tubulações a serem utilizadas, que são de 0,30 m, 0,40 m e 0,60 m. Vale ressaltar que esses diâmetros foram determinados em projeto elaborado por

calculista devidamente habilitado e qualificado, com o recolhimento de ART (Anotação de Responsabilidade Técnica).

O processo de demarcação é executado rapidamente, mas é recomendado que seja feito em pequenos trechos, visto que o trânsito de veículos, o fluxo de pessoas e materiais e as intempéries podem danificá-lo, gerando retrabalho e consequentemente aumentando o custo de execução. Na obra em questão, as marcações eram feitas com distâncias médias de 50 m.

### **2.3.1.2. Cortes de valas**

Como é mostrado na Figura 32, o início do corte das valas é acompanhado por um colaborador. Conforme preconiza a NBR 9061 (ABNT, 1985) “a sequência executiva da escavação deve seguir integralmente o projeto”. Neste caso, com a marcação executada previamente, os cortes foram feitos conforme o indicado no projeto.

Figura 32 - Escavação de valas



Com o objetivo de facilitar o andamento da obra, foi utilizada uma retroescavadeira para fazer os cortes das valas, já que seu sistema hidráulico otimiza o trabalho de escavação. Para manter a conformidade dos cortes, o operador deve posicionar o eixo da máquina sobre a marca de cal, movimentando-a sobre a linha demarcada.

Nesta etapa é fundamental a presença de um colaborador próximo à área de corte para auxiliar com o alinhamento do mesmo, e ainda aferir sua profundidade, garantindo a inclinação necessária para o escoamento da água. Desta forma, é possível diminuir significativamente a probabilidade de retrabalho gerado por escavações equivocadas.

Ainda de acordo com a NBR 9061 (ABNT, 1985) “a retirada de obstáculos deve ser feita com precaução, especialmente em casos em que seja necessário o uso de explosivos”. A Figura 33 representa um trecho do loteamento em que se fez necessário o uso de explosivos para a remoção de parte de uma rocha que estava no alinhamento da rede projetada.

Figura 33 – Detonação de rocha



Na obra em estudo, houve uma peculiaridade que diminuiu o rendimento da etapa de corte de valas, já que o solo apresentava elevada quantidade de rochas de diversos tamanhos e formatos. Além de dificultar a escavação, elas muitas vezes causavam danos ao alinhamento da vala devido ao deslocamento de terra que eventualmente ocorria ao removê-las.

Diante do exposto, é válido destacar que apesar da vantagem de uma escavação rápida, o corte com retroescavadeira não garante um bom acabamento para a vala, tanto em suas laterais, quanto no fundo. Desta forma, se faz necessário um trabalho manual para conformá-la de acordo com as necessidades.

### **2.3.1.3. Conformação e nivelamento de valas**

A Figura 34 mostra o colaborador fazendo a conformação do fundo da vala logo após o corte feito pela retroescavadeira, com o objetivo de manter sua superfície coesa.

Figura 34 - Acerto de fundo de vala com nivelamento



Fonte: O autor (2018).

Outra atribuição do colaborador que acompanha o corte das valas é aferir os pontos de nível em sua extensão, garantindo os desníveis estabelecidos em projeto, necessários para que a água escoe por gravidade para sua destinação final.

Após a conformação do fundo da vala, o colaborador deve verificar a profundidade do corte em seu ponto inicial (que neste caso devia partir de 1,30 m) e a partir da cota obtida, estabelecer as cotas seguintes, conferindo-as com o auxílio de uma mangueira de nível.

Apesar da utilização de equipamentos diferentes, as aferições de nivelamento das valas são correlacionadas aos levantamentos topográficos feitos na graduação, nas disciplinas de Topografia I e II. Nestas disciplinas, os diferentes níveis eram levantados e/ou calculados, com o objetivo de determinar, por exemplo, a altura de uma edificação ou de um talude, calcular o volume de movimentação de terra, dentre outros.

É fundamental que o engenheiro tenha domínio do conhecimento supracitado para a execução e conferência das redes pluviais, pois são os desníveis que garantem o escoamento da água, através da força gravitacional. Um erro na execução pode causar danos na pavimentação devido ao acúmulo de água na rede, que por consequência promove o carreamento de material de subleito, comprometendo a superfície pavimentada.

## **2.3.2. Manilhas**

### **2.3.2.1. Posicionamento de manilhas**

O processo de assentamento de manilhas na vala também demanda o auxílio da retroescavadeira, como é possível averiguar na Figura 35.

Figura 35 - Posicionamento de manilhas de concreto



Fonte: O autor (2018).

Para a disposição dos tubos de concreto foram feitos cortes com a largura padrão da concha da retroescavadeira, que mede 0,65 m, e profundidade inicial de 1,30 m. A partir desta cota, a variação se dava em função do comprimento da rede e do desnível previsto em projeto. Tais variações eram evidenciadas quando ocorriam situações de ruas em aclave.

As manilhas de concreto são amplamente utilizadas na execução de redes de drenagem de água pluvial, devido ao baixo custo, se comparadas aos tubos de PVC rígidos. Este último trata-se de um material leve, desenvolvido para otimizar a execução sem perda de qualidade, além de ser de fácil manutenção. Porém, seu custo elevado e a baixa utilização no mercado causam receio aos empreendedores, que ainda optam pelo material feito de concreto.

Se por um lado têm menor custo por metro de tubulação, elas geram maior quantidade de mão de obra e equipamentos para sua implantação, pois são feitas a

partir do concreto, que tem elevado peso específico ( $24 \text{ kN/m}^3$ ) dificultando o seu manuseio.

Na obra em estudo, assim como na maioria dos casos, a gerência se manteve conservadora, e utilizou o sistema construtivo tradicional, não optando pela PVC rígido. Por isso, foi feito um gancho utilizando trilhos de linha férrea, ligados por solda a uma corrente. Sua finalidade é facilitar a correta disposição das manilhas de concreto dentro das valas.

Para isso, como já dito anteriormente, foram necessários uma retroescavadeira com um operador, um colaborador para colocar o gancho na manilha e conduzi-la até próximo à vala, e um terceiro funcionário dentro da vala, direcionando-a ao ponto adequado para o perfeito encaixe das peças. Diante do exposto, comprova-se a elevada demanda de mão de obra para implantação do sistema construtivo adotado.

Outro ponto importante a ser destacado, diz respeito à qualidade dos materiais empregados. Todos eles foram fornecidos por empresa regulamentada junto ao órgão fiscalizador, que garante o cumprimento dos critérios estabelecidos na NBR 8890 (ABNT, 2008) certificando o bom comportamento do material quando solicitado.

Para os trechos entre as bocas de lobo e os "PV's" (Poços de visita), foram utilizadas manilhas com diâmetro interno de 30 cm. Nos trechos entre "PV's" (Poços de visita), alocados no subsolo do arruamento, o diâmetro interno utilizado foi de 40 cm. Para os trechos finais das redes até os dissipadores, o diâmetro interno adotado foi de 60 cm.

### **2.3.2.2. Rejuntamento das manilhas de concreto**

A Figura 36 retrata as manilhas rejuntadas. Esta atividade é correlata à implantação dos tubos de concreto.

Figura 36 - Rejuntamento das manilhas



Fonte: O autor (2018).

A execução do rejuntamento das manilhas de concreto é um processo que ocorre em duas etapas. A primeira se dá no momento em que se inicia o assentamento: coloca-se a argamassa de cimento na parte inferior interna da bolsa da manilha alocada dentro da vala, e logo em seguida a peça seguinte é encaixada sobre a argamassa aplicada. A segunda etapa ocorre ao fim do dia, ou ao se encerrar um determinado trecho da rede a ser implantada e é feita com aplicação de argamassa de cimento nos espaços vazios existentes entre o encaixe da boca de uma manilha com a bolsa da peça anterior.

O principal objetivo do rejuntamento é a vedação da rede, impedindo que partículas do solo ou qualquer outro corpo penetre no seu interior. Além disso, o rejuntamento promove a união entre as manilhas, permitindo um melhor escoamento da água em seu interior, proporcionando assim, uma drenagem adequada das águas.

Um cuidado importante nesta etapa diz respeito ao tempo de cura da argamassa de cimento. Após o rejuntamento, é necessário que se respeite um período de 8 horas para que o tempo de pega do cimento seja alcançado. Isso garante que o rejunte não apresente trincas ou se solte das manilhas.

As recomendações acima citadas são assuntos abordados nas disciplinas de concreto armado I e II, e materiais de construção civil. Embora não explicitem o uso de argamassa de cimento para a finalidade de rejuntamento de manilhas, por se tratar de material à base de cimento e água, o tempo de cura a ser respeitado deve seguir as mesmas recomendações.

### **2.3.2.3. Aterramento das manilhas nas valas**

A Figura 37 representa o processo de aterramento das manilhas após o rejuntamento, respeitando-se o tempo de cura da argamassa de cimento anteriormente comentado.

Figura 37 - Aterramento das manilhas nas valas



Fonte: O autor (2018).

O aterramento das manilhas, inicialmente, é feito de maneira manual, com o uso de uma enxada. O colaborador deve tomar o cuidado para que não ocorra a

queda de pedras sobre os tubos, para evitar que elas se quebrem ou trinquem. Além disso, o uso de terra mais fina, neste primeiro momento, é fundamental para que não ocorram vazios entre as extremidades das valas e as manilhas.

Após o cobrimento de uma camada de aproximadamente 30 cm sobre a parte superior do tubo de concreto no interior da vala, pode-se utilizar de retroescavadeira ou outros equipamentos para promover o aterramento de maneira mais rápida.

Apesar disto, é importante que essas camadas sejam limitadas, para não comprometer a compactação da vala, que usualmente é feita com compactador manual, também chamado de “sapo” pelos colaboradores e trabalhadores da construção civil.

### **2.3.3. Compactação**

#### **2.3.3.1. Umidificação do solo para compactação**

A compactação do solo é uma etapa fundamental na implantação de loteamentos, especialmente nos trechos de arruamento, visto que as vias de circulação são submetidas aos mais variados tipos de esforços causados pelos veículos que trafegam por elas. A intensidade destes esforços varia de acordo com o tipo de veículo, seu peso e a inclinação da via, conforme estudado nas disciplinas de Estradas I e II do curso de engenharia civil. Por isso, a etapa de compactação é extremamente importante, e deve ser executada com toda a perícia possível.

Conforme estudos abordados na disciplina de Mecânica dos Solos I e II, para se obter uma boa compactação do solo, é necessário que sejam feitos estudos com amostras de solo, para se determinar o índice de umidade ótima de compactação do mesmo. Partindo deste princípio, a Figura 38 mostra o trabalho de umidificação do solo nas valas.

Figura 38 - Controle empírico de umidade para compactação



Fonte: O autor (2018).

Os estudos do solo são de fundamental importância para se conhecer suas propriedades, e a partir daí definir os parâmetros necessários para trabalhá-lo de forma a obter os resultados esperados. No loteamento estudado, a maneira para obtenção dos índices ideais de compactação foi realizada empiricamente, através de processos previamente definidos e análises visuais.

Um detalhe importante de ser destacado na execução da umidificação do solo de aterro das valas, é que ele ocorre separadamente em cada uma das camadas de aterramento, com altura média de 50 cm. Além disso, a água foi lançada durante o processo de aterramento, ou em outros casos, em etapas diferentes, espaçadas uma das outras por uma movimentação manual da terra na vala. Isto é feito para garantir a homogeneidade da umidificação do solo.

### 2.3.3.2. Compactação das valas

Ainda nas disciplinas de mecânica dos solos I e II, foram estudados os tipos de compactadores. Neste caso, foi utilizado o modelo de compactador manual, usualmente chamado de “sapo” pelos colaboradores. Este equipamento é movido à gasolina, e permite a compactação de trechos estreitos, como é o caso das valas.

A compactação das valas ocorreu no início da manhã, ou no fim da tarde. Nestes horários, as condições eram favoráveis, visto que a incidência do sol era menor, não permitindo que o solo perdesse grande quantidade de água pelo processo de evaporação. Na Figura 39, é possível observar o solo já compactado.

Figura 39 - Compactação das valas



Fonte: O autor (2018).

Quando as valas eram umedificadas no fim da tarde, a compactação acontecia na manhã do dia seguinte. Quando eram molhadas no período da manhã, a compactação se dava ao fim da tarde. Porém, neste último caso, em dias mais quentes, o solo era molhado uma segunda vez próximo às 12 horas, para garantir a umidade ideal de compactação. Vale ressaltar que em ambos os casos, o solo atingia o índice de saturação, e ao longo do tempo, perdia parte da água por infiltração e/ou evaporação.

