

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE LAVRAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**PORTFÓLIO ACADÊMICO: ELABORAÇÃO DE PROJETOS, INFRAESTRUTURA,
GESTÃO DE ALMOXARIFADO E AVALIAÇÃO DE CUSTOS**

CRISTIAN DO NASCIMENTO MIGUEL
FELIPE VICENTE DA SILVA
JOÃO RICARDO MESQUITA DA SILVA
RODRIGO HENRIQUE ROCHA

**CRISTIAN DO NASCIMENTO MIGUEL
FELIPE VICENTE DA SILVA
JOÃO RICARDO MESQUITA DA SILVA
RODRIGO HENRIQUE ROCHA**

**PORTFÓLIO ACADÊMICO: ELABORAÇÃO DE PROJETOS, INFRAESTRUTURA,
GESTÃO DE ALMOXARIFADO E AVALIAÇÃO DE CUSTOS**

Portfólio Acadêmico apresentado ao Centro Universitário de Lavras, como parte das exigências do curso de Graduação em Engenharia Civil.

PRESIDENTE DA BANCA

Prof. Me. Hafez Tadeu Sadi Junior

ORIENTADORA

Prof.^a Me. Lorena Cristine Soares

CONVIDADO

Eng. Civil Me. Dennis Santos Tavares

LAVRAS-MG

2023

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

M636p Miguel, Cristian do Nascimento.
Portfólio acadêmico: elaboração de projetos, infraestrutura, gestão de almoxarifado e avaliação de custos / Cristian do Nascimento Miguel, Felipe Vicente da Silva, João Ricardo Mesquita da Silva, Rodrigo Henrique Rocha . – Lavras: Unilavras, 2023.

283f.:il.

Portfólio acadêmico (Graduação em Engenharia Civil) Unilavras, Lavras, 2023.

Orientador: Profª. Lorena Cristine Soares.

1. Projetos. 2. Infraestrutura. 3. Logística. 4. Orçamento. I. Silva, Felipe Vicente da. II. Silva, João Ricardo Mesquita da. III. Rocha, Rodrigo Henrique. IV. Soares, Lorena Cristine.(Orient.). V. Título.

**CRISTIAN DO NASCIMENTO MIGUEL
FELIPE VICENTE DA SILVA
JOÃO RICARDO MESQUITA DA SILVA
RODRIGO HENRIQUE ROCHA**

**PORTFÓLIO ACADÊMICO: ELABORAÇÃO DE PROJETOS, INFRAESTRUTURA,
GESTÃO DE ALMOXARIFADO E AVALIAÇÃO DE CUSTOS**

Portfólio Acadêmico apresentado ao
Centro Universitário de Lavras, como
parte das exigências do curso de
Graduação em Engenharia Civil.

Aprovado em ___/___/___



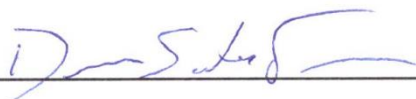
PRESIDENTE DA BANCA

Prof. Me. Hafez Tadeu Sadi Junior



ORIENTADORA

Prof.^a Me. Lorena Cristine Soares



CONVIDADO

Eng. Civil Me. Dennis Santos Tavares

LAVRAS-MG

2023

Dedico a minha mãe e minha irmã que sempre me apoiaram nas decisões difíceis da vida, e mesmo nos momentos mais complicados estavam do meu lado para me erguer e fazer continuar a trilhar ao caminho árduo dos sonhos.

Cristian do Nascimento Miguel

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, em seguida a minha esposa e filhos que nunca deixaram de me apoiar para que eu chegasse nessa etapa da vida.

Felipe Vicente da Silva

Dedico este trabalho à minha querida mãe Jussara, pelo seu amor incondicional e por me abrir um caminho de oportunidades ao longo da vida.

João Ricardo Mesquita da Silva

Dedico este trabalho aos meus familiares por toda ajuda na realização dos meus sonhos, em especial a meus avós Jesum e Sebastiana.

Rodrigo Henrique Rocha

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, por nunca terem medido esforços para me proporcionar um ensino de qualidade durante todo o meu período escolar.

Ao meu orientador, que conduziu o trabalho com paciência e dedicação, sempre disponível a compartilhar todo o seu vasto conhecimento.

A minha irmã, pelo companheirismo, pela cumplicidade e pelo apoio em todos os momentos delicados da minha vida.

Cristian do Nascimento Miguel

Agradeço primeiramente, a DEUS que por sua infinita bondade me ilumina por todo este percurso sem ele nada seria possível.

Agradeço à minha esposa e filhos por me auxiliarem a chegar até aqui.

Agradeço ao Centro Universitário de Lavras – UNILAVRAS, que me proporciona a experiência deste curso, e por fim, a todos os professores e colegas do curso.

Felipe Vicente da Silva

Em primeiro plano, sou imensamente grato a Deus, cujo filho infinitamente misericordioso morreu para que eu pudesse nascer e viver. Deus me deu a capacidade de enfrentar os desafios da vida de forma corajosa e confiante, e é a força motriz por trás de tudo o que existe.

Com profundo carinho e saudade, agradeço aos meus avós, José e Maria, que, apesar de terem partido na minha infância, ainda se mantêm vivos em minha memória dados os infintos momentos de felicidade, ternura e amor que me deram o privilégio de vivenciar enquanto meus avós. Meu avô José, especialmente, foi pedreiro e, certamente, sentir-se-ia imensamente orgulhoso em saber que seu neto, algum dia, viria a se tornar Engenheiro Civil.

Demonstro, ainda, minha imensurável gratidão à minha mãe, Jussara – a pessoa que eu mais amo e que simplesmente é o motivo pelo qual hoje sou o que me tornei. Minha mãe é a pessoa que lutou para a palavra “desistência” não existisse na minha vida e é hoje o motivo pelo qual eu me orgulho ser quem sou, sendo ela a pessoa que mais desejo ver feliz nesta vida.

Agradeço aos senhores professores Hafez Tadeu Sadi Junior e Lorena Cristine Soares pela paciente orientação no desenvolvimento deste trabalho. Agradeço a todos os professores, colegas e amigos que cruzaram meu caminho durante a vida acadêmica. Foram incontáveis momentos de aprendizagem, troca de ideias e experiências que me fizeram crescer como pessoa e profissional. Em especial, agradeço ao meu colega e amigo, Lucas Thomaz Alvarenga, sempre disposto a me ajudar em qualquer situação.

Além disso, reconheço a importância da instituição Centro Universitário de Lavras – UNILAVRAS em minha formação acadêmica: desde o ciclo básico cultivei pelo curso uma enorme vontade de aprender, função da excelência de ensino dos professores e de todo o corpo técnico.

João Ricardo Mesquita da Silva

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre estar ao meu lado ao longo desta caminhada, que em meio às dificuldades me deu força e fé para continuar.

Aos meus familiares por toda a ajuda que me proporcionaram na realização dos meus sonhos. Em especial meus avós Jesum e Sebastiana, sem eles, eu não teria conseguido trilhar esse caminho, foram minha força e meus exemplos.

Agradeço também aos prezados companheiros de profissão pelo aprendizado e companheirismo, especialmente o engenheiro Natan Reis Estevão e ao arquiteto Alexandre de Oliveira Alves, sobretudo pelos ensinamentos, conselhos e amizade.

Retribuo como forma de agradecimento aos amigos do UNILAVRAS que jornadassem esse trajeto comigo, aos meus professores pelos ensinamentos que através deles, me capacitaram para me formar um profissional atuante na área da Engenharia Civil, em particular aos professores Hafez Tadeu Sadi Junior e Lorena Soares que foram meus orientadores neste trabalho.

Enfim, obrigado a todos que contribuíram para este trabalho, sem vocês nada seria realizável.

Rodrigo Henrique Rocha

“Se você não pode fazer grandes coisas, faça pequenas coisas de uma forma grande”.
Napoleon Hill (1883-1970)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Logotipo do Grupo	26
Figura 2 - Logotipo da Construtora SN.....	27
Figura 3 – Residencial Firenze	29
Figura 4 - Residencial Firenze (andamento da obra).	29
Figura 5 - Nota fiscal	33
Figura 6 - Ordem de compra	34
Figura 7 - (Tabela de Especificação, Inspeção, Armazenamento e Manuseio de Materiais).....	35
Figura 8 - Monitor Fiscal.....	36
Figura 9 - Conferência de material	37
Figura 10 - Não Conformidades de Materiais.....	38
Figura 11 - Lançamento do concreto	44
Figura 12 - Ficha padrão	45
Figura 13 - Relatório de interferências	46
Figura 14 - Teste do Cone de Abrams.....	48
Figura 15 - Abatimento do concreto	49
Figura 16 - Cilindro de moldes	53
Figura 17 - Etiqueta de identificação.	53
Figura 18 - Tambor de moldes.....	54
Figura 19 - Ficha de controle de corpos de prova	55
Figura 20 - Moldes de corpos de prova.....	56
Figura 21 - Cubagem da areia.....	58
Figura 22 - Recebimento da areia.....	59
Figura 23 - Recebimento de brita	61
Figura 24 - Armazenamento de cimento	63
Figura 25 - Armazenamento de gesso	64
Figura 26 - Caminhão de blocos cerâmicos	65
Figura 27 - Armazenamento de tijolos.....	66
Figura 28 - Armazenamento de revestimentos cerâmicos	68
Figura 29 - Armazenamento de conexões.....	69
Figura 30 - Armazenamento de tubos	69

Figura 31 - Armazenamento de telha de fibrocimento	71
Figura 32 - Armazenamento de vigas de madeira	72
Figura 33 - Argamassa usinada.....	73
Figura 34 - Fichas de materiais	75
Figura 35 - Fichas de ferramentas	75
Figura 36 - Baixa de estoque	77
Figura 37 - Gerenciamento de ferramentas nas obras	77
Figura 38 - Ficha de ferramentas pessoais	78
Figura 39 – Trello	78
Figura 40 - Baixa de materiais.....	79
Figura 41 - Tabela-mãe	80
Figura 42 - Baixa de aços	80
Figura 43 - Detalhe da baixa	81
Figura 44 - Alerta de estoque	82
Figura 45 – Autorização de Transferência	83
Figura 46 – Comentário de retirada.....	83
Figura 47 - Materiais transferidos.....	84
Figura 48 - Materiais solicitados	84
Figura 49 - Materiais devolvidos.....	85
Figura 50 - Comentário de devolução	85
Figura 51 - Instrumentos padrão	86
Figura 52 - Planilha de instrumentos de medição	86
Figura 53 - Troca de instrumentos.....	87
Figura 54 - Ficha de manutenção preventiva	88
Figura 55 - Betoneira.....	90
Figura 56 - Marteleto	91
Figura 57 - Parafusadeiras	91
Figura 58 - Lixadeiras.....	92
Figura 59 - Serra mármore	93
Figura 60 - Serra manual.....	94
Figura 61 - Serra de bancada.....	94
Figura 62 – Logo do engenheiro	96
Figura 63 - Gabarito	97

Figura 64 - Perfuração da fundação.....	99
Figura 65 - Forma viga baldrame	100
Figura 66 - Viga baldrame	101
Figura 67 - Alvenaria de vedação.....	102
Figura 68 - Forma do pilar	103
Figura 69 - Alvenaria finalizada	104
Figura 70 - Contrapiso.....	106
Figura 71- Argamassa colante.....	108
Figura 72 – Aplicação da argamassa colante	109
Figura 73 - Assentamento do porcelanato.....	110
Figura 74 - Rejunte do espaçamento	112
Figura 75 – Área do loteamento	113
Figura 76 – Curvas de nível	114
Figura 77 – Microbacias	115
Figura 78 – Detalhe de área de contribuição.....	115
Figura 79 – Boca de lobo	116
Figura 80 – Sentido de escoamento galerias	117
Figura 81 – PV	118
Figura 82 – Dissipador de energia	119
Figura 83 - Espaçamento entre PV's.....	119
Figura 84 – Dados inseridos.....	121
Figura 85 - Logomarca da empresa	123
Figura 86 – Planta baixa simplificada	125
Figura 87 – Corte AB simplificado	126
Figura 88 – Croqui: primeiro conjunto de lajes	126
Figura 89 – Croqui: segundo conjunto de lajes	127
Figura 90 – Posicionamento inicial do primeiro plano de lajes	127
Figura 91 – Posicionamento inicial do segundo plano de lajes	128
Figura 92 – Mapa de isopletas	131
Figura 93 – Ábaco: coeficiente de arrasto para vento em alta turbulência.....	132
Figura 94 – Seção genérica de uma laje pré-moldada.....	137
Figura 95 – Concepção estrutural dos elementos do primeiro conjunto de lajes	140
Figura 96 - Concepção estrutural dos elementos do segundo conjunto de lajes	141

Figura 97 – Distribuição do peso próprio do reservatório	145
Figura 98 – Carregamentos linearmente distribuídos de alvenaria	147
Figura 99 – Disposição dos elementos de fundação	153
Figura 100 – Flechas no ELS-DEF: (a) Conjunto 1; (b) Conjunto 2	158
Figura 101 – Verificação do ELS-W para a laje de cobertura da garagem.....	160
Figura 102 – Nervuras transversais: (a) Laje L5; (b) Laje L9	163
Figura 103 – Detalhamento longitudinal da V5.....	166
Figura 104 – Diagramas de esforços da viga V5.....	167
Figura 105 – Edição das armaduras da viga V5.....	168
Figura 106 – Envoltória de flexão composta normal da viga V5, segundo vão	169
Figura 107 – Envoltória esforços solicitantes da viga V4	170
Figura 108 – Detalhamento longitudinal: Viga V4	172
Figura 109 – Detalhamento transversal da viga V4.....	173
Figura 110 – Verificação no vão médio da V4 quanto à flexão composta normal ...	174
Figura 111 – Detalhamento longitudinal do pilar P7	180
Figura 112 – Detalhamento da Sapata S7.....	183
Figura 113 – Planta de locação da fundação	184
Figura 114 – Projeto urbanístico com o levantamento topográfico	187
Figura 115 – Perfil longitudinal natural	189
Figura 116 – Perfil longitudinal projetado	190
Figura 117 – Marcações espaçadas uniformemente	191
Figura 118 – Preenchimento das cotas	192
Figura 119 – Perfil transversal: (a) Indicação do perfil no projeto; (b) Perfil médio transversal da Rua Projetada 01	193
Figura 120 – Projeto urbanístico cotado a partir do projeto geométrico	195
Figura 121 – Sentido de escoamento das águas pluviais	196
Figura 122 – Sub-bacias hidrográficas.....	197
Figura 123 – Vistas da boca de lobo	198
Figura 124 – Área de ação do primeiro trecho da sub-bacia 24.....	198
Figura 125 – Bocas de lobo e poço de visita.....	199
Figura 126 – Vistas do poço de visita.....	200
Figura 127 – Dimensionamento da tubulação do trecho 16	202
Figura 128 – Lançamento por muro de ala com dissipador	203

Figura 129 – Vistas do muro de ala com dissipador.....	204
Figura 130 – Fachada da empresa	205
Figura 131 – Planta baixa	207
Figura 132 – Corte transversal	209
Figura 133 – Corte longitudinal	209
Figura 134 - Cobertura	210
Figura 135 - Fachada	211
Figura 136 – Fachada gradil.....	212
Figura 137 – Planta de situação.....	213
Figura 138 – Prancha para aprovação na prefeitura	214
Figura 139 – Interface plataforma Aprova Digital	215
Figura 140 – Fluxo para cálculo CUB/m ²	229
Figura 141 – Caracterização dos projetos-padrão Residência Unifamiliar.....	230
Figura 142 – Custos Unitários Básicos de construção	230
Figura 143 – Custo médio por metro quadrado no Brasil em moeda corrente e variações percentuais no mês e em 12 meses, abril 2023.....	235
Figura 144 – Custo médio por metro quadrado em Minas Gerais em moeda corrente e variações percentuais no mês e em 12 meses, abril 2023.....	236
Figura 145 – Simulação de financiamento	246
Figura 146 – Proposta de Construção Individual: primeiro formulário.....	248
Figura 147 – Proposta de Construção Individual: segundo formulário	249
Figura 148 – Identificação	251
Figura 149 – Documentação para análise técnica	252
Figura 150 – Informações sobre o projeto.....	252
Figura 151 – Informações sobre o memorial descritivo	253
Figura 152 – Informações sobre o orçamento da obra.....	254
Figura 153 – Outros serviços	255
Figura 154 – Poligonal do terreno	256
Figura 155 – Cronograma físico financeiro	257

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Regras de Penalidades	38
Quadro 2 – Ocorrências	39
Quadro 3 - Especificação de materiais.....	40
Quadro 4 - Tabela de classificação de concretos estruturais	50
Quadro 5 – Classes de consistência	51
Quadro 6 - Granulometria das areias	57
Quadro 7 - Escala segundo a ABNT	57
Quadro 8 – Limites da distribuição granulométrica do agregado miúdo.....	57
Quadro 9 - Tamanho de pedras (britas)	60
Quadro 10 - Outras classificações de pedras.....	60
Quadro 11 – Classificação dos cimentos.....	62
Quadro 12 - Amostragem de cimento.....	63
Quadro 13 – Amostragem de blocos de vedação.....	66
Quadro 14 - Amostragem de tubos e conexões	69
Quadro 15 - Amostragem de telhas de fibrocimento	70
Quadro 16 - Amostragem de peças de madeira.....	71
Quadro 17 – Grupo de resistência à abrasão.....	108
Quadro 18 - Dimensionamento	120
Quadro 19 - Cobrimentos em função da classe de agressividade ambiental.....	130
Quadro 20 – Relações entre as dimensões da edificação para a carga de vento ..	132
Quadro 21 – Valores de γ_n em função de b.....	133
Quadro 22 – Geometria das lajes utilizadas.....	137
Quadro 23 – Peso próprio horizontal de telhados	143
Quadro 24 – Ações características nas lajes.....	146
Quadro 25 – Comparativo entre sapatas rígidas e flexíveis	151
Quadro 26 – Comprimento de ancoragem básico em função do diâmetro longitudinal	154
Quadro 27 – Exigências de durabilidade quanto ao ELS-W	156
Quadro 28 – Limites para o ELS-DEF	157
Quadro 29 – Armaduras calculadas para a Sapata S7	182
Quadro 30 – Armaduras necessárias da Sapata S7	182

Quadro 31 – Dados de dimensionamento do primeiro trecho da sub-bacia 24.....	201
Quadro 32 – Parâmetros empíricos de precipitação	201
Quadro 33 – Critérios de projeto do trecho 16	202
Quadro 34 – Planilha quantitativa dos insumos de fins estruturais - Infraestrutura.	219
Quadro 35 – Planilha quantitativa dos insumos de fins estruturais - Supraestrutura	219
Quadro 36 – Levantamento das áreas de alvenaria de vedação	220
Quadro 37 – Quantitativo dos insumos para a alvenaria.....	221
Quadro 38 – Planilha quantitativa dos insumos para o revestimento	221
Quadro 39 – Composição dos insumos para revestimento	222
Quadro 40 – Planilha quantitativa dos insumos para bancadas.....	223
Quadro 41 – Planilha quantitativa dos insumos para a cobertura	223
Quadro 42 – Planilha orçamentária de custos: materiais	225
Quadro 43 – Planilha orçamentária de custos: mão de obra	226
Quadro 44 – Gráfico de Gantt	227
Quadro 45 – Composição CUB/m ²	231
Quadro 46 – Comparativo composição CUB/m ²	231
Quadro 47 – Cálculo de área equivalente	232
Quadro 48 – Demonstração do BDI – com desoneração – Obra de edificação	233
Quadro 49 – Custos dos materiais na cidade de Campo Belo- MG	241
Quadro 50 – Custos dos materiais a partir da SINAPI	241
Quadro 51 – Gráfico de Gantt - Fundação	242

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Planta de cargas, pilares e sapatas – Verificações de ELU.....	148
Tabela 2 – Deformações nas vigas	159
Tabela 3 – Deformações nas lajes	160
Tabela 4 – Armaduras adicionais para as lajes	162
Tabela 5 – Relatório para o dimensionamento das vigas	165
Tabela 6 – Área de aço de flexão em função do momento de cálculo	175
Tabela 7 – Relatório para o dimensionamento dos pilares	176
Tabela 8 – Relatório para o dimensionamento das sapatas	181
Tabela 9 – Custos de composições analítico.....	237
Tabela 10 – Custos de composições sintético.....	238
Tabela 11 – Preços de insumos.....	239

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABCERAM	Associação Brasileira da Cerâmica
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
BL	Boca de Lobo
BNH	Banco Nacional de Habitação
CAA	Classe de Agressividade Ambiental
CAD	<i>Computer Aided Design</i> (Desenho Assistido por Computador)
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
cm	Centímetro
cm ²	Centímetro quadrado
CUB	Custo Unitário Básico
CVA	Casa Verde e Amarela
DN	Diâmetro Nominal
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte
DNIT-ISF	Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte – Instruções de Serviços Ferroviários
ELS	Estado Limite de Serviço
ELS-DEF	Estado Limite de Serviço – Deformação Excessiva
ELS-W	Estado Limite de Serviço – Abertura de Fissuras
ELU	Estado Limite Último
EPC's	Equipamentos de Proteção Coletiva.
EPI's	Equipamentos de Proteção Individual.
EPS	<i>Expanded Polystyrene</i> (Poliestireno Expandido)
FCK	<i>Feature Compression Know</i> (Resistência Característica do Concreto à Compressão).
FIES	Fundo de Financiamento Estudantil
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia.
LCM	Lei Complementar Municipal
LT	Laje Trelaçada
LTDA	Limitada
m	Metro

m ²	Metro quadrado
m ³	Metro cúbico
MG	Minas Gerais
mm	Milímetro
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
NF's	Notas Fiscais
nº	Número
NR	Norma Regulamentadora
O.C.'s	Ordens de Compra
PCI	Proposta de Construção Individual
PDP	Projeto Drenagem Pluvial
PF	Pessoa Física
ProUni	Programa Universidade Para Todos
PV	Poço de visita
R1-B	Residência Unifamiliar Padrão Baixo
RH	Recursos Humanos
RRT	Registro de Responsabilidade Técnica
SICOR	Sistema de Custos e Orçamentos Referenciais
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa e Custo
SINDUSCON's	Sindicatos da Industria da Construção Civil
SPT	<i>Standard Penetration Test</i> (Teste Padrão de Penetração)
TEIA	Tabela de Especificação, Inspeção, Armazenamento e Manuseio de Materiais
TJVAZ	Tijolo Vazado
TRT	Termo de Responsabilidade Técnica
UNILAVRAS	Centro Universitário de Lavras
ZUR 2	Zona de Uso Preferencialmente Residencial – 2

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	24
2 DESENVOLVIMENTO	26
2.1 Desenvolvimento do discente Cristian do Nascimento Miguel	26
2.1.1 Apresentações do local de estágio	26
2.1.1.1 Do Grupo SN	26
2.1.1.2 Trajetória do Grupo SN.....	26
2.1.1.3 Da Construtora SN	27
2.1.1.4 Do Residencial Firenze	28
<i>2.1.2 Almoxarifado</i>	30
2.1.2.1 Especificações, recebimento, inspeção, manuseio e armazenamento: conferência de materiais e validação de notas fiscais.....	32
2.1.2.2 Especificação de materiais	39
2.1.2.3 Inspeção, Armazenamento e Manuseio de Materiais	43
2.1.2.3.1 Concreto (Concreto Usinado).....	43
2.1.2.3.1.1 Slump Test.....	46
2.1.2.3.1.2 Classes de resistência e consistência do concreto	50
2.1.2.3.1.3 Aditivos químicos para concreto de cimento Portland	51
2.1.2.3.1.4 Amostragem de corpo de prova.....	52
2.1.2.3.2 Areia: Características	56
2.1.2.3.2.1 Recebimento, manuseio e armazenamento da areia	58
2.1.2.3.3 Brita: Características	59
2.1.2.3.3.1 Recebimento, manuseio e armazenamento da brita	60
2.1.2.3.4 Cimento, cal hidratada, argamassa e gesso liso	61
2.1.2.3.4.1 Características e tipos de cimento.....	61
2.1.2.3.4.2 Recebimento, manuseio e armazenamento do cimento, cal hidratada, filito, argamassa e gesso liso	62
2.1.2.3.5 Recebimento, manuseio e armazenamento de fios, cabos e materiais elétricos.....	64
2.1.2.3.6 Recebimento, manuseio e armazenamento de bloco cerâmico e concreto não estrutural e estrutural	65
2.1.2.3.7 Recebimento, manuseio e armazenamento de revestimento cerâmico	67

2.1.2.3.8 Recebimento, manuseio e armazenamento de tubos, conexões e materiais hidráulicas	68
2.1.2.3.9 Recebimento, manuseio e armazenamento de telhas de fibrocimento	70
2.1.2.3.11 Recebimento, manuseio e armazenamento de argamassa usinada	72
2.1.3 Ferramentas auxiliares para gerenciamento da obra	74
2.1.3.1 Controle de estoque de ferramentas e materiais	74
2.1.3.2 Baixa de materiais	79
2.1.3.3 Transferência de materiais e ferramentas	82
2.1.4 Qualidade de instrumentos e segurança equipamentos da obra	86
2.1.4.1 Calibragem e inspeção de instrumentos	86
2.1.4.2 Inspeção de equipamentos	88
2.1.4.2.1 Inspeção da betoneira	89
2.1.4.2.2 Inspeção de martelletes, lixadeiras e parafusadeiras	90
2.1.4.2.3 Inspeção de serra mármore	92
2.1.4.2.4 Inspeção de serra manual e serra de bancada	93
2.2 Desenvolvimento do discente Felipe Vicente da Silva	96
2.2.1 Apresentação do local de estágio	96
2.2.2 <i>Locação de obra, fundação e alvenaria de vedação</i>	96
2.2.3 <i>Revestimentos cerâmicos</i>	104
2.2.4 <i>Infraestrutura urbana: drenagem pluvial</i>	112
2.3 Desenvolvimento do discente João Ricardo Mesquita da Silva	123
2.3.1 Apresentação do local de estágio	123
2.3.2 Projeto estrutural	124
2.3.2.1 Apresentação do projeto	124
2.3.2.2 Características e considerações sobre a edificação	128
2.3.2.2.1 Modelo utilizado	128
2.3.2.2.2 Cobrimentos e concreto	129
2.3.2.2.3 Considerações quanto ao vento	130
2.3.2.3 Pré-dimensionamento da seção transversal dos pilares	133
2.1.2.3.1 Flambagem	134
2.3.2.4 Pré-dimensionamento da seção transversal das vigas	135
2.3.2.5 Escolha do tipo de laje	136
2.3.2.6 Concepção estrutural	138

2.3.2.7 Avaliações quanto aos carregamentos solicitantes	141
2.3.2.7.1 Ações nas lajes	142
2.3.2.7.2 Ações nas vigas.....	146
2.3.2.7.3 Ações nos pilares	147
2.3.2.8 Pré-dimensionamento das sapatas	150
2.3.2.9 Avaliação do estado limite de serviço – ELS	156
2.3.2.10 Complementação das armaduras das lajes treliçadas	161
2.3.2.11 Detalhamento das vigas	164
2.3.2.12 Detalhamento dos pilares.....	175
2.3.2.12.1 Instabilidade de pilares.....	177
2.3.2.12.2 Processamento das armaduras dos pilares	179
2.3.2.13 Detalhamento das sapatas.....	180
2.3.2.14 Montagem das plantas	183
2.3.3 Projeto geométrico de vias urbanas	185
2.3.3.1 Perfil longitudinal natural	186
2.3.3.2 Perfil longitudinal projetado	189
2.3.3.3 Projeto executivo geométrico	191
2.3.4 Rede de drenagem pluvial.....	194
2.3.4.1 Sub-bacias do projeto da rede de drenagem pluvial	194
2.3.4.2 Componentes de microdrenagem	197
2.3.4.3 Dimensionamento das tubulações da galeria.....	200
2.4 Desenvolvimento do discente Rodrigo Henrique Rocha.....	205
2.4.1 Apresentação do local de estágio.....	205
2.4.2 Projeto arquitetônico.....	206
2.4.2.1 Planta Baixa	206
2.4.2.2 Cortes transversal e longitudinal	208
2.4.2.3 Planta de cobertura	210
2.4.2.4 Fachada	211
2.4.2.5 Planta de situação	212
2.4.2.6 Aprovação do projeto arquitetônico	213
2.4.3 Levantamento Quantitativo e Planilha Orçamentária	215
2.4.3.1 Cálculo dos quantitativos da obra pela construtora.....	217
2.4.3.2 Composição de custos	224

2.4.3.3 Cálculo orçamentário dos materiais e da mão de obra pela construtora.....	225
2.4.3.4 Abordagem pela metodologia do Custo Unitário Básico (CUB).....	228
2.4.3.5 Abordagem pela metodologia do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI).....	234
2.4.3.6 Comparação entre custos referenciais SINAPI e custos do comércio local	239
2.4.4 Proposta de Construção Individual (PCI)	245
2.4.4.1 Identificação	251
2.4.4.2 Documentos para análise técnica	251
2.4.4.3 Projeto	252
2.4.4.4 Memorial descritivo.....	253
2.4.4.5 Custos	253
2.4.4.6 Outros serviços	255
2.4.4.7 Poligonal do terreno	256
2.4.4.8 Cronograma físico-financeiro	257
3 AUTOAVALIAÇÃO.....	259
3.1 Autoavaliação do discente Cristian do Nascimento Miguel	259
3.2 Autoavaliação do discente Felipe Vicente da Silva	260
3.3 Autoavaliação do discente João Ricardo Mesquita da Silva.....	261
3.4 Autoavaliação do discente Rodrigo Henrique Rocha	262
4 CONCLUSÃO	263
REFERÊNCIAS.....	265

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem por objetivo descrever, de forma aplicada e detalhada, os conhecimentos adquiridos por seus autores ao longo do curso de graduação em Engenharia Civil do Centro Universitário de Lavras - UNILAVRAS, os quais foram aplicados durante suas respectivas vivências de estágio. Por meio deste trabalho, busca-se evidenciar a capacidade dos estudantes em aplicar de forma prática os conceitos teóricos adquiridos ao longo do curso, demonstrando sua aptidão em desenvolver atividades pertinentes à sua formação profissional.

Eu, Cristian do Nascimento Miguel, realizei a vivência em uma obra da empresa SN Construtora, o edifício residencial Firenze com o objetivo de gerenciar os materiais que entram na cadeia de produção da obra em geral, a partir da conferência quantitativa e qualitativa de suas características gerais em acordo com os documentos de compras da empresa em questão e suas respectivas notas fiscais. Também realizei o gerenciamento das ferramentas diárias envolvidas nas frentes de trabalho da obra em si como, quantidades, inspeções, necessidade e manutenção de tais objetos e controle de instrumentos de medições através da calibragem, marcação e trocas se necessário. Auxiliei também no planejamento de atividade futuras, como as ferramentas e materiais essenciais envolvidos nas atividades que serão executadas em acordo com o cronograma da obra.

Eu, Felipe Vicente da Silva, resido na cidade de Carrancas, Minas Gerais há 12 anos e trabalho na construção civil como pedreiro. Esta profissão me motivou a evoluir nesta área e realizei o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), o que permitiu me inscrever no curso de Engenharia Civil, o qual fui selecionado e no ano de 2019 me matriculei. Os conhecimentos adquiridos no decorrer do curso foram além das minhas expectativas, e agora cursando o 10º (décimo) período do curso tenho certeza de que quero continuar atuando nesse setor onde existem inúmeras oportunidades. Exerci atividades relacionadas a acompanhamento de obras residenciais no município de Carrancas-MG, e abordarei neste trabalho os temas: métodos construtivos de alvenaria convencional, revestimentos cerâmicos e infraestrutura urbana.

Eu, João Ricardo Mesquita da Silva, a partir do ensino médio já demonstrava grande interesse por disciplinas relacionadas ao âmbito de estudos das ciências da natureza e ciências exatas. No ano de 2019 fiz a inscrição no processo seletivo do Centro Universitário de Lavras (UNILAVRAS) para o curso de Engenharia Civil, dando início a uma nova etapa na minha vida. Durante minha vivência de estágio, realizada na empresa Level Empreendimentos Ltda., auxiliei na análise estrutural de projetos existentes, incluindo o cálculo de cargas, dimensionamento de elementos estruturais e verificação de segurança, analisando o desempenho estrutural das propostas. Ademais, participei da elaboração de infraestrutura de loteamentos, seguindo as normas e padrões técnicos aplicáveis, a serem executados em loteamentos residenciais localizados na cidade de Lavras – MG.

Eu, Rodrigo Henrique Rocha, expressei um imensurável interesse na área da construção civil, com base nas execuções de obras que presenciei desde minha adolescência, e ainda devido à preferência nas disciplinas de exatas, na qual desempenhava com fluidez. Em 2019, iniciei meus estudos no UNILAVRAS, através das bolsas de estudo pelo Fundo Financiamento Estudantil (FIES) e Programa Universidade Para Todos (ProUni). No atual cenário, a Engenharia Civil desempenha um papel fundamental no estímulo ao progresso nacional, impulsionando a geração de empregos, renda e o desenvolvimento urbano. Mesmo após a superação da pandemia, a demanda por moradias e investimentos no Brasil continua em ascensão, estreitamente relacionada com as iniciativas do Governo Federal, notadamente o Programa Casa Verde e Amarela (CVA), o qual tem viabilizado o acesso a financiamentos habitacionais para diversas camadas sociais, visando atender às necessidades de moradia. Neste portfólio retrato conteúdos pertinentes a Projeto Arquitetônico, Levantamento Quantitativo e Planilha Orçamentária e Proposta de Construção Individual (PCI).

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Desenvolvimento do discente Cristian do Nascimento Miguel

2.1.1 Apresentações do local de estágio

2.1.1.1 Do Grupo SN

O grupo iniciou suas atividades em 1960 com a produção de cal em pequenos fornos de barranco e desde então vem expandindo seus negócios de forma ampla e consolidada. Trazendo de suas origens estratégia e visão de longo prazo e consciência socioambiental com foco na satisfação e compromisso assumidos com os seus clientes. Há 63 anos pautando suas atividades em uma visão otimista de futuro fazendo de maneira certa, confiando e acreditando sempre nas pessoas e comunidade onde estão inseridas e as valorizando. O seu logotipo é representado pela Figura 1 - Logotipo do Grupo.

Figura 1 - Logotipo do Grupo



Fonte: Página do LinkedIn (2023).

2.1.1.2 Trajetória do Grupo SN

O grupo SN iniciou suas atividades com a produção de cal em pequenos fornos de barranco, onde hoje visa a criação de um portfólio de negócios amplo e consolidado, onde essas premissas guiam nossas atividades.

- 1960 – Início da produção de Cal / Ijaci MG

- 1960 – Criação do setor de moagem de Calcário / Lavras MG.
- 1980 – Produção e moagem de calcário calcítico para uso industrial / Ijaci MG.
- 1984 – Fundação da Calcinação Vitória, com a produção e moagem de Calcários finos para uso industrial.
- 1984 – Produção de brita granítica de gnaiss, na Fazenda do Madeira / Lavras MG.
- 1997 – Inaugurações da primeira usina de produção de concreto usinado, na Fazenda do Madeira / Lavras MG.
- **2015 – Fundação da SN Construtora / Lavras MG.**

2.1.1.3 Da Construtora SN

Fundada em 2015 atua no mercado na construção de excelentes empreendimentos que inspiram e atendem a diversos clientes com uma sólida relação com seus parceiros para melhoria e crescimento contínuo. Acreditando no crescimento da carreira de cada funcionário, atua com competência, motivada em extrapolar as expectativas de seus clientes garantindo a satisfação em construir não só residências de alto padrão mais sim novas formas de se viver, deixando um legado que se espelham no estilo e modo de viver de cada um de seus clientes. A Figura 2 – Logotipo da construtora, apresenta o símbolo do SN Construtora.

Figura 2 - Logotipo da Construtora SN



Fonte: Youtube (2023).

Com inovação, qualidade, compromisso e transparência faz com que as pessoas envolvidas no processo possam crescer junto com a empresa.

Com uma história de mais de sete anos no mercado, com 35 mil metros quadrados de obras entregues, possui como missão o crescimento sustentável com adaptação contínua de seus negócios em busca do encantamento dos clientes e colocando sempre as pessoas em primeiro lugar. Com visão de crescimento superior a 20% ao ano até 2024, ampliando seus negócios de forma responsável.

2.1.1.4 Do Residencial Firenze

Localizado no bairro Alphaville, a poucos minutos do centro de Lavras, cercado de opções como supermercados, escolas, universidades, shopping center e outros serviços, a Figura 3 – Residencial Firenze, mostra a representação gráfica em três dimensões da fachada de como será entregue aos clientes. Com 36 unidades e área de vivência variando entre 80,9 a 215,5 m², divididos em três tipos de apartamentos:

- Apartamentos Garden – Apartamentos com duas suítes ou três quartos (sendo uma suíte), sala de TV conjugada com sala de jantar, varanda gourmet com churrasqueira, cozinha americana, lavabo (148,89 - 166,66 m²).
- Apartamentos Tipo: Apartamentos com duas suítes ou três quartos (sendo uma suíte), sala de TV conjugada com sala de jantar, varanda gourmet com churrasqueira, cozinha americana, lavabo (80,90 - 104,36 m²).
- Apartamentos Duplex (cobertura): Apartamentos com duas suítes ou três quartos (sendo uma suíte), sala de TV conjugada com sala de jantar, varanda gourmet com churrasqueira, cozinha americana, lavabo (161,84 – 216,5 m²).
- Possui 68 vagas de garagens e espaços de lazer como academia, espaço zen, espaço kids, espaço biker e oficina, *coworking*.

Figura 3 – Residencial Firenze



Fonte: Lavras Imóveis (2023).

A Figura 4 – Residencial Firenze (andamento da obra) mostra uma visão do estado atual do edifício, que está com a etapa de alvenaria de vedação completa e iniciando a etapa de revestimento.

Figura 4 - Residencial Firenze (andamento da obra).



Fonte: Do autor (2023).

Sendo uma etapa importante por fazer a proteção dos ambientes interiores das intempéries como chuva, sol, vento e isolamento térmica e acústica.

2.1.2 Almojarifado

“O almojarifado de obra é um local onde se guarda material de uso não imediato e que será usado dias depois.” (BOTELHO, FERRAZ, 2016, p. 151).

A NBR 14931, (ABNT, 2023) Execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras – Requisitos, tratam dos seguintes itens relacionados ao almojarifado de uma obra são eles:

- Recebimentos dos materiais;
- Armazenamento dos materiais;
- Materiais componentes do concreto;
- Aços para armaduras;
- Equipamentos.

As funções desenvolvidas nas rotinas diárias de um almojarife consistem na entrega de ferramentas e materiais utilizados nas frentes de trabalho, no início do expediente para os funcionários da obra e os terceirizados onde faço o registro de entrega, feito em meio físico neste caso em dois cadernos/fichas em que um é específico para ferramentas e outro para materiais. São coletados o tipo de material ou ferramenta (no segundo caso o seu número de identificação), quantidade, a unidade (no caso de material pode ser unidades, metro, metro quadrado, metro cúbico, quilos, rolos, sacos, etc.) a data de solicitação, o nome do funcionário ou da pessoa que está solicitando e sua assinatura. No ato da devolução, caso a pessoa não necessite mais da ferramenta eu faço a coleta do material ou ferramenta mediante a assinatura no campo de devolução, a qualquer momento do horário de trabalho, sendo que a maioria das devoluções ocorrem no fim do expediente.

Além do controle de entrega de materiais, realizo também outras funções sendo elas:

- Recebimento de materiais entregues direto na obra.
- Lançamento e validação de notas fiscais em meio eletrônico.
- Inspeção de ferramentas e materiais.

- Limpeza e organização de ferramentas e o local de armazenamento.
- Cadastro e identificação de ferramentas e materiais.
- Inventário de ferramentas e materiais.
- Baixa de ferramentas e materiais em meio eletrônico.
- Calibragem e identificação de instrumentos de medição (trena, prumo, esquadro e nível bolha).
- Lista de requisição de ferramentas e materiais utilizados na obra, específicos para cada frente de trabalho.
- Designação da CIPA (Representante da Segurança e Saúde no Trabalho).
- Comunicação a Engenharia sobre materiais essenciais que estejam em estoque crítico.
- Recebimento de concreto na obra.
- Realizar *Slump test* no concreto.
- Coleta de corpo de prova de concreto.
- Desmoldagem do corpo de prova de concreto.
- Identificação e registro dos corpos de prova com suas respectivas numerações, lugar de aplicação (Pilar, viga, laje, cimentação, etc.) data de concretagem e data de rompimento (28 dias para laje e vigas, 28 e 7 dias para pilares).
- Recebimento de novos colaboradores e registro em ponto eletrônico, entrega de ferramentas pessoais e instrumentos de medição.
- Controle e requisição EPI's (Equipamentos de Proteção Individual) e EPC's (Equipamentos de Proteção Coletiva).
- Requisição de equipamentos e ferramentas locadas.
- Controle de transferência de materiais e ferramentas para outras obras.
- Comunicar para o Setor de Engenharias ferramentas e equipamentos estragados, danificados e impróprios para as atividades para que possam ser enviados a assistência técnica especializada.
- Verificar com o setor de suprimentos sobre entregas atrasadas para que estes possam entrar em contato com o fornecedor ou transportadora para agendar um novo período de entrega.
- Recebimento e controle de pessoas que adentram na obra.

- Recebimento e entrega para o setor do RH, currículos e fichas de indicações de futuros colaboradores.
- Ajudar a zelar pela qualidade e segurança da obra como um todo.

Neste trabalho eu darei ênfase as atividades de Recebimento, Inspeção e Armazenamento dos principais materiais recebidos neste período da obra; ferramentas utilizadas nas últimas e presentes etapas da obra e procedimentos de segurança e qualidade de equipamentos e instrumentos da obra. E ainda posso correlacionar com algumas disciplinas do curso como Materiais de Construção Civil, Construção Civil I e II Introdução a Construção Civil, Instalações elétricas, Instalações Hidráulicas e Sanitárias, Higiene e Segurança do Trabalho, Concreto Armado I e II, Logística Integrada e Projeto do Trabalho e Ergonomia.

2.1.2.1 Especificações, recebimento, inspeção, manuseio e armazenamento: conferência de materiais e validação de notas fiscais

Para o correto recebimento de fornecedores é indispensável que estes tragam junto com a mercadoria a nota fiscal do produto que está sendo transportado para obra. Com a nf. (nota fiscal) em mãos eu realizo uma primeira conferência verificando o nome da obra que receberá o material e o endereço de entrega, caso estes sejam divergentes, imediatamente recuso o material e posteriormente entro em contato com o setor de compras para que tome as devidas providências. Caso o nome da obra e endereço de entrega estejam em conformidade com os da obra confiro os itens que estão descritos nas nf's com os que estão sendo informados nas oc's (ordens de compra) juntamente com suas respectivas quantidades e seus valores monetários, caso venha na nf, quantidades e valores diferentes dos descritos nas oc's devo recusar e repassar para o setor de suprimentos para decidir o que será feito com a entrega. Se todos os itens dos documentos estiverem certos, devo partir para conferência física dos materiais, verificando se os itens são os mesmos que estão descrito na oc's, contando as suas quantidades descritas nas nf's, analisando suas características e caso sejam produtos perecíveis (no caso argamassas, cimentos, aditivos, cal hidratada, etc.), ou seja, produtos que devem ser consumidos o mais rápido possível na obra, mantendo atenção as datas de fabricação e validade.

Segundo Camargo Filho (2017), “É importante que na entrega de materiais, estes sejam analisados em relação a sua qualidade e integridade, para que se evite a utilização de materiais danificados ou de qualidade baixa na obra”. (apud SOUZA, 2023, p. 31).

Devo conferir também se os materiais que são entregues na obra não estão danificados ou com embalagens rasgadas o que pode prejudicar as atividades do canteiro de obra e/ou trazer sérios prejuízos à empresa. Caso algum desses itens apresentados acima estiver fora do padrão desejado, devo recusar o material e comunicar o setor de suprimento. Na Figura 5 – Nota fiscal mostra quais as características devem conter em uma nf.

Figura 5 - Nota fiscal

RECEBEMOS DE NF-E EMITIDA EM AMBIENTE DE HOMOLOGAÇÃO - SEM VALOR FISCAL OS PRODUTOS / SERVIÇOS CONSTANTES DA NOTA FISCAL DEDICADO AO LADO EMISSÃO: 26/05/2015 - DEST. / REM: NF-E EMITIDA EM AMBIENTE DE HOMOLOGAÇÃO - SEM VALOR FISCAL - VALOR TOTAL: R\$ 1,64		NF-e Nº 000.182.051 SÉRIE 1			
DATA DE RECEBIMENTO	IDENTIFICAÇÃO E ASSINATURA DO RECEBEDOR				
IDENTIFICAÇÃO DO EMITENTE SUA LOGO		DANFE DOCUMENTO AUXILIAR DA NOTA FISCAL ELETRÔNICA 0 - ENTRADA 1 1 - SAÍDA 1 Nº 000.182.051 FL. 1/1 SÉRIE 1			
		 CHAVE DE ACESSO 3515 0507 3296 7900 0106 5500 1000 1820 5110 0182 0510 Consulta de autenticidade no portal nacional da NF-e www.nfe.fazenda.gov.br/portal ou no site da Sefaz Autorizadora			
NATUREZA DE OPERAÇÃO VENDAS		PROTOCOLO DE AUTORIZAÇÃO DE USO 135150002336160 26/05/2015 10:20:25			
INSCRIÇÃO ESTADUAL 606200897112	INSCRIÇÃO ESTADUAL DO SUBST. TRIM.		CNPJ 07.329.679-0001-06		
DESTINATÁRIO / REMETENTE					
NOME / RAZÃO SOCIAL NF-E EMITIDA EM AMBIENTE DE HOMOLOGAÇÃO - SEM VALOR FISCAL		CNPJ / CPF 99.999.999/0001-91	DATA DA EMISSÃO 26/05/2015		
ENDEREÇO AVENIDA SAO PAULO -, 1750		BARRIO / DISTRITO CIDADE NOVA II	CEP 13454-060		
MUNICÍPIO SANTA BARBARA D OEST	PHONE / FAX (19)3408-0161	UF SP	DISCREÇÃO ESTADUAL HORA DA SAÍDA		
FATURA					
PAGAMENTO A VISTA					
CALCULO DO IMPOSTO					
BASE DE CALCULO DO ICMS	VALOR DO ICMS	BASE CALC. ICMS SUBST.	VALOR DO ICMS SUBST.	VALOR APROX. DOS TRIBUTOS	VALOR TOTAL DOS PRODUTOS
0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	1,49
VALOR DO FRETE	VALOR DO SEGREDO	DESCONTO	OUTRAS DESP. ACESS.	VALOR DO IPI	VALOR TOTAL DA NOTA
0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	1,64
TRANSPORTADOR / VOLUMES TRANSPORTADOS					
RAZÃO SOCIAL O PROPRIO		FRETE POR CONTA 1 Destinat.	CODIGO ANTT	PLACA DO VEICULO	UF
ENDEREÇO		MUNICÍPIO		UF	DISCREÇÃO ESTADUAL
QUANTIDADE	ESPECIE	MARCA	NUMERAÇÃO	PESO BRUTO	PESO LÍQUIDO

Fonte: Jornal Contábil (2023).