A compactação das valas foi feita respeitando-se as camadas necessárias até que atingisse o nível do solo natural, definido pelo greide implantado no arruamento. Desta forma, após a conclusão dos trabalhos a superfície do solo se encontrava homogênea e com índices de compactação semelhantes entre si, garantindo estabilidade para as etapas posteriores de pavimentação.

### **2.3.4. Poços de visita e bocas de lobo**

#### **2.3.4.1. Edificação dos Poços de Visita**

Os poços de visita são elementos correlatos ao sistema de esgoto e de captação de águas pluviais em loteamentos. Na obra em estudo, foi adotado o uso de foças sépticas para cada lote, portanto, não há rede de esgoto passando pelo arruamento. Desta forma, todos os poços de visitas do loteamento, usualmente chamados de “PV’s” (Poços de visita), são para a finalidade de drenagem pluvial.

Na Figura 40, observa-se o início da implantação de um poço de visita, conectando as manilhas do trecho em que foi alocado.

Figura 40 - Edificação de Poço de Visita



Os poços de visita, além de permitir e facilitar possíveis manutenções na rede, têm função de mudar a direção da mesma, visto que os tubos de concreto não contam com conexões que permitam tal mudança, como joelhos e tês. Além disso, é através dos poços de visita que se promove a união de redes distintas.

Sua confecção, apesar de simples, deve ser executada com cautela. A obra em estudo não contava com um detalhamento das dimensões do poço de visita e por isso o engenheiro responsável elaborou um *croquis* com o objetivo de padronizar a execução, facilitando também a estimativa de quantitativo de materiais.

Para o condomínio, foram adotados “PV’s” (Poços de visita) quadrados, com dimensões brutas de 130 cm, feitas com blocos de vedação de 15 cm de largura. Assim como nas valas, os poços de visita tinham sua cota variada em função dos desníveis. Apesar disso, respeitavam a cota mínima de 110 cm.

Para sua implantação, foi promovida a escavação com retroescavadeira, seguida de ajustes manuais feitos pelos colaboradores de forma a obter a medida da caixa com folga determinada arbitrariamente por cada funcionário. Em seguida, o solo foi compactado e demarcou-se o esquadro da caixa. O passo seguinte consiste em piquetear a área demarcada, garantindo desnível para o escoamento da água, e estabelecendo uma altura de concreto de 8 cm. Essa medida foi adotada com o objetivo de minimizar a chance de furos devido à incidência de água no fundo dos “PV’s” (Poços de visita). Logo após a locação dos piquetes, o solo recebe uma quantidade de água para evitar a desidratação excessiva do concreto, lançado logo em seguida.

Após a concretagem isola-se a área para evitar que o concreto seja danificado. Este permaneceu até o dia seguinte sem qualquer interferência, com o objetivo de atingir o tempo de pega. Respeitado tal prazo, os colaboradores iniciaram a alvenaria com blocos de concreto, executando a amarração dos mesmos. Este procedimento consiste em intercalar as juntas durante o assentamento dos elementos, que posteriormente devem ter seus vazios preenchidos com concreto. Isto se repete em todas as fiadas até que seja atingida a cota previamente determinada. Tal procedimento tem por objetivo aumentar as propriedades de resistência do poço de visita, que é submetido principalmente aos

esforços de compressão, cujo concreto apresenta bom desempenho. Ao todo, foram implantados 27 “PV’s” (Poços de visita) no loteamento.

#### 2.3.4.2. Edificação das Bocas de Lobo

A Figura 41 demonstra uma boca de lobo em fase de implantação, seguindo um processo semelhante aos de “PV’s” (Poços de visita).

Figura 41 - Edificação de Boca de Lobo



Fonte: O autor (2018).

Assim como nos poços de visita, o projeto executivo de captação de águas pluviais não contemplava o detalhamento das bocas de lobo. Desta forma, o engenheiro responsável elaborou um *croquis* com o objetivo de padronizar as edificações e dar condições para mensurar o quantitativo de material a ser empregado.

Botelho (2017) afirma em sua obra que quanto mais superficial e livre for o sistema pluvial, menores são os seus problemas de uso. Com essa afirmação, o autor defende a utilização de “sarjetões” ao invés de galerias, sendo este último o sistema construtivo adotado no loteamento. Como argumento, Botelho (2017) cita “a

facilidade de manutenção dos sistemas a céu aberto”. Apesar disto, no empreendimento em estudo, a exemplo do que a empresa pratica em outros loteamentos, adotou-se o uso de galerias subterrâneas.

O padrão definido para este loteamento foi de 70 cm de largura, por 110 cm de comprimento, ambas as medidas brutas. Desta forma, além dos materiais a serem empregados nas bocas de lobo, foi possível estabelecer os padrões das grades de contenção para a boca de lobo, que serão implantadas junto à etapa de pavimentação. A grade tem como funções a retenção de resíduos sólidos e a proteção para o tráfego de veículos e pedestres.

Este mecanismo é o mais visualizado no sistema de drenagem pluvial, pois fica evidenciado na superfície das vias de rolamento, nas extremidades das ruas próximo ao meio-fio. Associado às canaletas, que são implantadas na etapa de pavimentação, estas edificações são responsáveis pela captação da água das calçadas, ruas e residências, direcionando-as para o interior dos tubos até sua destinação final.

#### **2.3.4.3. Tapamento dos Poços de Visita e das Bocas de Lobo e captação dos pontos com aparelho GPS.**

Na Figura 42 é possível visualizar as tampas de concreto com seu orifício tapado com madeirite, bem como as estacas de identificação das bocas de lobo e poços de visita.

Figura 42 - Tapamento e locação dos poços de visita e boca de lobo



Fonte: O autor (2018).

As tampas de concreto, como mostra a figura acima, também são conhecidas como lajes de redução. Seu objetivo é diminuir a dimensão do poço de visita, e alterar o formato da seção, que deixa de ser quadrada para ser circular. Essa mudança é necessária para que a tampa de ferro fundido, de seção circular, seja chumbada no topo do “PV” (Poço de visita), logo após a imprimação da base.

Porém, antes de se implantar os anéis de concreto sobre a laje de redução, é necessária a aplicação e compactação do material de base. Para isso, usaram-se tampas de madeirite para vedar as aberturas das lajes de redução e das bocas de lobo. Desta forma, será possível aplicar e compactar o material de base sem que ocorra o entupimento das redes.

Para facilitar e otimizar a localização dos “PV’s” (Poços de visita) e bocas de lobo, é feita a coleta dos pontos de posicionamento destes elementos com auxílio de aparelho GPS. Assim, quando a base já estiver executada, o equipamento indicará a locação dos pontos de madeirite, permitindo que a escavação seja no local correto.

Embora não tenha sido feito o acompanhamento da aplicação e compactação da base no empreendimento, a título de informação, a etapa subsequente à execução da base consiste em escavar pontualmente os “PV’s” (Poços de visita) e bocas de lobo até atingir as tampas de madeirite. Em seguida, elas são retiradas para que seja possível a instalação dos anéis de concreto e

tampas de ferro fundido no caso dos “PVs”(Poços de visita) e arremate da alvenaria nas bocas de lobo, mantendo-as cerca de 4 cm acima da base. Isso porque quando for aplicado o CBUQ, as tampas ficarão embutidas e niveladas com a via de rolamento acabada.

### 2.3.5. Dissipação

#### 2.3.5.1. Dissipadores de energia

“Dissipadores de energia são estruturas normalmente projetadas juntamente com a construção de vertedores, comportas, estruturas hidráulicas de saídas de tubulações e de canais utilizados para dissipar o excesso de energia cinética do fluxo, reduzindo a velocidade de escoamento a níveis satisfatórios e se causar danos ao canal ou à própria estrutura de dissipação” (CARVALHO, 2009).

Na Figura 43 apresenta-se um dos pontos de desaguoamento das redes de drenagem pluvial. Como ela escoava para as margens de uma represa, foi feita a implantação de um dissipador de energia.

Figura 43 - Dissipador de energia



Fonte: O autor (2018).

Devido ao desnível ao longo das redes, a água ganha velocidade dentro dos tubos, mesmo que estes possuam alta rugosidade, por serem feitos de concreto. Por

isso os dissipadores de energia são implantados: sua função é dissipar parte da energia da água, evitando que ocorra a erosão da represa.

Na obra em estudo, o dissipador foi feito a partir de rochas, que eram abundantes naquele local. Vale ressaltar que é possível implantá-los com blocos ou até mesmo com a utilização de fôrmas e concreto. Pode-se considerar uma medida sustentável a utilização das rochas, visto que essas seriam descartadas. Além disso, foi uma utilização consciente do ponto de vista financeiro, já que diminuiu o quantitativo de material e consequentemente o custo.

Sua implantação é tão simples quanto as demais benfeitorias instaladas anteriormente: inicialmente, é feita a compactação do solo e em seguida, são alocadas as rochas de dissipação, dentro da área do dissipador. Após esta etapa, aplica-se o concreto, em camada que varia entre 8 cm a 10 cm de espessura. Respeitado o tempo de cura, assentam-se duas fiadas de bloco nas laterais do dissipador, para conter a água, impedindo que saia do dissipador.

Implantados todos os dispositivos acima descritos, aguarda-se a conclusão das etapas de base. Quando concluída, retoma-se com a edificação dos dispositivos pluviais, que são arrematados na superfície do pavimento aplicado nas pistas de rolamento. Por isso, sua finalização por completo se dará juntamente com a conclusão da pavimentação, prevista para o segundo semestre do ano de 2019.

## **2.4. Atividades desenvolvidas por Thalys Garcia Vieira**

Neste portfólio apresento parte das atividades realizadas durante o período em que realizei o Estágio Supervisionado I na Prefeitura Municipal de Itutinga-MG, a qual tem a fachada apresentada na Figura 44.

Figura 44 - Fachada Prefeitura Municipal de Itutinga- MG



Fonte: O autor (2018).

Neste local tive a oportunidade de elaborar e acompanhar alguns dos projetos realizados pela Secretaria de Obras, além de planilhas orçamentárias, cronogramas Físico-Financeiro, levantamento de quantitativos, boletim de medição e acompanhamento de obras. Vivências estas que serão apresentadas nos tópicos em sequência.

### **2.4.1. Planilhas Orçamentárias**

Antes de iniciar uma Planilha Orçamentária todos os dados relacionados à obra devem ser levantados, de modo que ele seja o mais completo e detalhado possível. Como foi visto em diversas disciplinas durante o curso, os elementos necessários no levantamento são: os quantitativos de materiais, visto em Materiais de Construção I e II, os levantamentos topográficos, vistos em Topografia I e II, os tipos de sistemas estruturais que melhor se encaixam em cada caso, estudados em

Sistemas Estruturais, Concreto Armado I e II, Estruturas de Madeiras, Estruturas Metálicas I e II, Mecânica dos Sólidos I e II, dentre outras disciplinas.

No caso de obras públicas, qualquer erro de cálculo pode fazer com que os materiais previstos não sejam suficientes ou que fiquem inutilizados no canteiro de obras. Quando isso ocorre é necessário a elaboração de justificativas técnicas que serão analisadas junto ao Tribunal de Contas da União (TCU) no período de prestação de contas. Isso é necessário para que o órgão público responsável, neste caso a Prefeitura, não tenha problemas.

A construção civil gerencial funciona como um processo produtivo, no qual existe um sistema sequencial de tarefas em que cada etapa deve ser elaborada de modo que funcione de forma tranquila e organizada, sem que extrapole o cronograma e atrapalhe etapas futuras. Antes que o processo de criação de uma planilha orçamentária se inicie, são necessários estudos dos impactos ambientais, impactos sociais, quais os tipos de insumos disponíveis na região, além da criação dos projetos que irão detalhar a obra e o que deverá ser executado. Esses projetos podem ser arquitetônicos, estruturais, elétricos, hidráulicos e sanitários, entre outros, e são parte dos aprendizados adquiridos durante a realização das disciplinas de Instalações Elétricas, Instalações Hidráulicas e Sanitárias, Arquitetura e Urbanismo e Saneamento I e II.

Durante o processo de desenvolvimento de uma Planilha Orçamentária, pode surgir a necessidade de alterar determinados pontos em certos projetos. Estas mudanças podem ocorrer por diversos motivos, como por algum erro de medição, topografia ou por questões financeiras.

A forma como os projetos básicos devem ser elaborados em relação ao seu registro e assegurando sua segurança é descrito pelo CONFEA (Conselho Federal de Engenharia e Agronomia) na Resolução 361 de 10 de dezembro de 1991:

Art. 1º - O Projeto Básico é o conjunto de elementos que define a obra, o serviço ou o complexo de obras e serviços que compõem o empreendimento, de tal modo que suas características básicas e desempenho almejado estejam perfeitamente definidos, possibilitando a estimativa de seu custo e prazo de execução.  
Art. 2º - O Projeto Básico é uma fase perfeitamente definida de um conjunto mais abrangente de estudos e projetos, precedido por estudos preliminares, anteprojeto, estudos de viabilidade técnica, econômica e avaliação de impacto ambiental, e sucedido pela fase de projeto executivo ou detalhamento. (CONFEA, 1991, s/p).