Na Figura 6 – Ordem de compra mostra a aparência deste documento.

Figura 6 - Ordem de compra

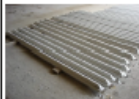
ORDEM DE COMPRA							
FIRENZE RESIDENCIAL INCORPORACAO IMOBILIARIA SPE LTDA CNPJ: 40.255.677/0001-95 - INSCRIÇÃO ESTADUAL: 0044752220024 RUA: Rua Belmira Cândida da Costa, 67 - BAIRRO: Residencial Alphaville LAVRAS - MG - CEP: 37203-678						ORDEM DE COMPRA: 000066	
FONECEDOR: MAGAZINE LUIZA S/AMAGAZINE LUIZA S/A CNPJ: 47.960.950/0904-49 ENDEREÇO: RODOVIA BR 101, 397 CIDADE: ALHANDRA UF: PB				INSCRIÇÃO ESTADUAL: BAIRRO: MATA REDONDA TELEFONE: (16) 3711-2002 FAX:		DATA DE EMISSÃO: 10/04/2023 DATA DE ENTREGA: 10/04/2023	
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	DATA ESPERADA	QUANT.	UND.	VR. UNITÁRIO	VR. IPI	VR. TOTAL
1.01.40.0607	ASPIRADOR DE PO DOMESTICO 110 V	30/03/2023	1,00	UN	R\$ 342,9900	R\$ 0,0000	R\$ 342,9900
TIPO FRETE: FOB		VALOR FRETE: R\$ 40,2300	VALOR DESCONTO: R\$ 0,0000		SUBTOTAL: R\$ 342,9900		TOTAL: R\$ 383,2200
PRAZO DE PAGAMENTO: ENTRADA/30/60/90/120 DIAS				OBSERVACAO:			
FAVOR ENVIAR O ARQUIVO XML DA NF-E PARA O E-MAIL: NFE.COMPRAS@GRUPOSN.COM.BR							
O BOLETO DEVE OBRIGATORIAMENTE SER ENVIADO PARA: FINANCEIRO@GRUPOSN.COM.BR							
É INDISPENSÁVEL O NÚMERO DESTA ORDEM DE COMPRA NA NOTA FISCAL							
VERIFICAÇÃO DE MATERIAL E AVALIAÇÃO DE FORNECEDOR							
NUMERO NF	AVALIAÇÃO	Prazo de Entrega		Qualidade		Atendimento	
		() BOM	() RUIM	() BOM	() RUIM	() BOM	() RUIM
RESULTADO OBTIDO		() CONFORME () NÃO CONFORME					
Descrição da Não Conformidade				Disposição do produto não conforme e tratamento da não conformidade			
Classificação da Não Conformidade		() Leve () Média () Grave					
Inspeccionado por				Data			

Fonte: Portal SN (2023).

Caso todos os critérios de conferência descritos acima estejam em conformidade com os procedimentos da empresa, a parte de cima da nota também chamada de canhoto junto com o reconhecimento de transporte, se houver, é assinada e carimbada, se não houver carimbo deve-se colocar o número de documento do profissional que está conferindo os itens, para atestar a empresa fornecedora que todos os itens pedidos foram entregues para a obra.

Logo após este processo armazeno os materiais de forma correta, conforme os procedimentos internos de armazenamento representados na Figura 7 - TEIA (Tabela de Especificação, Inspeção, Armazenamento e Manuseio de Materiais).

Figura 7 - (Tabela de Especificação, Inspeção, Armazenamento e Manuseio de Materiais)

SN CONSTRUTORA		TABELA DE ESPECIFICAÇÃO, INSPEÇÃO, ARMAZENAMENTO E MANUSEIO DE MATERIAIS	Código: TEIA.OBR.02	Revisão: 02
		SN Construtora	Data: 08/10/2021	Página: 18 de 19
MATERIAL	RECEBIMENTO	MANUSEIO	ARMAZENAMENTO / PRESERVAÇÃO	
Fechadura	1-Deve-se conferir a quantidade de peças por tipo, de acordo com a ORDEM DE COMPRA (OC), através da contagem. Caso haja alguma diferença ou problema; entrar em contato com o fornecedor para providências. 2-Deve-se verificar embalagem, se rasgadas e as peças se apresentam defeitos, como arranhados na pintura e quebradas. 3-Verificar nas embalagens as identificações e referências do produto e se estão de acordo com a Ordem de Compra e Nota Fiscal.	Manual, cuidando para que não ocorram pancadas ou quedas que provoquem quebras do material.	Armazenar as ferragens para portas (fechaduras e dobradiças) preferencialmente em prateleiras em local coberto, protegido de umidade e, se possível, nas caixas, com empilhamento conforme instrução do fabricante.	
Piso laminado de madeira / Tábua corrida	1-Deve-se conferir a quantidade de peças por tipo, de acordo com a ORDEM DE COMPRA (OC), através da contagem. Caso haja alguma diferença ou problema; entrar em contato com o fornecedor para providências. 2-Deve-se verificar embalagem, se rasgadas e as peças se apresentam defeitos. 3-Verificar nas embalagens as identificações e referências do produto e se estão de acordo com a Ordem de Compra e Nota Fiscal.	Manual, evitando pancadas que provoquem lascas, quebra.	Não armazene as caixas na posição vertical ou encostadas na parede. Armazene as caixas fechadas na posição horizontal, utilizando uma base plana para evitar o contato direto com o solo. O empilhamento máximo não deve ultrapassar 2m de altura	
Laje pré fabricada de concreto	1-Deve-se conferir a quantidade de blocos entregues, de acordo com a ORDEM DE COMPRA (OC), através da contagem. Caso haja alguma diferença ou problema; entrar em contato com o fornecedor para providências. 2-Deve-se verificar se não apresentam brocas, trincas e armaduras expostas. E se as cores estão uniformes. 3-Verificar o esquadro, dimensão medis.	Manual, evitando pancadas que provoquem lascas, quebra.	Armazenar sobre apoios que impeçam que as peças fiquem em contato com o solo. 	

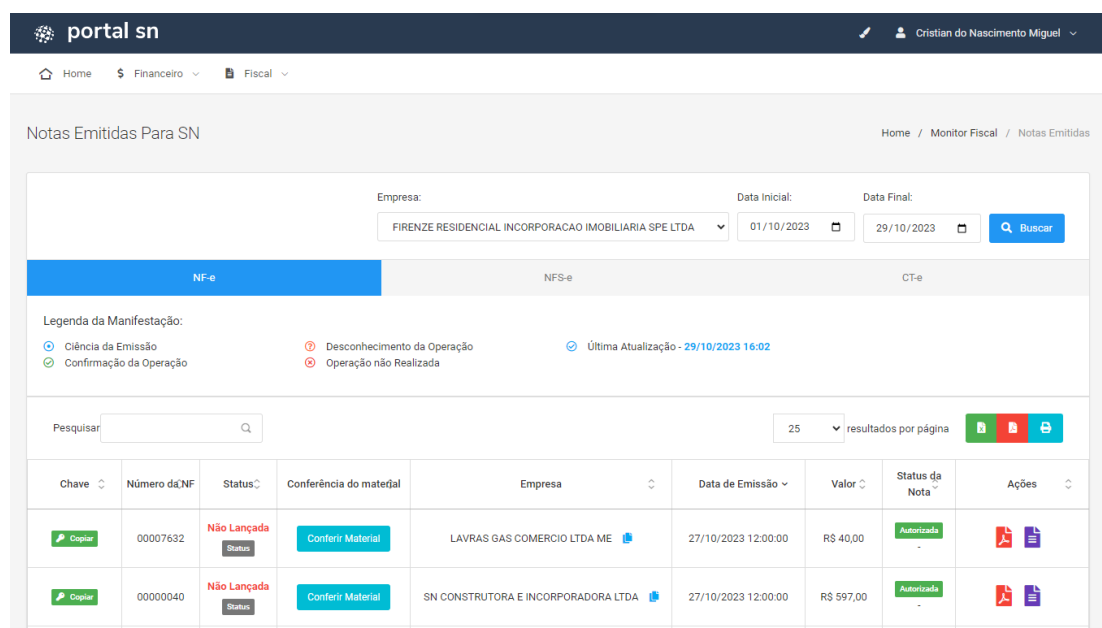
Revisado por:	Aprovado por:
Mariana Romaniello Novaes do Baixo (Gerente de Suprimentos)	Ricardo N. Alvarenga (Diretor SN Construtora)
Distribuição de Cópias	
01 – Portal SN 02 – Processos: Obras	

Gestores/Diretores envolvidos atestaram o conhecimento e a responsabilidade via Portal SN.

Fonte: Portal SN (2023).

Após o armazenamento correto dos materiais devo validar a nf's no monitor fiscal, para que o tanto o setor de suprimentos quanto o setor fiscal estejam cientes que os itens requisitados foram entregues corretamente, e que possam ser efetuados os pagamentos devidos aos fornecedores dos produtos entregues na obra. A Figura 8 – Monitor Fiscal mostra como é a página de acesso no sistema de validação de notas fiscais.

Figura 8 - Monitor Fiscal



The screenshot shows the 'portal sn' interface for 'Monitor Fiscal'. It features a search bar with filters for 'Empresa', 'Data Inicial', and 'Data Final'. Below the search bar, there are tabs for 'NFe', 'NFS-e', and 'CT-e'. A legend for 'Legenda da Manifestação' includes 'Ciência da Emissão', 'Confirmação da Operação', 'Desconhecimento da Operação', and 'Operação não Realizada'. The main table displays two rows of invoice data.

Chave	Número da NF	Status	Conferência do material	Empresa	Data de Emissão	Valor	Status da Nota	Ações
Copiar	00007632	Não Lançada	Conferir Material	LAVRAS GAS COMERCIO LTDA ME	27/10/2023 12:00:00	R\$ 40,00	Autorizada	Imprimir PDF
Copiar	00000040	Não Lançada	Conferir Material	SN CONSTRUTORA E INCORPORADORA LTDA	27/10/2023 12:00:00	R\$ 597,00	Autorizada	Imprimir PDF

Fonte: Portal SN (2023).

No monitor fiscal posso acessar todas as notas fiscais emitidas em certo período em todas as obras da construtora. Através do campo de pesquisa posso localizar as notas para validação através das informações que constam no seu cabeçalho como número da nota, nome do fornecedor, valor da nota ou data de emissão. Localizada a nota para conferência, conforme Figura 9 – Conferência de material, devo acessá-la e avaliá-la de acordo com três critérios prazo de entrega, qualidade do produto e atendimento do fornecedor, e se estão conforme ou não conforme, caso não estejam justifico o motivo do material não estar de acordo, para que o setor de suprimentos possa dar as devidas ações de correção ao caso. O número da oc vai estar disponível abaixo da página vinculada à nota, caso seja um recebimento de pedidos em sites de compras on-line não aparecerá sua oc, onde devo comunicar ao setor de suprimentos para alteração da Razão Social da oc e vinculá-la na avaliação. É de extrema importância que seja realizado diariamente este processo de conferência de material, pois as notas não poderão ser pagas sem que esta etapa esteja concluída, caso isso ocorra poderá acarretar atraso no pagamento dos boletos devidos e conseqüentemente a geração de juros e prejuízos financeiros para a construtora.


Figura 9 - Conferência de material

Conferir material x

Nº da nota 00007632	Prazo de Entrega <input type="radio"/> Bom <input type="radio"/> Ruim	Qualidade <input type="radio"/> Bom <input type="radio"/> Ruim	Atendimento <input type="radio"/> Bom <input type="radio"/> Ruim
Resultado Obtido	<input type="radio"/> Conforme <input type="radio"/> Não Conforme		
Inspecionado por Cristian do Nascimento Miguel	Data da Conferência 29/10/2023 16:41:03		

Ordens de compra

-->

Selecionar	Número	Status	Ações
<input type="checkbox"/>	000153	Pendente	

[Clique aqui para abrir um OC](#)

Fonte. Portal SN (2023).

Ainda, devo seguir algumas instruções para o correto recebimento, armazenamento, e controle de materiais nas obras como:

- Conferir todos os materiais no exato momento que chega à obra (contagem, especificação se está de acordo com a ordem de compra e com a nota fiscal), se caso necessário, recusar o material.
- Nunca receber o material sem a nota fiscal, quantidade faltante, com especificações não condizentes com o pedido, devendo-se recusar o recebimento e comunicar imediatamente o setor de suprimentos.
- Fazer sempre o recebimento no portal (monitor fiscal) seguindo o número da nota fiscal.
- Armazenar os materiais em almoxarifado, armazéns, silos e depósitos de acordo com a norma do Ministério do Trabalho e Emprego. NR 11 - Transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais (2016), em instalações adequadas, proporcionando condições físicas que preservem a qualidade dos materiais e segurança dos trabalhadores.
- Controlar a reposição, validade dos produtos, controle do uso, arquivamento de notas e envio ao financeiro;

- Controlar os lançamentos das movimentações de entrada e saída do estoque. Entregar os materiais somente mediante requisição autorizadas aos prestadores de serviços terceirizados e da empresa para que não haja desperdícios e para saber exatamente o que foi fornecido.
- Realizar a avaliação do material que está conforme, caso contrário preencher todas as informações, destacando o motivo do qual o material está não conforme, representado pela Figura 10 – Não Conformidades de Materiais.

Figura 10 - Não Conformidades de Materiais

Descrição da Não Conformidade			
<input type="checkbox"/> Falta de emissão de nota fiscal	<input type="checkbox"/> Erro na emissão de nota fiscal	<input type="checkbox"/> Emissão de NF sem respectiva mercadoria	<input type="checkbox"/> Falta de entrega de mercadoria
<input type="checkbox"/> Mercadoria com especificação diferente da solicitada	<input type="checkbox"/> Atraso de entrega de mercadoria	<input type="checkbox"/> Falta de cordialidade do atendente / transportador	<input type="checkbox"/> Preço total diferente da solicitação de compras
<input type="checkbox"/> Preço unitário diferente da cotação	<input type="checkbox"/> Prazo de pagamento diferente do acordado	<input type="checkbox"/> Forma de pagamento diferente do acordado	<input type="checkbox"/> Embalagem danificada / rompida
<input type="checkbox"/> Prazo de validade vencido	<input type="checkbox"/> Falta de identificação fabricante / rotulagem legal	<input type="checkbox"/> Mercadoria danificada / estragada	<input type="checkbox"/> Mercadoria imprópria ao fim a que se destina

Fonte. Portal SN (2023).

No caso de avaliações de não conformidades, os fornecedores mal avaliados são penalizados no cadastro de fornecedores da construtora. Cada tipo de ocorrência gera valor de pontuação perdida que é descrita no Quadro 1 – Regras de Penalidades.

Quadro 1 - Regras de Penalidades

REGRAS DE PENALIDADE			
Penalidade	Pontuação de	Pontuação Até	Gravidade
Exclusão e negativação do cadastro	Abaixo de 2		Gravíssima
Suspensão de 6 meses	2	20	Gravíssima
Suspensão de 30 dias	21	30	Grave
Advertência de suspensão por 30 dias	31	50	Média
Advertência escrita de provável suspensão	51	70	Leve

Fonte: Do autor (2023).

Abaixo, o Quadro 2 – Ocorrências relaciona o tipo de grupo a qual a ocorrência pertence, suas descrições e pontuação perdida pela não conformidade relatada na entrega.

Quadro 2 – Ocorrências

OCORRÊNCIAS DE NÃO CONFORMIDADES		
Grupo	Descrição	Pontuação
Financeiro	Preço unitário diferente da cotação	3
Financeiro	Prazo de pagamento diferente do acordado	3
Financeiro	Forma de pagamento diferente do acordado	3
Qualidade	Embalagem danificada / rasgada	3
Qualidade	Prazo de validade vencido	5
Qualidade	Falta de identificação fabricante / rotulagem legal	5
Qualidade	Mercadoria danificada / estragada	10
Qualidade	Mercadoria imprópria ao fim que se destina	10
Documentação	Falta de emissão da nota fiscal	10
Documentação	Erro na emissão de nota fiscal	5
Documentação	Emissão de NF sem respectiva mercadoria	10
Entrega	Falta de entrega de mercadoria	10
Entrega	Mercadoria com especificação diferente da solicitada	5
Entrega	Atrazo de entrega de mercadoria	4
Entrega	Falta de cordialidade do atendente / transportador	5

Fonte: Do autor (2023).

Os fornecedores iniciam-se com 100 pontos e vão perdendo de acordo com cada ocorrência registrada em cada entrega não conforme, sendo as ocorrências relacionadas a notas fiscais, qualidade do produto e quantidade faltante, as que mais impacta na pontuação do fornecedor.

2.1.2.2 Especificação de materiais

Para um correto recebimento e requisição de materiais devo seguir alguns critérios estabelecidos pelo setor de suprimentos e qualidade e aprovados pelo diretor da Construtora e o Gerente de Suprimentos. Estes critérios envolvem como devem ser descritas as especificações de cada tipo de material, como devem ser suas unidades de medidas, suas particularidades ou tipo, dimensões de medidas, entre outros. Abaixo se encontra o Quadro 3 – Especificação de materiais que exemplifica como é este processo.

Quadro 3 - Especificação de materiais

Material	Especificação
Areia	Medida: Volume (m ³) ou toneladas Espessura: Granulometria (Tipo): fina, média, grossa
Cal (para argamassa)	Quantidade (kg) Tipo (CH-I, CH-II ou CH-III - cal hidratada)
Argamassa industrializada, colante e expansiva	Quantidade (kg) Tipo: I (< 4 MPa); II (< 8 MPa); III (> 8 MPa)
Bancadas	Tipo: Mármore, Granito, etc Dimensões: com detalhes dos acessórios
Barras e fios de aço	Quantidade (kg) Diâmetro (mm) Categoria (CA-25, CA-50, CA-60) Comprimento de barra (m)
Batente de madeira	Quantidade (Un) Dimensões: com detalhes de formas especiais (cm)
Bloco cerâmico	Quantidade (un) Aplicação: vedação ou estrutural Dimensões (cm x cm x cm)
Bloco de concreto	Quantidade (un) Aplicação: vedação ou estrutural Dimensões (cm x cm x cm)
Brita e pedra de Mão	Granulometria: 0, 1, 2, 3 Volume (m ³)
Caixa e quadro de instalação elétrica	Quantidade (Un) Dimensões (cm x cm x cm)
Caixa luz 100 x 100 x 50	Quantidade Tipo
CBUQ	Quantidade (t) Traço
Cerâmica	Quantidade (m ²) Categoria : piso, parede Dimensões nominais
Cimento Portland	Quantidade (kg) Tipo: (I a V) Classe: (25,32 ou 40)
Concreto usinado	Quantidade (m ³) Abatimento (cm slump) Resistência fck 28 dias
Eletrodutos de aço carbono e rosca NPT	Quantidade (m) Diâmetro (mm) Material (PVC, Aço)
Eletrodutos de aço carbono e rosca BSP	Quantidade (m) Diâmetro (mm) Material (PVC, Aço)
Eletrodutos plásticos	Quantidade (m) Diâmetro (mm) Material (PVC, Aço)
Fios e cabos elétricos (Baixa tensão)	Quantidade (m) Seção nominal: (mm ²) e Número de condutores Tensão nominal: (V)

Fonte: Do autor (2023).

Quadro 3 - Especificação de materiais(continua)

Material	Especificação
Fios e cabos elétricos (Potências unipolares)	Quantidade (m) Seção nominal: (mm ²) e Número de condutores Tensão nominal: (V)
Fio Rígido 2,5mm 100m	Metros Espessura
Interruptores e tomadas elétricas	Quantidade (Un) Tipo (polos): e Capacidade (corrente elétrica - A) Tensão nominal: (V)
Interruptor externo simples	Quantidade Marca Voltagem
Interruptor simples + tomada	Quantidade Marca Voltagem
Louças sanitárias	Quantidade (Un) Tipo: (bacia, bidê, lavatório) Característica (saída, fixação, medidas, cor)
Vaso sanitário	Quantidade (Un) Tipo: (bacia, bidê, lavatório) Característica (saída, fixação, medidas, cor)
Caixa de descarga completa	Quantidade Tipo
Madeira serrada tábuas de Pinus / Angelin / Paraju.	Quantidade (m ³ ou peça) Tipo (prancha, viga, tábuas) Quantidade: (m ³ ou peça) Dimensões: Comprimento x largura x altura Características: Pode comprar por Peça, ou metro cúbico, ou metro linear
Madeira de reflorestamento	Quantidade (m ³) Tipo (prancha, viga, tábuas) Dimensões (m)
Madeira, chapa compensada	Tipo de chapa (resinada ou plastificada) Dimensões (comprimento, largura e espessura) Cola (branca ou fenólica)
Manta asfáltica	Quantidade (m ²) Tração (N) Tipo (espessura)
Metais sanitários	Quantidade (Un) Tipo (torneira, registro, válvula); Características DN (mm)
Placas de gesso	Quantidade (Un) Dimensões: Características (RU, RF, etc)
Porta e janela de madeira	Quantidade (Un) Dimensões: com detalhes de formas especiais (cm)
Telha cerâmica	Quantidade (Un) Tipo (francesa, colonial...)
Tinta para construção civil	Quantidade (l ou galão = 3,6 l) Tipo (esmalte, látex, óleo...) Cor Acabamento (fosco, brilhante, texturizado...)

Fonte: Do autor (2023).

Quadro 3 - Especificação de materiais (conclusão)

Material	Especificação
Tinta	Quantidade (ℓ ou galão = 3,6 ℓ)
	Tipo (esmalte, látex, óleo...)
	Cor
	Acabamento (fosco, brilhante, texturizado...)
Tubo de Concreto	Quantidade (Un)
	Diametro nominal (mm); Junta (macho-fêmea, ponta-bolsa)
	Classe: (PA-1, PA-2...)
Tubo e conexões de PVC	Quantidade (m);
	Diametro nominal (mm); Junta (soldável, elástica)
	Aplicação (água, esgoto)
	Tipo
	Dimensão
Tijolo comum	Quantidade (ml);
	Dimensões (cm x cm x cm):
Anel de concreto	Quantidade (Un);
	Diametro nominal (mm); Comprimento e espessura (mm);
	Classe: (PA-1, PA-2...)
Tampão de ferro fundido	Quantidade (Un)
	Diametro nominal (mm)
	Tipo (articulado, removível)
Tela de aço para armadura	Quantidade (kg)
	Tipo (Q, L, T); Fio (mm)
	Característica (rolo, painel)
Registro pressão	Quantidade
	Tipo
Abraçadeira	Quantidade
	Tipo
Chuveiro / Braço para chuveiro	Quantidade (un)
	Tipo
	Marca
	Voltagem
Vidros	Quantidade (m ²);
	Dimensões: (croqui, se necessário)
	Características cor, espessura, acabamento, etc
Massa semi pronta	Quantidade (sacos de 20 ou 40 kg);
Esquadrias metálicas	Quantidade (Un);
	Dimensões: (croqui, se necessário)
	Características (batente, fixação, acabamento etc.)

Fonte: Do autor (2023).

As especificações dos materiais têm sua importância no processo de recebimento e controle de estoque, por padronizar as unidades do processo de requisição de materiais facilitando e agilizando estes dois processos.

2.1.2.3 Inspeção, Armazenamento e Manuseio de Materiais

Quanto a conferência e armazenamento de materiais entregues e que estão na obra devo observar aos procedimentos apresentados no Quadro 3 e outros que irão ser apresentados posteriormente, separados por materiais específicos que são primordiais para os trabalhos executados na obra, caso não sejam seguidos estes critérios poderá acarretar em atrasos não previstos no cronograma, prejuízos financeiros e má qualidade nos materiais que estão sendo utilizados na edificação.

2.1.2.3.1 Concreto (Concreto Usinado)

Conforme visto nas disciplinas de Concreto Armado I e II e Materiais da Construção Civil, e pelas palavras de Couto et al. (2013), pode-se definir o concreto como o elemento primordial para confecção de edificações, sendo uma mistura heterogênea composta por cimento, água e agregados miúdos (areia), graúdos (brita) e água, podendo ou não conter aditivos.

O concreto é o principal componente utilizado para as construções convencionais, sendo um elemento heterogêneo composto por cimento, água e agregados como pedra, areia, podendo ser acrescentado outros aditivos, onde a definição da proporção de cada material recebe o nome de dosagem. Para Couto et al. (2013) concreto pode ser feito diretamente na obra (in loco) através de betoneira ou de forma manual com uso de enxadas e pás para a mistura e homogeneização, ou através da dosagem em usinas centrais de concreto recebendo o nome de concreto usinado, devendo seguir certos cuidados na hora do seu recebimento.

O concreto usinado da obra vem direto da SN Concreto, sendo que este segue os rigorosos critérios de qualidade, para garantir que o concreto desejado atenda o f_{ck} (do inglês, Feature Compression Know traduzido para o português Resistência Característica do Concreto à Compressão) e o *Slump* (abatimento) que será explicado posteriormente solicitado pelo Engenheiro responsável pela edificação.

Toda concretagem deve ser requisitada por e-mail, sendo que este deve conter a data e horário de início da concretagem, o volume de concreto a ser produzido e transportado, o f_{ck} desejado, o *slump*, o horário de chegada da bomba e o local

específico ou tipo de peça a ser concretado (pilar, viga, laje, etc.), sendo que este e-mail deve ser enviado a SN Concreto e aos envolvidos no processo.

No dia da concretagem a bomba deve estar no local com antecedência para fazer os ajustes necessários como reservar e sinalizar a rua para o recebimento do caminhão betoneira, montagem dos mangotes, abraçadeiras e vedação até o local ou peça para concretagem, lubrificação da bomba que é feita com cimento e água, e caso necessário, o recebimento e/ou fornecimento de instruções dos trabalhos a serem realizados no dia.

Chegando-se o caminhão betoneira, devo observar a nota fiscal, entregue pelo motorista, o seu número, endereço e local de concretagem, o número da placa e a frota do caminhão, o f_{ck} (MPa), *slump* (mm) e volume (m^3) do concreto que está sendo transportado bem como sua composição: número da brita utilizada, granulometria da areia, tipo do cimento utilizado, adições e/ou aditivos, a data e horário de saída do caminhão, este último não pode ultrapassar 2 horas e 30 minutos da saída da central até o início do lançamento do concreto, por que é nesse tempo que o concreto passa do seu estado plástico para o seu estado endurecido. Estando corretos estes critérios devo realizar o *slump* test ou teste de abatimento do concreto, sendo que este tem um limite de tolerância de 3 cm para mais ou para menos do descrito na nota fiscal, caso se encontre o valor dentro do aceitável deve-se iniciar o lançamento do concreto conforme a Figura 11 – Lançamento do concreto.

Figura 11 - Lançamento do concreto



Fonte: Do autor (2023).

Devo registrar estes dados em uma ficha própria conforme a Figura 12 – Ficha padrão e entregues juntamente com as notas dos caminhões de concretagens do dia, para o engenheiro responsável, para que este monitore e faça as rastreabilidades do concreto aplicado na peça concretada.

Figura 12 - Ficha padrão

CONCRETAGEM:		DATA:		SN CONSTRUTORA	
HORA BOMBA:	H. INICIO:	H. FIM:			
CAMINHAO	nº	CAMINHAO	nº	CAMINHAO	nº
PLACA:		PLACA:		PLACA:	
HORA INICIO:		HORA INICIO:		HORA INICIO:	
HORA TÉRMINO:		HORA TÉRMINO:		HORA TÉRMINO:	
SLAMP:		SLAMP:		SLAMP:	
NOTA FISCAL:		NOTA FISCAL:		NOTA FISCAL:	
VOLUME:		VOLUME:		VOLUME:	
CAMINHAO	nº	CAMINHAO	nº	CAMINHAO	nº
PLACA:		PLACA:		PLACA:	
HORA INICIO:		HORA INICIO:		HORA INICIO:	
HORA TÉRMINO:		HORA TÉRMINO:		HORA TÉRMINO:	
SLAMP:		SLAMP:		SLAMP:	
NOTA FISCAL:		NOTA FISCAL:		NOTA FISCAL:	
VOLUME:		VOLUME:		VOLUME:	

Fonte: SN Construtora (2023).

Nesta ficha faço também o registro do horário de início e fim de cada caminhão, a data de chegada da bomba e término da concretagem, possíveis interrupções ou interferências no bombeamento do concreto conforme a Figura 13 – Relatório de interferências. Estas interferências podem ser representadas como paradas dos lançamentos do concreto sobre o qual o seu tempo não foi previsto pelo setor de engenharia e que podem causar acréscimos no custo das atividades realizadas.

Podem ser exemplificadas:

- Paradas para manutenção do equipamento, como troca de mangotes estourados.
- Manobras de veículos na rua.
- Acidentes pessoais ou patrimoniais.
- Adição da água no concreto.
- Misturas do concreto no caminhão.
- Demora na chegada do próximo caminhão betoneira.

Figura 13 - Relatório de interferências



Fonte: SN Construtora (2023).

No dia deste relatório, não houve nenhum registro de interrupção, por se tratar de uma concretagem com pouco volume de concreto. Toda a equipe deve estar em sintonia na hora da concretagem sendo indispensável a comunicação feita através de rádios, para amenizar possíveis erros cometidos por falta de instrução e/ou comunicação entre os operários da bomba e caminhão betoneira e o pessoal que fazem a aplicação, vibração, adensamento e distribuição do concreto que geralmente estão muito distantes.

2.1.2.3.1.1 *Slump Test*

No ato da entrega do concreto devo, além de verificar na nota, o *slump* do concreto que está sendo entregue e bombeado para a estrutura e também realizar o teste de abatimento para confirmar se a relação de água/cimento está em acordo com o que foi pedido para a central, baseado no traço do concreto sobre o qual foi definido no projeto estrutural.

Nas palavras de Botelho; Ferraz (2016) existem alguns fatores importantes para a produção de concreto, sendo eles:

- O F_{ck} que nada mais é do que a média estatística da resistência do concreto a compressão para cada parte da obra;
- Relação de água/cimento;
- O *slump* (abatimento) do concreto;
- O teor de cimento por metro cúbico de concreto;
- O custo de produção do concreto.

Segundo Botelho; Ferraz (2016), essa luta entre o concreto e fôrma tem que ser facilitado pela boa trabalhabilidade para ocupar uniformemente toda a fôrma, e se caso o concreto não tiver com essa trabalhabilidade adequada poderá gerar bicheiras que são pontos falhos da concretagem, resultando perda de resistência da peça de concreto.

Além disso “Quando bombeamos o concreto, esta precisa ter facilidade de escoamento (trabalhabilidade) pela tubulação de alimentação que sai da bomba.” (BOTELHO; FERRAZ, 2016, p. 231).

Para isso eu utilizo conforme a Figura 14 – Teste do Cone de Abrams, dois cones metálicos, um maior onde será colocado o concreto e outro funcionando como um funil, uma chapa metálica para que a amostra não entre em contato com o solo, uma colher de pedreiro e uma haste metálica para fazer o adensamento do concreto no cone. Este teste deve ser realizado em uma superfície lisa e nivelada, caso a superfície não esteja nivelada devo utilizar areia embaixo da placa até obter um melhor nivelamento. Tanto o cone como a chapa metálica devem estar úmidos, possibilitando a diminuição do atrito gerado e aumento do escoamento entre o concreto e a parede do cone.

Figura 14 - Teste do Cone de Abrams



Fonte: Do autor (2023).

O passo a seguir é referenciado pela NBR 16889 (ABNT, 2020): Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone e demonstra como é realizado este ensaio.

- Coletar uma amostra de concreto com uma colher depois de descarregar 0,5 m³.
- Colocar o cone (20 centímetros de diâmetro x 10 centímetros de base x 30 centímetros de altura) sobre uma placa metálica bem nivelada e pisando-se sobre as abas inferiores do cone;
- As etapas de preenchimento do cone se dividem em três estágios sendo que a primeira se coloca aproximadamente 3 colheres de concreto, a segunda 2 colheres de concreto e a terceira 1,5 colher de concreto ou até preencher um pouco acima da borda do cone.
- Em cada camada aplicar 25 golpes com uma haste (1,6 centímetros de diâmetro x 60 centímetros), sendo que na primeira camada adensa-se até a base, penetrando toda a sua espessura.

- No adensamento das camadas subsequentes, a haste penetrará até a camada inferior adjacente, sem que esta seja ultrapassada.
- Após o adensamento da última camada retirar o excesso de concreto e alisar a superfície com a própria haste.
- Em seguida retirar o cone cuidadosamente erguendo-o na direção vertical, de forma constante entre um período de 5 segundos a 10 segundos.
- Colocar o cone próximo à amostra de concreto, de forma invertida, e apoiar na parte superior e de maior diâmetro a haste metálica, e com uma trena mensurar a diferença de altura da parte inferior da haste até o ponto médio da superfície de concreto expressando o resultado em milímetros conforme demonstrado na Figura 15 – Abatimento do concreto.

Figura 15 - Abatimento do concreto



Fonte: Do autor (2023).

Na figura acima, encontrei um valor de 165 mm de *slump*, se encontrando dentro da margem do que foi requisitado, de 160 mm de *slump*. Caso o concreto não

estivesse dentro do intervalo de *slump* requisitado, pode-se utilizar alguns artifícios para a correção destes desvios de abatimento.

Um dos caminhos para se ter um concreto com *slump* alto é colocar mais água na mistura, mas, com isso a relação água/cimento sobe e o concreto perde resistência e aumenta a porosidade. Uma solução corretiva seria colocar, além da água, mais cimento na mistura, mas isso encarece o concreto, pois o cimento é o item mais caro do concreto. (BOTELHO; FERRAZ, 2016, P. 231).

E ainda para Botelho, Ferraz (2016) a solução pode ser feita adicionando aditivos plastificantes e/ou usar um agregado graúdo de menores diâmetros médios, ou seja, a pedra 1 ao invés da pedra 2, o que pode acarretar problemas de retração do concreto. Deve-se então conversar sempre com a empresa de concreto usinada para apontar a melhor solução.

2.1.2.3.1.2 Classes de resistência e consistência do concreto

Para NBR 8953 (ABNT, 2015), Concreto para fins estruturais – Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência os concretos estruturais são divididos em dois grupos de acordo com os valores de resistência características a compressão (F_{ck}), obtidos a partir do rompimento de corpos de prova conforme o Quadro 4 – Tabela de classificação de concretos estruturais.

Quadro 4 - Tabela de classificação de concretos estruturais

Classe de resistência Grupo I	Resistência característica à compressão MPa	Classe de resistência Grupo II	Resistência característica à compressão MPa
C20	20	C55	55
C25	25	C60	60
C30	30	C70	70
C35	35	C80	80
C40	40	C90	90
C45	45	C100	100
C50	50		

Fonte: NBR 8593 (ABNT, 2015).

Conforme mostra a figura acima os concretos estruturais, caso sejam utilizados, o seu desempenho deve obedecer a NBR 6118 (ABNT, 2023) e a NBR 12655 (ABNT, 2022).

Ainda para NBR 8953 (ABNT, 2015), os concretos são também classificados conforme suas classes de consistências no seu estado fresco determinados a partir do teste de abatimento como mostra o Quadro 5 - Classes de consistência.

Quadro 5 – Classes de consistência

Classe	Abatimento mm	Aplicações típicas
S10	$10 \leq A < 50$	Concreto extrusado, vibroprensado ou centrifugado
S50	$50 \leq A < 100$	Alguns tipos de pavimentos e de elementos de fundações
S100	$100 \leq A < 160$	Elementos estruturais, com lançamento convencional do concreto
S160	$160 < A < 220$	Elementos estruturais com lançamento bombeado do concreto
S220	≥ 220	Elementos estruturais esbeltos ou com alta densidade de armaduras

NOTA 1 De comum acordo entre as partes, podem ser criadas classes especiais de consistência, explicitando a respectiva faixa de variação do abatimento.

NOTA 2 Os exemplos desta Tabela são ilustrativos e não abrangem todos os tipos de aplicações.

Fonte: NBR 8953 (ABNT, 2015).

O quadro acima mostra que cada classe é determinada pela medida do abatimento do concreto aplicado em determinadas estruturas, que influencia o tipo de lançamento sobre o qual o concreto é submetido.

2.1.2.3.1.3 Aditivos químicos para concreto de cimento Portland

Para a NBR 11768 (ABNT, 2019), aditivos químicos são substâncias que são adicionadas ao concreto em pequenas quantidades, não superior a 5 % do seu volume total a fim de modificar as propriedades do concreto fresco ou no seu estado endurecido, sendo divididos em:

- Redutor de água tipo 1/RA1; RA1-R; RA1-A;
- Redutor de água tipo 2/RA2; RA2-R; RA2-A;
- Controlador de hidratação – CH;
- Acelerador de pega – AP;
- Acelerador de resistência – AR;

- Acelerador de pega para concreto projetado – APP;
- Compensador de retração – CR;
- Redutor de retração – RR;
- Incorporador de ar– IA;
- Incorporador de ar para concreto leve – IA-L;
- Redutor de corrosão – RC;
- Modificador de viscosidade retentor de água – MV-RT;
- Modificador de viscosidade antissegregante – MV-AS;
- Redutor de absorção capilar – RAC;
- Redutor de permeabilidade – RP;
- Aditivos para concreto vibro prensado – CVP

Um dos aditivos mais utilizados no concreto são os aditivos plastificantes que tem a função de aumentar a trabalhabilidade do concreto sem que necessite aumentar a adição de água, fazendo com que seja bombeado com maior facilidade e preenchendo os espaços da forma, através da gravidade, com maior eficiência.

2.1.2.3.1.4 Amostragem de corpo de prova

Antes de realizar todo o lançamento do volume do concreto do caminhão betoneira, devo recolher as amostras de concreto de cada caminhão para posteriormente realizar os ensaios de resistência do concreto a compressão F_{ck} através de uma prensa hidráulica. A seguir apresenta-se os passos para esta amostragem:

- Segundo Botelho; Ferraz (2016) a retirada das amostras deve estar entre 15% a 85%, sendo que não é permitida a retirada dessa amostra no início ou no final do processo de concretagem.
- As amostras devem ser coletadas no fluxo de descarga do concreto através da coleta na própria bica do caminhão betoneira ou com carrinhos de mão ou recipientes adequados.
- Os moldes de corpos de prova devem estar limpos e revestidos com material que facilite a sua desmoldagem após o endurecimento do concreto sendo utilizado desmoldantes ou óleos minerais.

- Preencher os moldes de 10 centímetros x 20 centímetros como mostra a Figura 16 – Cilindro de moldes, com duas camadas iguais, adensando-as com uma haste metálica com doze golpes em cada camada, sem interrupções.

Figura 16 - Cilindro de moldes



Fonte: Do autor (2023).

- Após a compactação da última camada, retirar o excesso de concreto e alisar a superfície com a haste e fazer a limpeza da parte externa do molde.
- Após alisar a superfície superior do molde identificá-los através de uma etiqueta padrão demonstrada na Figura 17 – Etiqueta de identificação, com o nome da obra, o número da sequência do corpo de prova, data de moldagem, F_{ck} do concreto e volume do caminhão.

Figura 17 - Etiqueta de identificação.

SN CORPO DE PROVA		SN CORPO DE PROVA	
Obra:		Obra:	
N. identificação:		N. identificação:	
Nota Fiscal:		Nota Fiscal:	
Data Moldagem:		Data Moldagem:	
Fck:		Fck:	

SN CORPO DE PROVA		SN CORPO DE PROVA	
Obra:		Obra:	
N. identificação:		N. identificação:	
Nota Fiscal:		Nota Fiscal:	
Data Moldagem:		Data Moldagem:	
Fck:		Fck:	

Fonte: Do autor (2023).

- Após a moldagem, colocar os moldes sobre uma superfície horizontal, plana e estável. Durante as 24 horas os corpos de provas devem ser armazenados fora de intempéries.
- Entre 24 e 48 horas os moldes devem ser desformados, e deve-se realizar a transcrição das informações contidas nas etiquetas para o corpo dos moldes com um giz de cera para que não se perca as informações de identificação de cada corpo de prova.
- Após a desforma e identificação dos corpos de prova, mergulhá-los e mantê-los em solução de água e cal conforme a Figura 18 – Tambor de moldes, até a data de rompimento.

Figura 18 - Tambor de moldes



Fonte: Do autor (2023).

- Todos os corpos de prova devem ser registrados em uma ficha de controle de moldes de corpos de prova como descrito na Figura 19 – Ficha de controle de corpos de prova, e posteriormente ser enviados e rompidos, em 7 a 10 dias para parâmetros de retirada de escoras e no mínimo um corpo para o rompimento em 28 dias, por laboratórios especializados que irão disponibilizar os laudos dos ensaios de resistência à compressão.

Figura 19 - Ficha de controle de corpos de prova

CONTROLE ROMPIMENTO				SN	
CORPOS DE PROVA					
REF	DATA DA CONCRETAGEM	ELEMENTO ESTRUTURAL	Nº DE CPs	DATA DO ROMPIMENTO	
1	09/01/23	LASE LOBERTURA	24	06/02/2023	28 dias
2	16/01/23	Pilares Reserv.	1/2	23/01/2023	28 dias
2	16/01/23	Pilares Reserv.	2/2	13/02/2023	28 dias
3	24/01/23	cimentação AP. Mosa	1/1	21/02/2023	28 dias
4	31/01/23	Laje carreadora	1/4	28/02/2023	28 dias
4	31/01/23	Laje carreadora	2/4	28/02/2023	28 dias
4	31/01/23	Laje carreadora	3/4	28/02/2023	28 dias
4	31/01/23	Laje carreadora	4/4	28/02/2023	28 dias
5	10/02/23	Pilar e escadas	1/4	10/03/2023	28 dias
5	10/02/23	Pilar e escadas	2/4	17/02/2023	28 dias
5	10/02/23	Pilar e escadas	3/4	10/03/2023	28 dias
5	10/02/23	Pilar e escadas	4/4	17/02/2023	28 dias
6	11/04/2023	Piso 1º Pav.	1/5	02/05/2023	28 dias
6	11/04/2023	Piso 1º Pav.	2/5	02/05/2023	28 dias
6	11/04/2023	Piso 1º Pav.	3/5	02/05/2023	28 dias
6	11/04/2023	Piso 1º Pav.	4/5	02/05/2023	28 dias
6	11/04/2023	Piso 1º Pav.	5/5	02/05/2023	28 dias
7	17/04/2023	Piso 2º Pav.	2/1	15/05/2023	28 dias
7	17/04/2023	Piso 2º Pav.	2/2	15/05/2023	28 dias

Fonte: Do autor (2023).

- Deve-se realizar o registro dos moldes em vídeos ou fotos, com suas identificações visíveis como verificado na Figura 20 – Moldes de corpos de prova.

Figura 20 - Moldes de corpos de prova



Fonte: Do autor (2023).

Os moldes de corpo de prova foram identificados com o número de sequência de chegada do caminhão, o número da nota fiscal, data de concretagem e o nome da obra, e com a ajuda do mapa de rastreabilidade possamos sabermos em qual local o concreto foi lançado, e quando esse não alcançar o seu F_{ck} esperado realizar o devido reforço na peça.

2.1.2.3.2 Areia: Características

Existem vários tipos de areias sendo elas divididas em relação a suas granulometrias, ou seja, tamanho dos grãos. O Quadro 6 - Granulometria das areias e o Quadro 7 – Escala segundo NBR 7211 (ABNT, 2005) – Agregado para concreto, abaixo mostram como é feita a divisão.

Quadro 6 - Granulometria das areias

Tipo de areia	Material retido entre as peneiras de abertura de malha
Areia muito grossa	2,4 mm a 5 mm. Acima de 5 mm são os agregados graúdos.
Areia grossa	2,4 mm a 1,2 mm
Areia média	1,2 mm a 0,6 mm
Areia média fina	0,6 mm a 0,3 mm
Areia fina (finos)	0,3 mm a 0,15 mm
Filer (pó)	abaixo de 0,15 mm

Fonte: Concreto Armado Eu Te Amo – Vai pra Obra (2016).

Para agregados fora da zona estabelecida pelo quadro acima deve realizar estudos prévios de dosagem.

Quadro 7 - Escala segundo a ABNT

Classificação	Diâmetro das partículas
Argila	menor que 0,002 mm
Silte	entre 0,06 e 0,002 mm
Areia	entre 2 e 0,06 mm
Pedregulho	entre 60 e 2 mm

Fonte: Concreto Armado Eu Te Amo – Vai pra Obra (2016).

A NBR 7211 (ABNT, 2005) em sua tabela 2 atribui uma distribuição granulométrica do agregado miúdo utilizável para o concreto sendo exemplificado no Quadro 8 – Limites da distribuição granulométrica do agregado miúdo.

Quadro 8 – Limites da distribuição granulométrica do agregado miúdo

Peneira com abertura de malha (ABNT NBR NM ISO 3310-1)	Porcentagem, em massa, retida acumulada			
	Limites inferiores		Limites superiores	
	Zona utilizável	Zona ótima	Zona ótima	Zona utilizável
9,5 mm	0	0	0	0
6,3 mm	0	0	0	7
4,75 mm	0	0	5	10
2,36 mm	0	10	20	25
1,18 mm	5	20	30	50
600 µm	15	35	55	70
300 µm	50	65	85	95
150 µm	85	90	95	100

NOTAS

- O módulo de finura da zona ótima varia de 2,20 a 2,90.
- O módulo de finura da zona utilizável inferior varia de 1,55 a 2,20.
- O módulo de finura da zona utilizável superior varia de 2,90 a 3,50.

Fonte: NBR 7211 (ABNT, 2005).

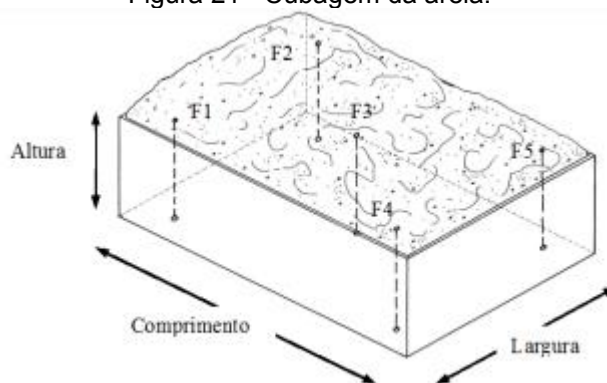
Para cada tipo de areia existe uma aplicação específica na obra sendo elas:

- Areia fina – utilizada em acabamentos internos e reboco conferindo uma melhor superfície para massa e tintas.
- Areia média – utilizada no preparo de argamassa para assentamento de tijolos, blocos e chapisco.
- Areia grossa – utilizada corriqueiramente em concreto e contrapiso.

2.1.2.3.2.1 Recebimento, manuseio e armazenamento da areia

Para o recebimento da areia deve conferir quantidade por meio de cubagem da caçamba do caminhão. A cubagem é feita através de cinco furos realizados com uma barra de aço na caçamba do caminhão nos pontos indicados na Figura 21 – Cubagem da areia, e medindo as alturas de cada furo e calculando as médias destes cinco furos. O volume em metros cúbicos da areia é obtido multiplicando a média das alturas dos cinco furos com a largura e o comprimento das medidas em metros da caçamba do caminhão. Quanto ao tipo da areia deve conferir e receber de acordo com a oc, verificando a sua coloração e sua granulometria. Verifico ainda se não há uma quantidade excessiva de cascalhos e detritos como lascas de madeiras e restos de materiais que não fazem parte das composições naturais da areia, conforme mostrado na Figura 22 – Recebimento da areia.