Órgãos públicos utilizam planilhas de referência de preços para facilitar e auxiliar na criação de planilhas de custo de obras da construção civil, elas apresentam os valores de insumos e serviços com base na região onde será executado o empreendimento, como mostrado na Figura 45, que exemplifica os custos para construção em alvenaria de tijolos.

Figura 45 - Base de preço de insumos e serviços SETOP



SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES E OBRAS PÚBLICAS  
SUBSECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS  
SUPERINTENDÊNCIA DE COORDENAÇÃO TÉCNICA  
DIRETORIA DE CUSTOS

**TABELA REFERENCIAL DE PREÇOS UNITÁRIOS PARA OBRAS DE EDIFICAÇÃO**  
**REGIÃO CENTRAL**  
**C/ DESONERAÇÃO** **JULHO/2018**

CÓDIGO	SETOP	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO
ED-48229	ALV-TIJ-015	ALVENARIA DE TIJOLO MACIÇO REQUEIMADO E = 10 CM, APARENTE	M2	105,02
ED-48227	ALV-TIJ-005	ALVENARIA DE TIJOLO MACIÇO REQUEIMADO E = 10 CM, A REVESTIR	M2	75,76
ED-48236	ALV-VID-015	ELEMENTOS VAZADOS DE VIDRO, 10 X 10 X 20 CM, TIPO RIO, JUNTAS DE 15 MM COM ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA	M2	787,41
ED-48208	ALV-COB-015	ALVENARIA DE COBOGÓ DE CONCRETO TIPO VENEZIANA 10 X 20 X 40 CM	M2	89,63
ED-48230	ALV-TIJ-020	ALVENARIA DE TIJOLO MACIÇO REQUEIMADO E = 20 CM, APARENTE	M2	141,41

Fonte: SETOP (2018).

Em Minas Gerais, as planilhas mais utilizadas são disponibilizadas pela Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas de Minas Gerais (SETOP), que é atualizada a cada 3 meses, e as planilhas do Sistema Nacional de Pesquisa de Custo e Índices da Construção Civil (SINAPI). Esta última é desenvolvida pela Caixa Econômica Federal em conjunto com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e é atualizada mensalmente. Os processos de levantamento de custos de insumos e prestação de serviços são realizados a partir das regras e critérios indicados pelo Decreto Nº 7.983, de 8 de abril de 2013.

Art. 1º Este Decreto estabelece regras e critérios a serem seguidos por órgãos e entidades da administração pública federal para a elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União.

Art. 2º Para os fins deste Decreto, considera-se:

I - custo unitário de referência - valor unitário para execução de uma unidade de medida do serviço previsto no orçamento de referência e obtido com base nos sistemas de referência de custos ou pesquisa de mercado;

II - composição de custo unitário - detalhamento do custo unitário do serviço que expresse a descrição, quantidades, produtividades e custos unitários dos materiais, mão de obra e equipamentos necessários à execução de uma unidade de medida;

III - custo total de referência do serviço - valor resultante da multiplicação do quantitativo do serviço previsto no orçamento de referência por seu custo unitário de referência;

IV - custo global de referência - valor resultante do somatório dos custos totais de referência de todos os serviços necessários à plena execução da obra ou serviço de engenharia;

V - benefícios e despesas indiretas - BDI - valor percentual que incide sobre o custo global de referência para realização da obra ou serviço de engenharia; (BRASIL, 2013, s/p.)

Os projetos que serão apresentados aqui, utilizaram a base de dados do SINAPI com o auxílio de uma planilha disponibilizada pela Caixa Econômica Federal – planilha múltipla. Esta planilha, desenvolvida no Excel, é elaborada por analistas da Caixa para facilitar a criação de orçamentos e tomada de preço para licitações, quando se utiliza recursos federais ou municipais (próprios).

A planilha múltipla é utilizada como base de dados, ao inserir algum código na planilha, automaticamente suas informações são anexadas, como unidade e valor unitário. Este valor unitário é atualizado com o valor do BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) incluso, que é um elemento orçamentário destinado a cobrir todas as despesas que são responsabilidades do executor da obra. Na mesma também é possível calcular o BDI, neste caso, o criador das planilhas pode moldar o seu valor de acordo com a realidade do município, e do ISS (Imposto sobre serviço). A planilha múltipla está exemplificada na Figura 46.

Figura 46 - BDI

CAIXA QUADRO DE COMPOSIÇÃO DO BDI - PADRÃO			Grau de Sigilo		
			#PUBLICO		
Nº da Operação 0	Gestor / Programa / Ação / Modalidade 1	Município/UF 0			
Proponente 0	Objeto 0	Empreendimento/Apelido 0			
Tipo de Obra (conforme Acórdão 2622/2013 - TCU): - Construção de Edifícios (também para Reformas)					
ITENS	SIGLAS	VALORES	LIMITES?	INFERIOR	SUPERIOR
TAXA DE RATEIO DA ADMINISTRAÇÃO CENTRAL	AC		NÃO	3,00%	5,50%
TAXA DE SEGURO E GARANTIA DO EMPREENDIMENTO	S+G		NÃO	0,80%	1,00%
TAXA DE RISCO	R		NÃO	0,97%	1,27%
TAXA DE DESPESAS FINANCEIRAS	DF		NÃO	0,53%	1,33%
TAXA DE LUCRO	L		NÃO	6,16%	8,96%
TAXA DE TRIBUTOS	I			Variável	
PIS (geralmente 0,65%)					
COFINS (geralmente 3,00%)					
ISS (legislação municipal)		0,00%			
CPRB (INSS)		0,00%			
BDI conforme Acórdão 2622/2013 - TCU		0,00%	NÃO	20,34%	25,00%
BDI RESULTANTE		0,00%	NÃO		

FÓRMULA UTILIZADA:  $BDI = \frac{(1 + AC + S + R + G)(1 + DF)(1 + L)}{(1 - I)} - 1$

Fonte: O autor (2018).

### 2.4.2. BDI

O Benefício de Despesas Indiretas (BDI), é um percentual aplicado nos valores da planilha orçamentária, é através deles que a empresa executora irá tirar o seu lucro para cobrir suas despesas administrativas e executivas, como descreve PIUS; BRUNSTEIN, 1999, p. 1.

Esse percentual, conhecido como BDI - Bonificação e Despesas PIUS; BRUNSTEIN, 1999, p. 1 Indiretas ou Benefícios e Despesas Indiretas -, tem como função, portanto, espelhar os custos e despesas indiretos envolvidos na realização da obra, além de suprir despesas eventuais e garantir a lucratividade imposta pelo construtor. A determinação desse percentual deve levar em consideração as características e particularidades de cada obra, uma vez que sua incidência, nos custos diretos, será a responsável pela determinação do preço da obra. (PIUS; BRUNSTEIN, 1999, p. 1).

Essas taxas de BDI estão especificadas na Figura 47, definidos pelo Tribunal de Contas da União (TCU).

Figura 47 - Valores de BDI por tipo de Obra

VALORES DO BDI POR TIPO DE OBRA			
TIPOS DE OBRA	1º Quartil	Médio	3º Quartil
CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS	20,34%	22,12%	25,00%
CONSTRUÇÃO DE RODOVIAS E FERROVIAS	19,60%	20,97%	24,23%
CONSTRUÇÃO DE REDES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, COLETA DE ESGOTO E CONSTRUÇÕES CORRELATAS	20,76%	24,18%	26,44%
CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO DE ESTAÇÕES E REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	24,00%	25,84%	27,86%
OBRAS PORTUÁRIAS, MARÍTIMAS E FLUVIAIS	22,80%	27,48%	30,95%

Fonte: TCU (2013).

Os Valores de Bonificação e despesas indiretas, pode variar com o tipo de obra a ser executada, para uma obra de reforma por exemplo, deve ter um custo mais elevado que de uma construção, pelo fato de aparecer situações e condições, não previstas inicialmente. Ele varia de acordo com o grau de dificuldade de execução e o ISS (imposto sobre serviços) do município.

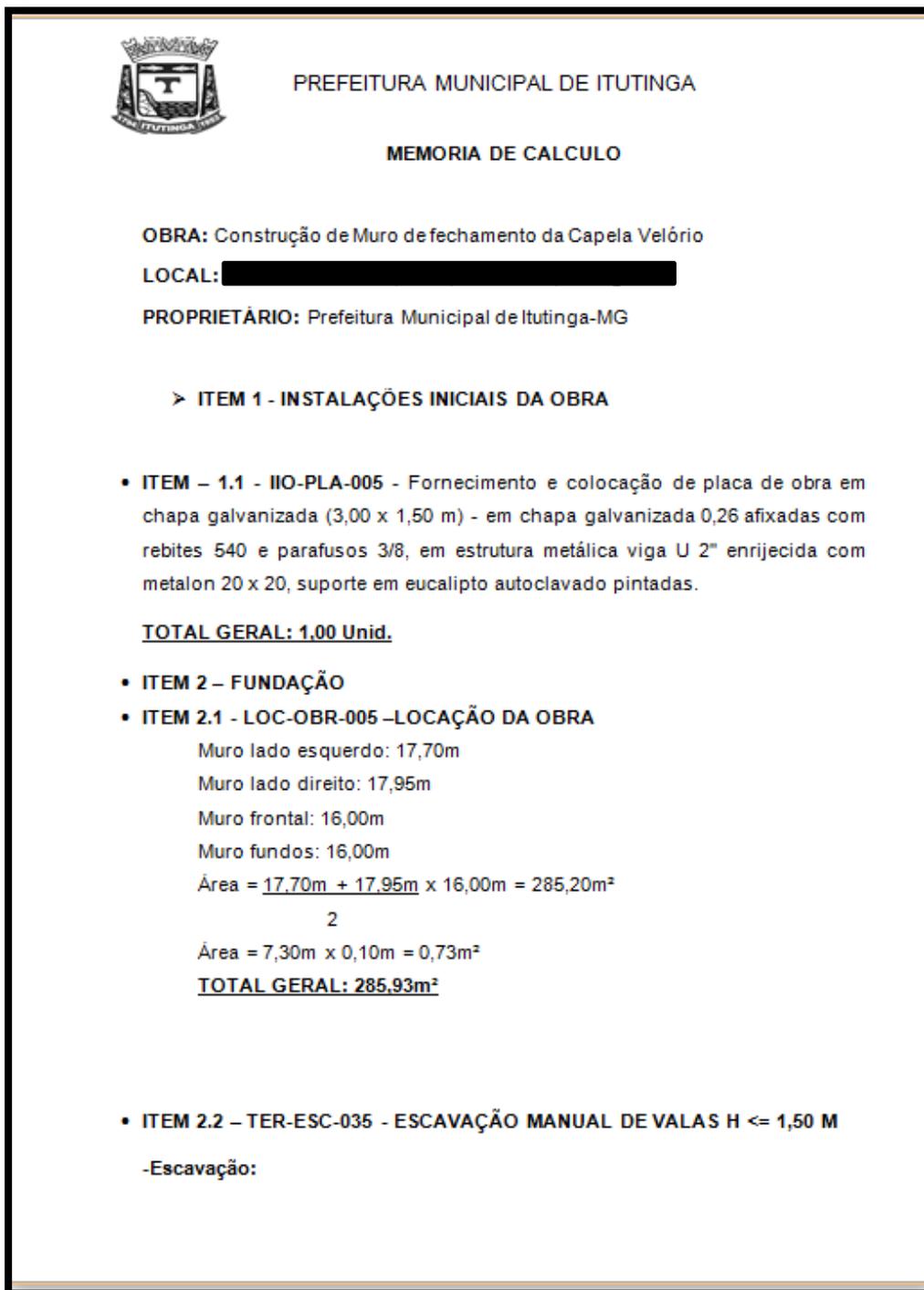
### 2.4.3. Levantamento de Quantitativos

Com a estrutura e métodos construtivos definidos e a planilha montada, a próxima etapa será o levantamento de quantitativo. Essa etapa é realizada analisando os projetos do empreendimento mostrado na Figura 48. Com ele é possível calcular a quantidade de cada item da planilha com suas respectivas unidades de medida.



Todos os cálculos realizados estão descritos em um documento nomeado Memorial de Cálculo. Através dele uma pessoa que não participou do processo de levantamento de quantitativos pode saber como foi encontrado o determinado valor de quantitativo de cada etapa do processo, como exemplificado na Figura 49.

Figura 49 - Memorial de Cálculo



The image shows a scanned document titled 'MEMORIA DE CALCULO' from the 'PREFEITURA MUNICIPAL DE ITUTINGA'. It details the construction of a wall for the 'Capela Velório'. The document lists the work, location, and owner. It then breaks down the initial installation items, including a specific item for providing and placing a plate of work in galvanized sheet metal. Calculations for the area of the wall are shown, including a total area of 285,93m². The document also lists an item for manual excavation of trenches.

 PREFEITURA MUNICIPAL DE ITUTINGA

**MEMORIA DE CALCULO**

**OBRA:** Construção de Muro de fechamento da Capela Velório  
**LOCAL:** [REDACTED]  
**PROPRIETÁRIO:** Prefeitura Municipal de Itutinga-MG

➤ **ITEM 1 - INSTALAÇÕES INICIAIS DA OBRA**

- **ITEM – 1.1 - IIO-PLA-005 -** Fornecimento e colocação de placa de obra em chapa galvanizada (3,00 x 1,50 m) - em chapa galvanizada 0,26 afixadas com rebites 540 e parafusos 3/8, em estrutura metálica viga U 2" enrijecida com metalon 20 x 20, suporte em eucalipto autoclavado pintadas.

**TOTAL GERAL: 1,00 Unid.**

- **ITEM 2 – FUNDAÇÃO**
- **ITEM 2.1 - LOC-OBR-005 –LOCAÇÃO DA OBRA**
  - Muro lado esquerdo: 17,70m
  - Muro lado direito: 17,95m
  - Muro frontal: 16,00m
  - Muro fundos: 16,00m
  - Área =  $\frac{17,70m + 17,95m}{2} \times 16,00m = 285,20m^2$
  - Área =  $7,30m \times 0,10m = 0,73m^2$
  - TOTAL GERAL: 285,93m²**

- **ITEM 2.2 – TER-ESC-035 - ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS H <= 1,50 M**
  - Escavação:

A Figura 50, Planilha Orçamentária, detalha o serviço a ser executado, seu custo unitário e o seu valor com BDI embutido. Além disso, ela apresenta o custo total daquela etapa do processo e o controle de gastos de uma obra ganha, fica mais fácil.

Figura 50 - Planilha Orçamentaria.

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA									
Nº da Operação 0		Gestor / Programa / Ação / Modalidade /			Município/UF ITUTINGA/MG		Localidade [REDACTED]		
Proponente / Tomador PREFEITURA MUNICIPAL DE ITUTINGA			Objeto REFORMA E AMPLIAÇÃO - UMEI MONTEIRO LOBATO			Empreendimento / Apelido [REDACTED]			
DATA BASE SINAPI: 04/2018 (DESONERADO)							BDI PADRÃO: 26,63%		P
LOCALIDADE SINAPI: BELO HORIZONTE							BDI DIFERENCIADO 1: 4,71%		D1
							BDI DIFERENCIADO 2: 0,00%		D2
							BDI ZERO: 0,00%		Z
ITEM	FUNTE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	UNITÁRIO COM BDI (R\$)	VALOR TOTAL COM BDI (R\$)	BDI RECURSOS
TOTAL								573.824,05	↓ ↓
1 SALAS								573.824,05	
1.1 INSTALAÇÕES INICIAIS DA OBRA								9.640,80	
1.1.1	SINAPI	74209/1	PLACA DE OBRA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO	M2	4,50	313,55	397,05	1.786,73	P
1.1.2	SINAPI	73992/1	LOCAÇÃO CONVENCIONAL DE OBRA, ATRAVÉS DE GABARITO DE TABUAS CORRIDAS PONTALETADAS A CADA 1,50M, SEM REAPROVEITAMENTO	M2	613,12	10,12	12,81	7.854,07	P
1.2 TERRAPLENAGEM								16.125,69	
1.2.1	SINAPI	96385	EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE ATERRO COM SOLO PREDOMINANTEMENTE ARGILOSO - EXCLUSIVE ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE E SOLO. AF_09/2017	M3	537,04	4,63	5,86	3.147,05	P
1.2.2	SINAPI	74154/1	ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1A CATEGORIA COM TRATOR SOBRE ESTEIRAS 347 HP E CACAMBA 6M3, DMT 50 A 200M	M3	698,15	4,26	5,39	3.763,03	P
1.2.3	SINAPI	72887	TRANSPORTE COMERCIAL COM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3, RODOVIA PAVIMENTADA	M3XKM	6.981,52	1,04	1,32	9.215,61	P
1.3 FUNDAÇÃO								61.190,05	
1.3.1	SINAPI	96523	ESCAVAÇÃO MANUAL PARA BLOCO DE COROAMENTO OU SAPATA, COM PREVISÃO DE FÔRMA. AF_06/2017	M3	67,62	58,12	73,60	4.976,83	P
1.3.2	SINAPI	96527	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA PARA VIGA BALDRAME, COM PREVISÃO DE FÔRMA. AF_06/2017	M3	14,28	76,14	96,42	1.376,88	P
1.3.3	SINAPI	94097	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MENOR QUE 1,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF_06/2016	M2	95,17	3,80	4,81	457,77	P
1.3.4	SINAPI	96995	REATERRO MANUAL APILOADO COM SOQUETE. AF_10/2017	M3	45,08	29,55	37,42	1.686,89	P
1.3.5	SINAPI	96536	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA VIGA BALDRAME, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, 4 UTILIZAÇÕES. AF_06/2017	M2	190,46	47,55	60,21	11.467,60	P

Fonte: O autor (2018).

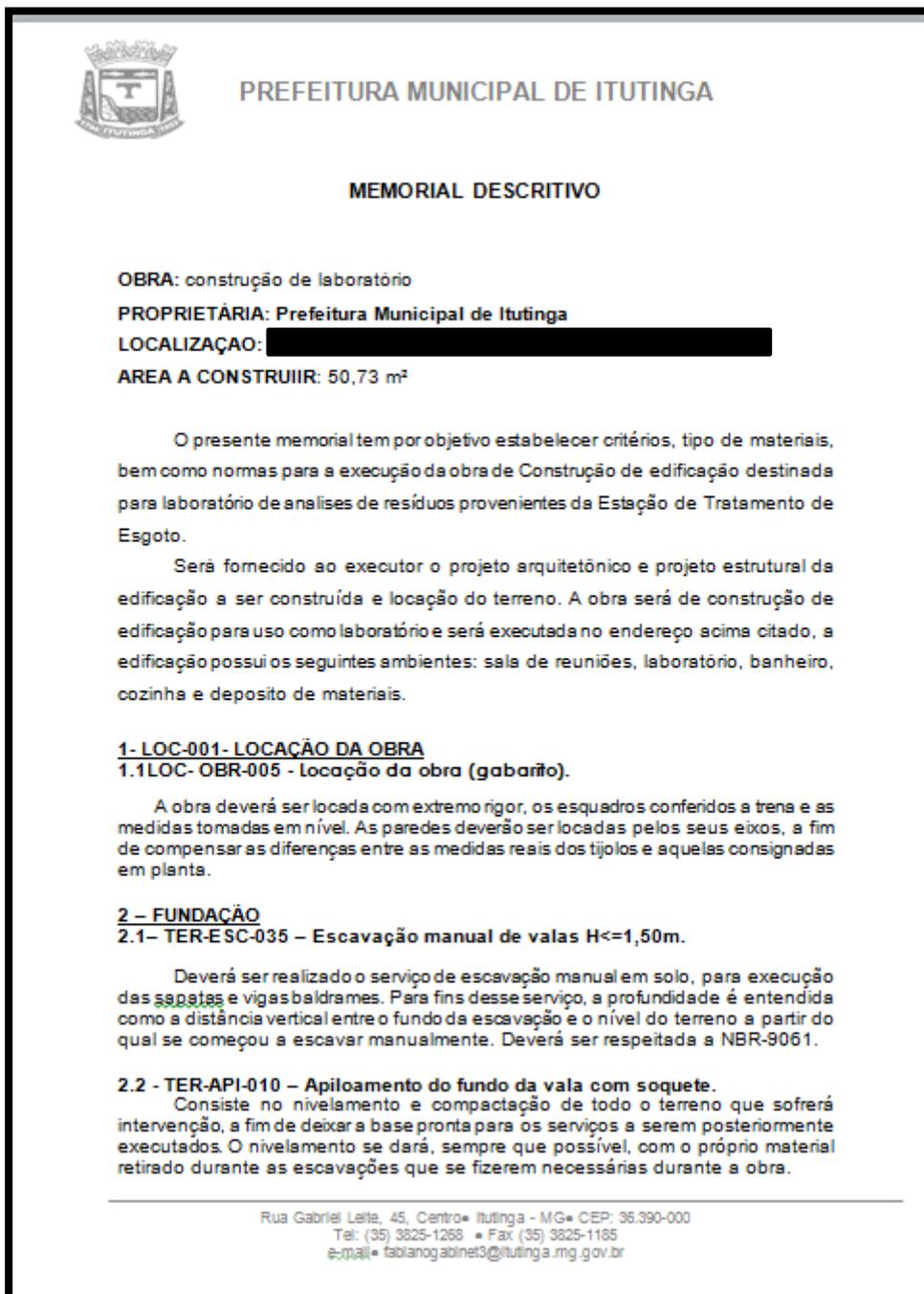
A planilha orçamentária é o projeto detalhado de uma forma diferente, onde é apresentado em formato de custos e quantitativos, não deixando de apresentar um suporte teórico e prático, devem ser executadas com o máximo rigor, para que não apresente valores diferentes da realidade do projeto.

#### 2.4.4. Memorial Descritivo

Outra etapa é a elaboração do Memorial Descritivo, que tem como objetivo detalhar as características e métodos executivos que deverão ser empregados no canteiro, o padrão e qualidade dos insumos, além de detalhar o local em que será locado o empreendimento e detalhar o terreno. O Memorial Descritivo está exemplificado na Figura 51. O termo utilizado para a descrição do produto, o que se

pretende realizar e a definição clara do objeto estão associados à descrição da técnica construtiva. São características do Memorial Descritivo fornecer uma visão global da obra e identificar todos os seus elementos constitutivos com clareza (DOMINGUES, 2003).

Figura 51 - Memorial Descritivo



 **PREFEITURA MUNICIPAL DE ITUTINGA**

**MEMORIAL DESCRITIVO**

**OBRA:** construção de laboratório  
**PROPRIETÁRIA:** Prefeitura Municipal de Itutinga  
**LOCALIZAÇÃO:** [REDACTED]  
**AREA A CONSTRUIR:** 50,73 m<sup>2</sup>

O presente memorial tem por objetivo estabelecer critérios, tipo de materiais, bem como normas para a execução da obra de Construção de edificação destinada para laboratório de análises de resíduos provenientes da Estação de Tratamento de Esgoto.

Será fornecido ao executor o projeto arquitetônico e projeto estrutural da edificação a ser construída e locação do terreno. A obra será de construção de edificação para uso como laboratório e será executada no endereço acima citado, a edificação possui os seguintes ambientes: sala de reuniões, laboratório, banheiro, cozinha e depósito de materiais.

**1- LOC-001- LOCAÇÃO DA OBRA**  
**1.1 LOC- OBR-005 - Locação da obra (gabarito).**

A obra deverá ser locada com extremo rigor, os esquadros conferidos a trena e as medidas tomadas em nível. As paredes deverão ser locadas pelos seus eixos, a fim de compensar as diferenças entre as medidas reais dos tijolos e aquelas consignadas em planta.

**2 – FUNDAÇÃO**  
**2.1– TER-ESC-035 – Escavação manual de valas H<=1,50m.**

Deverá ser realizado o serviço de escavação manual em solo, para execução das sapatas e vigas baldrames. Para fins desse serviço, a profundidade é entendida como a distância vertical entre o fundo da escavação e o nível do terreno a partir do qual se começou a escavar manualmente. Deverá ser respeitada a NBR-9061.

**2.2 - TER-API-010 – Apiloamento do fundo da vala com soquete.**

Consiste no nivelamento e compactação de todo o terreno que sofrerá intervenção, a fim de deixar a base pronta para os serviços a serem posteriormente executados. O nivelamento se dará, sempre que possível, com o próprio material retirado durante as escavações que se fizerem necessárias durante a obra.

---

Rua Gabriel Leite, 45, Centro• Itutinga - MG• CEP: 36.390-000  
Tel: (35) 3825-1268 • Fax (35) 3825-1185  
e-mail:• fabiano.gabinete3@itutinga.mg.gov.br

Fonte: O autor (2018).

A Lei 4.591/64 preconiza que o memorial descritivo é um documento obrigatório para os órgãos públicos, mas é uma ferramenta tão útil que o setor privado deveria também adotá-lo, para melhor interação entre os projetistas e executores.