Figura 21 - Cubagem da areia.



Fonte: RRG Construtora (2023).

Figura 22 - Recebimento da areia.



Fonte: Do autor (2023).

Quanto ao manuseio é realizada com o auxílio de carrinhos de mão e gericas e deve-se evitar o contato com o solo para impedir a contaminação.

Quanto a preservação da areia deve ser separada em baias sem contato com o solo e separada por tipos de acordo com a sua granulometria, caso o armazenamento se dê em períodos de chuva recomenda-se cobrir com lona plástica para evitar o aumento da umidade.

2.1.2.3.3 Brita: Características

Denominada de agregado graúdo tem a principal função de estruturar a mistura e aumentar a resistência a compressão e ao desgaste, reduzir a retração e diminuir os custos da produção do concreto. O Quadro 9 – Tamanho de pedras (britas) mostra como é feita a divisão deste material.

Quadro 9 - Tamanho de pedras (britas)

Pedras	Tamanho (cm)	Observações e usos
Matacões	40	Muros de arrimo, fundações, concreto ciclópico
Pedra de mão	10 a 30	Muros de arrimo, fundações, concreto ciclópico
5	7,5 a 10	Usada em base de pavimento
4	5 a 7,5	Usada em base de pavimento
3	2,5 a 5	Usada em base de pavimento e em certas estruturas de concreto
2	2 a 2,5	Usada em concreto
1	1 a 2	Chamada de cascalho e usada em concreto
0	0,2 a 1,2	
Limite de pedra	0,5 a 1	Chamada de pedrisco
Areia grossa	Menor que 0,5	

Fonte: Concreto Armado Eu Te Amo – Vai para Obra (2016).

Para preparar o chamado *groute* usa-se a brita com diâmetro máximo de 4,8 mm. Existem também as classificações, mostrada abaixo no Quadro 10 – Outras classificações de pedras.

Quadro 10 - Outras classificações de pedras

Pedras	Tamanho (cm)
Pó de brita:	0 mm a 5 mm
Pedrisco:	5 mm a 9,5 mm
Rachão:	75 mm a 40 mm
Enrocamento:	400 mm a 1000 mm
Bica corrida:	0 mm a 75 mm
Brita zero:	6 mm a 12 mm

Fonte: Concreto Armado Eu Te Amo – Vai para Obra (2016).

Segundo Botelho; Ferraz (2016), nem sempre o mercado fornecedor respeita a uma padronização de tamanhos de brita.

2.1.2.3.3.1 Recebimento, manuseio e armazenamento da brita

O processo de recebimento, manuseio e armazenamento das britas se assemelha com os das areias mostrados na Figura 23 – Recebimento de brita, apenas diferenciando-se no recebimento, em que o mesmo é feito por toneladas (T) de brita sendo que um caminhão completo tem um pouco mais de 10 toneladas. Basta realizar a cubagem da caçamba e multiplicar pelo valor médio do peso específico da brita que está sendo recebida.

Figura 23 - Recebimento de brita



Fonte: Do autor (2023).

Um dos cuidados que se deve ter ao receber a brita e não deixa mistura com outros agregados, como areia, o que pode atrapalhar na mistura de outros compostos que não sejam o concreto, como no caso de argamassa para chapisco, emboço ou reboco.

2.1.2.3.4 Cimento, cal hidratada, argamassa e gesso liso

2.1.2.3.4.1 Características e tipos de cimento

O nome técnico deste material é Cimento Portland (CP), é utilizado como um ligante que reage na presença de água para formar cristais e obter resistência mecânica, ou seja, é utilizado como um ligante que adquire resistência mecânica quando seco. A Quadro 11 – Classificação do cimento mostra o tipo e a sigla existente de cada cimento.

Quadro 11 – Classificação dos cimentos

Tabela 1 – Designação normalizada, sigla e classe do cimento Portland

Designação normalizada (tipo)	Subtipo	Sigla	Classe de resistência	Sufixo
Cimento Portland comum	Sem adição	CP I	25, 32 ou 40 ^c	RS ^a ou BC ^b –
	Com adição	CP I-S		
Cimento Portland composto	Com escória granulada de alto forno	CP II-E		
	Com material carbonático	CP II-F		
	Com material pozolânico	CP II-Z		
Cimento Portland de alto-forno		CP III		
Cimento Portland pozolânico		CP IV		
Cimento Portland de alta resistência inicial		CP V	ARI ^d	
Cimento Portland branco	Estrutural	CPB	25, 32 ou 40 ^c	
	Não estrutural	CPB	–	–

^a O sufixo RS significa resistente a sulfatos e se aplica a qualquer tipo de cimento Portland que atenda aos requisitos estabelecidos em 5.3, além dos requisitos para seu tipo e classe originais.

^b O sufixo BC significa baixo calor de hidratação e se aplica a qualquer tipo de cimento Portland que atenda aos requisitos estabelecidos em 5.4, além dos requisitos para seu tipo e classe originais.

^c As classes 25, 32 e 40 representam os valores mínimos de resistência à compressão aos 28 dias de idade, em megapascals (MPa), conforme método de ensaio estabelecido pela ABNT NBR 7215.

^d Cimento Portland de alta resistência inicial, CP V, que apresenta a 1 dia de idade resistência igual ou maior que 14 MPa, quando ensaiado de acordo com a ABNT NBR 7215 e atende aos demais requisitos estabelecidos nesta Norma para esse tipo de cimento.

Fonte: NBR 16697 (ABNT, 2018).

O cimento utilizado na obra é o Cimento Portland CII-E 32 Mpa, que é um tipo de composto que utiliza escória granulada de alto forno, em sacos de 50 kg que possui uma secagem rápida e uma elevada resistência inicial e final.

2.1.2.3.4.2 Recebimento, manuseio e armazenamento do cimento, cal hidratada, filito, argamassa e gesso liso

Devo conferir a quantidade de sacos por tipo, de acordo com a oc, através da contagem manual. Devo verificar também a data de fabricação e prazo de validade, utilizando o material dentro deste intervalo. O limite do prazo de validade para recebimento ou utilização destes materiais é de:

- Cimento - 45 dias;
- Cal hidratada - 06 meses;
- Filito - 06 meses;
- Argamassa - 06 meses;
- Gesso Liso - 12 meses.

Verifico também nas embalagens se não há a existência de sacos rasgados e ou molhados e realizando uma amostragem de sacos defeituosos para aceitação de acordo com o Quadro 12 – Amostragem de cimento:

Quadro 12 - Amostragem de cimento

Lote	Amostrar	Aceitar	Rejeitar
70 sacos	5 sacos	até 1	acima de 2
71 a 140 sacos	8 sacos	até 2	acima de 3
141 a 500 sacos	13 sacos	até 3	acima de 4

Fonte: Do autor (2023).

Caso haja alguma diferença ou problema devo entrar em contato com o fornecedor para providenciar a devolução ou substituição dos sacos defeituosos.

O manuseio deve ser feito de forma manual ou com carrinho de mão, cuidando para que os sacos não sejam molhados ou expostos à umidade e rasgados. Evitar pancadas, quedas e choques dos sacos em qualquer outro objeto.

O armazenamento deve ser feito em local coberto, protegido de umidade, sobre estrado ou assoalho de madeira, conforme mostra a Figura 24 – Armazenagem de cimento e Figura 25 – Armazenamento de gesso. Os sacos não devem ficar em contato com as paredes.

Figura 24 - Armazenamento de cimento



Fonte: Do autor (2023).

Figura 25 - Armazenamento de gesso



Fonte: Do autor (2023).

A forma de empilhamento e a quantidade de camadas sobrepostas devem ser de:

- Cimento – até 10 sacos;
- Cal / Filito – até 20 sacos;
- Gesso – até 20 sacos;
- Argamassa – até 15 sacos.

A fim de não danificar as primeiras camadas e não dificultar a retirada dos sacos pelos trabalhadores.

2.1.2.3.5 Recebimento, manuseio e armazenamento de fios, cabos e materiais elétricos

Devo conferir a quantidade de peças por tipo, de acordo com a oc realizando a contagem de cada tipo de peça. Para fios, confiro também o tipo (sólido, paralelo, flexível), a cor; a seção (bitola); e a gravação da NBR.

Para o restante dos materiais elétricos faço a conferência das marcas de identificação no produto ou embalagem como corrente nominal em ampères (A), tensão nominal em volts (V), a natureza da corrente (alternada ou contínua), marca do fabricante e a referência do modelo, que pode ser retirada do catálogo do fabricante.

Para o manuseio dos fios, cabos e materiais deve ser feito de forma manual ou por meio de transporte respeitando a quantidade mínima a ser transportada, de forma

segura, cuidando para que não ocorram pancadas ou quedas que provoquem danos ao material e evitando a umidade.

Para o armazenamento dos fios e cabos devem ser conservados em abrigo fora do sol. Nunca armazenar os fios em local sem proteção contra as intempéries para não ressecar a proteção que em geral é de plástico ou borracha, podendo o condutor perder sua parte isolante.

Para os materiais elétricos em geral recomenda-se que sejam estocadas em prateleiras, que estejam em local coberto e livre de umidade. É preciso ainda respeitar o limite de empilhamento máximo fornecido pelo fabricante.

2.1.2.3.6 Recebimento, manuseio e armazenamento de bloco cerâmico e concreto não estrutural e estrutural

Para uma correta conferência da quantidade de bloco devo realizar a contagem, no próprio caminhão, multiplicando o número de blocos contidos no comprimento, na largura e na altura da caçamba conforme a Figura 26 – Caminhão de blocos cerâmicos. Devido ao grande número de tipos de blocos cerâmicos devo verificar as suas dimensões de acordo com o pedido, caso ocorra alguma diferença de quantidade e/ou dimensões entro em contato com o fornecedor sobre as divergências encontradas.

Figura 26 - Caminhão de blocos cerâmicos



Fonte: Do autor (2023).

Verifico também se nas peças, há existência de trinca, arestas irregulares ou qualquer outro defeito, como empenamento e furos. Realizo uma amostragem de peças exemplificadas no Quadro 13 – Amostragem de blocos de vedação, para aceitação de peças defeituosas.

Quadro 13 – Amostragem de blocos de vedação

Lote	Amostrar	Aceitar	Rejeitar
Até 150 peças	5 peças	até 1	acima de 2
151 a 500 peças	8 peças	até 2	acima de 3
501 a 3200 peças	13 peças	até 3	acima de 4
3201 a 35000 peças	20 peças	até 5	acima de 6

Fonte: Do autor (2023).

Para o armazenamento, empilhar os blocos cerâmicos em pilhas de no máximo 10 fiadas conforme a Figura 27 - Armazenamento de tijolos, atentando para que a pilha não fique muito alta e dificulte a retirada do material para uso. É recomendado preparar o terreno para que fique plano.

Figura 27 - Armazenamento de tijolos



Fonte: Do autor (2023).

O tipo de bloco utilizado na alvenaria de vedação do prédio e o vazado de dimensões (14x19x29) cm e (14x19x14) cm. Os blocos de concreto são utilizados as canaletas de (14x19x39) cm e (14x19x20) cm para vergas de portas e janelas e para muros de arrimos são utilizados os vazados de dimensões (19x19x39) cm.

2.1.2.3.7 Recebimento, manuseio e armazenamento de revestimento cerâmico

As peças foram separadas para facilitar a contagem e logo em seguida foi realizada a contagem das quantidades entregues, de acordo com a nota fiscal. Quanto ao tipo de azulejo conferi e recebi de acordo com a oc, e se caso encontrasse alguma diferença, que no caso não houve, deveria entrar em contato com o fornecedor para tomar as devidas providências. Também verifiquei o aspecto visual das embalagens, se estavam rasgadas ou molhadas e o modelo ou linha do produto segundo o código de catálogo do fabricante, atentando-se também as seguintes características nas embalagens:

- Tamanho nominal, dimensão de fabricação, formato modular ou não modular;
- Número de peças e a área que cobrem e especificação de junta recomendada;
- Se todas as caixas são do mesmo lote e da mesma data de fabricação;
- A tonalidade dos pisos, porque para lotes diferentes pode haver diferença de tonalidade de um mesmo tipo de revestimento.

Para o armazenamento as caixas das cerâmicas devem ser armazenadas em pilhas com altura máxima de 2,0 m e posteriormente cobertas, conforme mostrado na Figura 28 – Armazenamento de revestimentos cerâmicos.

Figura 28 - Armazenamento de revestimentos cerâmicos



Fonte: Do autor (2023).

Para o manuseio deve ser feito de forma manual, cuidando para que não ocorram pancadas ou quedas que provoquem rachaduras ou quebras do material.

2.1.2.3.8 Recebimento, manuseio e armazenamento de tubos, conexões e materiais hidráulicas

Se tratando de tubulações, confiro se a quantidade e o tipo de cada peça estão de acordo com a oc. Caso seja identificada alguma diferença, devo entrar em contato com o fornecedor para tomar as devidas providências. Verifico se há presença de trincas, bolhas e furos nas superfícies das peças e descontinuidade nas seções, checando também se a cor está coerente com o definido, em função do tipo de tubo ou conexão.

Observo se há gravação da NBR nos tubos e reservatórios e realizo a amostragem para aceitação de peças defeituosas conforme exemplo do Quadro 14 – Amostragem de tubos e conexões, excetos reservatórios, estes devem ser substituídos se encontrado qualquer defeito em suas faces.

Quadro 14 - Amostragem de tubos e conexões

Lote	Amostrar	Aceitar	Rejeitar
70 peças	5 peças	até 1	acima de 2
71 a 140 peças	8 peças	até 2	acima de 3
141 a 500 peças	13 peças	até 5	acima de 4

Fonte: Do autor (2023).

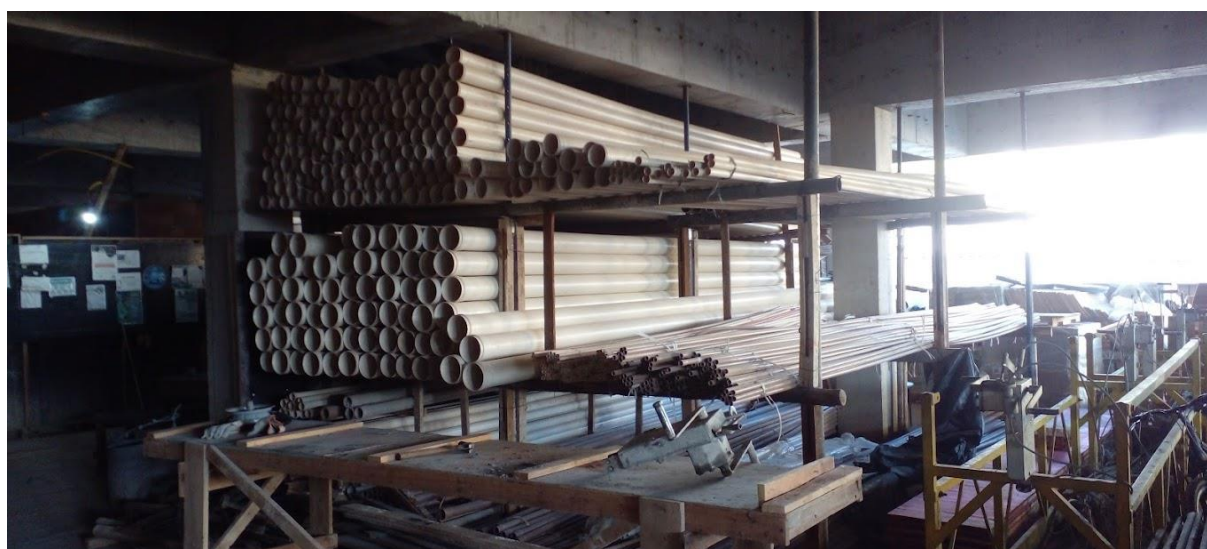
O armazenamento dos tubos e conexões de PVC deve ser em abrigo do sol e recomenda-se que sejam estocados em prateleiras conforme a Figura 29 - Armazenamento de conexões e Figura 30 – Armazenamento de tubos.

Figura 29 - Armazenamento de conexões



Fonte: Do autor (2023).

Figura 30 - Armazenamento de tubos



Fonte: Do autor (2023).

Para o manuseio, deve ser feito de forma manual ou por meio de transporte conforme a quantidade mínima a ser transportada, de forma segura, cuidando para que não ocorram impactos nos tubos que os danifiquem.

2.1.2.3.9 Recebimento, manuseio e armazenamento de telhas de fibrocimento

Para facilitar a contagem separo as telhas por tamanho para melhor visualização. Confiro a quantidade de peças por tipo, através de contagem. Verifico também se há existência de peças trincadas, irregulares ou qualquer outro defeito, como emendas e furos. Observo se pelo menos o nome ou marca do fabricante está impresso nas telhas. Caso tiver peça com algum problema, devo devolvê-las ao fornecedor. O lote será formado pela quantidade de peças do mesmo tipo e dimensão nominal entregues. Para a amostragem de aceitação sigo conforme o exemplo do Quadro 15 – Amostragem de telhas de fibrocimento. A tolerâncias para largura e comprimento são de mais ou menos 1 centímetro.

Quadro 15 - Amostragem de telhas de fibrocimento

Lote	Amostrar	Aceitar	Rejeitar
Até 25 peças	3 peças	até 1	acima de 2
26 a 90 peças	5 peças	até 2	acima de 3
91 a 280 peças	13 peças	até 5	acima de 6
acima de 281 peças	20 peças	até 7	acima de 8

Fonte: Do autor (2023).

O armazenamento deve ser feito sobre peças de madeira conforme a Figura 31 – Armazenamento de telha de fibrocimento, em pilhas não superiores a 50 telhas, alternadas a cada 10 unidades.

Figura 31 - Armazenamento de telha de fibrocimento



Fonte: Do autor (2023).

O manuseio deve ser feito manual ou com carrinho de mão, cuidando para que não ocorram pancadas ou quedas que provoquem rachaduras ou quebras do material.

2.1.2.3.10 Recebimento, manuseio e armazenamento de chapas de madeira compensada, sarrafos e tábuas

Para uma contagem mais fácil, oriento o pessoal responsável pela descarga a separação das peças por tipo e tamanho, verificando se não apresentam defeitos como rachaduras, furos, ondulações, miolo oco e bordas sem tratamento. Caso tenha alguma peça com esses problemas, devo devolvê-las ao fabricante. Exemplo de amostragem para aceitação de peças defeituosas conforme o Quadro 16 – Amostragem de peças de madeira.

Quadro 16 - Amostragem de peças de madeira

Lote	Amostrar	Aceitar	Rejeitar
Até 25 peças	3 peças	até 1	acima de 2
26 a 90 peças	5 peças	até 2	acima de 3
91 a 150 peças	8 peças	até 3	acima de 4
acima de 151 peças	13 peças	até 5	acima de 6

Fonte: Do autor (2023).

O armazenamento deve ser feito sobre caibros evitando o empilhamento superior a 1,70 metros ou maior que o recomendado pelo fabricante, em local

protegido de umidade e sol, com lona ou embalagem plástica e separando por bitolas e tipo de madeira de acordo com a Figura 32 – Armazenamento de vigas de madeira.

Figura 32 - Armazenamento de vigas de madeira



Fonte: Do autor (2023).

Para o manuseio manual, evitar pancadas que provoquem lascas, quebra e abertura das bordas do material.

2.1.2.3.11 *Recebimento, manuseio e armazenamento de argamassa usinada*

“Sua diferença para as demais já citadas, se dá no fato desta ser entregue em obra já úmida e pronta para o uso.” (MARCONDES e SANTOS, 2009 apud SILVA, 2023, p. 28).

Confiro o volume de argamassa usinada entregue, verificando o lacre e higienização das caixas plástica de descarga, mostradas na Figura 33 - Argamassa usinada. Verifico também em cada caminhão a homogeneidade da mistura, para identificar possíveis desvios da cor, consistência e também possível segregação da argamassa.

“Os aditivos adicionados em sua composição – estabilizadores de ar e/ou retentores de água – garantem sua trabalhabilidade por até 72 horas, estabilizando a pega dos aglomerantes e a retenção de água de forma que seu tempo de utilização seja prolongado.” (SANTOS e CIOCCARI, 2017 apud SILVA, 2023, p.28).

Para garantir a qualidade da argamassa, deve-se utilizá-la até no máximo 48 horas. As caixas com argamassa que não forem utilizadas imediatamente devem ser cobertas com uma lâmina de água de aproximadamente 2,0 centímetros e tampadas (lona ou chapa de madeira) com intuito de evitar o ressecamento da parte superior da argamassa.

O manuseio e o transporte na obra são realizados por meio de carrinhos de mão, elevador ou guincho para o transporte vertical, através de tambores ou gericas.

Figura 33 - Argamassa usinada



Fonte: Do autor (2023).

As argamassas estabilizadas para Nunes (2010, apud Jantsch 2015), são argamassa dosadas em centrais, que utilizam retardantes de início da pega, que estão prontas para serem utilizadas na obra, mantendo sua trabalhabilidade por um período maior que as comuns até no máximo 72 h.

Segundo Jantsch (2015), as argamassas estabilizadas não são muito difundidas no cenário da construção civil no país, mais em alguns locais são bastante utilizadas para os revestimentos externos e internos das alvenarias de vedação, regularização de superfícies, rejunte de telhas, enchimento de tubulações e impermeabilização de locais com chance de inundação.

2.1.3 Ferramentas auxiliares para gerenciamento da obra

2.1.3.1 Controle de estoque de ferramentas e materiais

Para uma obra de médio e grande porte, e principalmente aquelas que contenham almoxarifado em suas dependências, é indispensável um sistema de controle de estoque de ferramentas e materiais, seja manual, eletrônico ou híbrido (manual e eletrônico).

Os estoques são materiais e suprimentos que uma empresa ou instituição mantém, seja para vender ou para fornecer insumos ou suprimentos para o processo de produção. Todas as empresas e instituições precisam manter estoques. Frequentemente, os estoques constituem uma parte substancial dos ativos totais (ARNOLD, 1999, apud MOTA, 2023, p. 13).

“Na construção civil é necessário um meio de canalizar conhecimentos e informações, de forma a organizar e direcionar toda informação de maneira ordenada, isto torna o planejamento um dos principais fatores para o sucesso de qualquer empreendimento.” (GOLDMAN, 2004 apud FELIPE, 2023, p.12).

“A falta de controle de estoque pode ter efeitos graves em um projeto, tais como atrasos na execução das atividades e prejuízos financeiros. Para mitigar esses problemas, é fundamental implementar um sistema de gestão de estoque eficiente e preciso.” (FELIPE, 2023, p. 40).

Para um sistema manual pode ser realizado através de cadernos em que devem ser relacionados todos os itens que são retirados diariamente do setor do almoxarifado e entregues para a obra, no caso para os funcionários, que estão necessitando de qualquer item para realizar suas atividades laborais sejam elas relacionada a construção, modificação, medição ou conferência e para proteção pessoal e coletivas das equipes envolvidas nas atividades. Para isso é feita a divisão destes itens em materiais e ferramentas.

Os materiais são tudo aquilo que é utilizado na construção da obra, sejam na parte das estruturas, alvenaria, na parte elétrica e hidrossanitários. Eles são retirados e não voltam para as dependências do almoxarifado, a não ser que, não sejam consumidos totalmente no canteiro.

Já as ferramentas são dispositivos com uma função específica, utilizadas para facilitar os trabalhos, e/ou modificar algum dos materiais, para que façam parte do

“A regra sagrada de um almoxarifado é que qualquer equipamento somente pode ser retirado com uma requisição assinada pelo solicitante” (BOTELHO; FERRAZ, 2016, p. 151).

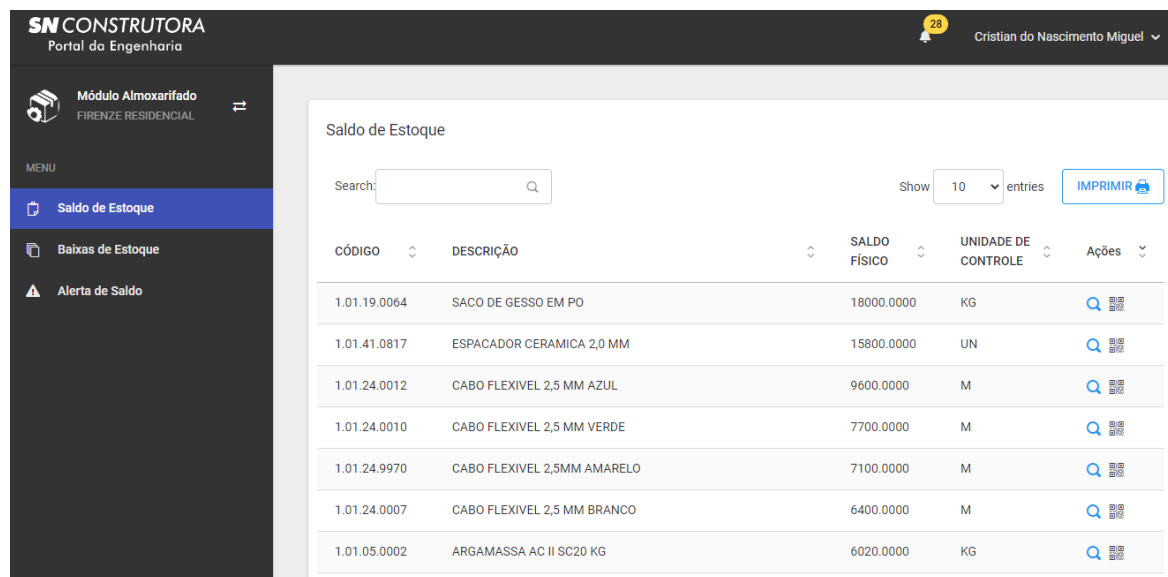
Para Botelho; Ferraz (2016), o controle de entrada e saída do almoxarifado pode ser assistido por computador através de planilhas eletrônicas.

Para o controle em meio eletrônico são definidos alguns parâmetros pelo setor de engenharia, que é a separação de materiais em estocáveis e não estocáveis, onde o primeiro, que são em sua maioria materiais, o seu controle foi feito pelo portal da engenharia onde sua interface é mostrada na Figura 36 – Baixa de estoque, e após serem registradas na ficha de materiais são baixados de acordo com o item, tarefa e a quantidade do material, e o segundo, que na sua maioria são ferramentas, e foi realizado por planilha eletrônica mostrado na Figura 37 – Gerenciamento de ferramentas nas obras.

Para algumas ferramentas, que são essenciais para algumas funções como martelo para carpintaria, colher linha de nylon e torquês para armadores, foram registradas em fichas pessoais em uma planilha eletrônica conforme Figura 38 – Ficha de ferramentas pessoais, com todas as ferramentas entregues, com a data de retirada e a assinatura da pessoa responsável, onde essa ficha foi impressa e arquivada, podendo a qualquer momento o funcionário devolvê-las quando não será mais utilizada nas atividades.

A substituição só é feita mediante a apresentação da ferramenta danificada para que possam ser tomadas as devidas manutenções se possíveis ou descartes. A ficha pode ser acrescida de mais ferramentais ao decorrer da obra, caso seja necessário mediante comunicação do encarregado, para novas frentes de trabalho.

Figura 36 - Baixa de estoque



CÓDIGO	DESCRIÇÃO	SALDO FÍSICO	UNIDADE DE CONTROLE	Ações
1.01.19.0064	SACO DE GESSO EM PO	18000.0000	KG	[Lupa] [Imprimir]
1.01.41.0817	ESPACADOR CERAMICA 2,0 MM	15800.0000	UN	[Lupa] [Imprimir]
1.01.24.0012	CABO FLEXIVEL 2,5 MM AZUL	9600.0000	M	[Lupa] [Imprimir]
1.01.24.0010	CABO FLEXIVEL 2,5 MM VERDE	7700.0000	M	[Lupa] [Imprimir]
1.01.24.9970	CABO FLEXIVEL 2,5MM AMARELO	7100.0000	M	[Lupa] [Imprimir]
1.01.24.0007	CABO FLEXIVEL 2,5 MM BRANCO	6400.0000	M	[Lupa] [Imprimir]
1.01.05.0002	ARGAMASSA AC II SC20 KG	6020.0000	KG	[Lupa] [Imprimir]

Fonte: Do autor (2023).

Figura 37 - Gerenciamento de ferramentas nas obras

ITEM	QUANTIDADE	OBRA	STATUS
CANETA GRAVADORA	1	FIRENZE	EM USO
ADAPATADOR MANDRIL 1/2" SDS	3	FIRENZE	EM USO
ALICATE UNIVERSAL ISODADO 8"	1	FIRENZE	EM USO
BOMBA PULVERIZADORA COSTAL 20 LITROS	1	FIRENZE	DISPONÍVEL
BROCA CHATA PARA MADEIRA 1"	22	FIRENZE	DISPONÍVEL
BROCA ESCALONADA PARA METAL 4 MM - 32 MM	1	FIRENZE	DISPONÍVEL
BROCA PARA CONCRETO 10 MM	VERIFICAR	FIRENZE	EM USO
BROCA PARA CONCRETO 12 MM	9	FIRENZE	DISPONÍVEL
BROCA PARA CONCRETO 16 MM	VERIFICAR	FIRENZE	DISPONÍVEL
BROCA PARA CONCRETO 8 MM	VERIFICAR	FIRENZE	EM USO
BROCA PARA MADEIRA 10 MM	15	FIRENZE	DISPONÍVEL
BROCA PARA MADEIRA 16 MM	3	FIRENZE	DISPONÍVEL
BROCA VIDEA SDS 10 X 160 MM	15	FIRENZE	EM USO
BROCA VIDEA SDS 16 X 210 MM	4	FIRENZE	DISPONÍVEL
BROCA VIDEA SDS 8 X 160 MM	16	FIRENZE	EM USO
BROCA VIDEA SDS P/ CONCRETO 18 MM X 300 MM	1	FIRENZE	DISPONÍVEL
BROXA REDONDA	26	FIRENZE	EM USO
BUCHA 6 MM	220	FIRENZE	DISPONÍVEL
BUCHA 8 MM	36	FIRENZE	DISPONÍVEL
CABO CHIBANCA	4	FIRENZE	DISPONÍVEL
CABO ENXADA	0	FIRENZE	EM USO
CABO MARTELO	10	FIRENZE	DISPONÍVEL
CARRINHO DE MÃO REFORÇADO	15	FIRENZE	EM USO

Fonte: Portal da Engenharia (2023).

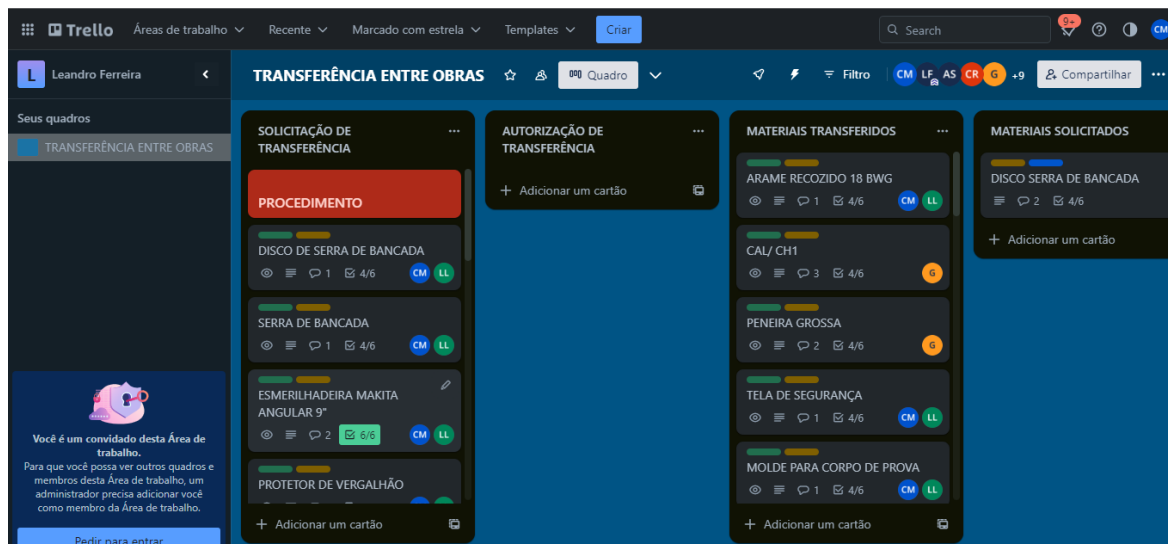
Figura 38 - Ficha de ferramentas pessoais

SN CONSTRUTORA					
FICHA DE FERRAMENTA					
OBRA: FIRENZE RESIDENCIAL		FUNCIONÁRIO: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		FUNÇÃO: PEDREIRO	
DECLARO PARA TODOS OS EFEITOS LEGAIS, QUE RECEBI AS FERRAMENTAS DESCRITAS NESTA FICHA, FICANDO RESPONSÁVEL PELO USO, GUARDA, LIMPEZA E CONSERVAÇÃO DAS MESMAS.					
ESPECIFICAÇÃO DA FERRAMENTA	QTE	DATA RECEBIMENTO	ASSINATURA:	DATA DEVOLUÇÃO	ASSINATURA
TRENA 5 M	1	04/04/2023			
NÍVEL BOLHA 12"	1	04/04/2023			
ESQUADRO	1	04/04/2023			
PRUMO 1 KG	1	04/04/2023			
COLHER DE PEDREIRO	1	04/04/2023			
LINHA DE PEDREIRO	1	04/04/2023			
LAPIS DE CARPINTEIRO	1	04/04/2023			
DESEMPENADEIRA FRISADA	1	04/04/2023			
BROXA REDONDA	1	04/04/2023			
MARTELO	1	04/04/2023			
MARRETA	1	04/04/2023			
TALHADEIRA	1	04/04/2023			
ESPUMA	1	04/04/2023			

Fonte: Do autor (2023).

Para transferência de materiais e ferramentas é utilizado o gerenciador de cartões Trello exemplificado na Figura 39 – Trello.

Figura 39 – Trello



Fonte: Trello (2023).

Este gerenciador de cartões é utilizado na transferência de materiais e ferramenta de extrema necessidade entre as obras da construtora para que não haja interrupções nas atividades ou compras emergências que são sempre mais caras do que as convencionais.

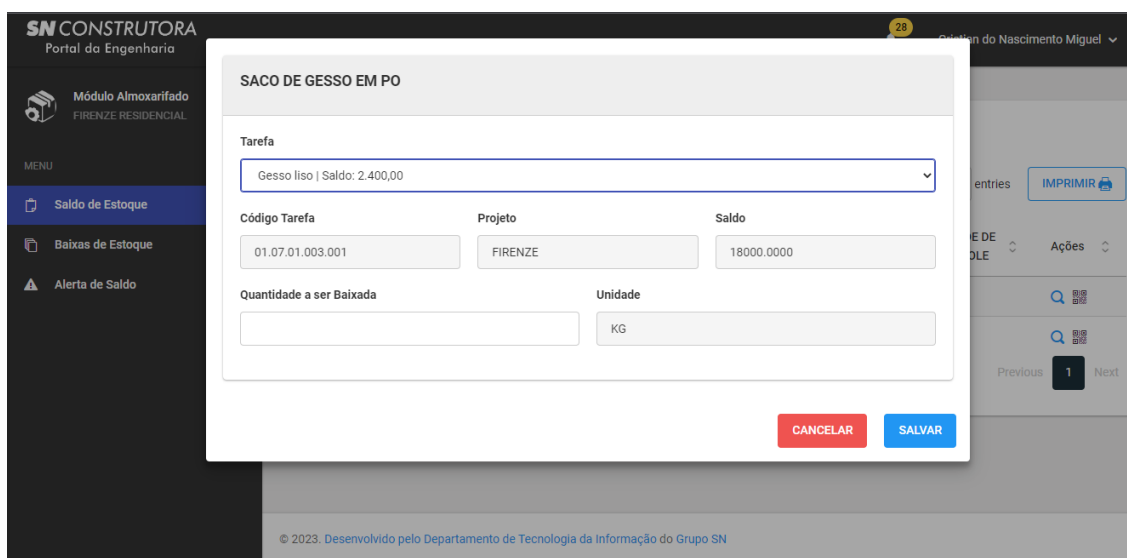
2.1.3.2 Baixa de materiais

“O estoque funciona como um componente que regula o curso dos materiais de uma empresa, deste modo, com a oscilação de entrada e saída desses insumos há necessidade de uma certa quantidade deste para equilibrar as variações e amortecer as mesmas.” (PROVIN; SELITTO, 2011 apud MOTA 2023, p. 13).

Após o material ser recebido e sua nota ser validada no setor financeiro, este item, ser for definido como estocável aparecerá no módulo almoxarife e integrará o estoque de itens para ser baixado futuramente por mim, quando este for requisitado e utilizado pela obra. Quando isto acontecer o item é anotado na ficha de materiais e seguido todo o procedimento descrito no tópico anterior, e ser baixado em no máximo até a manhã do dia seguinte.

Para ser baixado o item, faço a pesquisa no campo “Search” pelo nome do material a qual se quer baixar e em seguida clico na lupa para abrir o item conforme mostra a Figura 40 – Baixa de materiais, onde eu posso selecionar a tarefa para onde o item foi destinado no caso o pavimento (subsolo, térreo, Garden, tipo 1 ao 5 ou cobertura) ou atividade (elétrica, água fria, esgoto, manutenção de canteiro de obra...), saldo e a quantidade a ser baixada, neste caso devo ter atenção nas conversões de unidades, ou seja um saco de gesso é de 40 kg, um saco de cimento é de 50 kg, um tubo de PVC é igual a 6 m, o de CPVC é igual a 3 m, etc.

Figura 40 - Baixa de materiais



The screenshot shows a web application interface for material management. The main window is titled 'SACO DE GESSO EM PO'. It features a search bar for 'Tarefa' with the selected item 'Gesso liso | Saldo: 2.400,00'. Below this, there are input fields for 'Código Tarefa' (01.07.01.003.001), 'Projeto' (FIRENZE), and 'Saldo' (18000.0000). There are also fields for 'Quantidade a ser Baixada' and 'Unidade' (KG). At the bottom of the form, there are two buttons: 'CANCELAR' (red) and 'SALVAR' (blue). The background shows a sidebar with navigation options like 'Saldo de Estoque' and 'Baixas de Estoque', and a top navigation bar with the company logo and name.

Fonte: Portal da Engenharia (2023).

Para a baixa de vergalhões de aço, devo ainda realizar a conversão das barras de doze metros de comprimento para massa em quilos conforme a Figura 41 – Tabela-mãe e baseada na NBR 7480 (ABNT, 2022) – Aços destinados a armadura para estruturas de concreto armado tabela B.1 – características das barras.

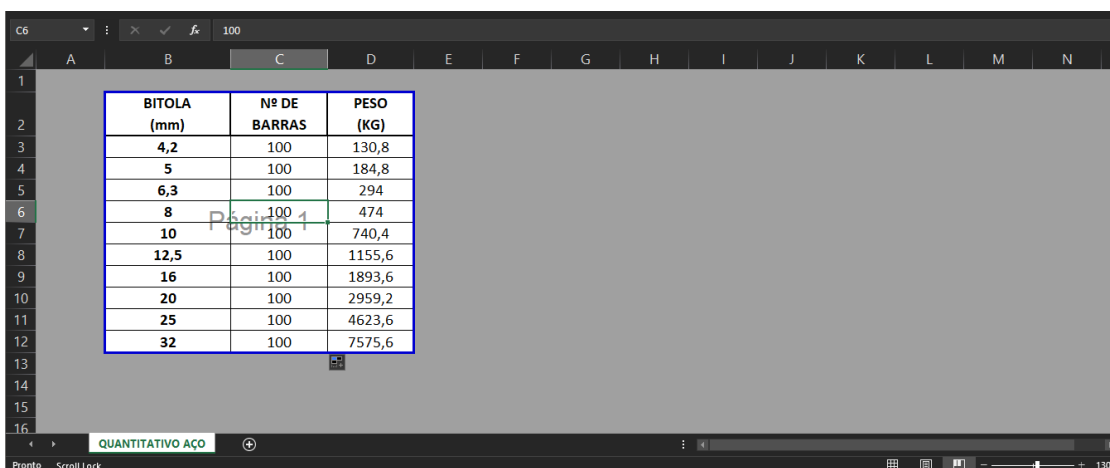
Figura 41 - Tabela-mãe

Valor nominal para cálculo		Área de aço da seção conforme número de barras – A_s [cm ²]									
ϕ diâmetro (mm)	massa linear (kg/m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5,0	0,16	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00
6,3	0,25	0,315	0,63	0,945	1,26	1,575	1,89	2,205	2,52	2,835	3,15
8,0	0,40	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
10,0	0,63	0,80	1,60	2,40	3,20	4,00	4,80	5,60	6,40	7,20	8,80
12,5	1,00	1,25	2,50	3,75	5,00	6,25	7,50	8,75	10,00	11,25	12,50
16,0	1,60	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00	14,00	16,00	18,00	20,00
20,0	2,50	3,15	6,30	9,45	12,60	15,75	18,90	22,05	25,20	28,35	31,50
25,0	4,00	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00	30,00	35,00	40,00	45,00	50,00
32,0	6,30	8,00	16,00	24,00	32,00	40,00	48,00	56,00	64,00	72,00	80,00
40,0	10,00	12,50	25,00	37,50	50,00	62,50	75,00	87,50	100,00	112,50	125,00

Fonte: Passei Direto (2023).

A conversão é feita com o auxílio de uma planilha eletrônica, exemplificado na Figura 42 – Baixa de aços, onde eu digito a quantidade de barras de vergalhões de cada bitola utilizada na conversão das armaduras e o resultado já é apresentado em quilos, e pode ser baixado conforme o pavimento que esta armadura irá ser montada.

Figura 42 - Baixa de aços

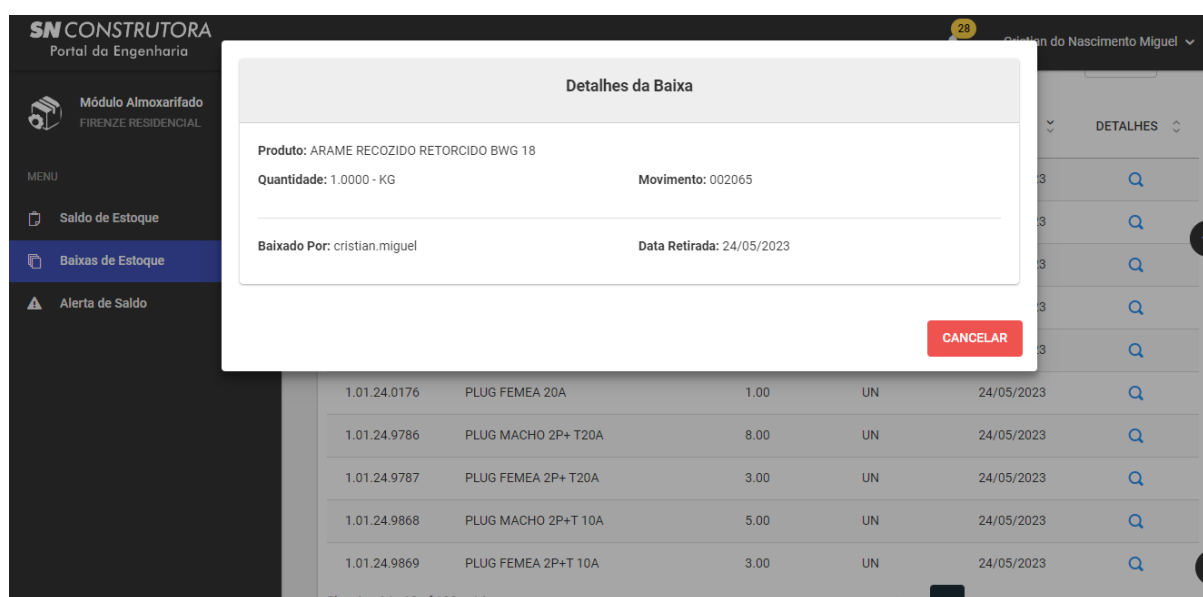


BITOLA (mm)	Nº DE BARRAS	PESO (KG)
4,2	100	130,8
5	100	184,8
6,3	100	294
8	100	474
10	100	740,4
12,5	100	1155,6
16	100	1893,6
20	100	2959,2
25	100	4623,6
32	100	7575,6

Fonte: Do autor (2023).

No portal também há uma função de histórico de baixas, onde eu visualizo dentro de um período selecionado os itens baixados, as quantidades, suas datas de baixas e a pessoa responsável pela baixa conforme mostra a Figura 43 – Detalhe da baixa.

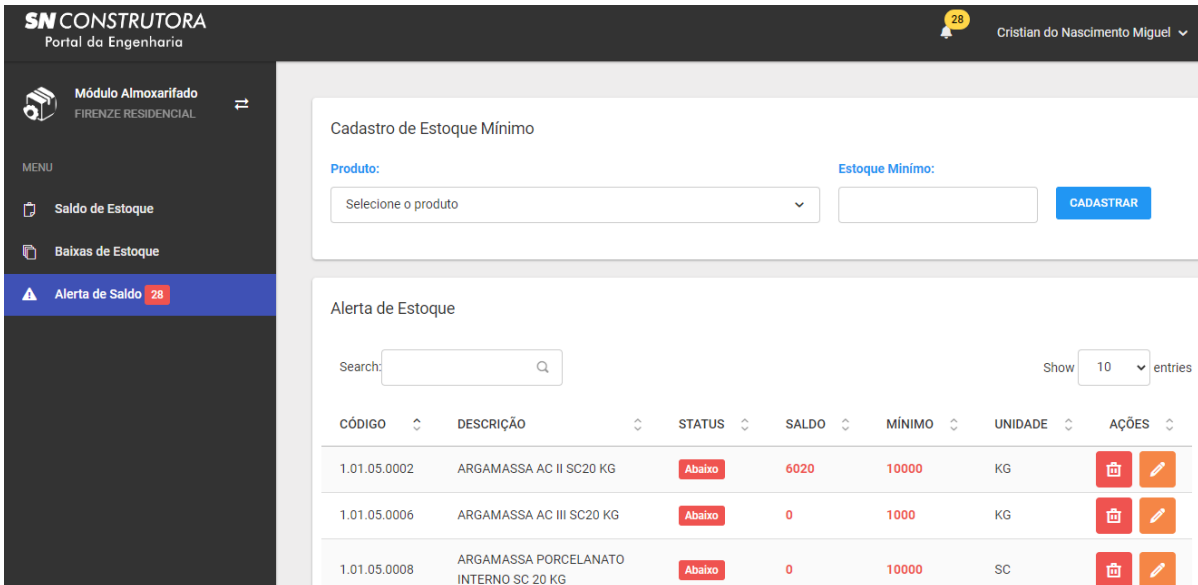
Figura 43 - Detalhe da baixa



Fonte: Portal da Engenharia (2023).