### 2.4.5. Cronograma Físico-Financeiro

O Cronograma Físico-Financeiro descreve o tempo de execução da obra, nos aspectos físicos e financeiros. O cronograma é separado por grupos de afins e por seus prazos de execução, que estará detalhado no memorial descritivo. Assim, ele define a data de início e término, e através do cronograma é feito o estimativo do valor a ser pago por período. FERNANDES, 2008, p. 7, detalha em seu artigo:

No caso de contratos de serviço, os pagamentos são realizados conforme cronograma físico - financeiro de desembolso, sendo que a cada pagamento deve corresponder a verificação da execução do serviço. O cronograma é utilizado também em contratos de entrega programada de bem. (FERNANDES, 2008, p. 7).

Apresenta maiores detalhes Figura 52.

Figura 52 - Cronograma Físico-Financeiro

CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO						
PREFEITURA MUNICIPAL DE ITUTINGA				DATA: set-18		
OBRA: CONSTRUÇÃO DE MURO NO VELÓRIO		LOCAL: [REDACTED]		PRAZO DA OBRA: 02 MÊS		
ITEM	ETAPAS/DESCRIÇÃO	FÍSICO/ FINANCEIRO	TOTAL ETAPAS	MÊS 1	MÊS 2	TOTAL
1	INSTALAÇÕES INICIAIS DA OBRA	Físico %	100%	100%	0%	100%
		Financeiro	R\$ 1.402,41	R\$ 1.402,41	R\$ -	R\$ 1.402,41
2	FUNDAÇÃO	Físico %	100%	100%	0%	100%
		Financeiro	R\$ 10.599,18	R\$ 10.599,18	R\$ -	R\$ 10.599,18
3	SUPERESTRUTURA	Físico %	100%	50%	50%	100%
		Financeiro	R\$ 26.597,37	R\$ 13.298,69	R\$ 13.298,69	R\$ 26.597,37
4	OUTROS	Físico %	100%	30%	70%	100%
		Financeiro	R\$ 13.532,90	R\$ 4.059,87	R\$ 9.473,03	R\$ 13.532,90
TOTAL		Físico %	100,00%	56,32%	46,37%	100,00%
		Financeiro	R\$ 52.131,86	R\$ 29.360,15	R\$ 24.174,13	R\$ 52.131,86

OBS: A OBRA DEVERA SER EXECUTADA EM 02 MESES. AS ETAPAS DESTES CRONOGRAMA PODERA SER MODIFICADO CONFORME ANDAMENTO DA OBRA PROPOSTO PELA EMPRESA VENCEDORA, PORÉM COM APRESENTAÇÃO DE NOVO CRONOGRAMA ANTES DO INÍCIO DA CONSTRUÇÃO.

Fonte: O autor (2018).

Com esta ferramenta é possível mensurar o tempo estimado de duração da obra, o custo atrelado a cada uma das etapas, bem como os percentuais concluídos em cada uma delas.

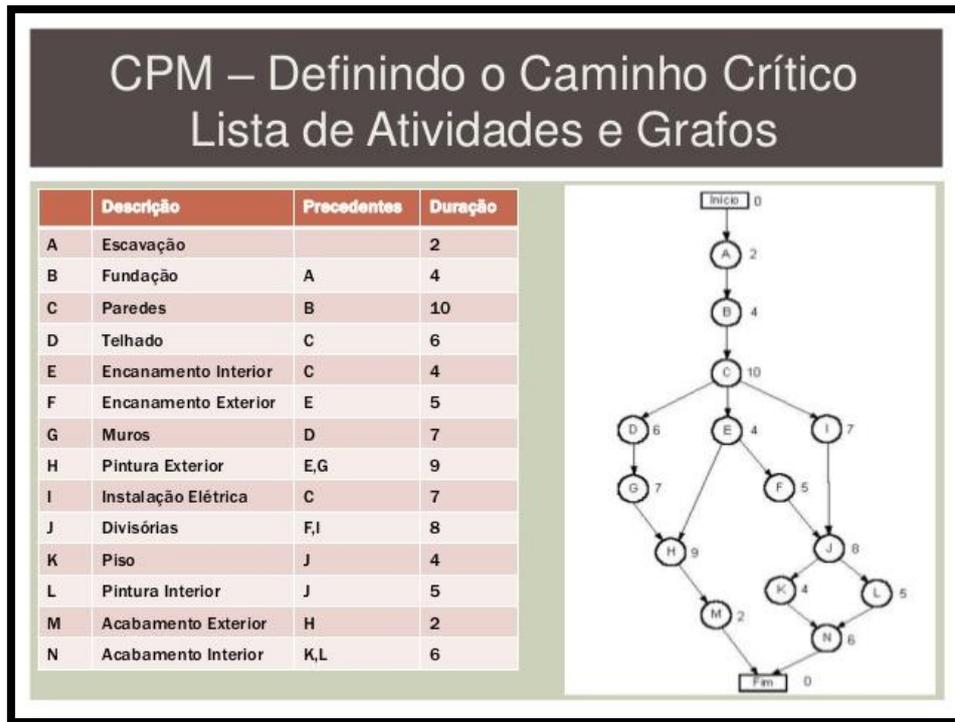
#### 2.4.6. Gerenciamento e Acompanhamento de Obra

O gerenciamento de uma obra começa a partir do momento em que se decide construir uma edificação, desde seus primeiros projetos até a sua entrega. Em todo esse processo deve-se sempre trabalhar pelos interesses de seus clientes, sem esquecer de manter a qualidade e pontualidade na entrega dos serviços. Hoje, o gerenciamento de obras durante sua execução pode ser feito por diversos programas existentes que conseguem informar uma previsão de término de determinado serviço de acordo com os dados informados, e trabalham inclusive com a possibilidade de imprevistos e atrasos nos cronogramas. Alguns exemplos de programas são o Ms-Project e o Orçafascio. Mas mesmo com *softwares* inteligentes, a parte principal do gerenciamento de obra ainda continua sendo responsabilidade do engenheiro por trás de todos os processos e projetos. A complexidade e a relevância do gerenciamento de obras são descritas por VARGAS (2005, p. 4), em seu artigo:

A maioria das pessoas mal informadas podem ver correr o risco de ver o gerenciamento de projetos como mais uma “moda” gerencial, proposta por algum desses “gurus” da administração moderna, nada disso, na realidade o gerenciamento de projetos não propõe nada revolucionário e novo, sua proposta é estabelecer um processo estruturado e lógico para lidar com eventos que se caracterizam pela novidade, complexidade e dinâmica ambiental. (VARGAS, 2005, p. 4).

O trabalho de um gerente de obras públicas efetivo de uma prefeitura é mais burocrático do que prático, ele deve sempre estar atento aos valores pagos e suas execuções para que não haja prejuízo para o órgão público ou para a empresa que executa. Existem alguns métodos que auxiliam no gerenciamento de uma obra, sendo um deles o cronograma. Para construção civil, os mais usados são o de PERT-CPM (diagrama de rede), exemplificado na Figura 53 e o de Gantt (barras) mostrado na Figura 54.

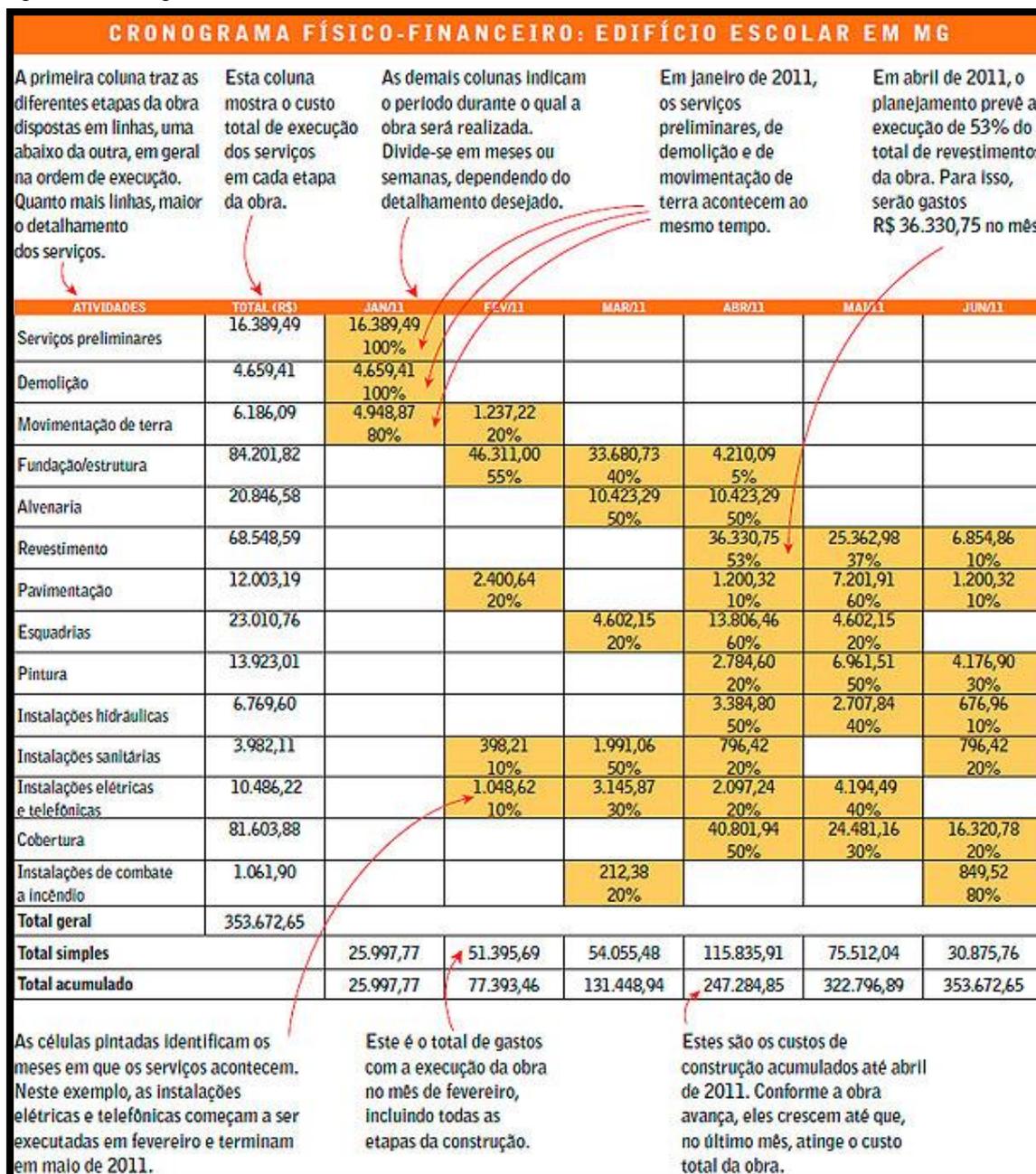
Figura 53 - Diagrama PERT-CPM



Fonte: Bafi (2013).

O diagrama PERT-COM ou diagrama de rede, como é conhecido, tem uma função de demonstrar as etapas que são dependentes do processo anterior para serem executadas e a possibilidade de execução das etapas em que isso não acontece.

Figura 54 - Diagrama de Gantt



Fonte: Faria (2011).

O Diagrama de Gantt é uma ferramenta gráfica em formato de barras coloridas dispostas horizontalmente, que permite controlar o cronograma de um projeto, demonstrando o tempo estimado para cada etapa e suas dependências de execução, onde é possível gerenciar processos paralelos quando não a obrigatoriedade de sequência entre procedimentos.

### 2.4.7. Boletim de Medições

Durante o tempo que estive na Prefeitura acompanhei obras licitadas, ou seja, obras executadas por empresas terceirizadas. Neste caso, o setor de engenharia é responsável por fiscalizar todas as etapas propostas e conferir se estão de acordo com os projetos e o Memorial Descritivo. A forma que é utilizada para fiscalizar e fazer o pagamento é através das medições, esta etapa pode ser dividida de acordo com a realidade da empresa e o tamanho da obra, podendo ser quinzenal, mensal ou de acordo com as etapas executadas.

É fundamental para o processo o registro fotográfico de todos os processos executados pelas empresas. Essas fotos são registradas para posteriormente ser realizado um relatório que englobará todas as imagens apresentando tudo que foi executado. A prefeitura prefere trabalhar com modelos desenvolvidos pela SETOP. Esse processo é chamado de Relatório Fotográfico e é um tipo de relatório que registra todas as atividades executadas na obra, os processos antes, durante e depois de cada etapa, descrevendo o local da obra, data da foto, e em alguns casos a sua localização geográfica.

O Boletim de Medição está exemplificado na Figura 55.

Figura 55 - Boletim de Medição

BOLETIM DE MEDIÇÃO										
REFEITURA: PREFEITURA MUNICIPAL DE ITUTINGA						MEDIÇÃO Nº XX		FOLHA Nº 01/05		
CONTRATADA:					DATA DE EMISSÃO: 0					
					PERÍODO DE EXECUÇÃO:					
OBRA:	PROCESSO LICITATÓRIO MODALIDADE: TOMADA DE PREÇOS Nº	ORDEN SERVIÇO Nº 01	VALOR CT/TA:	SALDO ANTERIOR:	ESTA MEDIÇÃO:	SALDO:				
			R\$	R\$	R\$	R\$				
	CONTRATO Nº	DATA								
ITEM	SERVIÇOS EXECUTADOS		QUANT. PREVISTA (Plano de	QUANTIDADES EXECUTADAS			UNID	VALOR UNITÁRIO (R\$)	VALORES EXECUTADOS R\$	
				ANTERIOR	NO PERÍODO	ACUMULADO			NO PERÍODO	ACUMULADO
<b>1</b>	<b>EDIFICAÇÃO</b>									
<b>1.1</b>	<b>INSTALAÇÕES INICIAIS DA OBRA</b>									
1.1.1	PLACA DE OBRA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO		4,50			4,50	M2	309,70	-	1.393,65
1.1.2	LOCAÇÃO CONVENCIONAL DE OBRA, ATRAVÉS DE GABARITO DE TABUAS CORRIDAS PONTALETADAS A CADA 1,50M, SEM REAPROVEITAMENTO		613,12			613,12	M2	9,99	-	6.125,75
<b>1.2</b>	<b>TERRAPLENAGEM</b>									
1.2.1	EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE ATERRO COM SOLO PREDOMNANTEMENTE ARGILOSO - EXCLUSIVE ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE E SOLO. AF_09/2017		200,09		200,09	200,09	M3	4,57	914,68	914,68

Fonte: O autor (2018).

O relatório fotográfico, apresentado na Figura 56, é um registro de todos os processos de execução da obra, detalhando as etapas antes, durante e depois de finalizadas.

Figura 56 - Relatório Fotográfico

RELATÓRIO FOTOGRÁFICO	
Entidade Conveniada: Prefeitura Municipal de Itutinga	
Objeto: Doação de 14 Mata-burros	
	
Informações sobre a fotografia apresentada:	
1) Localização: Casa Nova	
2) Data em que foi tirada a fotografia: 05/03/2018	
3) Observações:	
Coordenadas Topográficas: 21° 19' 71"S / 44° 40' 91"O	
_____	_____
Data	Ícaro Bonan Silva Secretário Municipal de Obras Rurais

Fonte: O autor (2018).

O relatório fotográfico é um documento obrigatório para obras públicas pelo fato de detalhar o emprego de materiais e mão de obra, descritos nas planilhas orçamentárias. Em obras particulares passa maior credibilidade, mostrando o cuidado do profissional para detalhar ao cliente como o seu dinheiro está sendo empregado.

## 2.5. Atividades desenvolvidas por Walan Luis de Oliveira

Realizei o estágio na Ciclope Empreendimentos e Participações LTDA situada na cidade de Lavras- MG. A empresa atua no ramo imobiliário, cujo a mão de obra trabalha em execução de loteamentos e condomínios fechados.

As Figuras 57 e 58 apresentam, respectivamente, a logo da empresa e a fachada da sede.

Figura 57 - Logo da empresa



Fonte: O autor (2018).

Figura 58 - Fachada do escritório



Fonte: O autor (2018).

Durante o estágio, foi acompanhada a execução das etapas de pavimentação de um loteamento, procedimento que compõe a infraestrutura urbana. A execução foi realizada em um loteamento residencial no município de Lavras - MG, cujas etapas devem ser realizadas cronologicamente, exigindo um trabalho extensivo em cada uma delas sendo necessário o acompanhamento técnico durante a execução do mesmo.

As atividades exercidas no estágio foram:

- levantamento de quantitativos;
- controle de projetos;
- controle de entrada de materiais;
- medição de empreiteiros;
- acompanhamento de execução de atividades.

Assim, durante o estágio, foi possível absorver um amplo conhecimento na área de infraestrutura urbana, pois o acompanhamento realizado na obra contemplou desde o desmembramento da gleba as etapas subsequentes, até ser finalizada a pavimentação.

### **2.5.1. Importância da Pavimentação**

Em obras de Engenharia Civil, tais como construção de ruas, rodovias e aeroportos, é executada a superestrutura que se constitui de um sistema finito de camadas sobre o terreno denominado subleito.

De acordo com Senço (1997):

Pavimento é uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície final de terraplenagem, destinada técnica e economicamente a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, e a propiciar aos usuários melhoria nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança (SENÇO, 1997, p. 6 e 7).

Para a escolha do tipo de pavimentação ideal para cada caso, é necessário um estudo sobre os diversos tipos de pavimentações, materiais utilizados e técnicas de execução, bem como a disponibilidade de materiais.

A pavimentação é uma etapa da infraestrutura urbana que se refere ao conjunto de serviços básicos indispensáveis a uma cidade ou sociedade, assim destaque algumas das principais etapas acompanhadas durante o período de estágio, desde a execução dos serviços preliminares à execução da pavimentação do empreendimento.

## 2.5.2. Infraestrutura Urbana

### 2.5.2.1. Reforço do subleito

O reforço do subleito é constituído de uma camada de solo de melhor qualidade. Este material irá servir como um reforço sobre sua superfície e sua função é minimizar a magnitude da tensão na camada subjacente (subleito).

A camada de reforço do subleito somente será feita se o solo natural não atender as especificações técnicas. Quando o terreno natural não atende as especificações, a maioria dos engenheiros optam pela aplicação desse reforço com embasamento em análise do solo, relatórios e normas.

De acordo com a Figura 59, é possível observar que a execução do loteamento teve o reforço do subleito com uma camada de solo argiloso. A aplicação desta camada supriu as especificações técnicas, logo as camadas superiores não tiveram sua espessura elevada condigno ao procedimento adotado, desta forma foi possível diminuir o custo devido aos materiais utilizados ter um valor inferior quando comparado com a base.

Figura 59 - Reforço do subleito com uma camada de solo argiloso



Fonte: O autor (2018).

#### **2.5.2.2. Base**

Camada destinada a resistir aos esforços verticais oriundos do tráfego e distribuí-los em camadas adjacentes (DNIT, 2009). O revestimento asfáltico (CBUQ) é aplicado na base desde que seja tratada conforme as solicitações de projeto. Essa análise é feita em laboratório, o qual irá contemplar as propriedades mecânicas do solo natural. Quando suas propriedades atendem aos requisitos de dimensionamento não é necessário o reforço do subleito.

Em vias urbanas ou rodovias, a base é a camada que normalmente precede o revestimento, especialmente quando este último é do tipo flexível. Sua função é receber os esforços da camada superior e distribuí-los para as camadas subsequentes. Sua composição é de matérias granulares, podendo ou não apresentar aglutinantes.

Seja qual for a função de um solo, suas características mecânicas e físicas devem ser analisadas. Na engenharia civil um solo pode ser usado de várias maneiras. Um exemplo é na aplicação de um revestimento asfáltico, onde é fundamental entender as características do terreno, pois este basicamente terá função de fundação do pavimento. Através dessa análise é possível determinar os materiais a empregar e o método de aplicação considerados parâmetros importantes como: teor de umidade ótima, limite de plasticidade, granulometria, dentre outros (BAPTISTA, 1978).

De fato, são as análises que fornecerão as condições do solo, que devem ser comparadas às solicitações da via para que sejam determinadas as estratégias a serem adotadas para a execução.

A Figura 60 refere-se à compactação da base de um loteamento, que foi realizada com o rolo pé de carneiro. Nesta etapa da obra é necessário verificar e controlar a umidade dos materiais utilizados, para assim a estrutura ter um grau de compactação previsto conforme projeto.

Figura 60 – Compactação da base com matérias nobres



Fonte: O autor (2018).

A compactação desta base pode ser relacionada com as matérias ministradas no sétimo e oitavo período da graduação que são: Mecânica dos Solos I e II e Estradas II. Nas respectivas disciplinas, é possível visualizar a teoria sendo colocado em prática e correlacionar a necessidade de conhecer o tipo de solo conforme estudada nas disciplinas citadas, com possibilidade de tratá-las a partir do conhecimento sobre as propriedades mecânicas.

#### **2.5.2.2.1. Materiais e espessura da base**

Na base foram utilizados materiais com boas propriedades de resistência a compactação. Tais materiais são definidos para cada tipo de solo, considerando as solicitações pertinentes. No empreendimento a espessura da camada usada foi de 13 cm, conforme análise feita em laboratório.

A Figura 61 retrata o agregado usado na camada da base. O material empregado foi o seixo rolado e solo argiloso, cuja função é melhorar a resistência mecânica do solo para execução da camada superior.

Figura 61 - Material usado na base



Fonte: O autor (2018).

É válido destacar que para cada tipo de solo existe uma característica peculiar para a base a ser usada, considerando-se a qualidade das camadas inferiores, que em alguns casos, podem suprimir a necessidade da base, mas, em outros casos, podem demandar uma base com agregados diferentes e com uma maior espessura.

#### **2.5.2.2.2. Estabilização da base**

A Figura 62 mostra a base compactada. Essa compactação foi feita com o rolo pé de carneiro e o rolo liso, que têm por finalidade reagrupar as partículas do solo e reduzir ao máximo os espaços vazios entre elas. O processo permite obter uma camada superficial mais uniforme e estável, resistente ao desgaste e às intempéries, capaz ainda de suportar maiores cargas. É indispensável o controle de umidade e a velocidade dos rolos, pois esses fatores afetam o resultado da obra.

Figura 62 - Base compactada com rolo



Fonte: O autor (2018).

Durante a execução do serviço foi feita uma vistoria intensa na qualidade, com o propósito de atingir as propriedades de resistência adequada, sabendo que essa camada estruturalmente é a mais importante. A função estrutural é de resistir a elevadas tensões de cisalhamento aplicada na superfície por cargas concentradas e ainda a de distribuir essas cargas às camadas subjacentes do pavimento ou do subleito com uma magnitude baixa.

É necessário que se faça uma boa compactação desta camada, de forma a uniformizá-la e torná-la homogênea. Vale ressaltar que a compactação da base deve estar com um grau de compactação conforme o projeto.

Segundo a norma (DNIT/108, 2009), a compactação é a “operação por processo manual ou mecânico, destinada a reduzir o volume dos vazios de um solo ou outro material, com a finalidade de aumentar a massa específica, resistência e estabilidade”.

A base se assemelha à sub-base, ainda, no que diz respeito aos equipamentos utilizados para sua compactação, visto que são os mesmos utilizados na sub-base: moto niveladora com escarificador, caminhões pipa, escavadeiras,

rolos compactadores tipo pé-de-carneiro, liso-vibratório, pneumático e caminhões para o transporte da terra de corte ou aterro.

### 2.5.3. Imprimação

A imprimação asfáltica é uma fina película de material betuminoso sobre uma superfície granular. A função da imprimação é aumentar a coesão da superfície imprimada devido á penetração do material betuminoso na base. Também tem como objetivo impermeabilizar a camada.

A Figura 63 representa a base imprimada. Essa etapa da obra envolve duas matérias já ministrada no decorrer da graduação: uma delas é a Química Geral, onde correlaciona com a composição, e a segunda matéria já estudada é de Estradas II, onde a mesma relaciona as camadas subjacentes do revestimento, dimensionamentos de vias, dentre outros tópicos.

Figura 63 - Imprimação da avenida do loteamento



Fonte: O autor (2018).

Finalizada a compactação da base com o rolo liso é feito a análise de compactação e posteriormente a imprimação. A imprimação foi executada com uma taxa de 1 L/m<sup>2</sup>, conforme recomenda a norma DNIT/144, (2014, p.2):

A taxa de aplicação "T" é aquela que pode ser absorvida pela base em 24 horas, devendo ser determinada experimentalmente na obra. As taxas de aplicação do asfalto diluído usuais são da ordem de 0,8 a 1,6 l/m<sup>2</sup> e da

emulsão asfáltica da ordem de 0,9 a 1,7 L/m<sup>2</sup>, conforme o tipo e a textura da base. (DNIT/144, 2014, p.2).

O material betuminoso não deve ser distribuído quando a temperatura ambiente estiver abaixo de 10°C, ou em dias chuvosos ou com chuva iminente.

#### **2.5.3.1. Aplicação da imprimação**

A Imprimação é fundamental no processo de pavimentação já que esse processo é um dos que antecede o revestimento asfáltico e deve ser executado conforme projeto, seguindo as especificações e cuidados técnicos.