Há também a opção de alerta de estoque onde adiciono os itens críticos de uma obra, ou seja, aquilo que tiver em falta pode atrasar o cumprimento do cronograma da obra, sendo estes, devem ter mais atenção perante o setor de engenharia e pelo o almoxarife da obra, conforme mostrado na Figura 44 – Alerta de estoque.

Figura 44 - Alerta de estoque



The screenshot displays the 'Alerta de Estoque' (Inventory Alert) interface. At the top, there is a 'Cadastro de Estoque Mínimo' (Minimum Inventory Registration) form with a 'Produto' dropdown menu, an 'Estoque Mínimo' input field, and a 'CADASTRAR' button. Below this is a table titled 'Alerta de Estoque' with a search bar and a 'Show 10 entries' dropdown. The table lists three items with their respective codes, descriptions, statuses, current stock, minimum stock, units, and actions.

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	STATUS	SALDO	MÍNIMO	UNIDADE	AÇÕES
1.01.05.0002	ARGAMASSA AC II SC20 KG	Abaixo	6020	10000	KG	[Icones]
1.01.05.0006	ARGAMASSA AC III SC20 KG	Abaixo	0	1000	KG	[Icones]
1.01.05.0008	ARGAMASSA PORCELANATO INTERNO SC 20 KG	Abaixo	0	10000	SC	[Icones]

Fonte: Portal da Engenharia (2023).

Este estoque crítico é definido conforme necessidade de cada obra em conjunto com o almoxarife, encarregado de obra e o setor de engenharia podendo ser modificado conforme o andamento das atividades.

2.1.3.3 Transferência de materiais e ferramentas

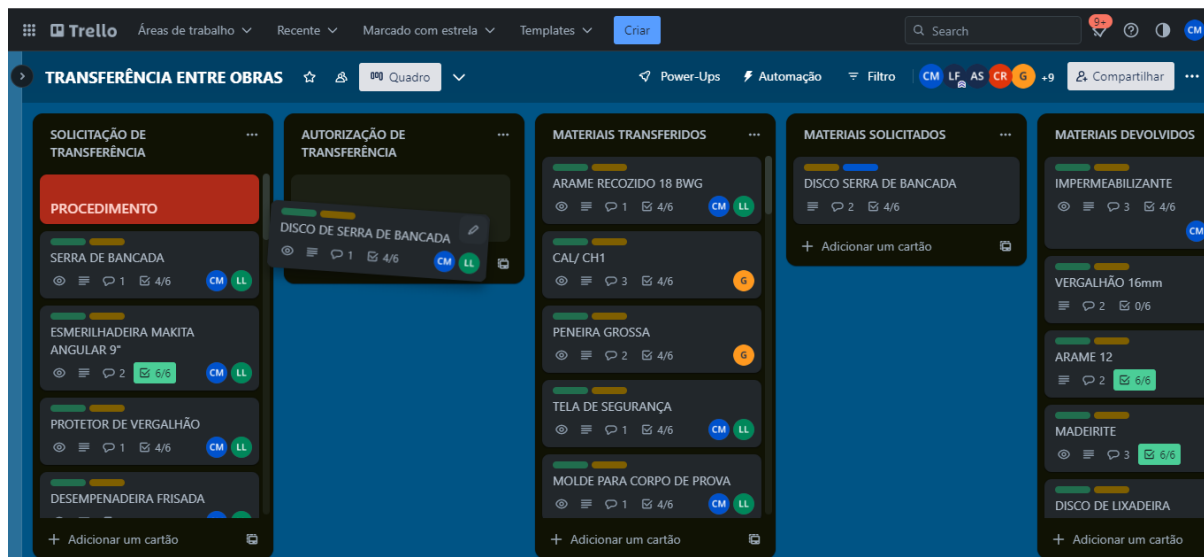
Toda a transferência de itens de uma obra que tenha necessidade de alguma ferramenta ou material com urgência, pois seu consumo não estava no planejamento ou porque o item requisitado não ainda não foi entregue ou por outros imprevistos, devem ser registrados no Trello, uma ferramenta na qual pode se criar cartões e estes podem ser movidos através de quadros predefinidos pelos usuários daquela página. Existem algumas regras para os usuários que são apresentadas abaixo:

Solicitação de Transferência - deve estar registrado todo material que será solicitado e para qual obra está sendo solicitado. Após a solicitação, o material só poderá ser retirado da obra em questão, mediante autorização do Coordenador de obras e Gerente de obras (Escrevendo nos comentários).

Autorização de transferência - Quando autorizado, os cartões deverão ser arrastados (pelo Coordenador e Gerente) conforme Figura 45 – Autorização de transferência, para que todos tenha ciência que já foi autorizado. Nesta etapa, os

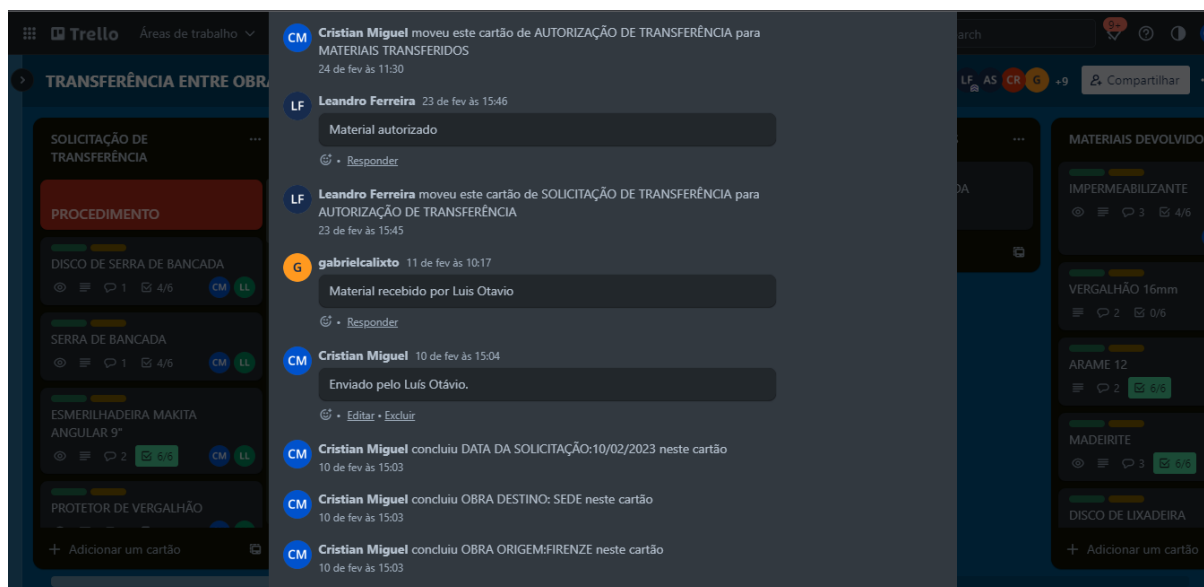
almoxarifados das obras deverão atestar conhecimento através de comentários nos cartões conforme Figura 46 – Comentário de retirada.

Figura 45 – Autorização de Transferência



Fonte: Trello (2023).

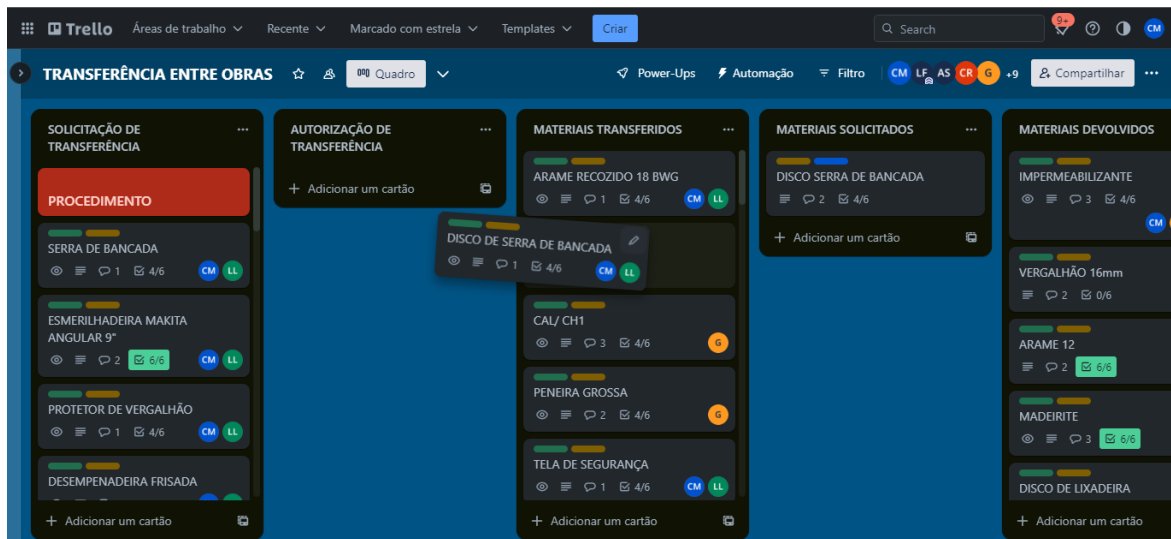
Figura 46 – Comentário de retirada



Fonte: Trello (2023).

Materiais transferidos - Quem efetuar a transferência (ou for o responsável) deverá transferir o cartão de Autorização de transferência para materiais transferidos conforme, Figura 47 – Materiais transferidos.

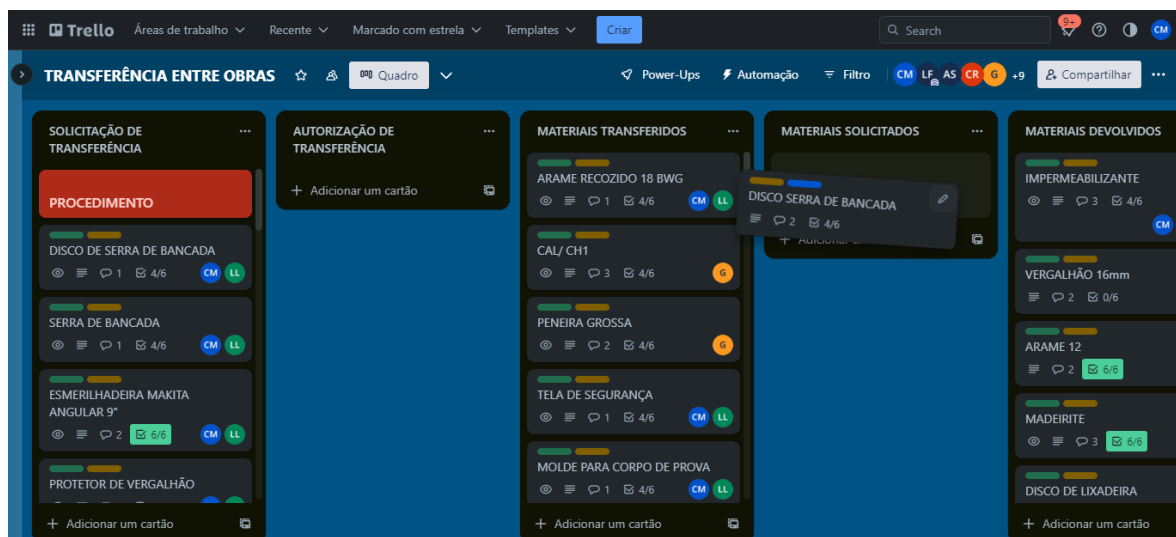
Figura 47 - Materiais transferidos



Fonte: Trello (2023).

Materiais solicitados - Nesta etapa a obra receptora deverá movimentar o cartão de materiais transferidos para materiais solicitados de acordo com a Figura 48 – Materiais solicitados. Inserir no cartão a data que o material irá ser devolvido para que a obra doadora saiba quando terá esse material devolvido.

Figura 48 - Materiais solicitados

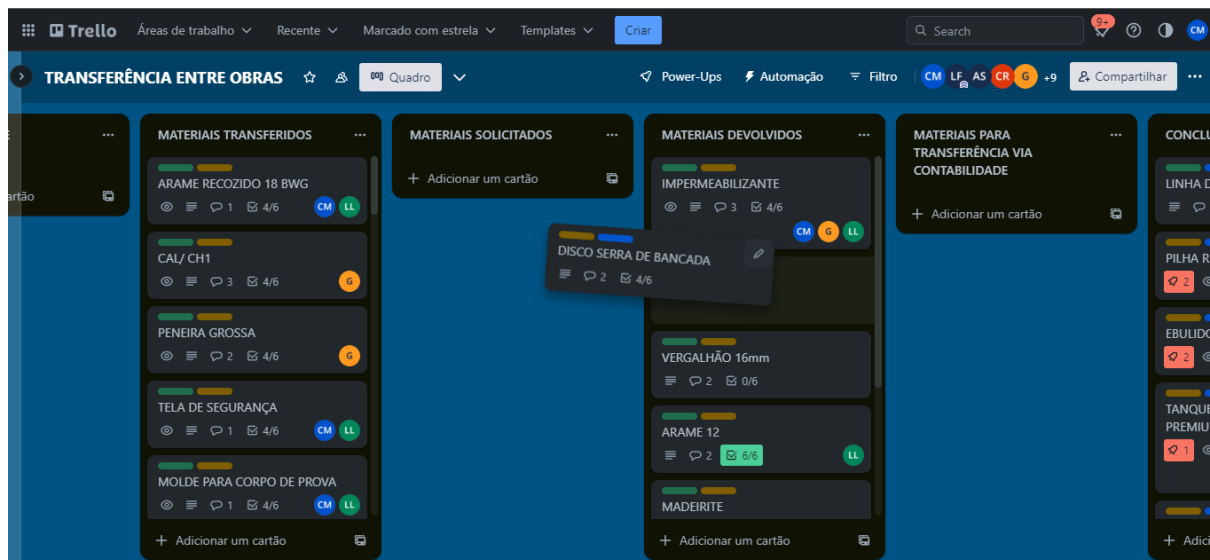


Fonte: Trello (2023).

Materiais devolvidos - Nesta etapa, a obra doadora deverá mover o cartão de material solicitado para material devolvido conforme Figura 49 - Materiais devolvidos.

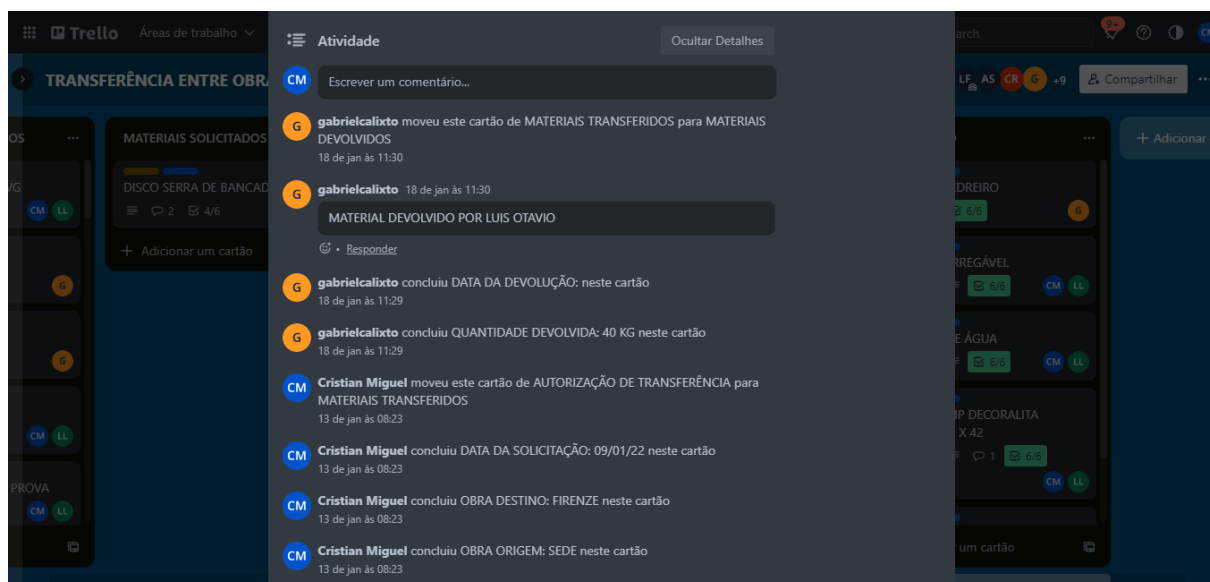
O almoxarife da obra deverá atestar ciência escrevendo nos comentários conforme Figura 50 - Comentário de devolução.

Figura 49 - Materiais devolvidos



Fonte: Trello (2023).

Figura 50 - Comentário de devolução



Fonte: Trello (2023).

É através dos comentários que todos os registros de movimentações do cartão são mostrados e onde todas as pessoas envolvidas na operação de transferências do material podem estabelecer uma comunicação.

2.1.4 Qualidade de instrumentos e segurança equipamentos da obra

2.1.4.1 Calibragem e inspeção de instrumentos

A calibração de instrumentos é um processo que visa verificar se as medições obtidas de um instrumento correspondem às expectativas e são adequadas para uso da obra, a fim de evitar desvios no processo e reduzir custos, através da comparação dos instrumentos utilizados na obra com os instrumentos padrões, conforme Figura 51 – Instrumentos padrão, que são calibrados por empresas especializadas e certificadas pelo INMETRO.

Figura 51 - Instrumentos padrão

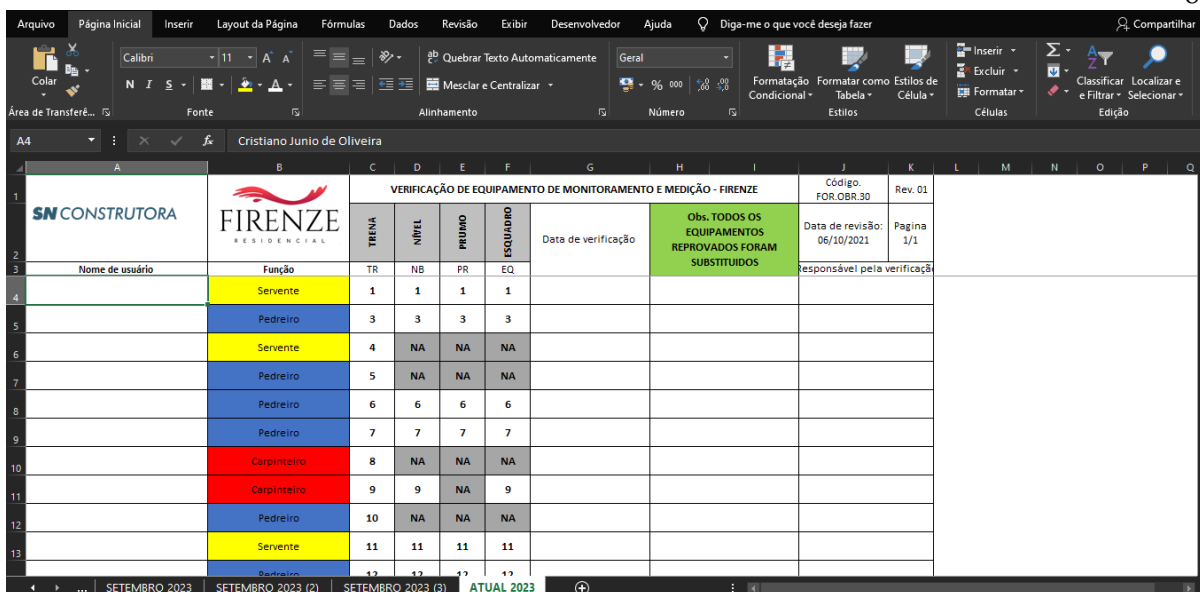


Fonte: Do autor (2023).

Além disto, todos os instrumentos de medição da obra são aferidos e marcados com uma numeração individual para cada funcionário conforme Figura 52 – Planilha de instrumentos de medição, que realizam medições constantes na obra.

São aferidos com os instrumentos padrão, as trenas e os níveis de mão, já os prumos são aferidos manualmente, verificando se a boia e se o prumo tem a mesma espessura e os esquadros verificando se não a desvios através do Teorema de Pitágoras, verificando a medida do braço com a sua régua e logo em seguida comparando o resultado dos cálculos com a medida real da hipotenusa (abertura) do instrumento.

Figura 52 - Planilha de instrumentos de medição

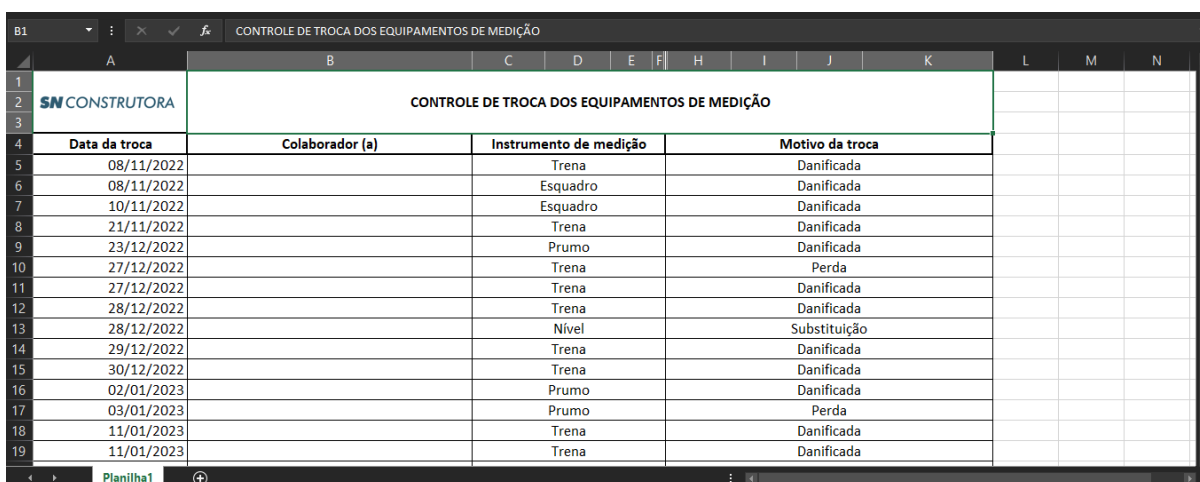


VERIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTO DE MONITORAMENTO E MEDIÇÃO - FIRENZE						Código: FOR.OBR.30	Rev. 01
Nome de usuário	Função	TR	NB	PR	EQ	Data de verificação	Obs: TODOS OS EQUIPAMENTOS REPROVADOS FORAM SUBSTITUIDOS
	Servente	1	1	1	1		
	Pedreiro	3	3	3	3		
	Servente	4	NA	NA	NA		
	Pedreiro	5	NA	NA	NA		
	Pedreiro	6	6	6	6		
	Pedreiro	7	7	7	7		
	Carpinteiro	8	NA	NA	NA		
	Carpinteiro	9	9	NA	9		
	Pedreiro	10	NA	NA	NA		
	Servente	11	11	11	11		

Fonte: Do autor (2023).

Todo instrumento, quando danificado ou descalibrado, dever ser substituído imediatamente, sendo registrado sua troca em uma planilha com o nome do responsável pelo instrumento, tipo do instrumento, data e o motivo da substituição, conforme Figura 53 – Troca de instrumentos.

Figura 53 - Troca de instrumentos



Data da troca	Colaborador (a)	Instrumento de medição	Motivo da troca
08/11/2022		Trena	Danificada
08/11/2022		Esquadro	Danificada
10/11/2022		Esquadro	Danificada
21/11/2022		Trena	Danificada
23/12/2022		Prumo	Danificada
27/12/2022		Trena	Perda
27/12/2022		Trena	Danificada
28/12/2022		Trena	Danificada
28/12/2022		Nível	Substituição
29/12/2022		Trena	Danificada
30/12/2022		Trena	Danificada
02/01/2023		Prumo	Danificada
03/01/2023		Prumo	Perda
11/01/2023		Trena	Danificada
11/01/2023		Trena	Danificada

Fonte: Do autor (2023).

Todos os instrumentos recolhidos dos trabalhadores devem ser separados e entregues para o setor de qualidade, para serem analisados e verificar o que ocasionou o desvio do equipamento.

2.1.4.2 Inspeção de equipamentos

O controle das ferramentas utilizadas no dia a dia na prestação de serviços é fundamental para garantir que os colaboradores tenham os equipamentos necessários para a realização de suas atividades. Além disso, as ferramentas devem estar em bom estado de funcionamento para manter as equipes seguras e otimizar o tempo de atendimento ao cliente. (ALENCAR et al., 2023, p. 2).

Para uma correta utilização dos equipamentos em uma obra na fase de construção, devo realizar as inspeções preventivas diárias e mensais, para garantir a confiabilidade, segurança e redução de custos relacionados a manutenção corretivas, que são as mais onerosas para a empresa.

“Uma das atividades mais importantes na administração dos recursos patrimoniais é registrar e controlar todos os bens patrimoniais da empresa.” (ALENCAR et al., 2023, p. 7).

Deve-se ter em uma obra a relação de todos os equipamentos críticos, ou seja, aqueles que são necessários para desempenhar as atividades e se caso não estejam funcionando corretamente pode acarretar atrasos no cronograma da obra.

Estes equipamentos devem conter uma numeração que os identifiquem dos outros que tenham as mesmas características, e conter uma ficha de manutenção preventiva diárias como mostra a Figura 54 – Ficha de manutenção preventiva, em que se deve realizar diariamente uma inspeção preventiva nos componentes de cada equipamento contido na obra.

Figura 54 - Ficha de manutenção preventiva

CHECK LIST DE EQUIPAMENTOS/FERRAMENTAS		Código: FOR/OBR.41	Revisão: 01																												
FURADEIRA ELÉTRICA__		Data: 04/02/2022	01 página																												
OBS: É DE RESPONSABILIDADE DO COLABORADOR CUIDAR DESTA FERRAMENTA. CASO OCORRA DESGASTE OU DANOS NA MESMA, ENCAMINHA-LA AO SETOR DE ALMOXARIFADO PARA ANALISE, DESCARTE OU MANUTENÇÃO.																															
Responsável: _____		Mês: _____																													
<small>Para itens "CONFORMES" marcar o campo abaixo com um "X", para itens "NÃO CONFORMES" escrever "NC" e para itens "NÃO APLICÁVEIS" escrever "NA". Caso os itens sejam "NÃO CONFORMES", descrever a(s) não conformidade(s) no campo "OBSERVAÇÕES" informando a(s) data(s) e o(s) devicío(s) observado(s) no final deste Formulário. Passar as irregularidades para o Setor responsável.</small>																															
DIA DO MÊS																															
ITENS VERIFICADOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1. Plug, fagulhas, carga e mandril estão em boas condições de uso, sem desgastes, avarias e/ou improvisos?																															
2. Estão sendo transportadas e guardadas em locais apropriados?																															
3. Chave de acionamento Liga / Desliga funcionando?																															
4. As brocas utilizadas apresentam em bom estado de uso e sem desgastes? São específicas para atividade ?																															
5. Avaliação geral de funcionamento (ruídos, super aquecimento, etc...)																															
6. Identificação de tensão na ferramenta (127 - 220V)?																															
OBSERVAÇÕES:																															
Data	Não Conformidade	Medicna Preventiva															Assinatura Responsável										Prazo				

Fonte. SN Construtora (2023).

Para cada equipamento é realizado uma inspeção minuciosa, verificando suas proteções de partes móveis, as fiações elétricas, seu motor, o estado da carcaça e outras particularidades que possam comprometer o seu desempenho e a segurança do operador, registrando na ficha diária, as conformidades e não conformidades dos equipamentos em cada dia do mês, utilizado nas frentes de trabalho. Caso ocorra uma não conformidade ou o equipamento não estiver funcionando, este é enviado para uma empresa especializada em manutenção de equipamentos para que possa sanar os defeitos encontrados. Abaixo são mostrados os componentes de cada equipamento que deve ser inspecionado.

2.1.4.2.1 Inspeção da betoneira

Conforme a Figura 55 – Betoneira, o equipamento deve ser inspecionado conforme os critérios descritos abaixo:

- Inspeção da cremalheira;
- Inspeção das partes móveis e rotativas (motor, correia, rolamento do tambor, cremalheira) e suas proteções fixas;
- Verificação do funcionamento das botoeiras de acionamentos;
- Verificação da condição do botão de emergência;
- Verificação das condições de plug, fiações e carcaça (sem desgastes, avarias e/ou improvisos);
- Verificação da existência e condição do aterramento do equipamento;
- Verificação da lubrificação das partes móveis através de graxa e óleo (quando aplicável);
- Verificação da limpeza em geral.

Figura 55 - Betoneira



Fonte: Do autor (2023).

É importante realizar as inspeções preventivas das betoneiras por ser tratar de um equipamento de extrema importância em uma obra, realizando a mistura de concreto magro utilizados na regularização de superfícies e na argamassa de assentamento utilizada na alvenaria de vedação. Sendo estas atividades que mais impactam negativamente no cronograma inicial da obra, em caso de paradas inesperadas.

2.1.4.2.2 Inspeção de marteletes, lixadeiras e parafusadeiras

Conforme representadas na Figura 56 – Marteletes, e Figura 57 – Parafusadeiras Figura 58 – Lixadeiras devem ser inspecionados de acordo com alguns critérios:

- Inspeção de todas as peças parafusadas ou calçadas quanto à fixação e corrosão;
- Inspeção dos fios elétricos;
- Inspeção das condições do carvão (se aplicável).

- Inspeção de ruídos e vibrações;

Figura 56 - Martelete



Fonte: Do autor (2023).

Figura 57 - Parafusadeiras



Fonte: Do autor (2023).

Figura 58 - Lixadeiras



Fonte: Do autor (2023).

A inspeção preventiva nestes equipamentos é de extrema importante para evitar desgastes excessivos dos seus componentes, reduzir o envelhecimento, acidentes com as partes giratórias e cabos de alimentação expostos.

2.1.4.2.3 Inspeção de serra mármore

Conforme a Figura 59 – Serra mármore deve ser inspecionados de acordo com alguns critérios:

- Inspeção de ruídos e vibrações;
- Inspeção dos fios elétricos;
- Inspeção dos parafusos externos quanto a fixação e corrosão;
- Inspeção das condições do carvão.

Figura 59 - Serra mármore



Fonte: Do autor (2023).

Um dos itens que devem ser inspecionados em uma serra mármore são os seus discos, onde devem ser próprio para atividade desempenhada, sendo que existem discos para cortes a seco, ou com água, para mármore, granito, cerâmicas, porcelanatos, madeira, devendo estar em perfeitas condições, sem trincas e bem fixados no seu eixo.

2.1.4.2.4 Inspeção de serra manual e serra de bancada

Conforme a Figura 60 – Serra manual devem ser inspecionados de acordo com alguns critérios:

- Inspeccionar as condições de plug, fiações e carcaça (sem desgastes, avarias e/ou improvisos);
- Inspeccionar o disco da serra e de sua proteção chamada de coifa (livre de trincas, rachaduras, deformidades e desgastes excessivos);
- Inspeccionar os parafusos externos (e outras peças) quanto a fixação e corrosão;
- Inspeccionar o disco em utilização (deve ser do tipo e modelo adequado);
- Inspeccionar o estado de conservação do disco e de outras partes do equipamento;
- Inspeccionar a existência de vibrações;
- Verificar o funcionamento das botoeiras de acionamentos;
- Verificar a limpeza em geral.

Figura 60 - Serra manual



Fonte: Do autor (2023).

No caso da serra de bancada, Figura 61 – Serra de bancada, deve-se inspecionar ainda os seguintes itens:

- Inspeccionar a condição do botão de emergência;
- Inspeccionar a existência e condição do aterramento do equipamento.

Figura 61 - Serra de bancada



Fonte: Do autor (2023).

Há muitas vantagens em realizar as inspeções preventivas sendo, as principais:

- Reduzir o envelhecimento ou degeneração dos equipamentos;
- Melhorar estado operacional dos equipamentos;
- Atuar antes das intervenções corretivas que geram altos custos;
- Reduzir os riscos de quebras nos equipamentos;
- Realizar os reparos e melhores condições para a operação;
- Programar trabalhos para conservação.

Sendo a vantagem mais importante a que está relacionada a segurança dos trabalhadores que operam estes equipamentos, onde que apenas um defeito não identificado nas manutenções preventivas pode ocasionar sérios danos para integridade física e mental das pessoas envolvidas nos processos.

Através das manutenções preventivas pode relacionar com as disciplinas de Introdução a Construção Civil, Materiais de Construção Civil, Higiene e Segurança do Trabalho e Projeto do Trabalho e Ergonomia.

2.2 Desenvolvimento do discente Felipe Vicente da Silva

2.2.1 Apresentação do local de estágio

Realizei meu estágio com o engenheiro Lucas Carvalho Andrade, com escritório situado na Rua Geraldo Resende S/N, Centro, Itutinga, Minas Gerais. Os serviços prestados pelo escritório se estendem para além da cidade sede, atuando ainda nos municípios de Nazareno, Itumirim, Carrancas e Lavras. Na Figura 62 destaca-se a logomarca do engenheiro.

Figura 62 – Logo do engenheiro



Engenheiro Lucas

Fonte: Lucas Carvalho de Andrade (2022).

O escritório atua em diversas áreas da engenharia, desde a execução de projetos, sendo eles, arquitetônicos, elétricos, hidrossanitários, prevenção e combate a incêndio e estruturais, até outras atividades, como por exemplo, a execução e acompanhamento de obras, reformas, laudos e consultoria.

2.2.2 Locação de obra, fundação e alvenaria de vedação

Alvenaria convencional é um método construtivo que consiste na execução de um sistema estrutural composto por fundação, pilares, vigas e lajes em concreto armado e alvenaria realizada com blocos cerâmicos ou de concreto, exercendo a função de fechamento e vedação. (Ferreira apud NIEHUES e TOMIM, 2018 p.3).

Os elementos estruturais são responsáveis por suportar as cargas presentes na edificação e transferi-las para o solo de forma segura. Uma edificação pode ser subdivida em sistemas necessários à sua execução, que são: os sistemas estruturais,

sistemas de instalações (elétricas, hidros sanitárias) e os sistemas de vedações, que se enquadram tanto as vedações horizontais como lajes e coberturas e as vedações verticais, que será desenvolvida neste tópico. A alvenaria será construída entre estes elementos estruturais e servirá para proteger contra intempéries, fornecer segurança, estanqueidade, separar os ambientes internos, e fornecer isolamento térmico e acústico.

Para iniciar a execução de uma edificação utilizando o método de alvenaria convencional, após a finalização e aprovação dos projetos, tanto pelo cliente quanto pelos órgãos competentes, é realizado a limpeza e a movimentação de terra no terreno, logo em seguida é feita a locação da edificação. A obra em que foi realizado o estágio, a movimentação de terra foi realizada para que o terreno apresentasse um único nível, cuja referência utilizada foi o ponto mais alto do meio fio de frente ao lote. Com a terraplanagem concluída, realizou-se a locação da obra com o método de locação por cavaletes, como pode ser visto na Figura 63.

Figura 63 - Gabarito



Fonte: Do autor (2023).

Para Silva (*apud* PIRANHA e ISERNHAGEN, 2018), o método de locação de obra por cavalete é uma técnica utilizada na Engenharia Civil para marcar e posicionar os pontos de referência de um projeto no terreno da construção. Este procedimento é fundamental para garantir que a execução da obra siga as medidas estabelecidas no projeto.

A estrutura do cavalete geralmente é feita de madeira, e é composto por um suporte vertical, chamado de estaca, e um braço horizontal, conhecido como sarrafo. A estaca é fincada no solo de forma apropriada para garantir estabilidade, enquanto o sarrafo é fixado ao topo da estaca devidamente alinhado e nivelado.

O primeiro passo na locação por cavalete é marcar a posição dos pontos de referência no projeto, como as paredes, pilares, vigas e outros elementos estruturais. Então com o auxílio de linhas de *nylon* é realizada a marcação dos elementos no solo.

Com a locação da obra realizada, dá-se início a fundação, sendo que este elemento construtivo se refere à parte da construção que transmite as cargas da edificação para o solo. Em outras palavras, é a estrutura responsável por garantir a estabilidade do edifício, evitando seu colapso ou movimentações indesejadas. A fundação é fundamental para garantir a segurança da edificação, e sua escolha e execução adequadas são essenciais para prevenir problemas futuros. (SOUZA e SANTOS, 2014).

A NBR 6122 (ABNT, 2022), que regulamenta os projetos e execuções de fundações descreve que os tipos de fundações se diferem por alguns parâmetros como: a profundidade de assentamento; a forma de transferência de carga para o solo; o método executivo e o material utilizado. Quanto a profundidade de assentamento a fundação pode ser do tipo rasas como as sapatas e do tipo profundas, como estacas e tubulões.

Segundo a NBR 6122 (ABNT, 2022), a sapata “é um elemento de fundação rasa, de concreto armado, dimensionado de modo que as tensões de tração nele resultantes sejam resistidas pelo emprego de armadura disposta para esse fim”.

As estacas são elementos de fundação profunda executado inteiramente por equipamentos ou ferramentas, sem que, em qualquer fase de sua execução, haja descida de operário (ABNT, NBR6122:2022).

Os tubulões são elementos de fundação profunda, cilíndrico, em que, pelo menos na sua etapa final, há descida de operário. Pode ser feito a céu aberto ou sob ar comprimido (pneumático) e ter ou não base alargada (ABNT, NBR6122:2022).

Para a obra acompanhada foi realizada a fundação do tipo rasa utilizando sapatas isoladas com vigas baldrame. Na Figura 64 notamos a execução da perfuração das sapatas isoladas e das vigas baldrame da fundação.

Figura 64 - Perfuração da fundação



Fonte: Do autor (2023).

As sapatas isoladas são elementos de fundação superficial em concreto armado, usadas para transmitir as cargas de colunas ou pilares para o solo de maneira segura e eficiente. Elas são aplicadas quando é possível encontrar solo resistente próximo à superfície. Para sua execução e dimensionamento, uma análise do solo deve ser realizada para determinação da resistência a compressão e cisalhamento característica do solo para garantir que os esforços provenientes da estrutura não excedam sua capacidade de suporte. Estas análises são cruciais para evitar recalques diferenciais. Para o seu dimensionamento devem ser analisados também fatores como: geometria selecionada da sapata e as cargas nas quais cada sapata estará submetida proveniente dos pilares (BASTOS, 2019).

Além disso, antes da concretagem, o solo de apoio das sapatas deve ser cuidadosamente regularizado e compactado garantindo uma superfície plana e horizontal para receber a sapata.

Por fim, após a cura do concreto armado, é realizado o reaterro da cava compactando o solo ao redor da sapata recém-executada. Esta etapa visa garantir que o terreno ao redor da sapata esteja consolidado e que não haja desníveis ou bolsões de solo solto que possam comprometer a fundação no futuro. (NBR 6122 – ABNT, 2022).

A execução das sapatas é um processo que, exige atenção meticulosa a detalhes e procedimentos. O cumprimento rigoroso das normas técnicas é essencial

para garantir que essa fundação desempenhe melhor sua função, garantindo sua segurança ao longo de sua vida útil.

Na Figura 64 é possível ainda visualizar a escavação das vigas baldrame. A viga baldrame é um elemento estrutural que juntamente com as sapatas compõe a subestrutura da edificação, e possui a finalidade de suportar e distribuir as cargas das paredes para as fundações. Elas desempenham um papel crucial na distribuição uniforme das cargas, evitando concentrações excessivas de tensões e são dimensionadas considerando as cargas atuantes, incluindo o peso das paredes, pisos e sobrecargas, bem como eventuais esforços horizontais. (BASTOS, 2019).

Para a concretagem da viga baldrame foi utilizada armação com bitolas que variaram de 8 a 10mm, para armaduras longitudinais, e 5mm para armaduras transversais. Logo após as armaduras foram posicionadas de acordo com o projeto e foram instalados os eletrodutos e tubulações de água potável e esgoto de acordo com o projeto. Para a montagem das formas foram utilizadas tábuas de 30cm de largura e foram concretadas em diferentes etapas utilizando concreto fabricado *in loco* conforme a Figura 65.

Figura 65 - Forma viga baldrame



Fonte: Do autor (2023).

Na Figura 66 verificam-se as vigas baldrame após execução da concretagem da fundação bem como a impermeabilização da mesma.

Figura 66 - Viga baldrame



Fonte: Do autor (2023).

A impermeabilização da viga baldrame é de extrema importância para a durabilidade e integridade da estrutura de uma edificação evitando possíveis patologias. A principal função da impermeabilização da viga baldrame é proteger o concreto contra a infiltração de umidade e água do solo. A umidade proveniente do solo pode causar diversos problemas, como a corrosão das armaduras metálicas presentes na viga, a degradação do concreto e o aparecimento de fungos, mofo e outros microrganismos que comprometem a estrutura.

A impermeabilização da viga baldrame foi realizada com impermeabilizante flexível, pois as vigas estão sujeitas a deformações e dessa forma o impermeabilizante se deforma em conjunto com a viga impossibilitando a penetração da água preservando a estanqueidade da estrutura.

Após a impermeabilização da viga iniciou-se a execução da alvenaria de vedação. Para que a alvenaria possa ser executada com precisão, primeiro realizou-se a locação das paredes e as respectivas demarcações das primeiras fiadas de blocos de assentamento. A alvenaria de vedação foi toda executada com blocos cerâmicos de dimensões 14x19x29cm (profundidade x altura x comprimento), com juntas de assentamento e juntas verticais de aproximadamente 1 cm, utilizando o sistema de amarração como é possível ver na Figura 67.

Figura 67 - Alvenaria de vedação



Fonte: Do autor (2023).

As juntas em amarração exercem um papel fundamental na redistribuição de estresse em estruturas de alvenaria. Essas tensões podem ser provenientes de cargas verticais atuantes sobre a estrutura, como o peso das paredes ou elementos suspensos, ou são externas por deformações características e movimentações causadas por variações de temperatura e umidade. Como pode ser visto ainda na Figura 68, utilizou-se de blocos inteiros e meio blocos para modulação amarrada e evitando o processo de cortar blocos na obra, processo este que gera entulhos e atrasos na execução. (THOMAZ *et al.*, 2009).

Para o alinhamento vertical foi utilizado o prumo de pedreiro em todas as extremidades das paredes e para o alinhamento horizontal foi utilizado linha de *nylon*. (NBR 8545 - ABNT, 1984)

As formas dos pilares foram executadas durante a execução da alvenaria, utilizando tábuas de *pinus* conforme a Figura 68.

Figura 68 - Forma do pilar



Fonte: Do autor (2023).

Os pilares são responsáveis por transmitir as cargas das vigas e lajes para a fundação da edificação, para isso eles devem ser dimensionados de acordo com as especificações de projeto. Dimensionamento este que é feito tanto considerando todas as cargas que irão atuar e na edificação e solicitar a estrutura quanto à resistência do solo a receber todo este carregamento.

Nas obras executadas na região observa-se uma predominância da construção convencional, utilizando-se estruturas em concreto armado e alvenaria de material cerâmico para vedação. Na obra acompanhada o mesmo pôde ser visto. O concreto adotado para execução dos pilares da edificação é composto por agregado miúdo (areia média), agregado graúdo (geralmente brita 01) e cimento Portland. E para compor a armação foram utilizadas 4 barras de 10mm em cada. (NBR 6118 – ABNT, 2023).

Na Figura 69 destaco a alvenaria em bloco cerâmico finalizada, onde nota-se os pilares e vigas, e como a vedação horizontal – cobertura – foi realizada com telhado colonial é possível visualizar o oitão do telhado.

Figura 69 - Alvenaria finalizada



Fonte: Do autor (2023).

O oitão é formado pelo encontro das águas do telhado, e fica localizado na parte superior do mesmo possuindo formato triangular.

Algumas disciplinas que estão relacionadas com o tema são: Sistemas Estruturais e Construção Civil, que possibilitam conhecer a função de cada elemento, além da concepção estrutural, dimensionamento e construção da estrutura da residência.

Concluídas as etapas de infraestrutura, alvenaria e superestrutura, é iniciada a etapa de revestimentos, que tem como finalidade proteger os elementos estruturais bem como conferir acabamento estético a eles. Os tipos de revestimentos se classificam em argamassados, cerâmicos, madeira, entre outros. Neste portfólio irei abordar o revestimento cerâmico.

2.2.3 Revestimentos cerâmicos

Segundo a Associação Brasileira de Cerâmica, (ABCERAM, 2018), os revestimentos cerâmicos são produzidos a partir de argila e outras matérias-primas naturais, são moldados e depois cozidos em altas temperaturas para criar peças duráveis e resistentes.

Os revestimentos cerâmicos são materiais amplamente utilizados na construção civil devido às suas características distintas de durabilidade, resistência, estética e uma boa relação custo/benefício. (OIVEIRA e HOTZA, 2015).

Os mesmos podem ser aplicados em paredes, pisos e tetos em diversos ambientes, de ambientes internos a ambientes externos, para diversos fins como estéticos ou para auxiliar na impermeabilização, podendo ser utilizados em ambientes residenciais, comerciais e industriais.

Eles são notáveis por suas propriedades de resistência ao calor, abrasão e produtos químicos, o que os torna uma excelente escolha para áreas de alto tráfego ou ambientes que exigem limpeza frequente, como cozinhas e banheiros, (MENEZZO, 2001).

Além disso, segundo Lima (2022), a cerâmica é um material não combustível, o que contribui para a segurança contra incêndio em edificações. No entanto, apesar de suas muitas vantagens, os revestimentos cerâmicos têm algumas limitações, como fragilidade ao impacto antes de ser assentado e podem ser frios ao toque, o que pode ser desconfortável em climas mais frios sem aquecimento adequado. (EFFTING, 2008).

Finalmente, a instalação de revestimentos cerâmicos de acordo com Rebelo (2010) requer habilidade e experiência para garantir um acabamento de qualidade, isso envolve a preparação adequada da superfície, a aplicação correta da argamassa e o alinhamento preciso das peças.

No geral, os revestimentos cerâmicos são uma opção popular para muitas aplicações no setor de construção civil, oferecendo uma combinação de durabilidade, e beleza estética para as edificações.

A seguir na Figura 70 será apresentada realização do contrapiso, esta etapa é fundamental para o início do assentamento das placas cerâmicas no piso.

Figura 70 - Contrapiso



Fonte: Do autor (2023).

Conforme a Figura 70, o contrapiso é uma mistura de cimento e areia com baixo teor de umidade usado para nivelar e regularizar a base onde será aplicado o piso, e auxilia no isolamento acústico e térmico do ambiente, além de prevenir o aparecimento de fissuras no piso acabado.

Segundo Barros (*apud* BEZERRA, 2022, p. 15) “o contrapiso é uma camada executada sobre laje ou outra camada intermediária, que possui características como espessura, regularidade superficial, resistência mecânica e durabilidade”.

A NBR 15575-3 (ABNT, 2021) estabelece que a camada de contrapiso tem como finalidade regularizar e nivelar o substrato, proporcionando uma superfície plana de suporte, que pode ou não ser aderente e é ideal para receber a camada de acabamento, podendo ser usada em algumas situações como camada escoamento ou para embutir elementos construtivos.

Para a realização do contrapiso, primeiro, é realizada a limpeza da superfície, removendo poeiras e partículas soltas, logo após realiza-se o nivelamento obedecendo ao nível de projeto e espessura do contrapiso entre 15mm e 25mm, em seguida, com o auxílio de uma linha de *nylon*, é colocado sobre a superfície taliscas para serem usadas como referência para o alinhamento e desempenho do contrapiso com a finalidade de apresentar uma superfície plana e uniforme para o assentamento do revestimento (NBR 13753 ABNT, 1996).