A imprimação deve ser aplicada na base. Logo, esta deve estar em perfeitas condições para ser imprimada, pois o grau de compactação compromete a estrutura devido ao fato de o CM 30 (imprimação) de aumentar a coesão superficial, impermeabilização e permitir condições de aderência entre a superfície e o revestimento a ser executado. A aplicação do revestimento em condições inadequadas pode ocasionar as patologias, causando um grande transtorno a todos envolvidos e a sociedade (ABEDA, 2002).

A aplicação do material betuminoso é feita pela barra de distribuição de um caminhão distribuidor ou por um tipo de revólver que tem um controle de vazão por regulagem manual. O caminhão deve percorrer a extensão a ser imprimada em velocidade uniforme para que o material seja uniformemente aplicado sobre a base. Equipamentos de controle das propriedades da vazão e do material betuminoso (tacômetro, manômetros e termômetros) deverão estar em perfeitas condições de funcionamento e estar com a manutenção em dia. Durante a aplicação, devem ser evitados e corrigidos imediatamente o excedente ou a falta do material asfáltico. Após aplicação do ligante, deve-se esperar o escoamento da água e evaporação em decorrência da ruptura DER-SP (ET-DE-P00/019).

#### **2.5.4. Pavimento**

O pavimento é uma estrutura construída após a terraplenagem de acordo com as normas vigentes e necessidades de projetos. Sua finalidade é resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais produzidos pelo tráfego, melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e segurança, tornando mais durável a

superfície. Essas camadas que recebem essa tensão devem trabalhar bem as deformações sofridas sobre elas, de tal maneira que não ocorra processos de ruptura (DNIT, 2006).

Pavimento é uma estrutura que exige manutenção em um determinado prazo, sua composição estrutural é construída sobre camadas sobrepostas de diferentes materiais compactados e sua função é atender o efeito estrutural e operacional (BALBO, 2007).

#### **2.5.4.1. Materiais e espessura do pavimento**

O material usado para a pavimentação do loteamento foi o CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado a Quente) cuja composição é de agregado mineral graúdo, material de enchimento (filler) e ligante betuminoso, espalhada e comprimida a quente. O revestimento usado na obra teve uma espessura de 3,50 cm.

Esse tipo de material empregado na execução da obra é o mais comum e sua execução é de maneira ágil. A matéria prima permite um custo relativamente baixo, se comparado a outros sistemas.

#### **2.5.4.2. Aplicação do revestimento asfáltico**

A aplicação do revestimento CBUQ foi executada por meio do maquinário vibroacabadora. Em seguida foram usados rolos compactadores com o propósito de atingir o grau de compactação calculado em projeto. Os rolos usados foram: rolo liso vibratório e rolo pneumático.

O rolo de pneu, permite o ajuste de pressão, assim uma menor pressão é aplicada na camada quando comparada com o rolo liso, pois o rolo liso devido sua vibração causa forças que opõem a essa compactação, usado para acabamentos da superfície (BALBO, 2007).

O Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), pode ser considerado a mais comum e tradicional mistura asfáltica empregada no país. Podemos observar esse material empregado em vias arteriais, coletoras e locais. Um dos fatores que levam os empreendedores a usarem este método de execução nas diversas obras é o preço e a mão de obra de fácil acesso. Sua mistura na usina exige um controle rigoroso de todo o processo, ressaltando que qualquer falha em dosagem de

agregados, temperatura, transporte, dentre outros, acarretará em prejuízos à qualidade do material.

O CBUQ é um material para a construção de revestimento de pavimentos, incluindo capas de rolamento e camadas de ligação imediatamente subjacentes aos revestimentos.

Durante a produção do material, os agregados devem ser corretamente dosados por meio de unidades de classificação. Além da secagem dos materiais sua temperatura é elevada a cerca de 175 °C no qual acontece dentro da usina, sendo de responsabilidade dos técnicos a temperatura prevista para aprovação da saída do produto da usina.

No canteiro de obra esse material tem que chegar com uma temperatura de 140°C a 145°C.

Os maiores problemas para conseguir a garantia dessa temperatura é a logística, as condições climáticas e proteção do material. Caso esses fatores influenciem diretamente, conseqüentemente a viscosidade do revestimento sofrerá alterações, prejudicando a qualidade do material.

A logística do canteiro deve ser sistematizada, pois o fluxo de maquinários para esse tipo de obra é muito grande. Assim durante a aplicação do revestimento da obra acompanhada fizemos a sistematização do canteiro e análise climática, sabendo que esses dois itens são de grande relevância para execução da pavimentação.

A Figura 64 retrata a aplicação do revestimento. A vibroacabadora trabalha minuciosamente em conjunto com uma frota de equipamentos, num ciclo operacional complexo que vai desde a fabricação de pavimento, assentamento e revestimento final. A qualidade da pavimentação realizada por vibroacabadoras não depende apenas de requisitos logísticos, já que o tipo de maquinário interfere também no resultado, os modernos são equipados com tecnologias capazes de assegurar a resistência do pavimento em diversos níveis de angulação, considerando caimento e outras variáveis.

Figura 64 - Aplicação do revestimento por meio da vibroacabadora



Fonte: O autor (2018).

A vibroacabadora tem por função o espalhamento e nivelamento do asfalto. Durante este processo os operadores devem estar atentos ao volume armazenado nos caminhões basculantes, já que os materiais armazenados nesses caminhões irão ser transferidos para vibroacabadora sem que haja interrupção na execução do pavimento. Para a conclusão e acabamento, entram em cena os rolos compactadores de asfalto.

É de extrema importância o acompanhamento do engenheiro civil durante essa etapa da obra, pois a execução do revestimento exige um controle alto de qualidade e quando isso não é realizado consequências podem surgir. As mais relevantes são as patologias, visto que levam um transtorno a todos envolvidos.

#### 2.5.4.3. Dimensionamento da massa de CBUQ

A equação usada para calcular a massa de CBUQ é:

$$T = A \times E \times D$$

Onde:

T: massa de CBUQ necessária (toneladas)

A: área a ser asfaltada (m<sup>2</sup>)

E: espessura da camada de pavimento necessária (m)

D: densidade constante do CBUQ quente (2,4 t/m<sup>3</sup>)

O dimensionamento do quantitativo de massa de CBUQ é de extrema importância, sua exatidão está ligada ao resultado final da planilha orçamentaria.

O preço do m<sup>2</sup> de massa de CBUQ no mercado é relativamente alto, logo qualquer variação na medição faz com que o cronograma físico financeiro de sua obra fuja do planejamento.

No loteamento executado foi gasto 1.371,888 toneladas de CBUQ, onde:

$$A= 16.332,00 \text{ m}^2$$

$$E= 0,035 \text{ m}$$

$$D= 2,4 \text{ t/m}^3$$

Logo:

$$T= 16.332,00 \times 0,035 \times 2,4= 1.371,888 \text{ Toneladas de massa de CBUQ.}$$

#### 2.5.4.4. Pavimentação

A Figura 65 refere-se ao revestimento da avenida já concluído. Podemos relacionar essa etapa da obra com a matéria de estrada II. Essa etapa acontece após a aplicação da imprimação.

Figura 65 - Pavimentação executada



Vale ressaltar que o processo de execução tem que ter um engenheiro responsável. Sua função é zelar pela qualidade do serviço, exigindo o cumprimento das normas e técnicas de manuseios de maquinários.

Durante a execução da pavimentação foi feito o controle de compactação do revestimento, conferência de espessura e temperatura do CBUQ. Na figura fica nítida a qualidade do serviço, visto que este não apresenta irregularidades ou presença de espaços vazios. Vale destacar que para se atingir os resultados esperados, é necessário que se utilize equipamentos e operadores adequados. Além disso, é fundamental que se faça um planejamento de obras, para que as etapas aconteçam de maneira a atender a cronologia prevista. O clima deve ser monitorado diariamente, a fim de atualizar o planejamento conforme as condições climáticas, visto que essas são determinantes para a execução.

A eficiência dos maquinários utilizados durante a execução depende de alguns fatores que refletem em seu desempenho. Tais fatores são:

- Frente de serviço
- Clima
- Operador
- Condições dos maquinários

A frente de serviço é muito importante para uma boa produtividade de um maquinário, quando não for prevista a uma grande probabilidade de as máquinas ficarem paradas na obra. Exemplo: A execução de uma base exige que os agregados miúdos e graúdos estejam posicionados em pontos estratégicos para a distribuição. Caso isso não aconteça, máquinas irão ficar paradas no canteiro (retroescavadeira, caminhão, motoniveladora, etc), gerando um custo adicional no cronograma físico financeiro.

Outro fator relevante é o clima, pois interfere diretamente na execução das obras. A imprimação da base, por exemplo, é uma etapa que não pode ser executada em períodos chuvosos, nem tampouco à temperatura inferior a 10°C.

Operador quando não bem treinado para o manuseio do maquinário gera perda considerável de produtividade devido às dificuldades para realização dos serviços.

Os maquinários devem estar com suas manutenções em dias, essa condição das máquinas impacta muito no canteiro, tal condições impróprias é muito comum assim gera um atraso no planejamento da obra.

Em condições ideais aos fatores acima citados, os equipamentos têm as seguintes relações custo/benefício:

- Retroescavadeira
- Escavadeira

Uma retroescavadeira tem um custo no canteiro de R\$80,00/hora, em uma execução de escavação de valas para o posicionamento de tubos de água potável é possível executar 140 metros de valas com uma profundidade de 70 centímetro com uma jornada de Trabalho de 9 horas.

Uma escavadeira tem um custo no canteiro de R\$250,00/hora, executando uma limpeza em um loteamento que engloba remoção de vegetação e pedras, consegue limpar 5000 metros quadrados com uma jornada de trabalho de 9 horas, considerando um terreno com boas condições de locomoção.

#### **2.5.4.5. Divisão dos tipos de pavimentos**

Os pavimentos podem ser classificados tradicionalmente em dois grupos: flexível e rígido (BERNUCCI, 2010).

Os pavimentos flexíveis são aqueles constituído por camadas que não trabalham bem a tração e normalmente constituído de revestimento betuminoso sobre camadas puramente granulares. Esse tipo de pavimento é chamado de flexível pois quando aplicado uma tensão sua estrutura tende a fletir, assim a camada subjacente sofrerá uma deformação maior e conseqüentemente transmitia para as demais. São constituídos de várias camadas que trabalham bem a deformações elásticas. Sua estrutura pode variar de acordo com as propriedades mecânicas do terreno. As camadas usuais são: revestimento, base, sub-base e subleito (DNIT, 2006).

Os pavimentos rígidos são aqueles em que o revestimento é constituído por placas de concreto. Sua estrutura é rígida em relação as camadas inferiores resultando em uma resistência elevada (BERNUCCI, 2010).

Seu dimensionamento é baseado nas propriedades resistentes de placa de concreto, as quais são apoiadas em uma camada de transição (Sub-base). São constituídos basicamente por três camadas: revestimento, base e subleito. A função da placa de concreto é dissipar as tensões sofridas, distribuindo-a em uma maior área. Ao chegar ao subleito, terreno em que se assenta o pavimento, seja ele resultante de corte ou aterro, a carga encontra-se suficientemente amortecida minimizando os esforços atuante (DNIT/047, 2004-ES).

#### **2.5.4.6. Modelo de pavimento executado no Brasil.**

Na maioria dos países, como mostram estudos, a pavimentação asfáltica é a principal forma de revestimento. No Brasil, cerca de 95% das estradas pavimentadas são de revestimento asfáltico. É o principal sistema logístico do país e conta com uma rede de 1.720.700 quilômetros de estradas e rodovias nacionais. Essa malha rodoviária é predominada pelo concreto Betuminoso Usinado a Quente, este é o revestimento mais usual na região e é conhecido como CBU. Porém temos também a aplicação à frio com o uso de emulsão asfáltica de petróleo (EAP) (ABEDA, 2002).

O ligante betuminoso que provém da destilação do petróleo faz com que o revestimento fique impermeável e resistente aos esforços solicitantes. Esse ligante é conhecido como CAP (Cimento asfáltico de Petróleo), que pode ser fabricado em usina específica, fixa ou móvel, ou preparado na própria pista (ABEDA, 2002).

### **3. AUTOAVALIAÇÃO**

#### **3.1.1. Autoavaliação Ana Mayra Souza Marques**

Durante o curso sempre tive dúvida de qual área iria me especializar quando me formar, pois ainda era tudo muito novo, mas quando tive a oportunidade de estagiar, consegui me encontrar, foi tudo muito importante pra mim, cada detalhe durante o tempo de estágio somou muito na minha vida.

O modo como os engenheiros tratavam seus clientes, a boa vontade, a satisfação de realizar o projeto dos sonhos, foi tudo diferente de como eu imaginava, me surpreendi muito e a cada dia que se passava tive a certeza de que escolhi a profissão certa.

Encontrei muitas dificuldades para realizar esse projeto, pois era o primeiro que eu fazia sozinha, no início tive um pouco de receio e insegurança, tive medo do cliente não gostar, dos engenheiros não aprovarem, mas, com dedicação e apoio dos meus colegas estagiários e dos engenheiros responsáveis, tudo se tornou muito prazeroso de realizar.

Com isso, aprendi a lidar com as pessoas e ter um bom relacionamento no local de trabalho, mesmo com dificuldades e passando por alguns momentos difíceis, essa vivência somou muito na minha vida e com certeza somará muito na minha carreira como profissional, pois, aperfeiçoei meus conhecimentos sobre projetos arquitetônicos e tive um grande incentivo de crescer e me preparar melhor para um futuro próximo.

### **3.1.2. Autoavaliação Bruno Henrique Matta Diz Varisco**

As experiências vivenciadas no estágio, foram de extrema importância para meu aprendizado, pois possibilitaram a colocação de todo conhecimento obtido em sala de aula na prática.

Nesse período, tive a oportunidade de conviver com várias pessoas que atuam no ramo da construção civil, onde extraí o máximo de conhecimento possível, vivenciando as dificuldades, as oportunidades e me preparando para o mercado de trabalho.

Nos tempos de hoje, na maioria das vezes, a elaboração de projetos estruturais se dá por meio de *softwares* específicos. Já tendo familiaridade com alguns *softwares*, consegui executar os projetos propostos, e melhorando o meu entendimento sobre estruturas.

### **3.1.3. Autoavaliação Robson Monteiro de Andrade**

Estar no dia a dia de um canteiro de obras, proporciona conhecimentos imensuráveis aos graduandos de engenharia civil. Tive o privilégio de conviver com a construção civil ao longo de quase toda a minha graduação, e cada experiência foi ímpar. Especificamente no acompanhamento e gestão da execução de instalações de captação pluvial do loteamento estudado, com o compromisso de relatar o trabalho desenvolvido, foi possível atentar ainda mais aos detalhes discutidos em sala de aula, correlacionando as experiências adquiridas nos ambientes de sala de aula e de campo.

Um quesito sempre lembrado em minhas atividades, diz respeito à necessidade de liderar e manter boas relações com os colaboradores da obra, tarefa inerente ao dia a dia de um engenheiro de execução. Saber lidar com as situações adversas, garantindo a motivação dos trabalhadores e o respeito hierárquico da cadeia profissional, é um desafio para os jovens que desejam atuar neste segmento da engenharia civil. Felizmente, ao longo das experiências adquiridas pude aprimorar a capacidade de liderança, fator que contribuiu significativamente para o bom andamento da obra, bem com o cumprimento dos prazos.

Além disso, a prática de escrita acadêmica, bem como a troca de informações com os integrantes do grupo de orientação, proporcionou um amadurecimento no perfil de estudante, evidenciando a proximidade dos objetivos estipulados no início do curso. A harmonia entre o acadêmico e o profissional é extremamente importante para o discente, pois aumenta seu leque de atuação.

#### **3.1.4. Autoavaliação Thalys Garcia Vieira**

Este portfólio mostra um pouco do conhecimento que conquistei durante o tempo em que estive realizando este estágio supervisionado. Ele abriu meus olhos e me mostrou como o mercado de trabalho e o sistema público e privado funcionam, as suas competições diárias, seja entre empresas prestadoras de serviços ou entre o governo atual e seus rivais políticos. Aprendi durante período que quando se tem um problema, uma cabeça fresca e calma é a melhor solução para lidar de uma forma ágil, para obter um resultado de custo baixo e eficiente.

Acredito que durante esse tempo me empenhei ao máximo para deixar uma boa impressão e mostrar o meu valor, além de mostrar como posso ser um bom profissional na área que decidi seguir.

### **3.1.5. Autoavaliação Walan Luis de Oliveira**

O presente portfolio tem grande relevância, devido a assimilar o conhecimento acadêmico e a prática no canteiro de obra. O acompanhamento da execução da pavimentação do loteamento entre outras etapas, fez-me perceber o quanto é fundamental entender a teoria abordada em sala, pois esse conhecimento faz com que a obra tenha qualidade e atenda as especificações técnicas, assim o estágio proporcionou-me um amplo conhecimento e riquezas de informações cabíveis na área trabalhada.

O processo de pavimentação exige um controle rigoroso na fiscalização, assim o responsável pela obra (Engenheiro) tem sempre que estar atento a todas as etapas, com intuito de executá-las da melhor maneira possível.

Em obras sempre são encontrados diversos problemas e a melhor maneira de solucionar é estar preparado. A graduação nos fornece conhecimentos extraordinários, assim temos que aproveitar o máximo possível de informações.

O acompanhamento em campo é a melhor maneira de aperfeiçoar a experiência profissional, conseqüentemente agregando o conhecimento necessário. A prática sempre levará assuntos teórico vivenciados na vida acadêmica, devido a diversas áreas possíveis de atuar, na qual a rotina é diferente em cada canteiro de obra, levando a tomar providências admissíveis em campo.

Ressaltando o grande valor do portfólio desenvolvido, consegui ter uma perspectiva positiva na minha graduação, tendo a certeza que estou no caminho certo na minha vida profissional.

#### **4. CONCLUSÃO**

As atividades apresentadas no trabalho refletem a tamanha amplitude da atuação do engenheiro civil. Neste portfólio é possível identificar segmentos voltados para a área de projetos, gestão e planejamento de obras. Vale ressaltar que além destas, existem várias outras possibilidades de atuação para este profissional.

As experiências vividas pelos autores deste portfólio ofereceram condições e direcionamento profissional, permitindo o contato com as atribuições correlatas a cada um dos segmentos escolhidos. Desta forma, após a conclusão da graduação que se aproxima os alunos estarão mais preparados para o mercado de trabalho, conhecendo suas responsabilidades e desafios.

A aluna Ana Mayra Souza Marques acredita ter agregado conhecimento e experiência para melhor desempenho profissional. Foi de extrema importância a realização da atividade, visto que enriqueceu o aprendizado devido ao contato que obteve com os profissionais do escritório e com os colaboradores envolvidos. Cada detalhe e informação foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho, contribuindo diretamente para o crescimento profissional.

O aluno Bruno Henrique Matta Diz Varisco enfatizou o assunto de projeto estrutural, destacando os critérios necessários para sua elaboração. A experiência garantiu maior segurança com os projetos e crescimento profissional, visto que os desafios que surgiram durante o desenvolvimento das atividades foram superados com auxílio e orientação do supervisor.

O aluno Robson Monteiro de Andrade acredita ter sido claro na descrição das atividades desenvolvidas, correlacionando as etapas executadas com os vários assuntos estudados em sala de aula. Além disso verificou a segurança técnica proporcionada pela graduação, o que deu condições de executar suas tarefas profissionais com tranquilidade.

O aluno Thalys Garcia Vieira objetivou apresentar todas as experiências do tempo que teve contato com a área de gerenciamento e os procedimentos burocráticos que o setor público exige. Este portfólio é uma amostra rápida de como funciona e quais são os cuidados que se deve ter na elaboração de planilhas orçamentárias, cronogramas, memoriais descritivos e de cálculo.

O aluno Walan Luis de Oliveira presume ter criado seu perfil profissional e um vasto conhecimento técnico da área de sua vivência. Desta forma o percurso acadêmico e a oportunidade de estagio levaram a segurança e confiança para atuar no ramo da construção civil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6118:2014** - projetos de estruturas de concreto – procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6120:1980** - cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 1978.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **ABNT. NBR 7211**. Agregados para concreto - Especificação. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **ABNT. NBR 8890**. Tubo de concreto de seção circular para águas pluviais e esgotos sanitários - Requisitos e métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **ABNT. NBR 9061**. Segurança de Escavação a céu aberto. Rio de Janeiro, 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE ASFALTO (ABEDA). **Manual básico de emulsões asfálticas**. 1ª edição, ABEDA, Rio de Janeiro, 2002.

ÁVILA, Vinícius Martins. **Compatibilização de projetos na construção civil estudo de caso em um edifício residencial multifamiliar**. Belo Horizonte, 2011.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação Asfáltica: materiais, projetos e restauração. Oficina de texto**, 2007.

BAPTISTA, Cyro N. **Pavimentação: tomo 1. Ensaio fundamentais para a pavimentação – dimensionamentos dos pavimentos flexíveis**. 3ª ed. Porto Alegre: Globo, 1978.

BERNUCCI, Liedi B.; MOTTA, Laura M. G.; CERATTI, Jorge A. P.; SOARES, Jorge B. **Pavimentação Asfáltica – formação básica para engenheiros**. 3ª Edição. Rio de Janeiro, Imprinta, 2010.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos. **ÁGUAS DE CHUVA: Engenharia das águas pluviais nas cidades**. 4ª Edição revisada e ampliada. São Paulo – SP: Editora Edgard Blüncher Ltda, 2017.

BRASIL. lei nº 4.591, de 16 de dezembro de 1964. **Dispõe sobre o condomínio em edificações e as incorporações imobiliárias**. Capítulo 3 artigo 32 paragrafo 7

BRASIL. Decreto nº 7.983, de 8 de abril de 2013. **Estabelece regras e critérios para elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União, e dá outras providências**. capítulo 1, artigo 1 e artigo 2.

CARVALHO, Jacinto de Assunção. **OBRAS HIDRÁULICAS**. Lavras - MG: Editora UFLA, 2009.

CONFEA. Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. Resolução nº 361 de 1991. **Dispõe sobre a conceituação de Projeto Básico em Consultoria de Engenharia, Arquitetura e Agronomia**. Artigo 1º e artigo 2.

CULLEN, Gordon. **Paisagem Urbana**. Lisboa. 2006.

C.C.C. Fernandes **Transformações na gestão de compras da administração pública brasileira**. (2008).

DALDEGAN, Eduardo. **Projeto Estrutural: Fases do projeto e principais vantagens**. Engenharia Concreta, 2016. Disponível em: <https://www.engenhariaconcreta.com/projeto-estrutural-fases-do-projeto-e-principais-vantagens/>. Acesso em: 9 de novembro de 2018.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM (DER). **Imprimação Betuminosa Impermeabilizante. Especificação Técnica DER-SP (ET-DE-P00/019)**. 2005.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE (DNIT). **Execução de Pavimento Rígido com equipamento de pequeno porte – Especificação de serviço**. Ministério dos transportes. Departamento nacional de infraestrutura de transportes, Instituto de pesquisas rodoviárias. 047/2004.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE (DNIT). **Manual de Pavimentação**. Publicação IPR - 179. Ministério dos transportes. Departamento nacional de infraestrutura de transportes, Instituto de pesquisas rodoviárias. 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE (DNIT). **Pavimentação - Imprimação com ligante Asfáltico - Especificação de Serviço**. Ministério dos transportes. Departamento nacional de infraestrutura de transportes, Instituto de pesquisas rodoviárias. 144/2014.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE (DNIT). **Terraplenagem - Aterros - Especificação de Serviços**. Publicação IPR - 179. Ministério dos transportes. Departamento nacional de infraestrutura de transportes, Instituto de pesquisas rodoviárias. 2009.

LIVRO R. Vargas. **GERENCIAMENTO DE PROJETOS, ESTABELECENDO DIFERENCIAIS COMPETITIVO, 6ª EDIÇÃO**, 2005.

M.A. Domingues. **ORÇAMENTAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS DE ARQUITETURA E ENGENHARIA CIVIL - UMA SOLUÇÃO METODOLÓGICA PARA ATENDER A LEI DE RESPONSABILIDADE FISCAL E A LEI DE LICITAÇÕES**. São Paulo, 2003

M.A. Pius e I. Brunstein **ANÁLISE DE ALGUMAS PRÁTICAS UTILIZADAS NO CÁLCULO DO BDI - BONIFICAÇÃO E DESPESAS INDIRETAS - PARA A FIXAÇÃO DE PREÇOS DE OBRAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.** São Paulo, 1999

NETTO, Claudia Campos. **Desenho Arquitetônico e Design de Interiores.** Érica. São Paulo, 2014.

OLIVEIRA, Adriano de. **Desenho Computadorizado - Técnicas para Projetos Arquitetônicos.** Érica. São Paulo, 2014.

SANTOS, J. S, **Desconstruindo o projeto estrutural de edifícios: concreto armado e protendido.** 01. ed. São Paulo: Oficina d Textos, 2017.

SENÇO, Wlastermiler de. **Manual de Técnicas de Pavimentação.** 1ª ed. São Paulo: PINI, 1997.

YAZIGI, Walid. **A técnica de edificar.** 11ª Ed. – São Paulo: PINI,2011.