Outra etapa de suma importância é a escolha do revestimento cerâmico a ser utilizado. No mercado existem inúmeras marcas e modelos de revestimentos cerâmicos onde para sua escolha, segundo Santos (2012), é levado em consideração as características:

- **Funcionalidade:** Antes de qualquer consideração estética, é imprescindível avaliar a função do ambiente.
- **Durabilidade:** Dependendo do investimento e da expectativa do projeto, é vital escolher revestimentos que resistam ao desgaste do tempo e ao uso contínuo.
- **Estética:** Naturalmente, a aparência é crucial. O revestimento deve harmonizar com o restante da decoração e refletir o estilo e personalidade dos ocupantes ou da marca.
- **Custo:** O orçamento disponível pode limitar ou expandir as opções de revestimento.
- **Manutenção:** Alguns revestimentos exigem cuidados regulares para manter sua aparência e funcionalidade, enquanto outros são mais simples de cuidar.
- **Sustentabilidade:** Com crescente foco na construção verde e práticas sustentáveis, muitos projetos priorizam revestimentos ecológicos, reciclados ou de fontes renováveis.
- **Instalação:** Alguns revestimentos são mais fáceis e rápidos de instalar, enquanto outros exigem mão de obra especializada e mais tempo.
- **Conforto Térmico e Acústico:** Dependendo do ambiente, pode ser fundamental escolher revestimentos que contribuam para o isolamento térmico e acústico, melhorando o conforto do espaço.
- **Condições Climáticas:** Em regiões de clima extremo, os revestimentos podem ser selecionados por sua capacidade de resistir a variações de temperatura, exposição ao sol, chuva ou neve.

Outro fator a se levar em consideração é a classificação quanto a abrasão do revestimento. A abrasão é quando a superfície da placa cerâmica sofre perda da textura, brilho ou massa do corpo cerâmico.

A NBR ISO 10545 (ABNT, 2020), classifica as placas cerâmicas esmaltadas em relação a sua resistência a abrasão, utilizando a escala PEI (*“Porcelain Enamel*

Institute”), e determina a classificação em função do uso de acordo com o Quadro 17 abaixo.

Quadro 17 – Grupo de resistência à abrasão

PEI	TRÁFEGO	PROVÁVEIS LOCAIS DE USO
PEI 0	-	Paredes (desaconselhável para pisos)
PEI 1	BAIXO	Banheiros residenciais, quartos de dormir, etc.
PEI 2	MÉDIO	Cômodos sem portas para o exterior e banheiros.
PEI 3	MÉDIO ALTO	Cozinhas, Corredores, halls e sacadas residenciais, quintais.
PEI 4	ALTO	Residências, garagens, lojas, bares, bancos, etc.
PEI 5	ALTÍSSIMO	Residenciais, áreas públicas, shoppings, aeroportos, etc.

Fonte: ANFACER (2016).

A resistência à abrasão superficial está relacionada diretamente com a durabilidade do acabamento visual. Para a avaliação de quanto o esmalte da superfície cerâmica pode resistir é realizado um ensaio utilizando aplicação de um ciclo de repetições de um agente abrasivo sobre a placa, onde o desgaste visual da superfície é observado e com base no número de ciclos que as placas suportam antes de mostrar sinais de desgaste é definido a classe de abrasão.

Utilizando das informações disponíveis para escolha dos revestimentos e definindo quais serão utilizados, é possível determinar os tipos de argamassas colantes industrializadas que serão utilizadas.

Na Figura 71, podemos observar 3 tipos diferentes de argamassa colante industrializada, a argamassa AC-I, AC-II e AC-III, que são os tipos mais comuns de argamassa colante e que foram utilizadas para o assentamento dos revestimentos.

Figura 71- Argamassa colante



Fonte: Do autor (2023).

Segundo a norma técnica NBR 14081-1 (ABNT, 2012), a argamassa colante é definida como "um composto homogêneo, seco ou úmido, de agregados, aglomerantes e aditivos químicos, dosado em fábrica, que deve ser misturado com água no local da obra, antes do uso".

Conforme recomendação do fabricante na embalagem, a argamassa colante do tipo ACI deve ser utilizada para pisos e revestimentos cerâmicos para áreas internas, a argamassa do tipo ACII, pode ser utilizada para pisos e revestimentos cerâmicos de áreas internas e externas, e porcelanatos em áreas internas e a argamassa colante do tipo ACIII é recomendada para assentamento de porcelanatos em áreas internas e externas.

Existem também as argamassas do tipo especial (Tipo E), que segundo a NBR 14081-1 (ABNT, 2012), possuem um maior intervalo de tempo para o assentamento da placa cerâmica sobre a pasta de argamassa (tempo em aberto).

A escolha do tipo de argamassa colante adequado depende do tipo de revestimento a ser utilizado, da superfície onde será aplicado e das condições ambientais da obra.

Na Figura 72 é apresentado a aplicação da argamassa nas placas de porcelanato.

Figura 72 – Aplicação da argamassa colante



Fonte: Do autor (2023).

Na Figura 72 é possível observar aplicação da argamassa colante tipo ACIII para o assentamento das placas de porcelanato (72x72cm), cujo processo de aplicação segue as normas estabelecidas na NBR13753 (ABNT, 1996), que define que: a superfície onde será aplicada a argamassa deve estar livre de partículas soltas, óleos, graxas ou elementos que possam impossibilitar a sua aderência; deve apresentar planicidade e uniformidade; o assentamento das placas cerâmicas deve respeitar tempo de cura do contrapiso que é no mínimo 7 dias e para placas cerâmicas com área superior a 900 cm² deve ser aplicado a argamassa colante na superfície do substrato e no tardo da placa, garantindo a total aderência da mesma. (NBR 13753. ABNT, 1996).

Na Figura 73 visualiza-se o assentamento do porcelanato sobre o contrapiso do banheiro.

Figura 73 - Assentamento do porcelanato



Fonte: Do autor (2023).

Porcelanatos são placas cerâmicas diferentes das convencionais, recebendo em seu processo de fabricação materiais refinados e porcelana. Além disso, é submetido a uma temperatura de queima mais elevada (PONCIANO, 2011). É utilizado como revestimento para pisos e paredes. Esses revestimentos são compostos principalmente por argilas, feldspatos e outras matérias-primas

inorgânicas. A produção dos porcelanatos envolve um processo de prensagem e queima em alta temperatura, originando um material denso e resistente, a composição especial dos porcelanatos confere a eles características distintas dos revestimentos cerâmicos comuns, como alta resistência mecânica, durabilidade, baixa porosidade e absorção de água reduzida, normalmente inferior a 0,3%. Essas propriedades tornam os porcelanatos ideais para uso em áreas sujeitas a altas cargas, desgaste e umidade, como pisos de áreas internas e externas, cozinhas, banheiros e espaços comerciais. (OIVEIRA e HOTZA, 2015).

Para o assentamento do porcelanato foi aplicado as orientações descritas na NBR 13753 (ABNT, 1996), que estabelece: as placas devem estar isentas de partículas soltas; deve ser observado se não há existência de defeitos na placa; é aplicado argamassa no substrato e no tardo da placa; antes de assentar a placa é observado o sentido de assentamento indicado no tardo da placa; ao colocar a placa sobre o substrato é os cordões de argamassa do tardo da placa e do substrato devem estar em sentidos opostos; com o auxílio de martelo borracha ou vibrador elétrico, aplica-se vibrações na placa para que haja total aderência da placa com o substrato.

Na Figura 73 é importante ressaltar os espaçamentos entre as placas de porcelanato. Estes espaçamentos mínimos são definidos de acordo com as especificações do fabricante e são fundamentais para permitir os alívios de tensões sobre o revestimento, bem como compensar a variação da dimensão das placas e facilitar o assentamento.

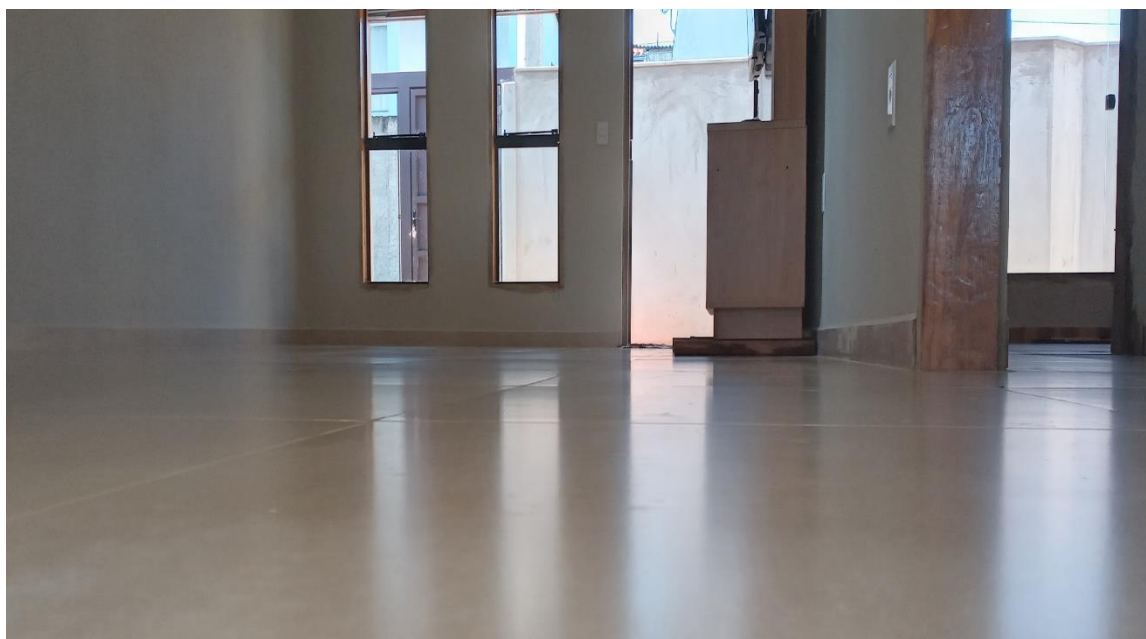
Segundo a NBR 13753 (ABNT, 1996), a junta de assentamento é o espaço retangular entre duas placas cerâmicas, formado pelo uso de espaçadores a fim corrigir e compensar a variação das dimensões das placas cerâmicas e amenizar os esforços causados pela vibração da estrutura e dilatações devido a variação de temperatura, além de permitir a troca de alguma placa caso seja necessário.

Para garantir o espaçamento entre as placas foi utilizado o espaçador nivelador na execução do assentamento, que além de garantir o espaçamento mínimo correto de acordo com as especificações do fabricante do porcelanato, proporciona o nivelamento superficial entre as peças, garantindo assim maior qualidade no resultado.

O espaçamento entre as placas, após o período mínimo de 72 horas, deve ser preenchido com a argamassa de rejuntamento. Esta deve ser aplicada com o auxílio de espátula de silicone sobre a junta isenta de poeira e devidamente umedecida.

As principais funções do rejunte de acordo com Ponciano (2011), é impermeabilizar as juntas, absorver tensões e deformações do sistema, possibilitar a substituição de peças e ajustar defeitos de alinhamento. O rejunte e as placas cerâmicas compõem o acabamento do sistema de revestimento conforme é possível observar na Figura 74.

Figura 74 - Rejunte do espaçamento



Fonte: Do autor (2023).

Contudo as disciplinas relacionadas são: mecânica dos sólidos I, para a determinação do traço da argamassa utilizada para a regularização; materiais de construção civil que auxilia na escolha dos melhores materiais para a execução da obra e construção civil I que fornece os conhecimentos necessários para a determinação do tipo de argamassa ideal para o revestimento.

2.2.4 Infraestrutura urbana: drenagem pluvial

A infraestrutura urbana de acordo com ZMITROWICZ e NETO (1997), é um componente fundamental para o adequado funcionamento e desenvolvimento das cidades, abrangendo um conjunto de sistemas e estruturas que proporcionam

condições de vida e trabalho para a população, além de garantir a eficiência dos serviços públicos e a preservação do meio ambiente.

Um dos aspectos cruciais da infraestrutura urbana é a drenagem pluvial. O correto manejo das águas pluviais contribui para prevenir inundações, evitar danos materiais e proteger o meio ambiente. A drenagem pluvial refere-se ao conjunto de técnicas e estruturas utilizadas para coletar, conduzir, armazenar e tratar a água proveniente das chuvas, garantindo seu escoamento adequado. (GUERRA, 2002).

A importância da drenagem pluvial reside no fato de que as cidades, com suas áreas impermeabilizadas por construções e pavimentação, apresentam uma maior taxa de escoamento superficial das águas pluviais. Se não forem implementadas medidas adequadas de drenagem, as chuvas podem causar alagamentos, erosão do solo, danos às construções e contaminação dos corpos d'água.

Na Figura 75 é apresentada a área da gleba utilizada como referência para execução do projeto de drenagem pluvial. A gleba possui 324.453,00 m² de área e foram projetados 423 lotes residenciais com área média de 300m² cada lote.

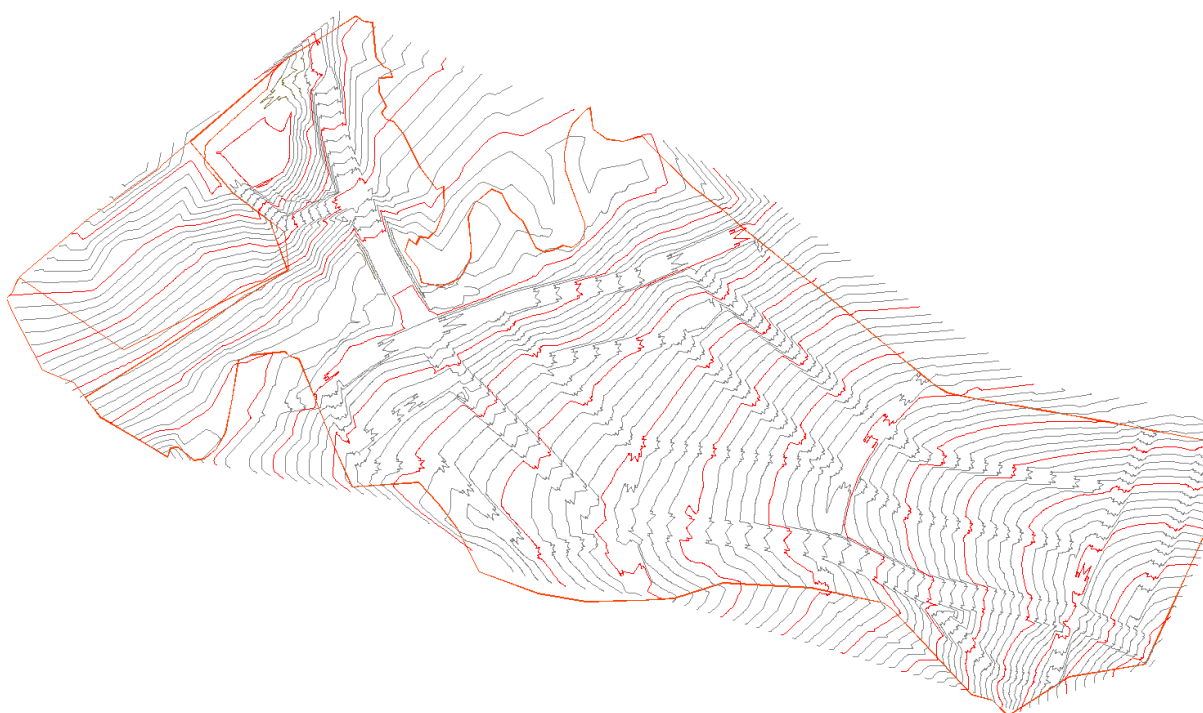
Figura 75 – Área do loteamento



Fonte: Do autor (2023).

Para realização do projeto de drenagem pluvial (PDP), foi necessário um levantamento topográfico detalhado da área através de uma equipe especializada. Por meio do levantamento topográfico foi fornecido as curvas de nível do terreno com intervalos de 5m. As curvas de nível segundo NBR 13133 (ABNT, 2021), são representação de pontos de mesma cota altimétrica em um terreno ou superfície conforme a Figura 76.

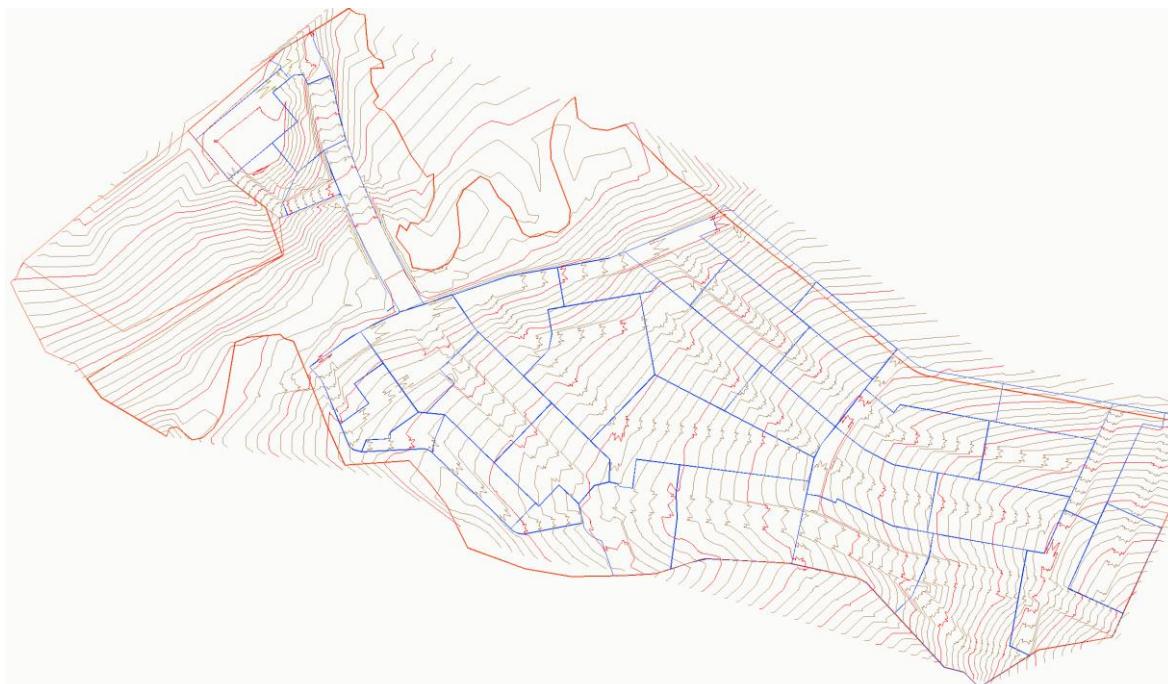
Figura 76 – Curvas de nível



Fonte: Do autor (2023).

Através das curvas de nível é possível gerar o perfil topográfico possibilitando identificar a declividade do terreno, a localização de cursos d'água, áreas de depressão, entre outros elementos que possam influenciar no escoamento das águas pluviais. Após gerar o perfil topográfico do loteamento, foi realizada a divisão das microbacias hidrográficas conforme Figura 77.

Figura 77 – Microbacias

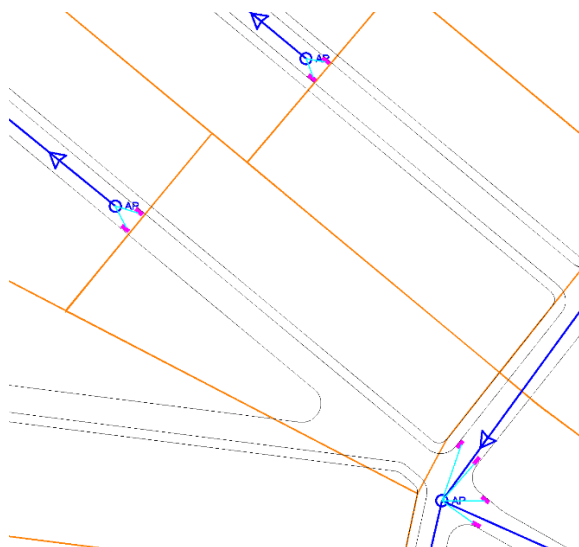


Fonte: Do autor (2023).

As microbacias hidrográficas são as áreas que contribuem para um determinado ponto de captação das águas pluviais. Estas áreas permitem analisar a vazão máxima esperada para cada trecho da rede pluvial.

Determinada as áreas de contribuição, é possível demarcar previamente as bocas de lobo da rede de drenagem conforme Figura 78.

Figura 78 – Detalhe de área de contribuição



Fonte: Do autor (2023).

Na Figura 78, é possível visualizar na *layer* de cor laranja, uma das áreas de contribuição e na cor magenta a boca de lobo, para a respectiva área.

Na Figura 79 é apresentado um exemplo de boca de lobo.

Figura 79 – Boca de lobo

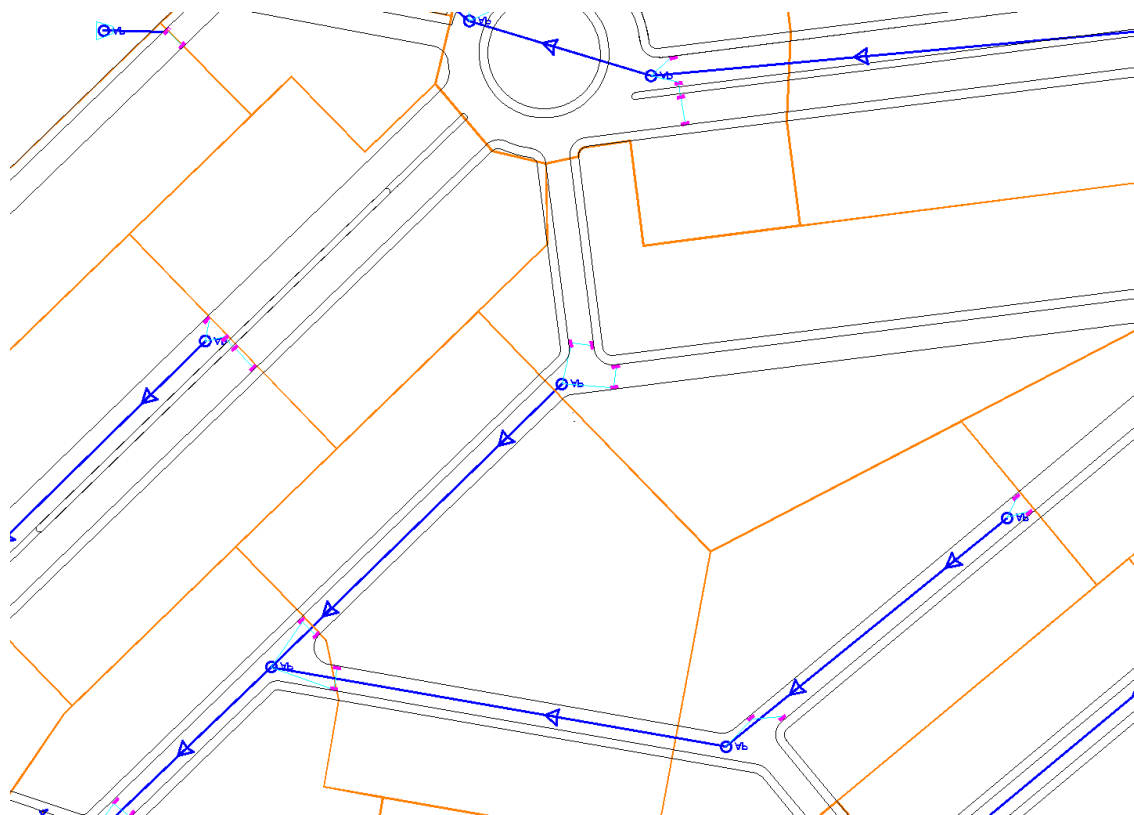


Fonte: Do autor (2023).

A boca de lobo segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT ES - 030, 2004), são dispositivos de captação, que ficam perto da calçada ou meio-fio das ruas da cidade e coletam a água da chuva e a direcionam para as galerias pluviais ou outros canais. Por serem encontrados em áreas urbanas, por questões de segurança, esses dispositivos são cobertos com grades de metal ou concreto.

Uma vez que a locação das bocas de lobo tenha sido determinada, é possível definir o local e o sentido de escoamento das galerias. O projeto de drenagem pluvial, ilustrado na Figura 80, apresenta o traçado das galerias, indicando o fluxo de água e a conexão com as bocas de lobo. Essa integração entre as bocas de lobo e as galerias é fundamental para garantir um sistema eficiente de escoamento das águas pluviais.

Figura 80 – Sentido de escoamento galerias



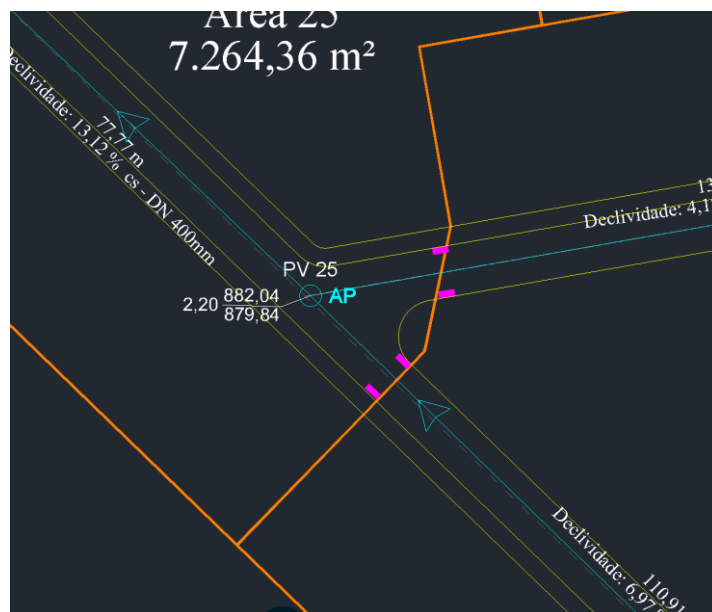
Fonte: Do autor (2023).

O sentido de escoamento deverá estar em conformidade com o projeto de terraplenagem do loteamento, pois este irá definir a locação das ruas e quadras e poderá ou não alterar o perfil topográfico original do terreno de acordo com as especificações do projeto.

Logo com o sentido de escoamento definido e as galerias locadas serão demarcados no projeto os poço de visita (PV), que são estruturas cilíndricas ou retangulares localizadas ao longo da rede de drenagem, geralmente em pontos estratégicos, como mudanças de direção, interseções, ramificações ou trechos de maior complexidade e que permitem o acesso e manutenção do sistema de tubulações subterrâneas. (DNIT, ES – 030 2004).

O espaçamento adotado entre os postos de visita, levará em consideração a extensão da rede e a topografia do terreno, respeitando a distancia media de 120m. Na Figura 81 visualizamos a locação do PV 25 no projeto de drenagem pluvial.

Figura 81 – PV



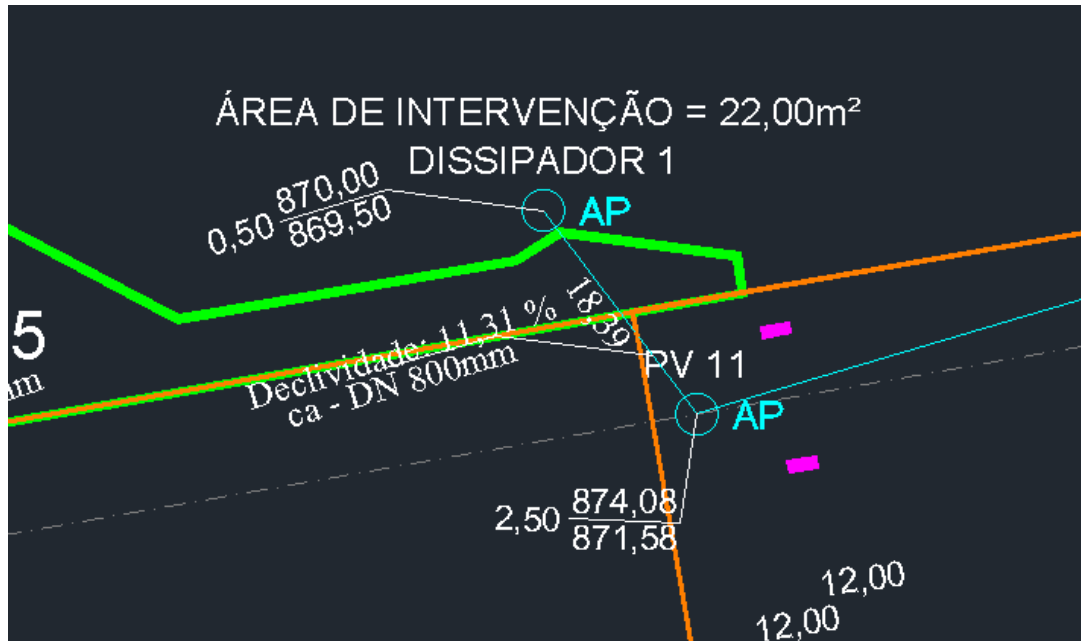
Fonte: Do autor (2023).

O PV 25 é um PV de interseção, pois está localizado no entroncamento de duas galerias. Na Figura 81 é possível identificar alguns elementos fundamentais para a identificação e locação do PV (PV 25). Primeiramente destaco o número de identificação do PV, que possibilita identifica-lo no projeto, de igual forma destaco a indicação da cota de greide do PV e cota de profundidade (882,04 e 879,84 respectivamente) e ainda é possível visualizar a profundidade deste (2,20m). Estas informações possibilitam locar com precisão o respectivo PV no cantero de obras.

O último dispositivo hidráulico a ser inserido no projeto foi o dispositivo de lançamento, este é responsável por realizar a dissipação de energia do fluxo de água, ou seja, ele irá reduzir a velocidade do escoamento evitando erosões, danos às estruturas e minimizando o impacto ambiental.

Conforme Figura 82 é apresentado dissipador de energia localizado no projeto do loteamento.

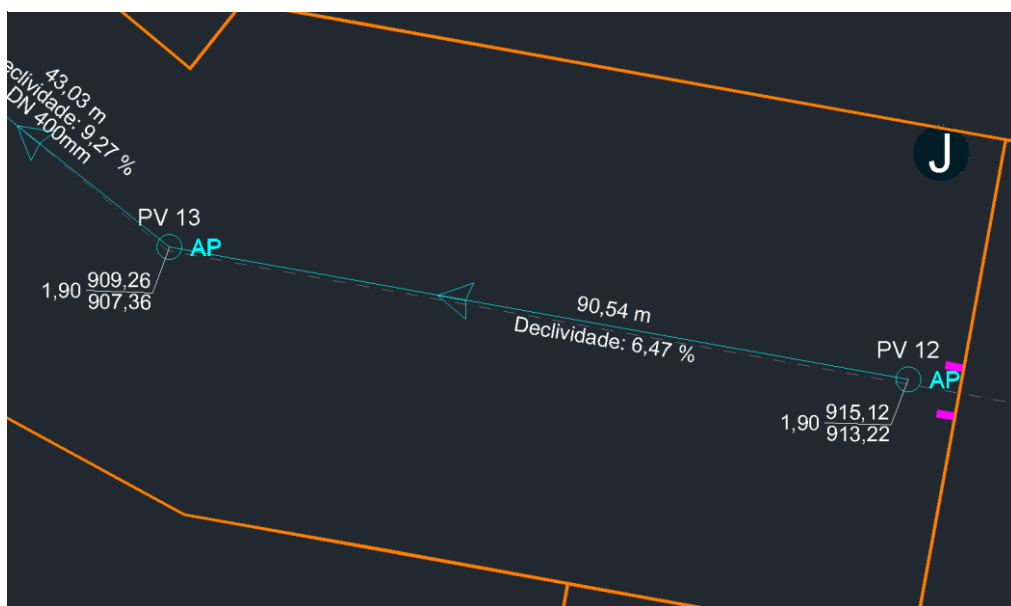
Figura 82 – Dissipador de energia



Fonte: Do autor (2023).

Com todos os PV's e dissipadores de energia locados e com suas cotas identificadas, é possível então determinar o espaçamento do trecho. O espaçamento e a cota de profundidade do PV serão utilizados para o calculo da declividade. Estes dados serão inseridos no trecho Figura 83.

Figura 83 - Espaçamento entre PV's



Fonte: Do autor (2023).

Estas informações são de suma importância para compor a tabela de dimensionamento utilizada para determinar o diâmetro interno das tubulações que serão utilizadas. Para o dimensionamento foi utilizada a fórmula de Manning, que é uma abordagem amplamente adotada para calcular a vazão em tubulações de drenagem. Na Equação 1 é possível visualizar a equação de Manning.

$$Q = \frac{1}{n} \cdot AR^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

Onde:

Q: Vazão de água (m³/s)

n: Coeficiente de rugosidade de Manning (adimensional)

A: Área da seção transversal do tubo (m²)

R: Raio hidráulico (m)

I: Declividade do tubo (adimensional)

Com os dados da área de contribuição e declividade foi possível obter a vazão e o diâmetro da tubulação dos trechos determinados conforme Quadro 18.

Quadro 18 - Dimensionamento

c	tc	i	Áreas		Q	ØPA 11c.	Ø	I	v	L
	(min.)	(mm/h)	Bacia (m²)	Acumulada (m²)	(m³/s)	(m)	(mm)	(m/m)	(m/s)	(m)
0,80	10	152,67	5.958,96	5.958,96	0,202	0,247	400	0,124	5,843	104,09
0,80	10	152,67	7.440,70	13.399,66	0,455	0,424	400	0,035	3,108	64,32
0,80	10	152,67	4.888,22	18.287,88	0,620	0,483	600	0,033	3,932	127,59
0,80	10	152,67	4.406,41	22.694,29	0,770	0,491	600	0,046	4,663	103,54
0,80	10	152,67	5.639,31	28.333,60	0,961	0,477	600	0,084	6,304	122,91

Fonte: Do autor (2023).

No Quadro 18 alguns parâmetros são inseridos manualmente para a obtenção do dimensionamento das galerias pluviais que são:

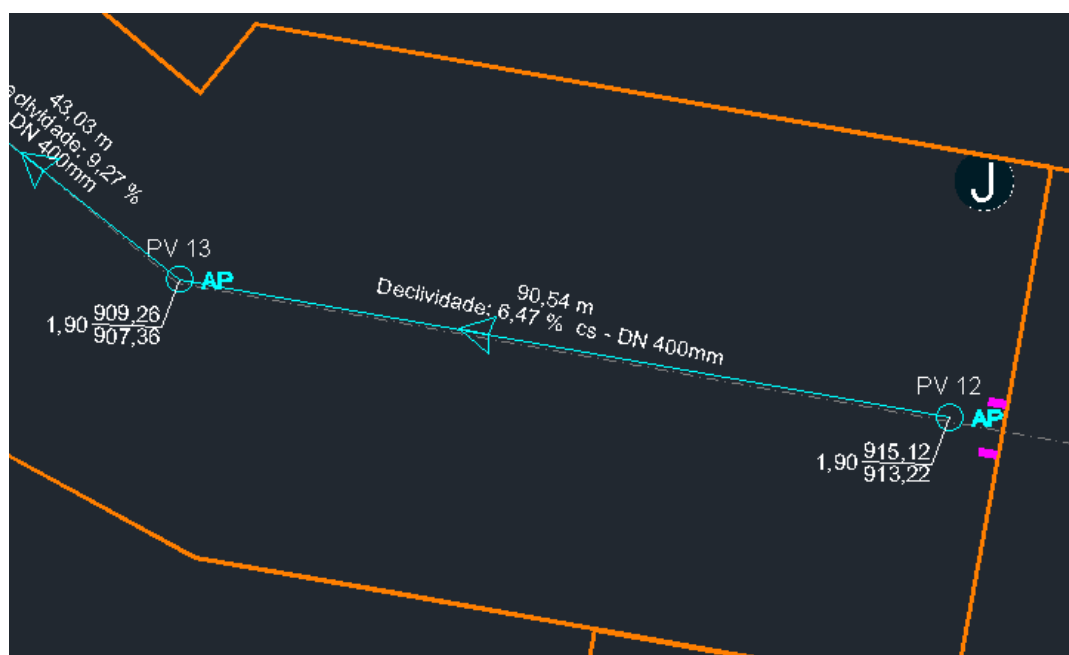
- área da microbacia de contribuição;
- intensidade pluviométricas (obtida através da forma Keifer e Chu);

- comprimento do trecho da galeria;
- cota inicial e final do trecho;
- o tempo de concentração;

Com estes parâmetros inseridos é possível obter o dimensionamento do trecho com dados como: a vazão; declividade; velocidade de escoamento e diâmetro do trecho.

Na Figura 84 é apresentado a visualização do detalhamento da rede de drenagem com o diâmetro da manilha obtidos através do Quadro 18.

Figura 84 – Dados inseridos



Fonte: Do autor (2023).

O detalhamento dos elementos hidráulicos, (boca de lobo, poço de visita, dispositivos de lançamento e quadro de dimensionamento), fornece os parâmetros necessários para execução do projeto. Com o projeto preliminar finalizado, o mesmo será enviado para análise e aprovação nos órgãos técnicos responsáveis.

Diante dos desafios relacionados às mudanças climáticas e ao crescimento urbano, é fundamental que os projetos de infraestrutura urbana incorporem soluções eficientes de drenagem pluvial. Isso inclui o planejamento adequado, a consideração

das características hidrológicas locais, a utilização de tecnologias sustentáveis e a implementação de medidas de mitigação e adaptação.

Em suma, a drenagem pluvial é um dos pilares da infraestrutura urbana, desempenhando um papel vital na gestão das águas pluviais e na proteção das cidades contra inundações. Uma abordagem adequada e sustentável da drenagem pluvial é essencial para garantir a qualidade de vida da população, a preservação do meio ambiente e a resiliência das cidades diante dos desafios futuros.

As principais disciplinas cursadas que se correlacionam com o tema são: hidrologia, pois ajuda a determinar as taxas de incidência, a vazão do escoamento superficial; e hidráulica pois fornece os conhecimentos necessários para o dimensionamento das galerias e demais componentes hidráulicos.

2.3 Desenvolvimento do discente João Ricardo Mesquita da Silva

2.3.1 Apresentação do local de estágio

Durante o meu período de estágio, tive a oportunidade de aprimorar minhas habilidades e competências na empresa Level Empreendimentos Ltda., sob a supervisão da arquiteta Amanda de Sousa Salera. A logomarca representada na Figura 85. A empresa atua no segmento da construção civil, com atuação na elaboração de projetos arquitetônicos e estruturais, bem como na execução de loteamentos, buscando desenvolver projetos de infraestrutura com a máxima qualidade e executá-los da forma mais adequada possível, levando em consideração as particularidades de cada cidade e terreno. O escritório da empresa está situado na cidade de Lavras, em Minas Gerais, na avenida Dr. Silvio Menicucci, número 863, sala 2, Olaria.

Figura 85 - Logomarca da empresa



Fonte: Do autor (2022).

Durante o estágio auxiliiei na análise estrutural de projetos existentes, incluindo cálculo de cargas, dimensionamento de elementos estruturais e verificação de segurança, analisando o desempenho estrutural das propostas. Ademais, participei da elaboração de projetos geométricos e de rede de drenagem pluvial, seguindo as normas e padrões técnicos aplicáveis, a serem executados em loteamentos residenciais localizados na cidade de Lavras - MG, no Bosque do Madeira e no Mirante do Sol.

2.3.2 Projeto estrutural

Os *softwares* de cálculo estrutural são ferramentas computacionais utilizadas para analisar e projetar estruturas, tais como edifícios, pontes, torres, entre outras. Através desses *softwares* é possível modelar estruturas em três dimensões, aplicar cargas e verificar as tensões e deslocamentos resultantes, avaliar a estabilidade e resistência da estrutura, além de gerar os detalhamentos necessários para a execução do projeto (TINOCO *et al.*, 2020).

Atualmente, na concepção e dimensionamento global de estruturas, a utilização desse tipo de *software* permite maiores possibilidades de análises e simulações em diversas etapas do processo de projeto, desde a disposição dos elementos estruturais e a análise das cargas e esforços a que a estrutura estará submetida até a verificação da segurança e do desempenho estrutural.

Dessa forma, esta seção é subdividida em tópicos que têm por objetivo introduzir e explorar o processo de desenvolvimento do projeto estrutural de uma residência localizada em Lavras – MG, utilizando um *software* de cálculo especializado, cujas características e propriedades principais serão investigadas.

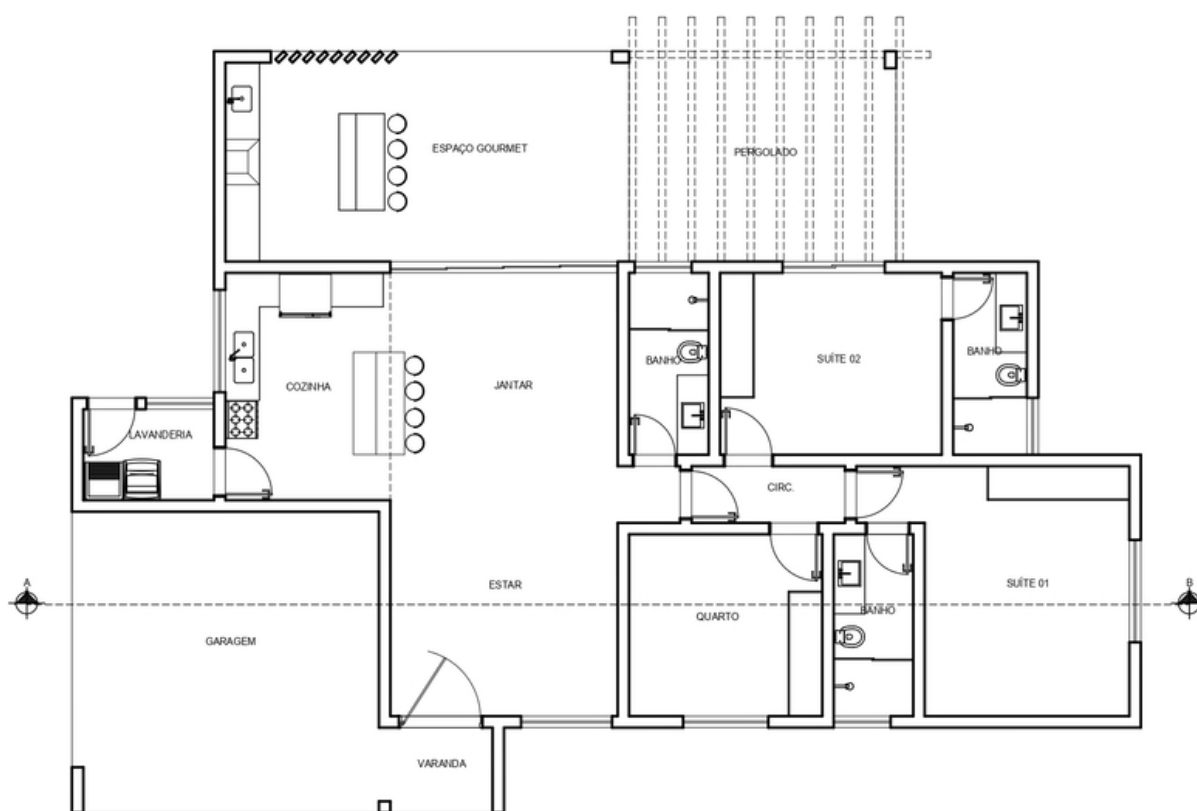
2.3.2.1 Apresentação do projeto

A primeira atividade que tive a oportunidade de desenvolver durante meu estágio na empresa Level Empreendimentos Ltda. foi o acompanhamento da elaboração do projeto estrutural de uma residência unifamiliar de pé-direito duplo parcial a ser executada na cidade de Lavras – MG.

Segundo Silva *et al.* (2021), uma das etapas iniciais que integra a concepção estrutural do projeto consiste em se certificar de que a disposição dos elementos estruturais corresponde, sempre que possível, à disposição arquitetônica proposta. De acordo com os conceitos abordados na disciplina de Construção Civil I, sabe-se que, eventualmente, se a estrutura não se integrar com a arquitetura, manifestam-se fenômenos estéticos, funcionais ou de segurança, os quais usualmente culminam em redução de espaço útil e violação da imposição arquitetônica adotada.

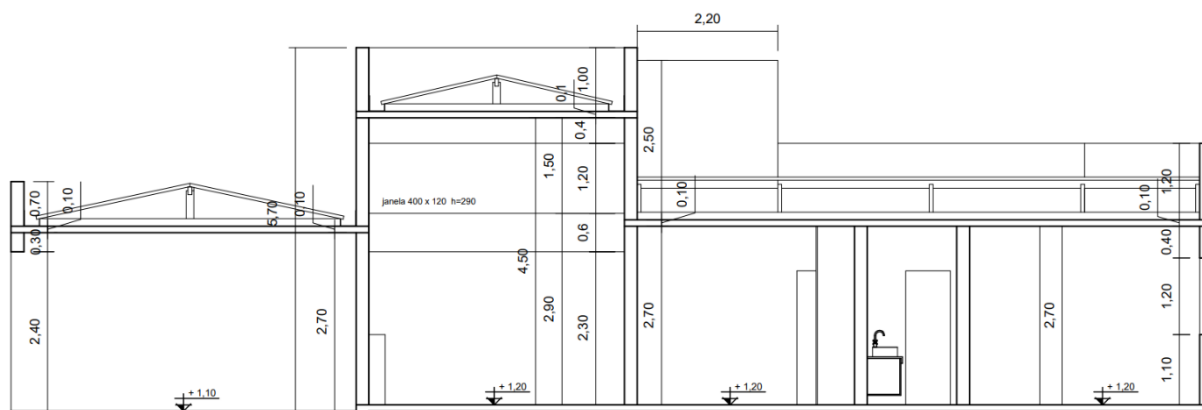
Nesse sentido, para a realização do projeto estrutural, é necessário o estudo do projeto arquitetônico definido. Para isso, solicitei à arquiteta responsável as principais representações arquitetônicas da residência, as quais podem ser vistas nas Figuras 86 e 87 que ilustram, respectivamente, a planta baixa simplificada da edificação e o corte longitudinal AB (evidenciado na Figura 86), nas quais a espessura da alvenaria com revestimento final é de 20cm.

Figura 86 – Planta baixa simplificada



Fonte: Level Empreendimentos Ltda. (2023).

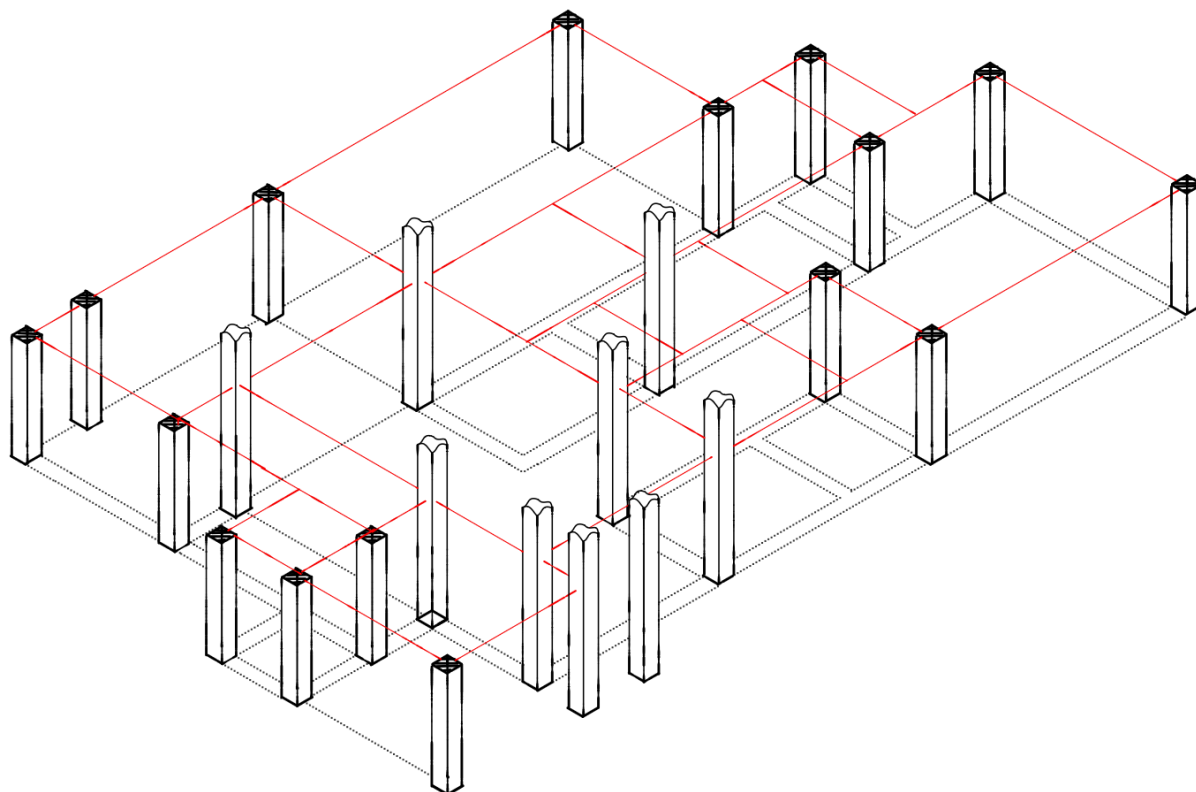
Figura 87 – Corte AB simplificado



Fonte: Level Empreendimentos Ltda. (2023).

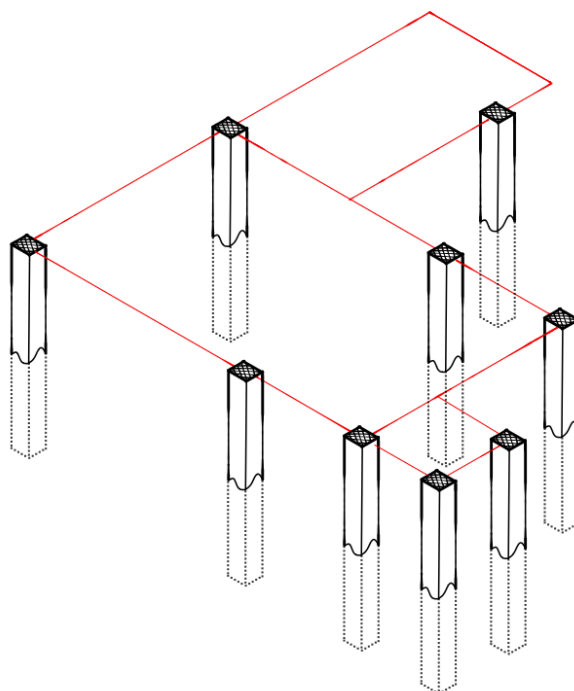
Para localizar espacialmente os pilares e obter uma melhor visualização do sistema estrutural da edificação, elaborei previamente um croqui para representar esquematicamente seus elementos estruturais, de acordo com o que me foi sugerido pelo engenheiro responsável pelo projeto. Os croquis dos dois planos de lajes são mostrados nas figuras 88 e 89, respectivamente.

Figura 88 – Croqui: primeiro conjunto de lajes



Fonte: Do autor (2023).

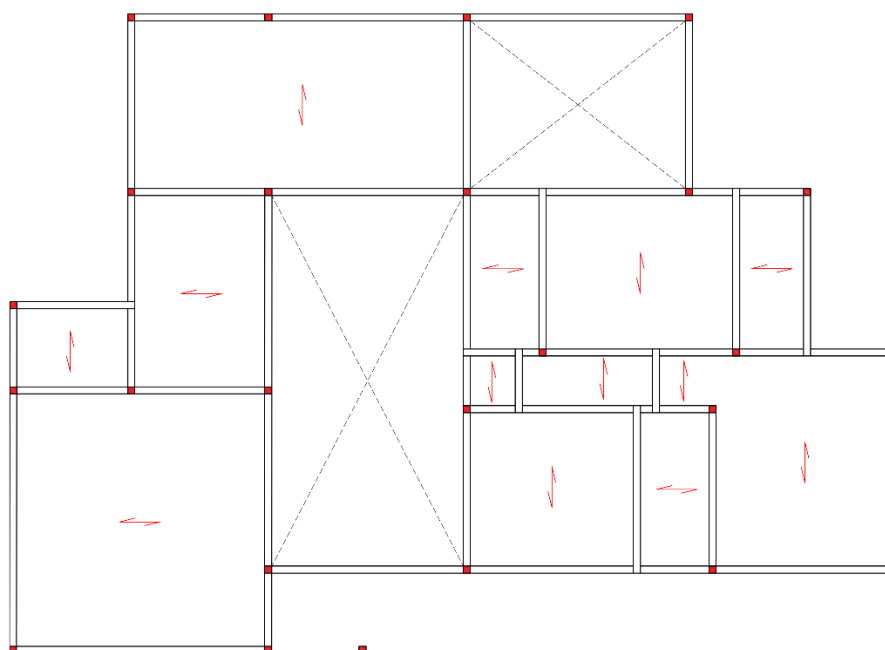
Figura 89 – Croqui: segundo conjunto de lajes



Fonte: Do autor (2023).

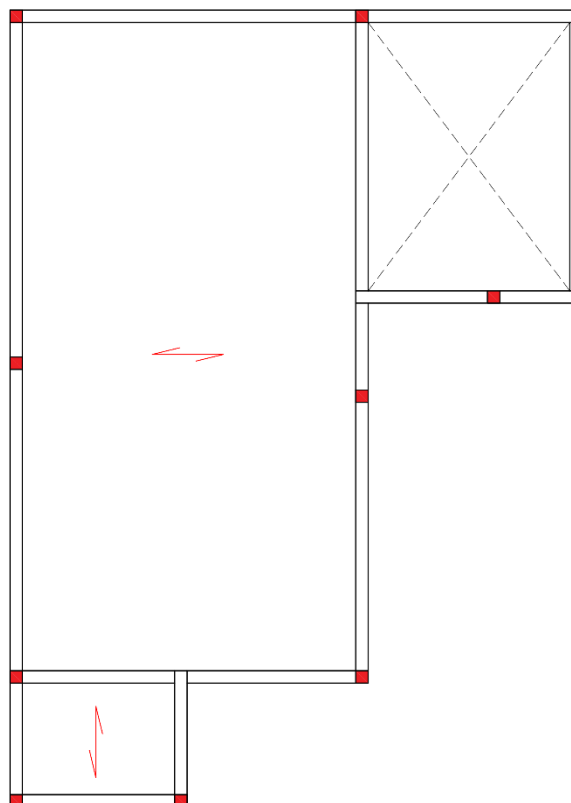
Tendo ciência inicial de como os pilares e vigas deveriam ser posicionados, desenhei computacionalmente a vista em planta de uma concepção estrutural inicial simplificada da edificação, conforme Figuras 90 e 91.

Figura 90 – Posicionamento inicial do primeiro plano de lajes



Fonte: Do autor (2023).

Figura 91 – Posicionamento inicial do segundo plano de lajes



Fonte: Do autor (2023).

Subsequentemente ao lançamento inicial dos elementos estruturais, coletei, junto ao engenheiro, algumas características necessárias ao entendimento do comportamento da estrutura durante seu dimensionamento.

2.3.2.2 Características e considerações sobre a edificação

2.3.2.2.1 Modelo utilizado

Com base no conteúdo estudado em Cálculo Numérico, deve-se escolher um modelo físico-matemático adequado para representar o comportamento tridimensional de um sistema físico (neste caso, um conjunto estrutural). Para este projeto, optamos por utilizar o modelo de vigas e pilares disponibilizado pelo *software* de análise, o qual é suficiente para projetos de até 5 pavimentos. Contudo, nada impede a consideração desse tipo de modelo para o projeto de edificações com mais

de 5 pavimentos, havendo a possibilidade de até mesmo utilizá-lo em obras de 20 pisos.

Conforme estudado na disciplina de Sistemas Estruturais, a capacidade inerente de um pórtico de estabilizar-se lateralmente em relação a determinada direção depende de sua inércia no sentido considerado. Assim, caso um pórtico apresente baixa deslocabilidade lateral em função de sua inércia, o modelo de vigas e pilares é satisfatório para representar o comportamento da estrutura. Dessa maneira, a complementação da laje no modelo de vigas e pilares depende da necessidade de ela contribuir como diafragma rígido, isto é, estabilizar a estrutura lateralmente e distribuir os esforços para todos os demais elementos segundo suas rigidezes (BASTOS, 2019).

Para edificações residenciais unifamiliares o pórtico espacial com o modelo de vigas e pilares é suficiente, uma vez que possuem poucos pavimentos e, usualmente, são consideradas lajes pré-moldadas constituídas por vigotas treliçadas, e não lajes maciças – lajes nas quais é mais comum a consideração de sua capacidade de contraventar a estrutura. De acordo com Silva (2017), no modelo de vigas e pilares, a laje tem sua participação, mas não com a função de garantir estabilidade lateral do pórtico – esta é garantida pelas vigas e pilares.

2.3.2.2.2 Cobrimentos e concreto

Segundo a NBR 6118:2023 Projeto de estruturas de concreto – Procedimento (ABNT, 2023), o cobrimento depende da classe de agressividade do meio. Portanto, deve-se conhecer qual a classe de agressividade ambiental da região em que se situa o canteiro de obras para garantir que o cobrimento adotado seja suficiente para garantir a durabilidade das armaduras dos elementos estruturais.

Para a cidade de Lavras, pode-se considerar uma classe de agressividade do tipo II, ou seja, um ambiente urbano com pequeno risco de deterioração. Conforme Quadro 19, foi adotado um cobrimento para as vigas, pilares e sapatas de 2,5cm, levando em consideração o controle rígido de qualidade permitido por essa mesma norma, no item 7.4.7.4, o qual permite uma redução da ordem de 0,5cm do cobrimento nominal apresentado.

Quadro 19 - Cobrimentos em função da classe de agressividade ambiental

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

Fonte: Adaptado da NBR 6118 (ABNT, 2023).

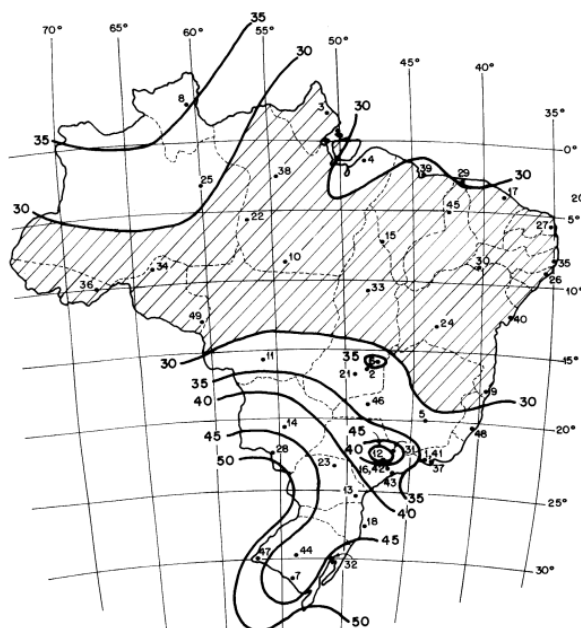
Conseqüentemente, para a classe considerada, foi utilizado concreto classe C25 (mínimo exigido pela referida norma) para todos os elementos estruturais.

2.3.2.2.3 Considerações quanto ao vento

Algumas considerações quanto às cargas de vento devem ser feitas, mesmo se tratando de uma edificação convencional de pouca altura, em que o vento não gera grandes efeitos à estrutura. De acordo com a NBR 6123:1988 Forças devidas ao vento em edificações (ABNT, 1988), a velocidade básica do vento de cada região pode ser consultada em um mapa de isopletras, ilustrado pela Figura 92, o qual analisamos para determinarmos a velocidade básica do vento para a região de Lavras. A cidade se encontra entre as isopletras de 35 e 40 m/s, dessa forma a velocidade básica do vento adotada foi de 35 m/s.

A seguir, buscamos informações para determinar os fatores necessários à determinação da velocidade característica do vento. Em consulta nas classificações da NBR 6123:1988, pôde-se concluir que a edificação se localiza em zona urbanizada (categoria IV), com relevo regular, e como sua maior dimensão é inferior a 20m, a mesma é classificada como classe A e trata-se de uma edificação residencial. Dessa forma, os fatores topográficos e estatístico valem, ambos, 1,0. O fator que leva em consideração a categoria e a classe da edificação foi calculado pelo *software* de cálculo estrutural com a entrada dos dados.

Figura 92 – Mapa de isopleias

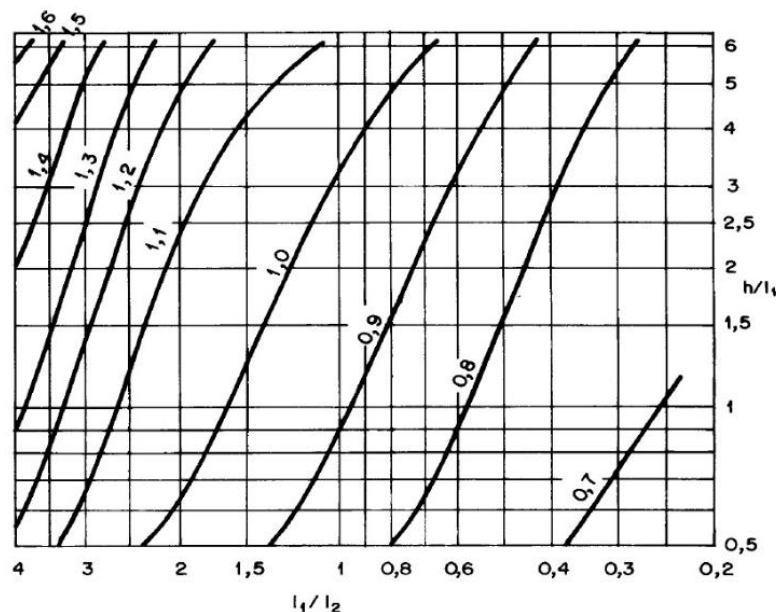


Fonte: Adaptado da NBR 6123 (ABNT, 1988).

Para o cálculo do coeficiente de arrasto, é necessário conhecer as relações entre a altura da edificação e as dimensões do retângulo que a circunscreve (ABNT NBR 6123, 1988). Para determinar esse coeficiente, ainda é necessário relacionar a altura da edificação à altura das edificações vizinhas, localizando-a em uma região de alta ou baixa turbulência. Segundo a NBR 6123 (ABNT, 1988, p.21), no item 6.5.3, depreende-se que edificações residenciais unifamiliares usualmente podem ser consideradas em região de alta turbulência: “Uma edificação pode ser considerada em vento de alta turbulência quando sua altura não excede duas vezes a altura média das edificações nas vizinhanças [...] a uma distância mínima de: 500m, para uma edificação de até 40m de altura.”.

Analisando a planta baixa da edificação, representada na Figura 86 – Planta baixa simplificada, e de posse das cotas obtidas a partir da Figura 87 – Corte AB simplificado, é possível circunscrever à edificação um retângulo de dimensões (18,8 x 13,4)m. Ao consultar o ábaco para a determinação do coeficiente de arrasto, ilustrado pela Figura 93, foi necessário estimar seu valor.

Figura 93 – Ábaco: coeficiente de arrasto para vento em alta turbulência



Fonte: Adaptado da NBR 6123 (ABNT, 1988).

Tem-se que a altura e as dimensões em planta da edificação são tais que a relação h/l_1 é inferior a 0,5. Nessa situação, foi estimada a projeção do gráfico para a interpolação dos valores do coeficiente de arrasto para o vento em ambas as direções. A relação das dimensões para a consideração do coeficiente de arrasto pode ser visualizada no Quadro 20.

Quadro 20 – Relações entre as dimensões da edificação para a carga de vento

Dados	Vento a 0°	Vento a 90°
h/l_1	0,43	0,30
l_1/l_2	0,71	1,40
Coeficiente de arrasto	0,80	0,90

Fonte: Do autor (2023).

Ao fazer a intersecção dos dados apresentados no Quadro 20 com a grade do ábaco ilustrado pela Figura 93, pode-se verificar facilmente que o coeficiente de arrasto encontrado nas direções de 0 e 90 graus não ultrapassam, respectivamente, 0,8 e 0,9. Nesse sentido, de forma conservadora e prática, esses foram os valores adotados.

2.3.2.3 Pré-dimensionamento da seção transversal dos pilares

A NBR 6118 (ABNT, 2023) preconiza que a dimensão mínima de um pilar (ou pilar-parede) maciço não deve, em casos usuais, ser inferior à dimensão de 19cm. Entretanto, a supracitada norma, no mesmo item, considera especiais os casos em que a menor dimensão da seção transversal de um pilar maciço é inferior a 19cm e, para essa reflexão, limita sua menor dimensão a 14cm, contanto que se utilize de um coeficiente adicional (γ_n) para majorar os esforços solicitantes finais que atuam no pilar.

O quadro 21 apresenta a relação existente entre a menor dimensão da seção transversal de um pilar (b) e o coeficiente γ_n associado.

Quadro 21 – Valores de γ_n em função de b

b (cm)	≥ 19	18	17	16	15	14
γ_n	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25

Fonte: Adaptado da NBR 6118 (ABNT, 2023).

A mesma norma preconiza, ainda, que a área mínima de um pilar maciço deve ser igual a 360cm². Dado o exposto, depreende-se que, para a menor dimensão possível de ser escolhida, isto é, 14cm, tem-se uma maior dimensão a partir de 26cm para satisfazer a orientação quanto à área mínima. Nesse sentido, para fins de compatibilização das dimensões dos pilares com as restrições de execução, tem-se uma dimensão usual de pilar de 14x30cm.

Por conseguinte, para o projeto apresentado neste portfólio, foi adotada predominantemente uma dimensão de 15x30cm, tendo em vista a flexibilidade arquitetônica. Adicionalmente, para fins de dimensionamento, os esforços solicitantes pontuais finais de cálculo sobre os pilares serão majorados de 1,20, conforme a Tabela 2.

Segundo o engenheiro que me acompanhou, para o propósito de cálculo de uma edificação do porte desta, dificilmente a área de influência dos pilares absorverá um carregamento que promova uma relação entre o esforço resultante e a tensão admissível adotada que leve à área mínima exigida pela referida norma. Dessa forma, foi suficiente adotarmos, inicialmente, dimensões estritamente necessárias à área

mínima normativa. Posteriormente, durante análise da rigidez global linear e não linear da estrutura, nós redimensionamos os pilares que julgamos necessários.

2.1.2.3.1 Flambagem

Ao pré-dimensionarmos um pilar, além das propriedades geométricas relacionadas à sua área, também é necessário considerar fenômeno de flambagem. Segundo Pinheiro e Scadelai (2005), a flambagem é uma encurvadura lateral à qual elementos lineares sujeitos a solicitações axiais de compressão estão sujeitos.

A suscetibilidade de um pilar a flambar é mensurada por uma quantidade adimensional denominada índice de esbeltez. Essa quantidade considera, simultaneamente, as propriedades geométricas da seção transversal do pilar e o seu comprimento destravado para avaliar a deslocabilidade lateral do elemento. O índice de esbeltez λ pode ser calculado segundo a Equação 2,

$$\lambda = \frac{l_b}{i} = \frac{l_b}{\sqrt{\frac{I}{A}}}, \quad (2)$$

sendo:

- l_b o comprimento destravado do tramo analisado;
- i o raio de giração da seção transversal;
- I o segundo momento de área da seção transversal;
- A a área da seção transversal do pilar.

Tratando-se de um pilar de seção transversal retangular, o índice de esbeltez assume a forma da Equação 3, ao substituirmos I pelo momento de inércia de área conhecido de uma seção retangular. Fazendo $I = (bh^3)/12$, teremos:

$$\begin{aligned} \lambda_{x1} &= \frac{\sqrt{12}}{h} l_b; \\ \lambda_{x2} &= \frac{\sqrt{12}}{b} l_b \end{aligned} \quad (3)$$

Na Equação 3, λ_{x1} e λ_{x2} referem-se ao índice de esbeltez em relação às direções paralelas aos dois eixos principais de inércia; e h e b , respectivamente, às dimensões da seção transversal perpendiculares à direção considerada.

A edificação abordada neste portfólio consiste de uma residência térrea de pé-direito duplo e, nessa situação, deve-se atentar aos pilares de modo a não permitir o desenvolvimento de índices de esbeltez elevados em função do comprimento destravado do tramo. Apesar de a NBR6118:2023 permitir índices de esbeltez superiores a 140, alguns *softwares* de análise nem mesmo dimensionam o pilar para essa condição, pois é um indicativo de pilar muito esbelto com excessiva taxa de armadura, tornando a obra economicamente inviável. Além disso, sempre que possível é usual trabalhar com índices de esbeltez inferiores a 90, para simplificar os métodos de análise propostos pela NBR6118:2023.

Diante dessas limitações, e sabendo que a capacidade de um flambar é função do comprimento do tramo do pilar, conforme Equação 3, me certifiquei de travar os pilares em ambas as direções em planta, vertical e horizontal, nos planos das vigas baldrame e dos dois conjuntos de laje. Além disso, configurei o *software* de análise para emitir uma mensagem de alerta caso algum pilar apresentasse índice de esbeltez superior a 90.

Uma maior descrição dos métodos de análise quanto à flambagem e um maior detalhamento do cálculo do índice de esbeltez podem ser encontrados no Item 2.3.2.12 *Detalhamento dos pilares*.

2.3.2.4 *Pré-dimensionamento da seção transversal das vigas*

Apesar de a NBR 6118:2023 estabelecer uma dimensão mínima para a largura de vigas de concreto armado (12cm), essa norma nada especifica sobre a altura mínima desses elementos estruturais. Não obstante, encontra-se na literatura alguns critérios para a adoção da altura mínima em função de um percentual do vão livre vencido pela viga.

Excetuando os casos de viga em balanço, observa-se geralmente recomendações de uso de altura estimada variante entre 8,3 a 10% do vão livre vencido pela viga. Autores como Amaral (2019) recomendam que se utilize 1/10 do vão livre para vigas bi apoiadas; e, para as contínuas, 1/12 dessa distância, não

fazendo distinção entre os tramos. Souza e Silva (2017), por outro lado, levam em consideração a posição do tramo (interno ou externo) para a determinação da estimativa no caso de viga contínua. Eles consideram três situações: (1) viga bi apoiada, com altura estimada em $1/10$ do vão livre; (2) viga contínua com múltiplos apoios, em que se adota uma altura para os tramos mais externos igual a $1/10$ do vão livre entre apoios e $1/12$ para os tramos internos; e (3) viga engastada, com altura pré-dimensionada em $1/5$ do vão em balanço.

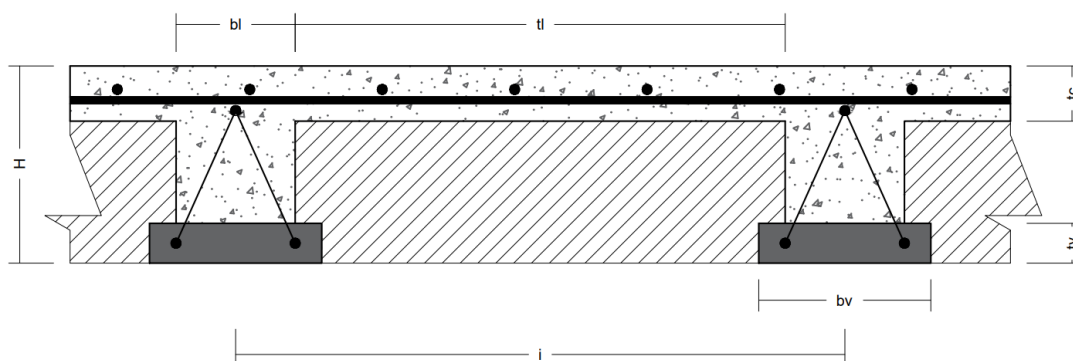
Durante o pré-dimensionamento das alturas das vigas, fui orientado a não me apegar a uma regra prática – o projetista da Level me direcionou a uma análise crítica para determinar a melhor situação para cada caso. Sob sua supervisão e considerando a estimativa percentual recomendada pela literatura, pré-dimensionei a altura das vigas ora utilizando $1/12$ do vão livre, ora utilizando $1/10$ de seu comprimento, sempre levando em consideração o impacto do tipo e da intensidade de carregamento ao qual cada viga está submetida durante a avaliação dos deslocamentos em estado limite de serviço.

2.3.2.5 Escolha do tipo de laje

Para este projeto, foi determinado pelo engenheiro responsável dois tipos de lajes unidirecionais constituídas de vigotas com armação treliçada e preenchimento por EPS: tipos LT-12 (7+5), H07/33/120; e LT-16 (12+4), H12/40/120. As especificidades da escolha direcionam-se às orientações das NBRs 14859-1:2016 Lajes pré-fabricadas de concreto Parte 1: Vigotas, minipainéis e painéis – Requisitos; e 14859-2:2016 Lajes pré-fabricadas de concreto Parte 2: Elementos inertes para enchimento e fôrma. Além disso, também foram observados os critérios de projeto de lajes nervuradas estabelecidos pela NBR 6118:2023.

Informações geométricas das seções transversais das lajes, tais como distância entre eixos, espessura e largura das sapatas, altura total da laje e espessura da capa de concreto encontram-se reunidas no Quadro 22, tomando como referência a seção genérica ilustrada pela Figura 94.

Figura 94 – Seção genérica de uma laje pré-moldada



Fonte: Do autor (2023).

Quadro 22 – Geometria das lajes utilizadas

Laje		Características geométricas (cm)							Treliça
Tipo	Preenchimento	bv	tv	bl	tl	i	tc	H	-
LT-12	H07/33/120	13	3	9	33	42	5	12	TR08644
LT-16	H12/40/120	13	3	9	40	49	4	16	TR12645

Fonte: Do autor (2023).

A escolha por utilizar EPS se deve ao fato de esse material apresentar melhores isolamentos térmico e acústico em relação à cerâmica, além de apresentar uma diferença de peso próprio final da ordem de 17% (CUNHA, 2012). Quanto à capa de concreto complementar, é exigível para as lajes nervuradas uma espessura mínima em função da sua altura final: “A espessura da mesa, quando não existirem tubulações horizontais embutidas, deve ser maior ou igual a 1/15 da distância entre as faces das nervuras e não menor que 4 cm.” (ABNT NBR 6118, 2023, p. 74).

Considerando as orientações normativas supracitadas, foi adotada uma espessura de capa de 5cm para as Lajes LT-12, sendo essa escolha mais adequada levando-se em consideração a necessidade de embutimento de tubulações nas lajes de cobertura, de tal modo que nessa configuração os esforços de compressão são resistidos em sua totalidade pela camada de concreto sem perda de área de contribuição.

Algumas considerações quanto à armadura de distribuição das lajes e o reforço de aço das sapatas das vigotas treliçadas estão dispostas no Item 2.3.2.10 *Complementação das armaduras das lajes treliçadas*

2.3.2.6 Concepção estrutural

De acordo com Muzardo *et al.* (2003), a concepção estrutural contempla a etapa de dispor eficientemente os elementos estruturais componentes do sistema adotado. Trata-se de uma etapa determinante na elaboração do projeto estrutural: uma disposição ineficiente de elementos estruturais pode implicar risco de colapso em decorrência de incompatibilidades, falhas estruturais prematuras, ineficiência estrutural, degradação acelerada e limitações de uso (CARVALHO *et al.*, 2021).

Após ter sido feito um croqui inicial do lançamento dos elementos estruturais, terem sido determinados todos os parâmetros de cálculo essenciais e pré-dimensionados os elementos estruturais, auxiliiei o projetista a fazer a concepção estrutural formalizada daquela que foi apresentada nas Figuras 90 e 91, seguindo alguns critérios.

Bastos (2019) sugere algumas orientações quanto ao posicionamento dos pilares, das quais observei pertinente destacar: (a) controlar o vão efetivo entre pilares próximos; (b) orientá-los conforme a necessidade de se produzir rigidez colaborativa às vigas; e (c) controlar os efeitos de segunda ordem com travamentos.

Quanto ao item (a), conforme amplamente discutido na disciplina de Sistemas Estruturais, o vão entre dois pilares adjacentes é determinante no comportamento da estrutura. Caso o vão seja muito grande, a transmissão e distribuição de momentos fletores entre vigas e pilares será maior, tornando as vigas mais propensas a deformações e deslocamentos. Isso pode comprometer as aceitabilidades sensorial e estrutural, isto é, os estados limites último e de serviço, exigindo um aumento na altura da viga para garantir a inércia adequada em relação ao trecho analisado. Por outro lado, se o vão for muito pequeno, o diagrama de momentos fletores das vigas pode se inverter, causando o efeito de alavanca e tração nos pilares. Além disso, usualmente, a execução de sapatas associadas é necessária para vãos pequenos entre pilares adjacentes, situação essa que traz consigo uma excentricidade, às vezes evitável, à estrutura.

De acordo com o conteúdo visto em Estática I, em relação aos itens (b) e (c), tem-se que a orientação e as condições de apoio de um elemento estrutural são essenciais para que seu dimensionamento seja otimizado. Sempre que possível deve-se orientar a maior dimensão de um pilar paralelamente à direção da viga que vence

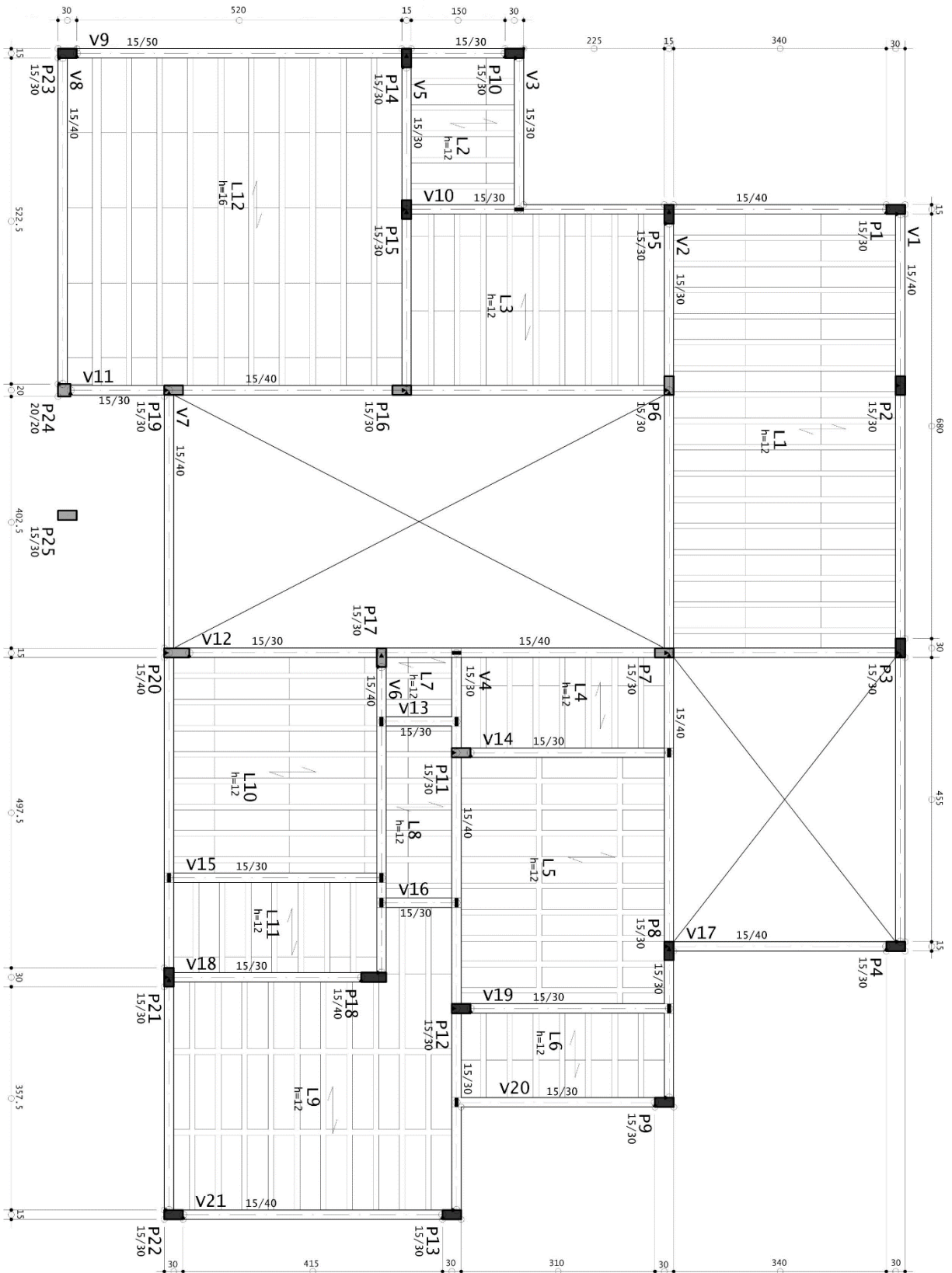
o maior vão ou absorve o maior carregamento. Isso se deve à inércia da seção transversal de um pilar variar com o cubo da dimensão considerada. Portanto, é desejável que, na direção relativa à maior flexão, esteja orientada a maior dimensão da seção transversal do pilar. Essa rigidez colaborativa à viga pode reduzir substancialmente a taxa de armadura longitudinal de um pilar, uma vez que a orientação inadequada desse elemento, em muitos casos, pode levar a uma grande tendência de flexão em relação à menor dimensão considerada.

Ademais, é importante que os pilares sejam, sempre que viável, travados em ambas as direções a fim de se reduzir o índice de esbeltez e a intensidade do momento fletor local de segunda ordem decorrente da análise deformada do elemento, conforme discutido no Item 2.1.2.3.1 *Flambagem*.

Sob a orientação do projetista da Level Empreendimentos Ltda., arranjamos adequadamente os elementos estruturais, começando por posicionar os pilares nos cantos e orientá-los segundo a direção que absorve o maior esforço de flexão, trabalhando com vãos livres da ordem de 3 a 5 metros. Ao finalizar a distribuição de pilares, conseqüentemente ficaram determinadas as posições das vigas e das lajes. Em seguida, determinamos as condições de apoio de cada viga e, para cada laje, orientamos a direção de armação das vigotas treliçadas paralelamente à menor distância efetiva associada. Finalmente, determinamos as cotas das dimensões que foram julgadas necessárias, em centímetros.

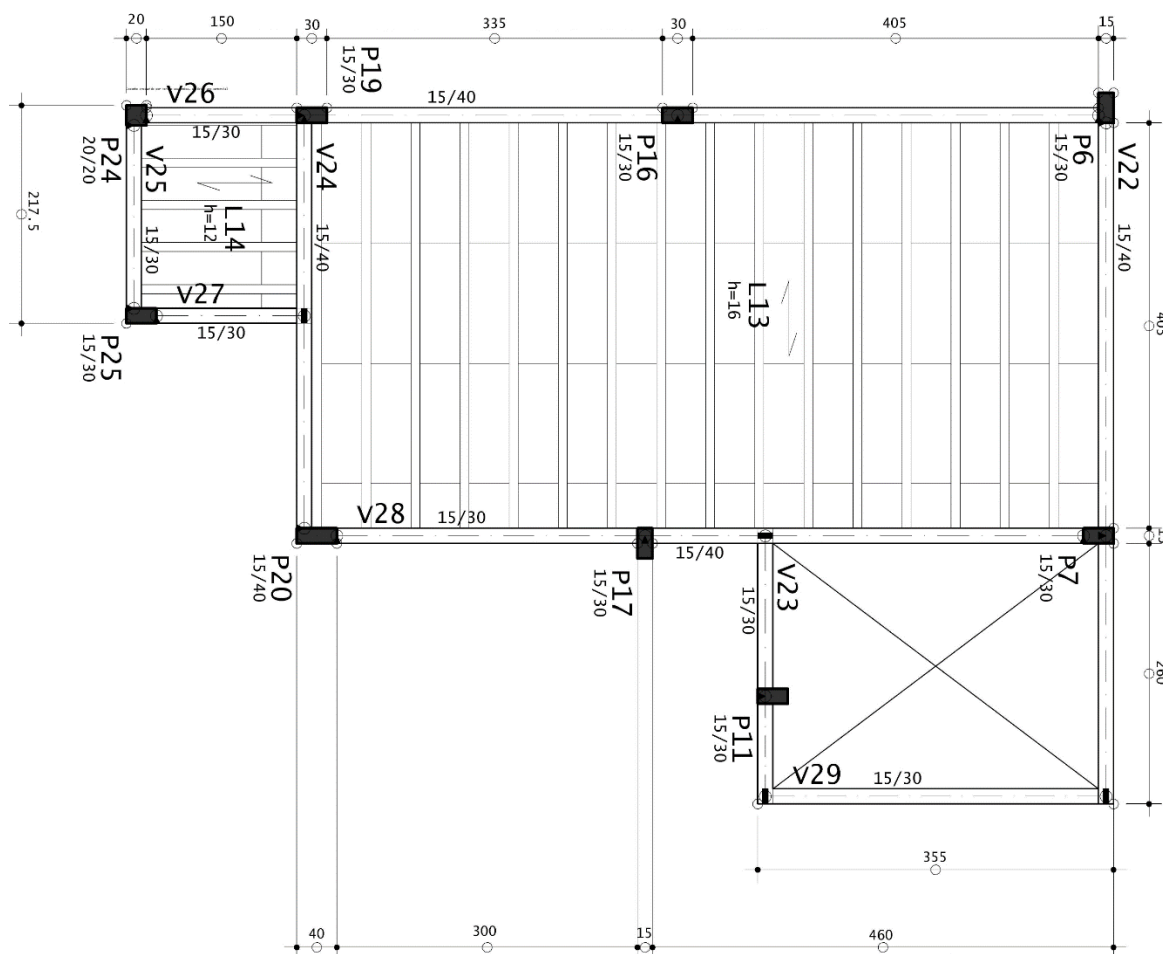
As Figuras 95 e 96 ilustram, respectivamente, a concepção estrutural da edificação para o primeiro e segundo planos de lajes, com a disposição final de todas as vigas, pilares e lajes. A concepção das vigas baldrame e sapatas, entretanto, será apresentada posteriormente, após algumas considerações sobre os pilares e elementos de fundação.

Figura 95 – Concepção estrutural dos elementos do primeiro conjunto de lajes



Fonte: Level Empreendimentos Ltda. (2023).

Figura 96 - Concepção estrutural dos elementos do segundo conjunto de lajes



Fonte: Level Empreendimentos Ltda. (2023).

Após o posicionamento dos elementos estruturais, e, definidas as formas com que esses interagem entre si, determinei os carregamentos externos atuantes em cada elemento.

2.3.2.7 Avaliações quanto aos carregamentos solicitantes

Entende-se por carregamento externo todo aquele proveniente de alguma ação extrínseca ao sistema estrutural (BASTOS, 2019). Segundo a NBR 6120:2019 Ações para o cálculo de estruturas de edificações (ABNT, 2019), os carregamentos podem ser divididos em dois tipos: permanentes e ações variáveis. As ações permanentes são aquelas que possuem variabilidade desprezível e atuam ao longo de maior parte

do tempo de vida útil da estrutura; e, as variáveis, têm como característica a aleatoriedade – tanto de ocorrência e permanência, sendo tratadas por meio de coeficientes de ponderação probabilísticos.

Em observância ao que foi estudado em Concreto Armado I, sabe-se que uma viga de concreto armado está sujeita a ações permanentes decorrentes de peso próprio, do revestimento que a envolve e da reação da laje à qual serve de apoio, sendo todas essas cargas uniformemente distribuídas. Usualmente, ainda absorve o peso próprio de alvenarias, podendo também receber reações pontuais de outras vigas e pilares aos quais também pode servir de apoio. As vigas do projeto apresentado estão sujeitas a cargas de alvenarias de vedação, platibandas, reações de lajes, peso próprio e reações pontuais de outras vigas.

As lajes, ao contrário das vigas, estão suscetíveis à ocorrência direta de ações variáveis de diversas ordens. Todas as lajes deste projeto, excetuando as lajes L4 e L5, absorvem carregamentos permanentes provenientes de seu peso próprio, revestimento e do telhado embutido que suportam; a laje L5, além desses mesmos carregamentos, também serve de suporte a um reservatório e à alvenaria de vedação de sua torre, assim com a laje L4, mas sem a última absorver o peso próprio do telhado.

2.3.2.7.1 Ações nas lajes

Para todas as lajes pode determinar uma parcela do carregamento característico atuante neste elemento por meio da soma entre as ações permanentes e variáveis, aplicando a Equação 4, a qual considera apenas os esforços solicitantes paralelos ao eixo z:

$$q_{k,z} = \underbrace{PP_L + q_{sc,telhado} + \gamma_{argmassa} \cdot t}_{\text{Ações permanentes}} + \underbrace{F_q}_{\text{Ação variável}}, \quad (4)$$

sendo:

$q_{k,z}$ a ação característica resultante na direção z;

PP_L o peso próprio da laje treliçada;

$q_{sc,telhado}$ a sobrecarga do telhado;

- $\gamma_{argamassa}$ o peso específico da argamassa de revestimento, 21 kN/m³;
 t a espessura final de revestimento, 0,025m; e
 F_q a sobrecarga variável, estimada em 0,5 kN/m².

Atualmente, segundo a NBR 6120 (ABNT, 2019), para se determinar a reação de apoio de telhados não é mais necessário conhecer a contribuição individual de cada elemento constitutivo, podendo-se considerar apenas as características da telha utilizada e o tipo de estrutura de suporte do telhado. Conforme o Quadro 23, no destaque em vermelho, determinei o peso por unidade de área horizontal a ser incluído à soma das ações permanentes verticais atuantes sobre as lajes.

Quadro 23 – Peso próprio horizontal de telhados

Composição	Peso na superfície horizontal kN/m ²
Com telhas cerâmicas em geral (exceto tipo germânica e colonial) e estrutura de madeira com inclinação $\leq 40\%$	0,7
Com telhas cerâmicas (tipo germânica e colonial) e estrutura de madeira com inclinação $\leq 40\%$.	0,85
Com telhas de fibrocimento onduladas (com espessura até 5 mm) e estrutura de madeira	0,4
Com telhas de alumínio (com espessura até 0,8 mm) e estrutura metálica de aço	0,3
Com telhas de alumínio (com espessura até 0,8 mm) e estrutura metálica de alumínio	0,2
Com telhas de fibrocimento tipo canaleta (com espessura 8 mm) e estrutura de madeira	0,35
NOTA Peso por metro quadrado de telhado, na superfície horizontal, incluindo a estrutura de suporte (tesouras, terças, caibros e ripas).	

Fonte: Adaptado da NBR 6120 (ABNT, 2019).

O peso próprio da laje de vigotas com armação treliçada pode ser determinado, inicialmente, distribuído linearmente por vigota e, em seguida, generalizado para cada unidade de área da laje. A partir das informações reunidas pelo Quadro 22, isolando apenas uma vigota, pude calcular seu peso próprio segundo a Equação 5¹:

¹ Aqui é importante destacar que o *software* considera automaticamente o peso próprio dos elementos estruturais, não sendo necessário incrementá-lo à parcela de carregamento permanente a ser digitada. Realizei este passo para avaliar a adequação da proporção de carga em cada laje.

$$\frac{PP}{vigota} = \underbrace{\gamma_c(i \cdot t_c)}_{\text{Peso próprio da capa}} + \underbrace{\gamma_c(b_l \cdot h_{EPS})}_{\text{Peso próprio da vigota}} + \underbrace{\gamma_{EPS}((i - b_l) \cdot h_{EPS})}_{\text{Peso próprio do enchimento}}, \quad (5)$$

a partir da qual pode-se obter o peso próprio da laje uniformemente distribuído:

$$PP_L = \frac{PP/vigota}{i}, \quad (6)$$

em que:

γ_c é o peso próprio do concreto armado;

i o intereixo;

t_c a espessura da capa de concreto;

b_l a largura da base de concreto reduzida de sua projeção em relação ao EPS;

γ_{EPS} o peso específico do EPS, 0,18 kN/m³; e

h_{EPS} a altura do bloco de EPS.

Aplicando os dados necessários à Equação 5, obtivemos o seguinte carregamento unitário para as lajes LT-12:

$$\frac{PP}{vigota} = 25(0,42 \cdot 0,05) + 25(0,09 \cdot 0,07) + 0,18((0,42 - 0,09) \cdot 0,07) = 0,687 \frac{kN}{m},$$

do qual calcula-se o PP_L :

$$PP_L = \frac{0,687}{0,42} = 1,64 \frac{kN}{m^2}.$$

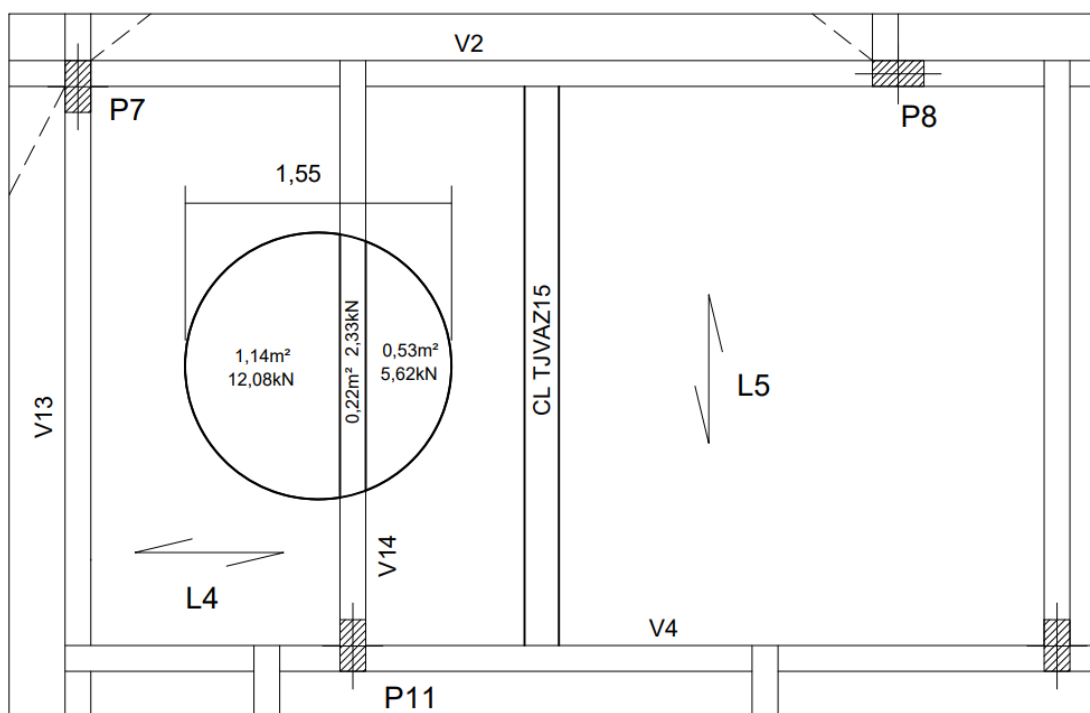
Aplicando-se os valores nominais de carregamento obtidos à Equação 4, obtivemos a seguinte combinação de esforços na direção z:

$$q_{k,z} = \left(1,64 \frac{kN}{m^2} + 0,4 \frac{kN}{m^2} + 21 \frac{kN}{m^3} * 0,025m\right) + \left(0,5 \frac{kN}{m^2}\right) = 3,06 \frac{kN}{m^2}.$$

É importante ressaltar que essa combinação inicial foi realizada considerando os efeitos característicos das ações, sendo a sobrecarga variável tomada como ação variável principal. Para fins de determinação dos esforços últimos, cabe ao *software* de análise incrementar à combinação $q_{k,z}$ fornecida os coeficientes de ponderações das ações e o efeito das cargas de vento como ações variáveis.

Em seguida, me foi solicitado que determinasse as cargas do reservatório para as lajes L4 e L5, as quais suportam um reservatório de capacidade de 2.000 L. Para essas lajes, o valor de $q_{k,z}$ pode ser obtido acrescentando, à parcela referente às ações permanentes, o peso próprio ponderado do reservatório e a carga da alvenaria da torre. A Figura 97 esquematiza a distribuição proporcional de peso do reservatório sobre seus elementos de apoio.

Figura 97 – Distribuição do peso próprio do reservatório



Fonte: Do autor (2023).

As combinações características e pesos próprios das lajes L4 e L5 foram obtidos em processo de cálculo análogo ao apresentado, bem como os esforços dos outros tipos de laje, conforme mostrado no Quadro 24.

Quadro 24 – Ações características nas lajes

Laje	Carregamentos	Observação	Carga (kN/m ²)
L4	PP_L + Revestimento + Reservatório + Ação variável (1,0 kN/m ²)	Cobertura com acesso para manutenção	5,52
L5	PP_L + Revestimento + Reservatório + Telhado + Ação variável (1,0 kN/m ²)	Cobertura com acesso para manutenção	3,80 ¹
L12 e L13	PP_L + Revestimento + Telhado + Ação variável (0,5 kN/m ²)	Lajes com 16cm de espessura	2,97
L14	PP_L + Revestimento + Manta asfáltica (10 kgf/m ²) + Ação variável (0,5 kN/m ²)	Laje impermeabilizada sem proteção mecânica	3,29
Demais lajes	PP_L + Revestimento + Telhado + Ação variável (0,5 kN/m ²)	Lajes com 12cm de espessura	3,06
¹ A carga da alvenaria foi considerada separadamente.			

Fonte: Do autor (2023).

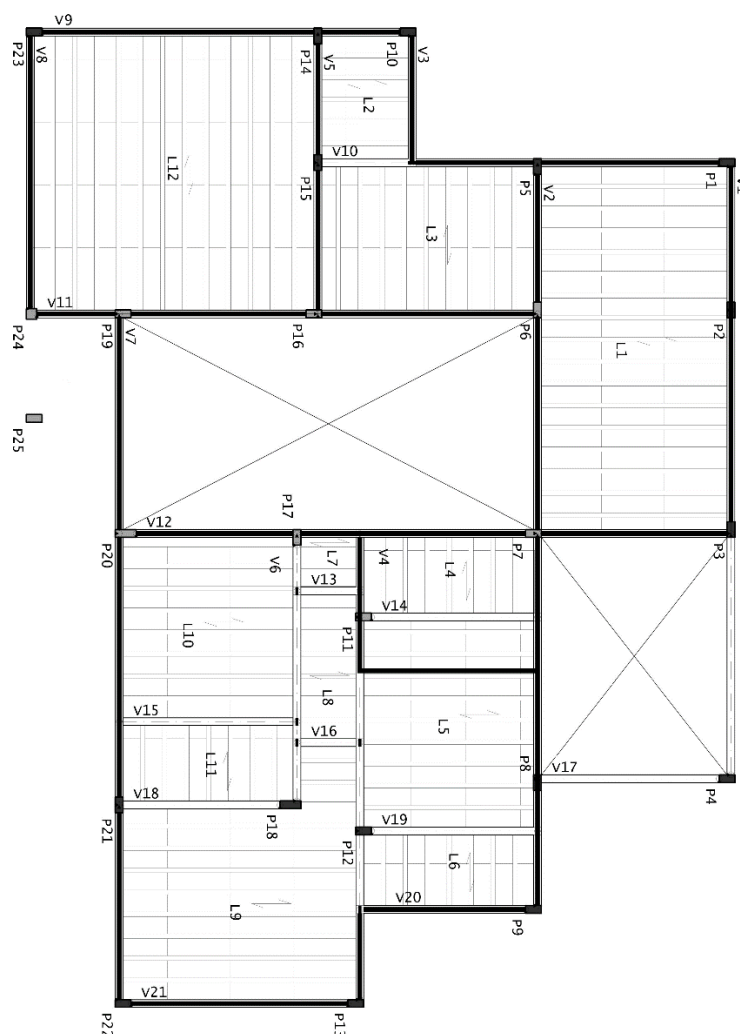
Os carregamentos apresentados no Quadro 24 serão absorvidos pelas áreas de influência das vigas e pilares, contribuindo em suas parcelas de carregamento.

2.3.2.7.2 Ações nas vigas

O carregamento permanente das vigas compreende o peso próprio destas somado ao peso próprio da alvenaria de vedação (ou platibanda), de largura fixa igual a 20cm e altura variável conforme o pé direito e a altura da viga posicionada imediatamente acima.

Na atribuição das cargas, o engenheiro da empresa solicitou que eu fizesse o lançamento das cargas de alvenaria sobre as vigas, considerando um elemento de vedação de código TJVAZ15, de 15cm de largura e uma carga distribuída por área de parede de 1,8 kN/m². A Figura 98 exemplifica a distribuição dos carregamentos de alvenaria, destacados em preenchimento preto, sobre as vigas representadas na Figura 95.

Figura 98 – Carregamentos linearmente distribuídos de alvenaria



Fonte: Do autor (2023).

O mesmo procedimento de atribuição dos carregamentos lineares foi feito para os planos das vigas baldrame e do segundo conjunto de lajes.

2.3.2.7.3 Ações nos pilares

Sendo os pilares os elementos que absorvem os carregamentos finais da superestrutura e o transferem à fundação, seu carregamento final fica definido a partir do momento em que se conhecem as ações atuantes nas lajes e vigas. Após ter introduzido os valores básicos carregamentos aos elementos estruturais, avaliei, junto ao engenheiro responsável, as reações computadas numericamente geradas pelo modelador estrutural após o processamento global da estrutura.

Diversas são as opções de combinação disponíveis para a análise de um mesmo elemento estrutural. A escolha da combinação adequada é função da necessidade de análise do elemento, isto é, é necessário ter ciência do tipo e utilidade de informação fornecida pela combinação que se escolhe. Neste ponto do desenvolvimento do projeto, como já havíamos pré-dimensionado as vigas e pilares e determinado seus carregamentos característicos básicos, restava pré-dimensionar os elementos de fundação para, em seguida, avaliarmos o comportamento global da estrutura quanto ao estado limite de serviço.

A fim de avaliar o carregamento final característico a ser absorvido pela sapata, fui orientado pelo engenheiro da empresa Level a plotar a planta de cargas dos pilares da fundação segundo a combinação última normal, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Planta de cargas, pilares e sapatas – Verificações de ELU

Verificações para estado limite último						
Pilar	F_z (tf)	F_x (tf)	F_y (tf)	M_x (tfm)	M_y (tfm)	M_z (tfm)
P1	2,60	-0,05	0,26	-0,20	-0,04	0
P2	4,48	0,22	0,02	-0,05	0,26	0
P3	3,96	-0,05	0,06	-0,06	0,05	0
P4	1,54	0,11	0,26	-0,29	0,07	0
P5	7,41	-0,28	0,14	-0,09	-0,28	0
P6	8,00	0,37	0,04	-0,03	0,29	0
P7	15,05	-0,26	0,32	-0,19	-0,10	0
P8	7,83	0,11	-0,04	0,02	-0,02	0
P9	3,50	0,17	0,34	-0,15	0,13	0
P10	1,43	-0,23	0,07	-0,19	-0,11	0
P11	10,23	0,01	-0,34	0,13	0,02	0
P12	8,00	-0,19	-0,12	-0,03	-0,06	0
P13	5,02	0,23	0,23	-0,06	0,12	0
P14	8,23	-0,07	-0,08	0,06	-0,02	0
P15	5,87	0,18	-0,35	0,17	0,26	0
P16	11,62	0,16	0,20	-0,15	0,11	0
P17	11,56	-1,05	-0,04	0,01	-0,70	0

Tabela 1 - Continuação

P18	7,27	0,80	0,20	-0,20	0,41	0
P19	9,95	-0,35	0,03	-0,16	-0,19	0
P20	10,41	-0,15	-0,17	0,19	-0,10	0
P21	8,66	0,39	-0,09	0,05	0,12	0
P22	4,87	0,14	-0,46	0,43	0,05	0
P23	4,48	-0,12	-0,04	0,01	-0,09	0
P24	2,53	0,05	-0,05	0,06	0,01	0
P25	2,63	0,07	-0,24	-0,04	0,07	0

Fonte: Do autor (2023).

A última coluna, M_z , indica que nenhum elemento linear vertical da estrutura está sujeito à torção; enquanto as demais, excetuando F_z , mostram os efeitos de ações excêntricas ou coplanares às seções dos pilares na direção dos dois semieixos principais de inércia de cada elemento, sendo as orientações dos semieixos convencionadas para o sentido positivo das ações.

A primeira coluna, F_z , efetivamente importante para esta análise, representa os valores de compressão normais à seção transversal do pilar, os quais deverão ser aplicados à combinação de ELU e observam o efeito das ações axiais acumuladas no último lance de cada pilar. Desse modo, para cada pilar, F_z é o máximo esforço normal característico de compressão ao qual sua seção pode estar submetida, considerando as ações verticais. As demais colunas referem-se a ações decorrentes dos efeitos dos momentos fletores e do contraventamento da edificação, ou seja, ações horizontais e de excentricidade que atuam na estabilidade da estrutura quanto à flexo-compressão em serviço pleno.

Naturalmente, os valores apresentados referem-se às reações características dos apoios, devendo estas serem, portanto, majoradas de coeficientes apropriados, conforme discutido no Item 2.3.2.3 *Pré-dimensionamento da seção transversal dos pilares*, no Quadro 21.

2.3.2.8 Pré-dimensionamento das sapatas

Segundo a NBR 6122:2022 Projeto e execução de fundações (ABNT, 2022), as sapatas são definidas como um elemento estrutural de fundação rasa responsável por transmitir as cargas resultantes da superestrutura para o solo por meio de tensões uniformemente distribuídas sob a base da fundação.

Por se tratar de uma fundação rasa, é exigível que o solo da fundação seja capaz de se manter coeso sob a ação de carregamentos concentrados, não apresentando rearranjo interno (Pereira, 2020). Não obstante, Silva (2022) indica que sapatas sejam executadas somente em regiões em que o solo apresenta um valor de SPT de, no mínimo, 8 golpes para os três primeiros metros.

Segundo o engenheiro da empresa Level, o solo argiloso, conforme é o caso, por ser denso e se aglutinar com facilidade, torna-se resistente quando bem compactado e permitiu o uso de fundações rasas, tais como sapatas. Tendo isso em vista, ele adotou as sapatas como elementos de fundação, estabelecendo uma profundidade de assentamento de 1,50m, em consonância com a exigência mínima da NBR 6122:2022.

A empresa possui uma planilha de pré-dimensionamento da seção em planta das sapatas que utiliza o método dos balanços iguais, amplamente estudado na disciplina de Fundações, considerando uma tensão admissível no solo de 200 kN/m², informada pelo engenheiro responsável diante da sondagem do solo argiloso. Segundo Bastos (2019), o método dos balanços iguais é adequado quando a maior dimensão da sapata é inferior ou igual a 2,5 vezes sua menor dimensão, havendo a necessidade de se balancear proporcionalmente as dimensões em planta dos pilares e da sapata que deseja pré-dimensionar. A planilha da empresa utiliza, como pré-dimensionamento, a igualdade apresentada pela Equação 7:

$$A - B = a_0 - b_0, \quad (7)$$

em que A e B são a maior e menor dimensão em planta da sapata; e a_0 e b_0 são a maior e menor dimensão do pilar em planta, ambos em respectiva ordem.

Conhecendo-se as dimensões de a_0 e b_0 , é necessário estabelecer uma relação entre A e B a fim de se solucionar a Equação 7. O produto entre A e B , ou seja, a área da sapata, pode ser calculada de acordo com a Equação 8:

$$AB = \frac{\alpha \cdot N_k}{\sigma_s}, \quad (8)$$

sendo α um coeficiente que leva em consideração o peso próprio do tipo de sapata adotada (flexível ou rígida); N_k o esforço característico solicitante; e σ_s a tensão admissível do solo.

Para a elaboração deste projeto de fundação todas as sapatas foram consideradas rígidas. Segundo conhecimentos adquiridos na disciplina de Fundações, é razoável adotar um valor α igual a 1,1 para as sapatas rígidas, isto é, considera-se uma estimativa de peso próprio igual da sapata igual a 10% do esforço característico solicitante; caso o comportamento da sapata houvesse sido adotado como flexível, um valor de α igual a 1,05 seria mais apropriado, devido à redução de peso próprio. A classificação de uma sapata em rígida ou flexível depende de algumas características. O Quadro 25 compila algumas diferenças entre esses dois tipos de comportamento, rígido e flexível, para as sapatas.

Quadro 25 – Comparativo entre sapatas rígidas e flexíveis

Sapata flexível	Sapata rígida
Utilizada em fundações sujeitas a pequenas cargas, em solos com tensão admissível abaixo de 0,15MPa	Utilizada em terrenos com boa resistência em camadas próximas da superfície
Trabalham à flexão nas duas direções ortogonais, sendo dimensionadas ao momento fletor e à força cortante	Dimensionada à flexão da mesma forma que as sapatas flexíveis com razoável precisão; deve-se verificar a tensão de cisalhamento, sobretudo, na ruptura por compressão diagonal do concreto na região de ligação com o pilar
É necessária a verificação quanto à punção	A verificação da punção é desnecessária
Maior deformabilidade sob carregamentos	Menor deformabilidade sob carregamentos

Fonte: Adaptado de Bastos (2019).

Diante das informações do Quadro 25, depreende-se o motivo da escolha pelo comportamento rígido: as sapatas serão menos deformáveis, mais seguras e menos sujeitas aos efeitos de punção. Segundo a NBR 6122 (ABNT, 2022), uma sapata é rígida quando, matematicamente, a altura h da sapata satisfaz a desigualdade da Equação 9.

$$h \geq \frac{A - a_0}{3}, \frac{B - b_0}{3} \quad (9)$$

Após o engenheiro da empresa me apresentar a planilha e me explicar como deve ser feita a entrada de dados, fiz o pré-processamento das dimensões de todas as sapatas, utilizando os esforços da Tabela 1.

Como exemplo, segue o pré-dimensionamento manual, de acordo com o método supracitado, da sapata associada ao pilar P7, o mais solicitado, considerando a sapata como rígida ($\alpha = 1,1$):

$$AB = \frac{1,1 \cdot 150,5kN}{200 kN/m^2} = 0,82775m^2,$$

$$A - B = 0,15m,$$

$$B(B + 0,15) = 0,82775m^2,$$

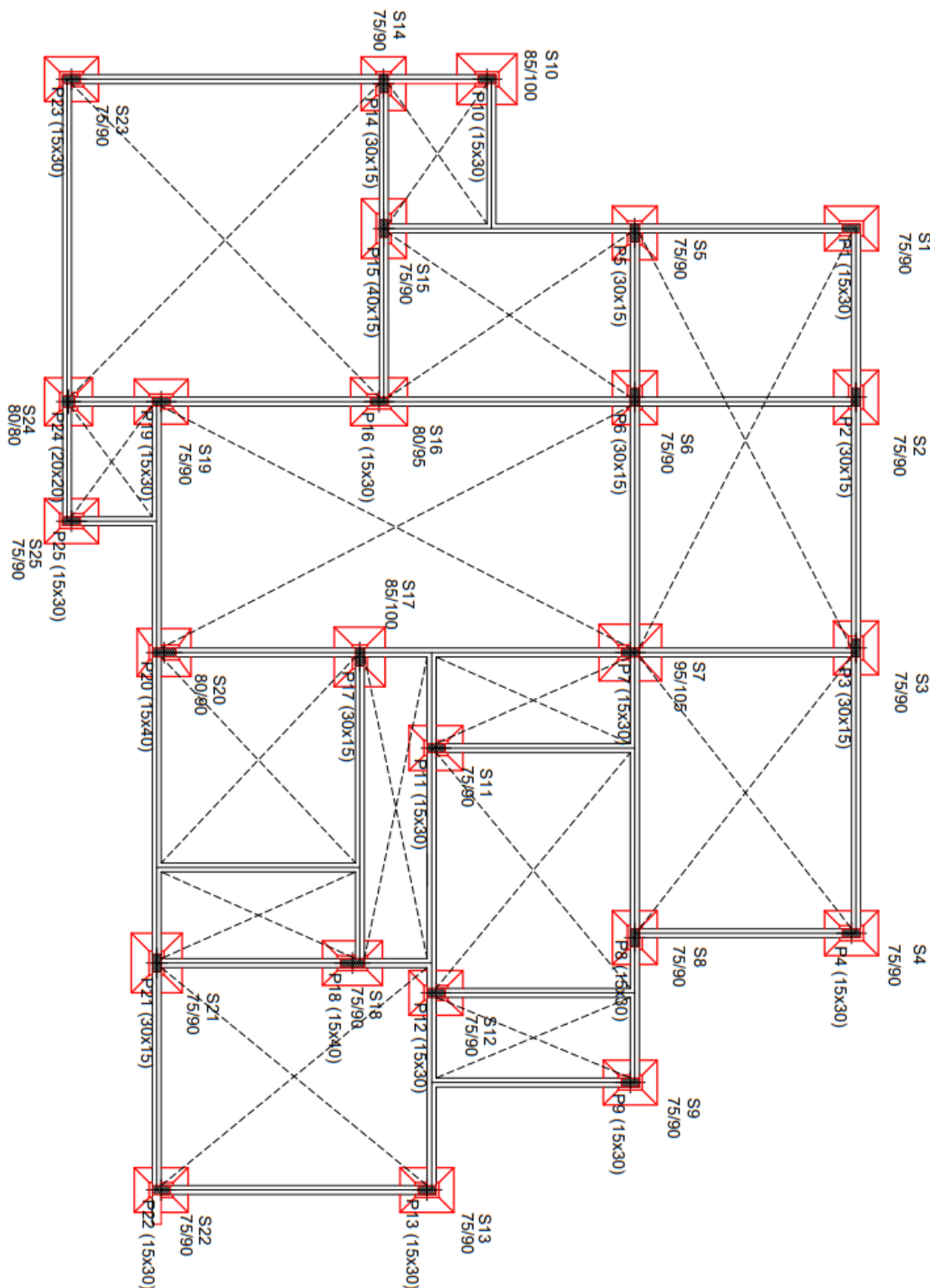
$$B^2 + 0,15B - 0,82775 = 0$$

$$\therefore \begin{cases} A = 100cm \\ B = 85cm \end{cases}$$

Após a planilha processar as dimensões em planta de cada sapata, compartilhei os dados com o engenheiro da Level, que os inseriu ao *software* e, a partir destes, obtive as dimensões computadas finais de cada sapata.

Em seguida, o engenheiro solicitou que, de posse das dimensões por ele calculadas, eu realizasse a disposição das vigas baldrame sob as alvenarias, estabelecendo a conexão com as sapatas isoladas e fornecendo o suporte adequado aos pilares. A Figura 99 ilustra o arranjo de sapatas e vigas baldrame projetado, sendo que para estas foi adotada uma seção de (15x35) cm.

Figura 99 – Disposição dos elementos de fundação



Fonte: Do autor (2023).

Conforme estudado em Fundações, as demais dimensões das sapatas podem ser determinadas a partir de restrições normativas e metodologias de cálculo apropriadas. A NBR 6118 (ABNT, 2023) exige uma verificação de rigidez da sapata em ambas as direções principais e a determinação do comprimento de ancoragem dos pilares associados. Uma forma conservadora de estimar o comprimento de ancoragem dos pilares pode ser feita em função do diâmetro da armadura longitudinal, como representado no Quadro 26, supondo condições de boa aderência e aço CA-50.

Quadro 26 – Comprimento de ancoragem básico em função do diâmetro longitudinal

Concreto	Sem gancho	Com gancho
C20	44 ϕ	31 ϕ
C25	38 ϕ	26 ϕ
C30	33 ϕ	23 ϕ
C35	30 ϕ	21 ϕ
C40	28 ϕ	19 ϕ
C45	25 ϕ	18 ϕ
C50	24 ϕ	17 ϕ

Fonte: Adaptado de Bastos (2019).

Além disso, é necessário estabelecer uma restrição quanto à altura útil mínima de cada sapata, a qual pode ser feita aplicando-se o método das bielas que, segundo Bastos (2019), se resume no cálculo de uma sapata rígida por meio da análise de transferências de carga ao solo através de bielas de concreto comprimido distribuídas ao longo do elemento estrutural.

Para determinar a altura total da sapata, comentei, na mesma planilha, o menor valor de cada uma das três condições restritivas, cuja formulação é apresentada na Equação 10, e adotei o maior dentre eles:

$$h = \max \left(\underbrace{l_{b,p} + c}_{\text{ancoragem}}, \underbrace{\frac{A - a_0}{3}; \frac{B - b_0}{3}}_{\text{condição de existência de sapata rígida}}, \underbrace{1,44 \sqrt{\frac{1,96 \cdot F_z}{0,85 \cdot f_{ck}}}}_{\text{verificação quanto ao puncionamento}} + 0,04 \right), \quad (10)$$

sendo:

- $l_{b,p}$ o comprimento de ancoragem do pilar;
- c o cobrimento da sapata, 2,5cm;
- F_z o esforço característico vertical máximo solicitante; e
- f_{ck} a resistência característica do concreto à compressão.

A Equação 10 constitui-se de 3 termos:

- O primeiro se certifica de que a altura da sapata permite a ancoragem da armadura de espera do pilar;
- O segundo verifica se, efetivamente, a escolha do comportamento da sapata como rígido é verdadeira;
- O terceiro termo é uma condição necessária para garantir a segurança ao funcionamento. Para isso, a altura útil da sapata deve respeitar a condição estabelecida na Equação 11:

$$d \geq 1,44 \sqrt{\frac{\gamma_f F_z}{0,85 f_{cd}}}, \quad (11)$$

em que d é a altura útil da sapata; γ_f o coeficiente ponderador de ações; e f_{cd} a resistência de cálculo do concreto. Tomando $\gamma_f = 1,4$ e $f_{cd} = f_{ck}/1,4$, chega-se à formulação do terceiro termo da Equação 10. Tratando-se da altura útil, o acréscimo de 0,04 refere-se à estimativa da distância do centroide da armadura da segunda camada da sapata à sua borda mais solicitada.

Para um diâmetro de armadura longitudinal de 10mm para os pilares e, considerando a maior seção transversal de pilar e sapata dimensionados, a planilha apresenta o resultado da Equação 12:

$$h = \max \left[(28,5cm), (25cm; 25cm), (0,014\sqrt{F_z} + 0,04) \right]. \quad (12)$$

Nenhum valor de F_z da Tabela 1 é capaz de tornar o terceiro termo da Equação 12 dominante em relação aos outros dois e, portanto, a altura da aba da sapata (h_0) terá como restrição 20cm de altura. Compartilhei esses dados com o projetista da

empresa, conforme ele me havia solicitado, e foram determinadas as alturas finais totais de cada sapata iguais a 40cm.

2.3.2.9 Avaliação do estado limite de serviço – ELS

Por ELS entende-se um estado estrutural, local ou global, diretamente associada à durabilidade e funcionalidade das estruturas, à sua estética e, sobretudo, ao conforto, comodidade e sensação de segurança de seu usuário (SOUZA; SILVA, 2017). A NBR 6118 (ABNT, 2023) estabelece vários estados limite de serviço, dentre os quais dois são dominantes para os fins da análise deste projeto: estado limite de abertura de fissuras (ELS-W) e estado limite de deformações excessivas (ELS-DEF).

O ELS-W considera o tipo de concreto (armado ou protendido) e a classe de agressividade do meio como fatores limitantes às exigências de fissuração. Para uma edificação executada em concreto armado, em uma região de classe de agressividade ambiental CAA II, para fins de durabilidade a abertura máxima de uma fissura não pode exceder 0,30mm, conforme consta no Quadro 27.

Quadro 27 – Exigências de durabilidade quanto ao ELS-W

Tipo de concreto estrutural	Classe de agressividade ambiental (CAA) e tipo de protensão	Exigências relativas à fissuração	Combinação de ações em serviço a utilizar
Concreto simples	CAA I a CAA IV	Não há	–
Concreto armado	CAA I	ELS-W $w_k \leq 0,4$ mm	Combinação frequente
	CAA II e CAA III	ELS-W $w_k \leq 0,3$ mm	
	CAA IV	ELS-W $w_k \leq 0,2$ mm	

Fonte: Adaptado da NBR 6118 (ABNT, 2023).

A avaliação do ELS-DEF consiste em limitar as deformações de elementos estruturais em função de aceitabilidades sensoriais e funcionais de uma edificação. As duas situações de análise preponderantes na avaliação do ELS-DEF deste projeto estrutural referem-se à limitação visual de deslocamentos visíveis em elementos estruturais e aos efeitos funcionais e estéticos em paredes. No Quadro 28 estão representados os dois limites de deslocamentos informados, cada qual associado ao seu tipo.

Quadro 28 – Limites para o ELS-DEF

Tipo de efeito	Razão da limitação	Exemplo	Deslocamento a considerar	Deslocamento-limite
Aceitabilidade sensorial	Visual	Deslocamentos visíveis em elementos estruturais	Total	$l/250$
Efeitos em elementos não estruturais	Paredes	Alvenaria, caixilhos e revestimentos	Após a construção da parede	$l/500$ ^c e 10 mm e $\theta = 0,0017$ rad ^d

Fonte: Adaptado da NBR 6118 (ABNT, 2023).

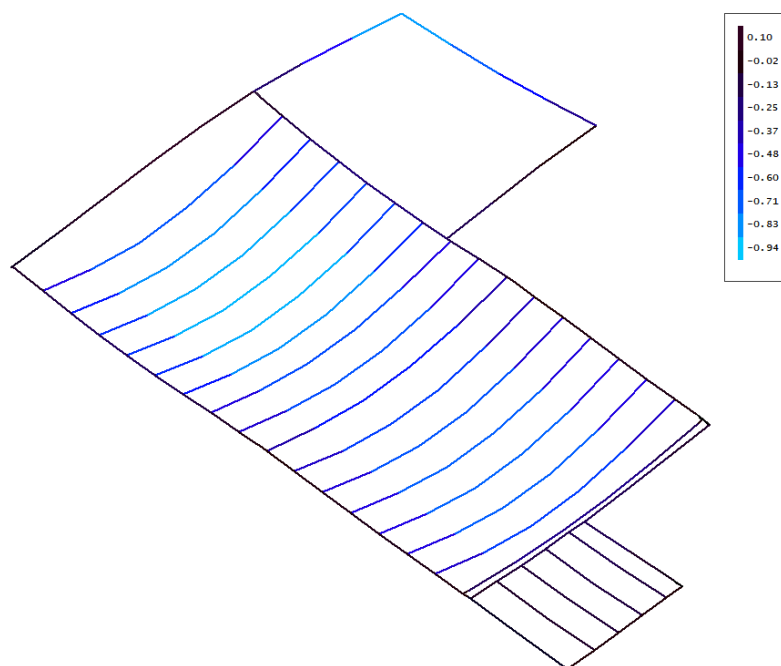
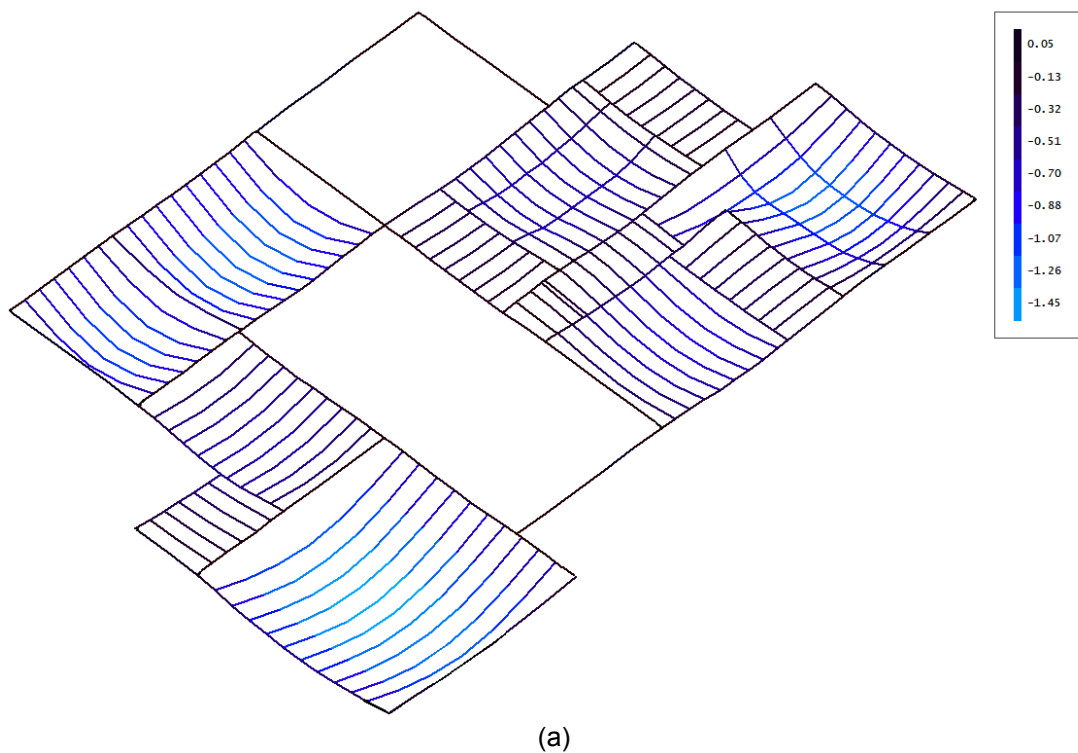
Para fazer a análise deformada dos elementos estruturais, processamos previamente as armaduras de todos os elementos e, em seguida, fizemos a discretização em grelha não-linear dos planos da estrutura. Fui orientado pelo engenheiro a utilizar a grelha linear somente para visualização rápida dos diagramas de esforços e nunca a utilizar para fazer a análise deformada dos elementos estruturais.

Conforme ele me explicou, embora a análise por grelha linear seja mais rápida para obter esforços e deslocamentos, não deve ser usada para o segundo caso devido à sua incapacidade de representar as não linearidades físicas e geométricas de cada elemento. A grelha não-linear é capaz de considerar simultaneamente a fissuração do concreto e a presença de armaduras, utilizando um excelente refinamento das relações momento-curvatura (BRUM, 2021). Ademais, segundo o mesmo autor, com a grelha não-linear consegue-se estimar com certo grau de segurança o comportamento da relação tensão-deformação dos elementos estruturais ao longo do tempo, uma vez que a grelha não linear também prevê a fluência, ou seja, o aumento na flecha ao longo do tempo com o elemento sob a ação de cargas permanentes

Durante a análise da grelha não-linear, avaliamos as flechas e deslocamentos dos elementos estruturais, incluindo vigas e lajes, de acordo com os parâmetros normativos da NBR 6118:2023. Foi verificado que todos os pavimentos do edifício apresentaram resultados dentro dos limites aceitáveis para deformações e limites de fissuração. Além disso, ao analisar os deslocamentos dos elementos de vedação, não foram identificados deslocamentos excessivos, conforme os valores de referência estabelecidos no Quadro 28 adaptado da NBR 6118:2023.

As Figuras 100a e 100b mostram as deformações das lajes e vigas analisadas por grelha não-linear no ELS-DEF, considerando a combinação quase-permanente.

Figura 100 – Flechas no ELS-DEF: (a) Conjunto 1; (b) Conjunto 2



Fonte: Do autor (2023).

Adicionalmente ao recurso gráfico, plotei as relações de deslocamento de cada elemento estrutural, as quais são reunidas nas Tabelas 2 e 3, sendo o vão exibido na Tabela 2 aquele em que ocorre o máximo deslocamento.

Tabela 2 – Deformações nas vigas

Viga	L (cm)	f. máx. (cm)	f. lim (cm)
V1	420	-0,14	1,68
V2	477,5	-0,30	1,91
V3	246,3	-0,47	0,98
V4	410	-0,24	1,64
V5	238,8	-0,03	0,95
V6	505	-0,39	2,02
V7	520	-0,26	2,08
V8	531,3	-0,29	2,13
V9	538,8	-0,56	2,15
V10	416,3	-0,47	1,67
V11	423,8	-0,16	1,70
V12	452,5	-0,12	1,81
V13	120	-0,11	0,48
V14	328,8	-0,32	1,31
V15	340	-0,35	1,36
V16	120	-0,26	0,48
V17	355	-0,03	1,42
V18	320	-0,25	1,28
V19	328,8	-0,14	1,31
V20	328,8	-0,17	1,31
V21	437,5	-0,36	1,75
V22	260	-0,85	1,04
V23	160	-0,18	0,64
V24	412,5	-0,18	1,65
V25	191,3	-0,02	0,77
V26	423,8	-0,21	1,70
V27	158,8	-0,09	0,64
V28	448,8	-0,27	1,79
V29	340	-0,78	1,36

Fonte: Do autor (2023).

Tabela 3 – Deformações nas lajes

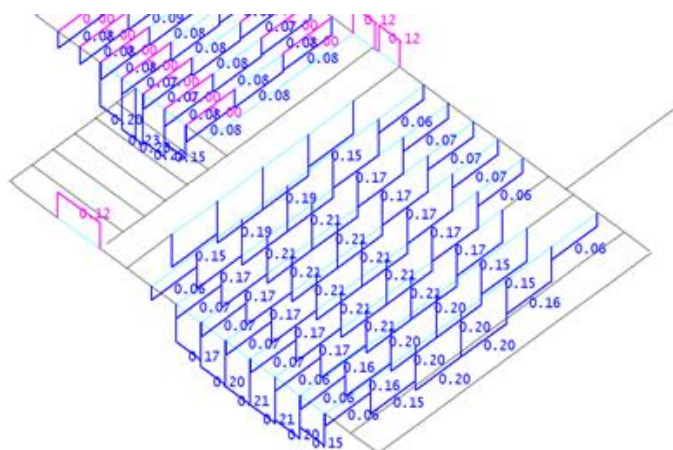
Laje	L (cm)	f. (cm)	f. lim (cm)
L1	355	-1,15	1,42
L2	165	-0,27	0,66
L3	275	-0,51	1,10
L4	145	-0,27	0,58
L5	325	-0,62	0,65 ¹
L6	135	-0,18	0,54
L7	105	-0,06	0,42
L8	105	-0,22	0,42
L9	365	-1,09	1,46
L10	325	-0,81	1,30
L11	145	-0,26	0,58
L12	525	-1,45	2,10
L13	405	-0,94	1,62
L14	155	-0,14	0,62

¹Restrição de $l/500$ devido à presença de alvenaria.

Fonte: Do autor (2023).

Após a verificação do ELS-DEF, analisamos o ELS-W por meio da grelha não-linear com a combinação frequente de serviço, em consonância à NBR 6118:2023. Os parâmetros normativos para este caso exigem uma abertura não superior a 0,30mm, os quais foram satisfeitos pelos elementos estruturais, conforme exemplifica a Figura 101 (dimensões em mm).

Figura 101 – Verificação do ELS-W para a laje de cobertura da garagem



Fonte: Do autor (2023).

Durante a análise não-linear no plano das vigas baldrame não foram observadas quaisquer deformações significativas, como flechas ou aberturas de fissuras de magnitude relevante.

Visto que este projeto trata de uma estrutura com menos de quatro andares, o coeficiente de estabilidade global γ_z não foi verificado. Após a conclusão da análise em grelha não-linear do estado limite de serviço da edificação, a etapa subsequente consistiu no acompanhamento do cálculo das armaduras dos elementos estruturais, a começar pelas lajes.

2.3.2.10 Complementação das armaduras das lajes treliçadas

Segundo Cunha (2012), as treliças constituintes das lajes pré-moldadas podem ser analisadas estruturalmente em três partes: fio superior, o qual trabalha à compressão sob ação de momentos fletores negativos; dois fios inferiores, os quais resistem às tensões de tração provenientes de momentos fletores positivos; e as diagonais, cujas funções são combater o cisalhamento e promover uma perfeita aderência entre os concretos de preenchimento e da base da vigota.

Apesar de a nervura superior colaborar na resistência à compressão, dificilmente, sozinha, é capaz de combater as solicitações de momento fletor negativo. Desse modo, é necessário destinar uma armadura complementar, a ser inserida na obra, para as regiões tanto de continuidade como de bordo (BASTOS, 2019). Às nervuras inferiores, por outro lado, caso estejam sujeitas a um momento fletor inferior ao mínimo, relacionado à fissuração da peça, adota-se para fins de cálculo o momento mínimo, não sendo necessário reforçar a sapata da vigota treliçada quanto à tração.

Com o intuito de avaliar a necessidade das armaduras complementares, solicitei ao *software* de análise que determinasse os momentos fletores mínimos de cálculo. De posse desses resultados, foram dimensionadas automaticamente as seções de aço adicionais requeridas para cada laje, conforme mostrado na Tabela 4.

Tabela 4 – Armaduras adicionais para as lajes

Laje	Momento positivo máximo (kNm/m)	Reforço positivo das sapatas
L1	4,6	2 ϕ 5,0mm
L2	2,7 (mín.)	-
L3	3,0	1 ϕ 5,0mm
L4	2,7 (mín.)	-
L5 ¹	4,6	2 ϕ 5,0mm
L6	2,7 (mín.)	-
L7	2,7 (mín.)	-
L8	2,7 (mín.)	-
L9 ²	5,3	1 ϕ 6,3mm
L10	3,7	1 ϕ 5,0mm
L11	2,7 (mín.)	-
L12	11,1	2 ϕ 6,3mm
L13	6,0	1 ϕ 5,0mm
L14	2,7 (mín.)	-

Obs.: Nas regiões de continuidade e para combater os momentos volventes, quando necessário, foi acrescido 1 ϕ 6,3mm, espaçada por vigota.

¹ Duas linhas de nervura transversal espaçadas de 120cm com 1 ϕ 8,0 cada.

² Duas linhas de nervura transversal espaçadas de 120cm com 1 ϕ 6,3 cada.

Fonte: Do autor (2023).

Além das armaduras negativa e de reforço, foi necessário prever linhas de nervuras para as lajes L5 e L9. Conforme explicado pelo engenheiro responsável da Level, a laje L9, por apresentar geometria variável, possui uma alta variação de rigidez na região de transição entre as áreas retangulares. Apesar de a NBR 6118:2023 não mais exigir a alocação de nervuras transversais para qualquer vão, Cunha (2012) recomenda que se destine nervuras de travamento às lajes de geometria do tipo da L9, a fim de evitar o deslocamento excessivo das vigotas de interface. O mesmo autor explica, ainda, que as nervuras de travamento também são particularmente úteis em casos de lajes com carregamentos linearmente distribuídos de qualquer ordem, podendo se tornar uma solução para a verificação do ELS-DEF.

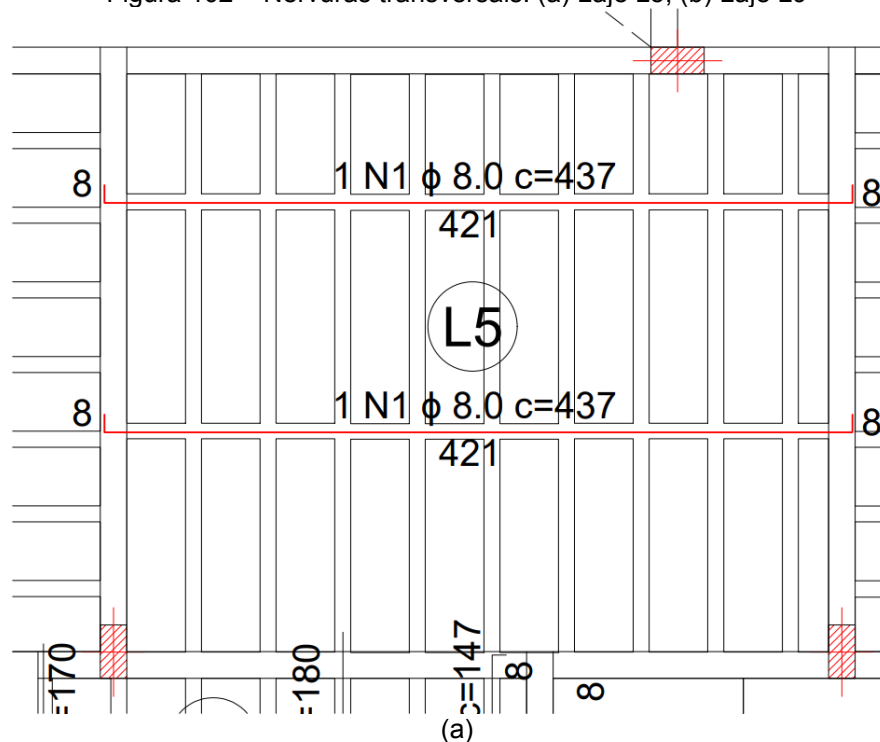
A fim de reduzir os deslocamentos das lajes L9 e L5 e chegar à configuração ilustrada pela Figura 100 – Flechas no ELS-DEF: (a) Conjunto 1, tivemos de destinar duas faixas de nervuras transversais para cada laje. Como a Laje L5 suporta

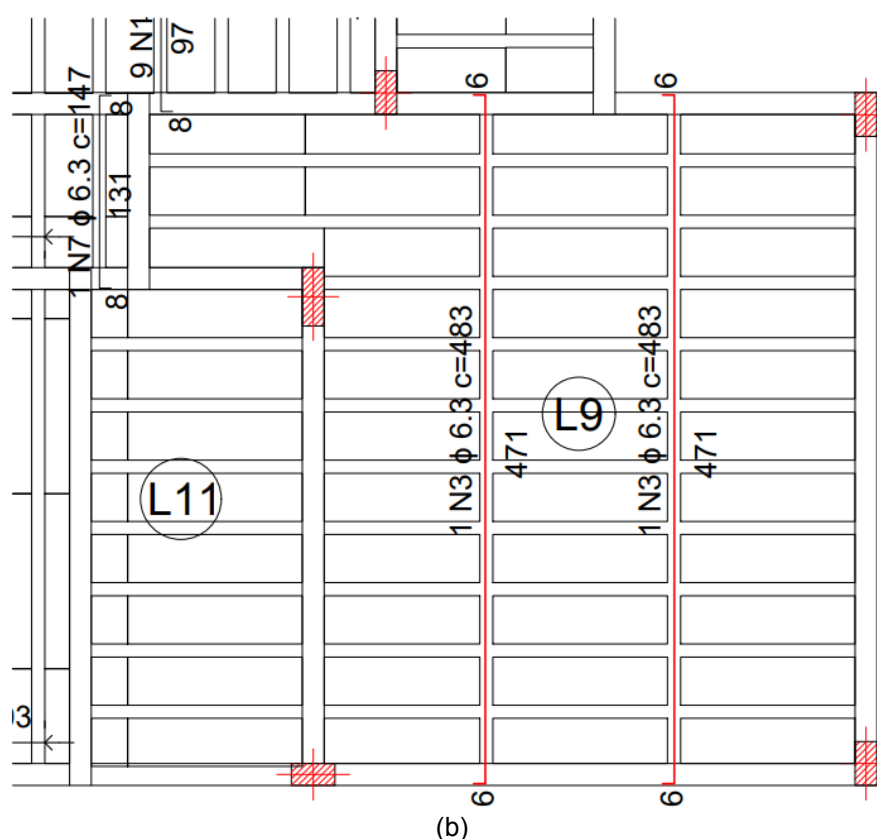
carregamento de alvenaria paralelamente à direção das vigotas treliçadas, há uma alta tendência de deslocamentos sob a região de assentamento da parede. Para tentar solucionar esse problema e restringir o deslocamento no ELS-DEF para 1/500 do vão livre, testamos algumas soluções comumente aplicadas a este tipo de laje.

Primeiramente, tentamos reorientar a laje para melhor distribuir o carregamento de alvenaria, contudo com o aumento de vão livre mantiveram-se deformações acima do limite aceitável; alternativamente, tentamos dispor três vigotas justapostas sob a região de carregamento e, ainda assim, os deslocamentos conservaram-se acima dos critérios normativos da NBR 6118:2023. Por fim, posicionamos duas filas de nervuras perpendiculares ao sentido das vigotas, cada qual contendo uma barra de 8,0mm, chegando ao deslocamento máximo de -0,62cm, conforme Tabela 3 – Deformações nas lajes.

Todas as demais lajes atenderam às solicitações de ELU e ELS com somente a armadura adicional da Tabela 4 – Armaduras adicionais para lajes. As considerações quanto à necessidade de nervuras adicionais para as lajes L5 e L9 podem ser verificadas nas Figuras 102a e 102b.

Figura 102 – Nervuras transversais: (a) Laje L5; (b) Laje L9





(b)
Fonte: Do autor (2023).

Além das armaduras de reforço, deve-se prever às lajes treliçadas uma armadura de distribuição, em formato de malha, responsável por transferir eficientemente os esforços atuantes sobre a capa de concreto às vigotas treliçadas, evitando a concentração de tensões nas regiões inertes da laje (BASTOS, 2019). À vista disso, com a finalidade de controlar a fissuração nas zonas de enchimento e melhorar o comportamento da laje durante a retração do concreto, foi utilizada como armadura de distribuição uma tela eletrossoldada com espaçamento de (20x20) cm e diâmetro de 3,4 mm, usual para lajes de cobertura.

Após o dimensionamento das armaduras complementares das lajes, procedemos à análise das vigas em estado limite último, a fim de determinar sua capacidade de carga e armadura correspondente.

2.3.2.11 Detalhamento das vigas

Com o processamento global da estrutura, é possível gerar relatórios técnicos sobre as condições de carregamento e taxa de armadura de cada elemento estrutural.

A princípio, antes de iniciar a edição das armaduras, sob a supervisão do engenheiro da Level, verifiquei o relatório de vigas, conforme Tabela 5, a fim de estudar o detalhamento proposto pelo *software*. Para os fins deste portfólio, darei ênfase ao dimensionamento das vigas a partir do plano do pavimento térreo, visto que as vigas baldrames demonstraram comportamento regular, não se exigindo quaisquer considerações especiais.

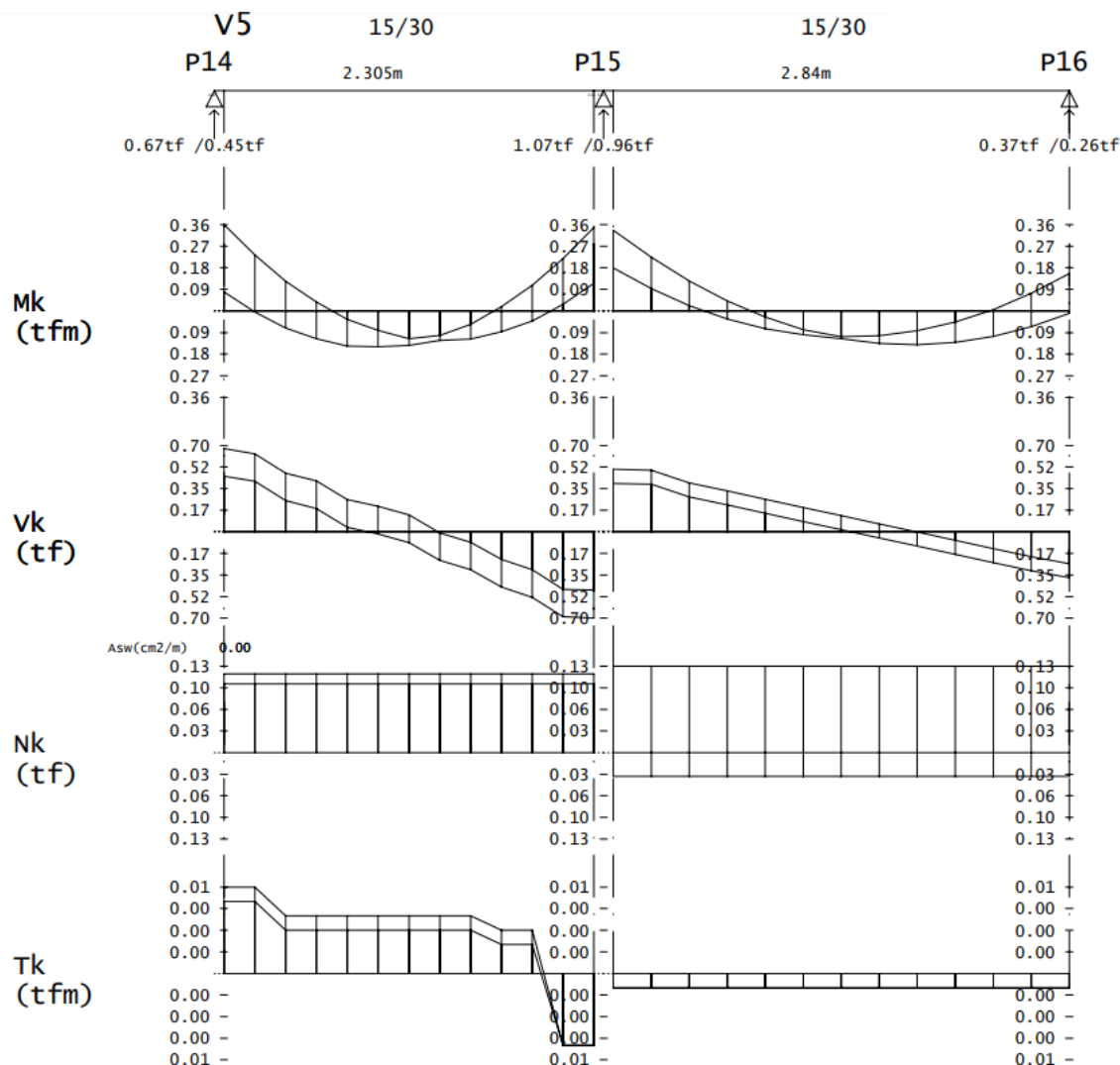
Tabela 5 – Relatório para o dimensionamento das vigas

Viga	L (cm)	Vãos	Seção (cm)	H/L (%)	ρ_s (%)	ρ_{sw} (%)	Taxa de aço (kgf/m ³)	Torção
V1	279.5 a 474.5	3	15X40	8.43 a 14.31	0.26 a 0.52	0.28 a 0.28	50.5	Sim
V2	239.5 a 474.5	4	Com variação	7.12 a 12.53	0.35 a 0.77	0.28 a 0.39	63.9	Sim
V3	250 a 250	1	15X30	12 a 12	0.56 a 0.56	0.39 a 0.39	71.3	Sim
V4	160 a 410	3	Com variação	9.09 a 18.75	0.45 a 0.57	0.28 a 0.39	62.1	Sim
V5	230.5 a 284	2	15X30	10.56 a 13.02	0.42 a 0.92	0.39 a 0.39	86.6	Sim
V6	509.5 a 509.5	1	15X40	7.85 a 7.85	0.46 a 0.66	0.28 a 0.28	62.8	Sim
V7	377 a 517	3	15X40	7.74 a 10.61	0.26 a 0.52	0.28 a 0.28	50.0	Sim
V8	540 a 540	1	15X40	7.41 a 7.41	0.32 a 0.43	0.28 a 0.28	45.0	Sim
V9	166.5 a 542.5	2	Com variação	9.22 a 18.02	0.37 a 0.8	0.22 a 0.39	53.6	Sim
V10	359.5 a 420	2	Com variação	7.14 a 11.13	0.43 a 0.86	0.28 a 0.39	65.0	Sim
V11	171 a 424.5	3	Com variação	9.42 a 17.54	0.33 a 0.57	0.28 a 0.39	55.8	Sim
V12	316.5 a 449.5	3	Com variação	6.67 a 10.68	0.43 a 0.77	0.28 a 0.39	61.9	Sim
V13	120 a 120	1	15X30	25 a 25	0.56 a 0.56	0.39 a 0.39	79.1	Sim
V14	326.5 a 326.5	1	15X30	9.19 a 9.19	0.44 a 0.87	0.39 a 0.39	77.7	Sim
V15	340 a 340	1	15X30	8.82 a 8.82	0.44 a 0.44	0.39 a 0.39	57.0	Sim
V16	120 a 120	1	15X30	25 a 25	0.56 a 0.56	0.39 a 0.39	79.1	Sim
V17	359.5 a 359.5	1	15X40	11.13 a 11.13	0.34 a 0.34	0.28 a 0.28	43.1	Sim
V18	316.5 a 316.5	1	15X30	9.48 a 9.48	0.68 a 0.72	0.39 a 0.39	56.0	Sim
V19	326.5 a 326.5	1	15X30	9.19 a 9.19	0.44 a 0.87	0.39 a 0.39	74.7	Sim
V20	326.5 a 326.5	1	15X30	9.19 a 9.19	0.45 a 0.56	0.39 a 0.39	66.8	Sim
V21	439 a 439	1	15X40	9.11 a 9.11	0.33 a 0.43	0.28 a 0.28	47.5	Sim
V22	267.5 a 424.5	2	15X40	9.42 a 14.95	0.26 a 0.65	0.28 a 0.28	54.9	Sim
V23	107.5 a 160	2	15X30	18.75 a 27.91	0.3 a 0.78	0.39 a 0.39	69.2	Sim
V24	420 a 420	1	15X40	9.52 a 9.52	0.33 a 0.43	0.28 a 0.28	46.9	Sim
V25	199 a 199	1	15X30	15.08 a 15.08	0.56 a 0.56	0.39 a 0.39	74.4	Sim
V26	171 a 424.5	3	Com variação	9.42 a 17.54	0.26 a 0.52	0.28 a 0.39	48.2	Sim
V27	156.5 a 156.5	1	15X30	19.17 a 19.17	0.45 a 0.45	0.39 a 0.39	65.4	Sim
V28	316.5 a 449.5	2	Com variação	8.9 a 9.48	0.33 a 0.57	0.28 a 0.39	54.6	Sim
V29	340 a 340	1	15X30	8.82 a 8.82	0.31 a 0.31	0.39 a 0.39	46.5	Sim

Fonte: Do autor (2023).

A partir deste relatório pudemos verificar algumas situações anormais de taxas de aço e editar as armaduras conforme necessidade prática. Em geral, as vigas apresentaram bom comportamento, com apenas algumas delas apresentando inconsistências na atribuição de armaduras longitudinais. Para exemplificar o que fizemos, vou tomar como exemplo a Viga V5, que apresentou uma taxa de aço de 86,6, conforme Tabela 5.

Figura 104 – Diagramas de esforços da viga V5

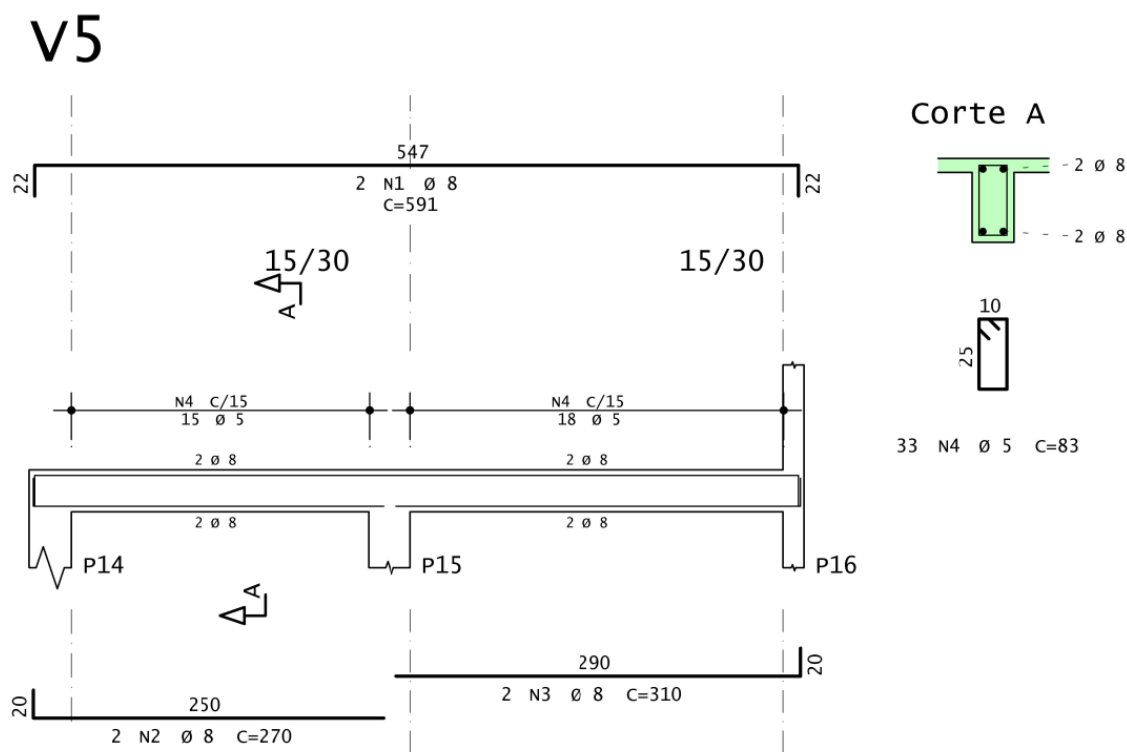


Fonte: Do autor (2023).

Pude observar que o momento negativo de engastamento no pilar P16, aproximadamente igual a -0,18 tfm, ainda que majorado, não justifica, por exemplo, 4 diâmetros de 10mm para tração das fibras superiores. Felizmente, o *software* permite ao seu usuário rearranjar as armações e verificar se a nova configuração é satisfeita nos estados limites últimos para as envoltórias de flexão composta normal e combinação de cortante com torção.

Sob a orientação do projetista da Level, propusemos um arranjo mais adequado das armaduras longitudinais, conforme Figura 105, e submetemos a viga à análise supracitada. O arranjo satisfaz todos os pontos da envoltória, apresentando uma relação entre o esforço solicitante de cálculo e a resistência de cálculo inferior a 1.

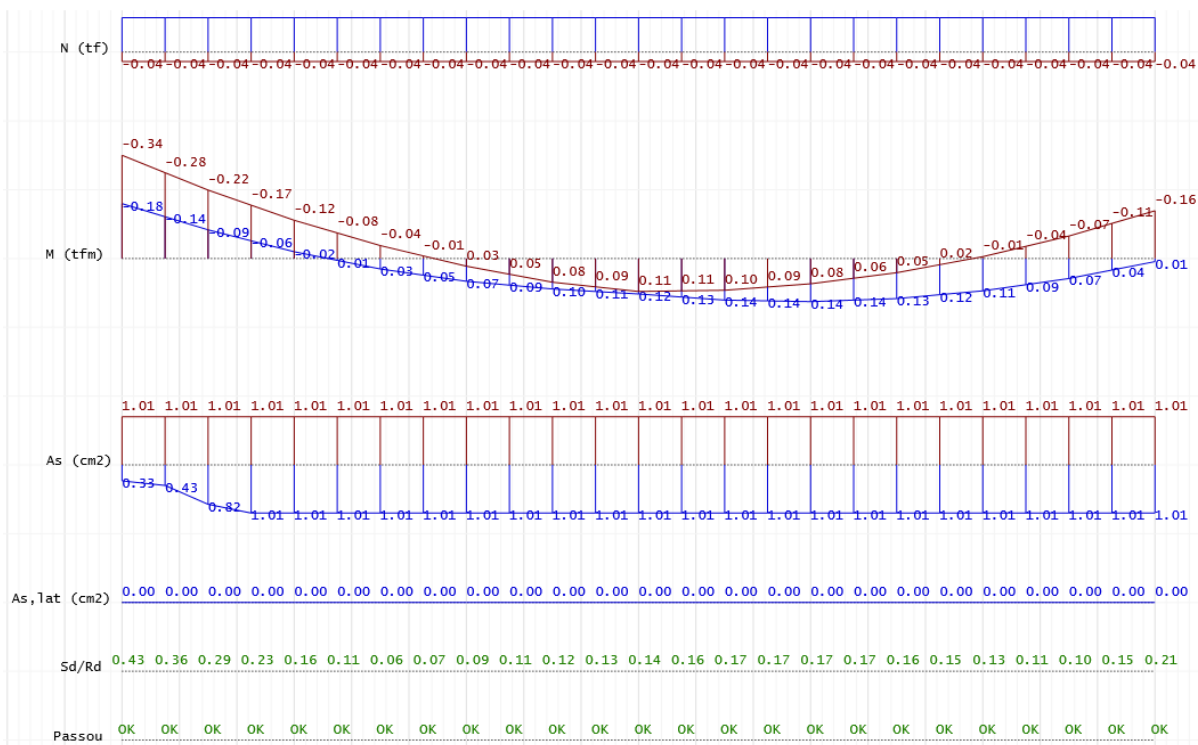
Figura 105 – Edição das armaduras da viga V5



Fonte: Do autor (2023).

Em decorrência de problemas de configuração ou atribuição de instruções ao *software* de cálculo, evidencia-se a importância do conhecimento tanto teórico como prático do engenheiro para contornar esse tipo de situação da melhor forma possível e não superdimensionar a obra – ou, em pior hipótese, não garantir a segurança estrutural do empreendimento. A Figura 106 ilustra o resultado da envoltória para o segundo trecho da viga, o qual exigia inicialmente 4 diâmetros de 10mm.

Figura 106 – Envoltória de flexão composta normal da viga V5, segundo vão

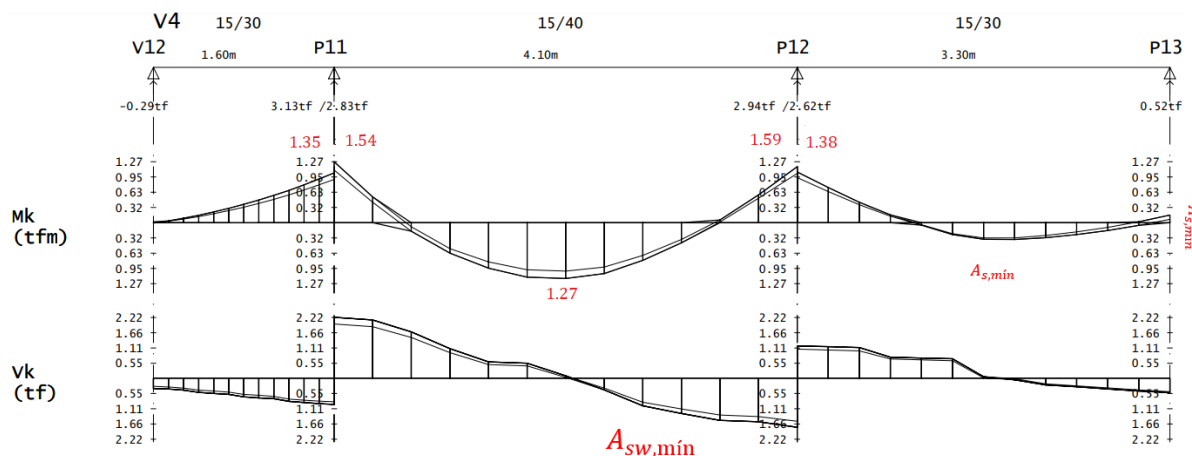


Fonte: Do autor (2023).

Repetimos esse procedimento de análise para todas as demais vigas, verificando a necessidade ou não de reedição das armaduras. De modo geral, para fazer o dimensionamento das vigas, primeiramente solicitamos ao software a envoltória dos diagramas de cada esforço solicitante, segundo os diagramas de estado limite último do pórtico espacial da estrutura, para otimizar o detalhamento das armaduras longitudinais.

Vou trabalhar também a viga V4 nesta seção, agora com maior descrição, para fins reforçar o procedimento seguido para as outras vigas. A Figura 107 apresenta o diagrama de esforços solicitantes (momento fletor e esforço cortante) ao longo da viga V4.

Figura 107 – Envolvória esforços solicitantes da viga V4



Fonte: Do autor (2023).

Os esforços ilustrados pela Figura 107, quando majorados de 1,4, tornam-se as solicitações últimas de cálculo do elemento estrutural, às quais deve-se prever o dimensionamento. Os números destacados em vermelho representam as áreas de aço necessárias para combater a máxima solicitação de cada trecho.

No diagrama de momentos fletores, no último trecho, os momentos positivo e negativo determinam uma área de aço necessária inferior à prescrita pela NBR 6118:2023; deve-se, portanto, adotar a área correspondente à taxa mínima exigível por essa norma.

As armaduras transversais possuirão, também, taxa de armadura idêntica à taxa mínima normativa, uma vez que as forças cortantes relativas aos apoios são insuficientes para gerar grandes tensões inclinadas. Para determinar a área de aço a ser utilizada, fiz a verificação da área de aço fornecida pelo *software*, conforme demonstrado pela Equação 13, relativa às exigências normativas mínimas de armadura:

$$A_{sw,min} = 0,012 \sqrt[3]{f_{ck}^2} \cdot b; \quad A_{s,min} = \rho_{min} A_c, \quad (13)$$

em que $A_{sw,min}$ e $A_{s,min}$ são as mínimas taxas de armadura transversal e longitudinal; b é a largura da viga; ρ_{min} a relação entre as áreas de aço e de concreto; e A_c a área da seção transversal. Substituindo esses valores na Equação 13, cheguei à área

mínima de armadura transversal de $1,54\text{cm}^2/m$. A área de aço longitudinal calculei em função de cada seção sabendo que $\rho_{\min} = 0,15\%$ para a classe de concreto C25.

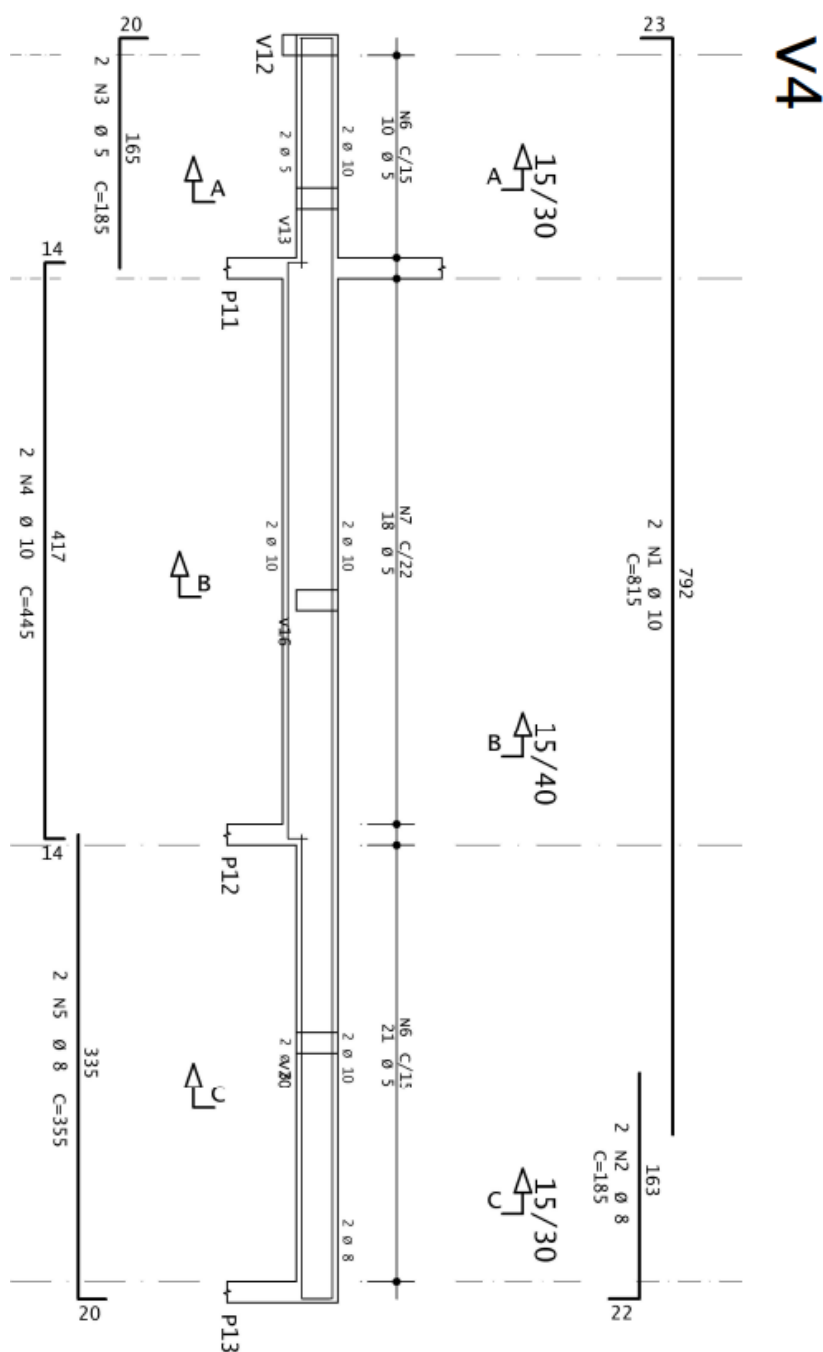
Conforme estudado em Concreto Armado I, a funcionalidade de uma viga de concreto armado depende de três fatores cruciais: as armaduras longitudinal e transversal, e a aderência entre o aço e o concreto. Segundo Silva (2017), as armaduras longitudinais são responsáveis por resistir majoritariamente aos esforços de tração, enquanto as armaduras transversais, como os estribos, são projetadas para fornecer estabilidade e resistência contra os esforços de cisalhamento.

A eficiência desse sistema, entretanto, só é garantida quando há uma adequada aderência entre as barras de aço e o concreto. Para garantir uma transmissão eficiente de esforços entre o aço e o concreto, evitando deslizamentos indesejados que comprometeriam a capacidade estrutural da viga, deve-se prever um comprimento de ancoragem, utilizando, quando necessário, ganchos quando o comprimento reto efetivamente disponível for insuficiente em relação ao calculado (BRUM, 2021).

Para os detalhamentos, fui orientado a utilizar um diâmetro de 5,0mm para todos os estribos, garantindo uniformidade no dimensionamento. Além disso, foi definida uma seção mínima de aço longitudinal estrutural de 8mm, cujo par é suficiente para atender à armadura mínima, quando não é viável fazer traspasse com diâmetros inferiores. No que se refere ao diâmetro do aço utilizado com a função de porta-estribos, foi escolhido o mesmo diâmetro dos estribos, ou seja, 5mm.

Com base no estudo dos diagramas de momento fletor, utilizei-os como referência para realizar a edição do detalhamento de cada viga, conforme me orientou o projetista da Level. O detalhamento longitudinal da viga V4 é apresentado na Figura 108.

Figura 108 – Detalhamento longitudinal: Viga V4

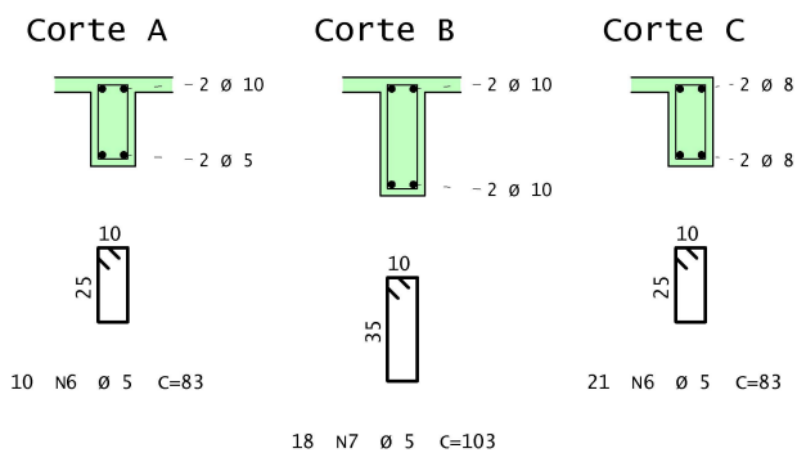


Fonte: Do autor (2023).

Uma observação relevante acerca da Figura 108 diz respeito às vinculações da viga V4, que recebe três vigas de apoio. É notável que não houve necessidade de aumentar a taxa de estribos nas regiões de apoio, uma vez que a taxa de armadura calculada excedeu os requisitos de armadura de suspensão para cada segmento.

Para finalizar o detalhamento de cada viga, fizemos o detalhamento transversal de cada trecho, conforme exemplificado pela Figura 109. Assim como a viga V4, todas as demais vigas apresentaram uma relação entre a força cortante solicitante de cálculo e a força cortante resistente relativa à ruína das diagonais comprimidas de concreto inferior a 0,67. Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2023), nessas condições, pode-se adotar para espaçamento entre estribos 60% da altura útil da seção transversal contanto que não se ultrapasse 30cm. Para as seções (15x30) cm e (15x40) cm foram adotados, respectivamente, espaçamentos de 15 e 22cm.

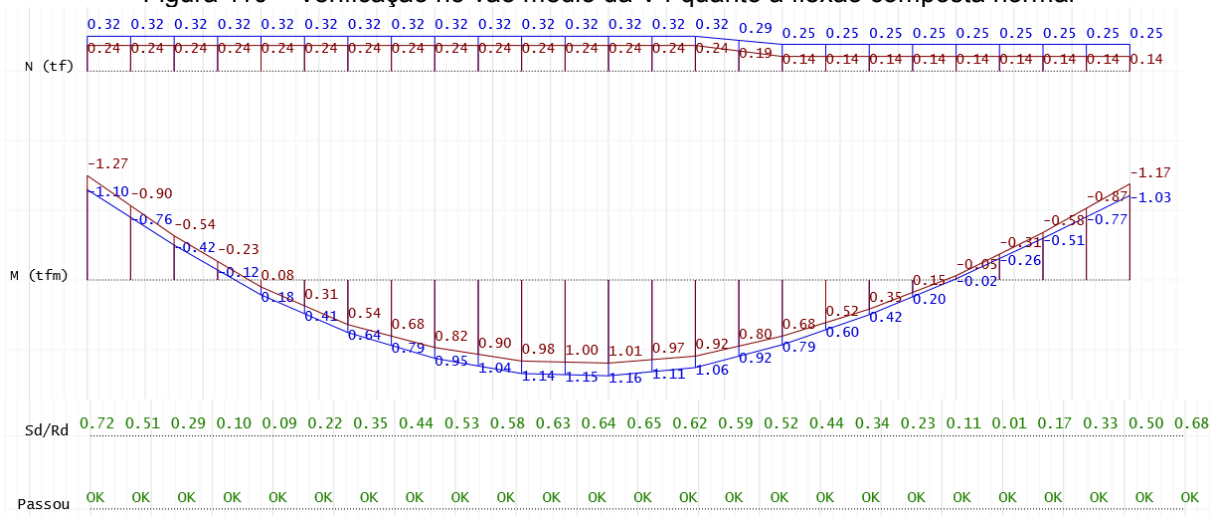
Figura 109 – Detalhamento transversal da viga V4



Fonte: Do autor (2023).

Conforme fui instruído, após realizar as modificações nos detalhamentos de cada viga, tomei medidas para garantir a adequação da nova disposição estrutural em relação ao ELU. Para obter uma validação precisa, recorri a um processamento que conduziu verificações nas envoltórias referentes à flexão composta normal e à combinação de força cortante com torção, ilustrado pela Figura 110.

Figura 110 – Verificação no vão médio da V4 quanto à flexão composta normal



Fonte: Do autor (2023).

Um método prático que utilizamos para verificar se as armaduras propostas pelo *software* no detalhamento estavam coerentes, sem abundância desnecessária em alguns trechos, foi uma planilha de dimensionamento desenvolvida pela empresa. Para um uma mesma seção transversal e um mesmo f_{ck} , é possível construir uma tabela que relaciona o momento solicitante de cálculo a uma área de aço necessária.

É importante destacar que essa planilha não deve ser usada em substituição ao método a partir do qual o *software* de cálculo estrutural dimensiona as armaduras. Essas planilhas não levam em consideração os mesmos efeitos que o *software* considera e devem ser utilizadas somente para a comparação da armadura proposta computacionalmente, visto que os desvios apresentados são geralmente de baixa ordem e, quando altos, podem refletir um superdimensionamento de determinado trecho.

Para uma seção transversal de (15x40) cm, com 36,5cm de altura útil e concreto de f_{ck} igual a 25MPa, pode-se produzir a Tabela 6.

Tabela 6 – Área de aço de flexão em função do momento de cálculo

M_d (kNcm)	A_s (cm ²)
0 - 1400	0,90
1600	1,04
1800	1,17
2000	1,30
2200	1,44
2400	1,58
2600	1,72
2800	1,85
3000	1,99
3200	2,14
...	...

Fonte: Level Empreendimentos Ltda. (2023).

A Tabela 6 pode ser construída até o momento de 8960kNcm, o qual está associado à necessidade de armadura dupla na seção. A partir dessa condição, seria necessário construir outra tabela que incrementasse a parcela de flexão destinada à área de concreto comprimida.

Após a conclusão bem-sucedida da verificação final das vigas em relação ao ELU ao fim da edição do detalhamento, prosseguimos com o cálculo e detalhamento das armaduras dos pilares.

2.3.2.12 Detalhamento dos pilares

Pilares, de acordo com conhecimentos adquiridos na disciplina Concreto Armado II, são elementos lineares verticais responsáveis por transmitir de forma otimizada a carga dos demais elementos estruturais à fundação. Estão sujeitos, predominantemente, a esforços de compressão provenientes de lajes, vigas e peso próprio. Globalmente, além desses esforços, um pilar também está sujeito à ação de carregamentos transversais, provenientes do vento, e dos efeitos de segunda ordem, tanto globais como locais, os quais levam a estados de flexão composta oblíqua ou normal (PINHEIRO; SCADELAI, 2005).

Analogamente ao procedimento seguido na visualização do comportamento das vigas, foi exportado o relatório de pilares, conforme ilustra a Tabela 7.

Tabela 7 – Relatório para o dimensionamento dos pilares

Pilar	Lances	Seção (cm)	σ (kgf/cm ²)	ν	λ	ρ	Taxa de aço (kgf/m ³)
P1	1 a 2	15X30	4.5 a 8.6	0.025 a 0.048	16 a 64	0.7 a 0.7	100.8
P2	1 a 2	15X30	12.3 a 14.4	0.069 a 0.081	16 a 68	0.7 a 0.7	100.8
P3	1 a 2	15X30	10 a 13.2	0.056 a 0.074	16 a 64	0.7 a 0.7	100.8
P4	1 a 2	15X30	3.1 a 5.5	0.017 a 0.031	16 a 64	0.7 a 0.7	100.8
P5	1 a 2	15X30	12.3 a 24.6	0.069 a 0.138	16 a 64	0.7 a 0.7	100.8
P6	1 a 3	15X30	6.4 a 25.8	0.036 a 0.144	16 a 64	0.7 a 0.7	97.8
P7	1 a 3	15X30	15.7 a 50.1	0.088 a 0.281	16 a 64	0.7 a 0.7	97.8
P8	1 a 2	15X30	14.1 a 26.2	0.079 a 0.147	16 a 64	0.7 a 0.7	100.8
P9	1 a 2	15X30	4.9 a 11.7	0.027 a 0.066	16 a 65	0.7 a 0.7	100.8
P10	1 a 2	15X30	1.2 a 6.5	0.007 a 0.036	16 a 65	0.7 a 0.7	100.8
P11	1 a 3	15X30	5.4 a 34.2	0.030 a 0.192	16 a 64	0.7 a 0.7	97.8
P12	1 a 2	15X30	13.6 a 27.3	0.076 a 0.153	16 a 64	0.7 a 0.7	100.8
P13	1 a 2	15X30	8.5 a 16.9	0.047 a 0.095	16 a 65	0.7 a 0.7	100.8
P14	1 a 2	15X30	18.6 a 23.9	0.104 a 0.134	16 a 62	0.7 a 0.7	100.8
P15	1 a 2	15X30	8.7 a 19.6	0.049 a 0.110	16 a 65	0.7 a 0.7	100.8
P16	1 a 3	15X30	14.7 a 37.8	0.082 a 0.212	16 a 65	0.7 a 0.7	97.8
P17	1 a 3	15X30	12.8 a 38.3	0.071 a 0.214	15 a 65	0.7 a 0.7	97.8
P18	1 a 2	15X40	9.5 a 18.6	0.053 a 0.104	12 a 65	0.52 a 0.52	112.7
P19	1 a 3	15X30	9.6 a 33	0.054 a 0.185	16 a 64	0.7 a 0.7	97.8
P20	1 a 3	15X40	5.8 a 26.2	0.032 a 0.147	12 a 64	0.52 a 0.52	109.9
P21	1 a 2	15X30	14 a 29.4	0.078 a 0.165	16 a 65	0.7 a 0.7	100.8
P22	1 a 2	15X30	8.5 a 16.4	0.047 a 0.092	16 a 64	0.7 a 0.7	100.8
P23	1 a 2	15X30	13.1 a 15.9	0.073 a 0.089	16 a 64	0.7 a 0.7	100.8
P24	1 a 3	20X20	1.3 a 7.2	0.007 a 0.040	23 a 48	0.79 a 0.79	106.6
P25	1 a 2	15X30	1.6 a 8.8	0.024 a 0.049	16 a 106	0.7 a 0.7	94.2

Fonte: Do autor (2023).

Diferentemente das vigas, na Tabela 7 imediatamente observa-se uma uniformidade da taxa geométrica de aço necessária para cada pilar. Certamente, isso se deve ao fato de que, por se tratar de uma residência térrea, os pilares serão dimensionados satisfazendo a armadura longitudinal mínima, com quatro barras de aço CA-50 de 10mm de diâmetro, conforme exige a NBR 6118:2023.

2.3.2.12.1 Instabilidade de pilares

Conforme o Item 2.1.2.3.1 *Flambagem*, os pilares carecem de uma consideração especial quanto a esse fenômeno, não sendo necessário apenas verificar a resistência à compressão da fibra de concreto mais solicitada. Isso ocorre porque uma peça suscetível à flambagem apresenta uma situação de instabilidade local devido à deslocabilidade lateral induzida. Para melhor descrever como funciona a instabilidade de pilares, é preciso entender como a NBR6118:2023 considera os efeitos adicionais de carregamento nos pilares.

Segundo a NBR6118 (ABNT, 2023), todo pórtico possui, inerentemente, imperfeições geométricas. Essas imperfeições são consideradas, separadamente, em dois grupos: imperfeições globais e imperfeições locais. As imperfeições globais consideram a deslocabilidade dos nós do pórtico; enquanto as imperfeições locais manifestam-se em três situações: (a) tração decorrente do desaprumo do pilar contraventado, (b) falta de retilineidade no pilar e (c) desaprumo do pilar. Todos os efeitos adicionais devidos às imperfeições geométricas, entretanto, podem ser substituídos por um momento fletor mínimo equivalente, denominado momento mínimo de 1ª ordem.

A avaliação quanto à flambagem decorre da necessidade de complementar os efeitos de primeira ordem com os efeitos locais de 2ª ordem, provenientes dos esforços de flexão adicionais provocados pelo deslocamento lateral da seção transversal. De acordo com a NBR6118 (ABNT, 2023), nos itens 15.8.3.2 e 15.8.3.3, para a consideração desses esforços podem ser empregados as seguintes metodologias:

- Método geral: este é o primeiro método apresentado para a consideração dos efeitos de 2ª ordem. Consiste na consideração da relação momento curvatura da seção e, de forma não aproximada, considera a não-linearidade geométrica. Pode ser aplicado em qualquer pilar, com obrigatoriedade para $\lambda > 140$;
- Método do pilar-padrão com curvatura aproximada: aproxima a não linearidade geométrica e considera a não linearidade física a partir de uma equação que aproxima a curvatura na seção crítica. Válido somente quando $\lambda \leq 90$ e a seção do pilar é constante;

- Método do pilar-padrão com rigidez κ aproximada: aproxima a não linearidade geométrica e considera a não linearidade física a partir de uma aproximação da rigidez do pilar. Válido somente quando $\lambda \leq 90$ e a seção do pilar é constante;
- Método do pilar-padrão acoplado a diagramas Momento, Normal, Curvatura: neste método, a rigidez do pilar é obtida graficamente de um diagrama momento – carga normal – curvatura. É válido para $\lambda \leq 140$ e exige a consideração da fluência quando $\lambda > 90$.

Durante minha graduação, na disciplina de Concreto Armado II, aprendi a fazer manualmente o dimensionamento de pilares de concreto armado segundo o método do pilar-padrão com curvatura aproximada. Por essa razão, ao configurar o *software*, solicitei que utilizasse esse mesmo método quando $\lambda \leq 90$, a fim de facilitar possíveis verificações manuais.

Ao analisar a abordagem da NBR6118:2023, depreende-se que a consideração dos efeitos da flambagem em um pilar dependem, fundamentalmente, de seu índice de esbeltez. A fim de melhor explorar esse conceito, demonstrarei manualmente o cálculo do índice de esbeltez máximo apresentado pelo pilar P25, utilizando a Equação 3 apresentada no Item 2.1.2.3.1 *Flambagem*.

$$\lambda_{x1} = \lambda_x = \frac{\sqrt{12}}{30 \text{ cm}} \cdot 450 \text{ cm} \approx 52,0;$$

$$\lambda_{x2} = \lambda_y = \frac{\sqrt{12}}{15 \text{ cm}} \cdot 450 \text{ cm} \approx 104,0.$$

Quando a tendência de flexão é analisada na direção de menor inércia observa-se um índice de esbeltez $\lambda_y \approx 104,0$, exigindo-se, portanto, análise mediante o método do pilar padrão acoplado a diagramas Momento, Normal, Curvatura, com a consideração da fluência. Se a menor dimensão do pilar for aumentada em 5cm, λ_y reduzir-se-á para λ'_y :

$$\lambda'_y = \frac{\sqrt{12}}{20 \text{ cm}} \cdot 450 \text{ cm} \approx 80,0.$$

Dessa forma, para uniformizar os métodos de análise, excetuando considerações adicionais como quanto à fluência, foi sugerido um aumento de 5cm na direção de menor inércia, aumentando a seção transversal deste pilar de (15x30) cm para (20x30) cm, com um índice de esbeltez máximo de 80.

2.3.2.12.2 Processamento das armaduras dos pilares

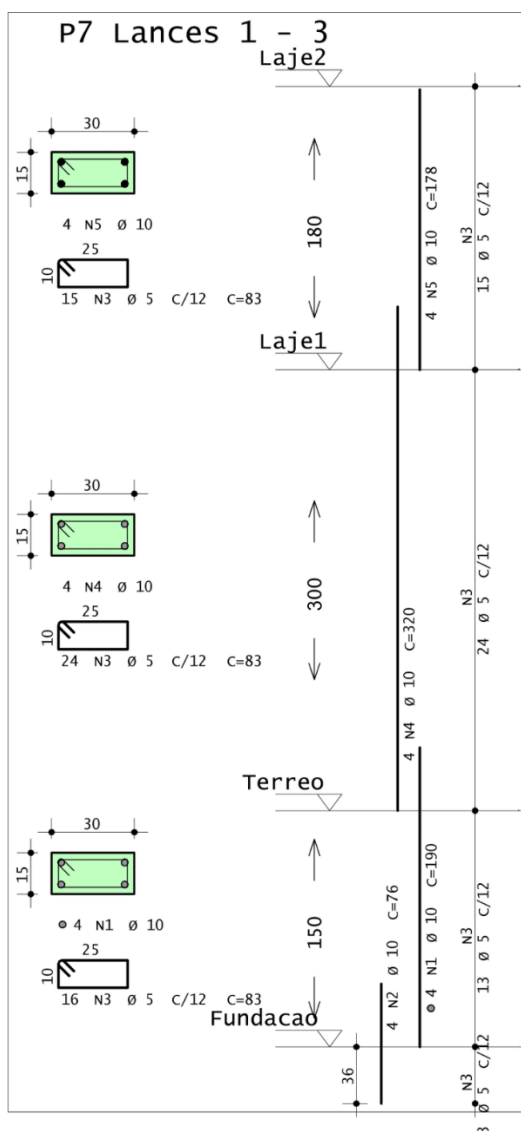
Em geral, durante o detalhamento proposto pelo engenheiro da Level, não pude perceber necessidade significativa de alterações no detalhamento das armaduras transversais e longitudinais dos pilares desta edificação. Todos os pilares puderam ser dimensionados segundo as armaduras limites mínimas exigidas pela NBR 6118:2023. As restrições mínimas quanto às armaduras de pilares, segundo a referida norma, são representadas na Equação 14.

$$\phi_l \geq 10mm; s_t \leq \begin{cases} 20cm \\ \text{menor dimensão da seção transversal} \\ 12\phi_l \text{ (CA 50)} \end{cases}, \quad (14)$$

em que ϕ_l e s_t são o diâmetro longitudinal e o espaçamento transversal, respectivamente.

Sendo a menor dimensão das seções transversais dos pilares igual a 15cm, foi adotado para todos os pilares um espaçamento de 12cm, utilizando estribos de 5mm. Quanto ao comprimento do traspasse, o engenheiro previu um comprimento prático de 40 vezes o maior diâmetro da seção transversal, isto é, 40cm. A Figura 111 demonstra o detalhamento do pilar P7 que, conforme Tabela 7, desenvolveu a maior tensão de cálculo no lance 1.

Figura 111 – Detalhamento longitudinal do pilar P7



Fonte: Do autor (2023).

Após o processamento bem sucedido das armaduras de todos os pilares em relação à etapa final de edição do detalhamento, procedemos à realização do detalhamento dos elementos de fundação.

2.3.2.13 Detalhamento das sapatas

Com o projeto geométrico apresentado no item 2.3.2.8, *Pré-dimensionamento das sapatas*, após serem verificadas as condições de estabilidade do solo subjacente, as sapatas foram submetidas a cinco verificações: tombamento, deslizamento, força cortante, ruptura por compressão na região de apoio do pilar e ruptura por compressão

diagonal. Essas verificações implicam as taxas de aço necessárias apresentadas pela Tabela 8.

Tabela 8 – Relatório para o dimensionamento das sapatas

Sapata	Dimensão (cm)		Rodapé (cm)		Altura (cm)	Verificações	Tensão no solo (kgf/cm ²)		Taxa de aço (kgf/m ³)
	X	Y	X	Y			Máxima	Média	
S1	85	100	20	20	40	OK	0.56	0.35	43.8
S2	80	80	20	20	40	OK	1.01	0.74	48.1
S3	80	80	20	20	40	OK	0.74	0.66	48.1
S4	85	100	20	20	40	OK	0.39	0.24	43.8
S5	80	80	20	20	40	OK	1.38	1.15	48.1
S6	80	80	20	20	40	OK	1.58	1.25	48.1
S7	95	105	20	20	40	OK	1.84	1.49	38.4
S8	80	80	20	20	40	OK	1.53	1.22	48.1
S9	80	80	20	20	40	OK	0.93	0.57	48.1
S10	90	105	20	20	40	OK	0.45	0.26	41.3
S11	80	85	20	20	40	OK	1.81	1.49	46.5
S12	80	80	20	20	40	OK	1.57	1.28	48.1
S13	80	80	20	20	40	OK	1.14	0.81	48.1
S14	80	80	20	20	40	OK	1.31	1.16	48.1
S15	80	80	20	20	40	OK	1.28	0.93	48.1
S16	80	95	20	20	40	OK	1.83	1.53	43.2
S17	90	100	20	20	40	OK	1.89	1.30	42.4
S18	80	90	20	20	40	OK	1.90	1.06	41.2
S19	75	90	20	20	40	OK	1.84	1.48	43.2
S20	80	90	20	20	40	OK	1.67	1.42	41.2
S21	80	80	20	20	40	OK	1.70	1.36	48.1
S22	80	80	20	20	40	OK	1.32	0.79	48.1
S23	80	80	20	20	40	OK	0.95	0.79	48.1
S24	80	80	20	20	40	OK	0.53	0.40	41.4
S25	80	80	20	20	40	OK	0.53	0.45	48.1

Fonte: Do autor (2023).

Os dados necessários ao detalhamento de cada sapata foram obtidos por meio de tabelas de cálculo, conforme exemplifica o Quadro 29, referente ao dimensionamento da Sapata S7.

Quadro 29 – Armaduras calculadas para a Sapata S7

Sentido	Momentos (kNm)		Armaduras (cm ²)		
	M _{sd}	M _{in.}	A _{scalc}	A _{smin,rho}	A _{s nec}
X	24,3	59,4	4,20	5,17	5,17
Y	23,0	54,6	3,60	4,50	4,50

M_{sd}: Momento fletor de cálculo solicitante;
M_{min.}: Menor momento a ser considerado para fins de dimensionamento;
A_{scalc}: Área calculada em função dos momentos solicitante e mínimo; e
A_{smin,rho}: Armadura mínima exigível, calculada por meio da taxa mínima.

Fonte: Do autor (2023).

Observa-se, para esta sapata, que a armadura calculada é inferior à armadura mínima exigida pela NBR 6118:2023. A armadura mínima leva em consideração a taxa de aço em relação à área de concreto (ou seja, ρ_{min} de 15% para f_{ck} de 25MPa) e a área transversal de sapata, variando, portanto, em relação a cada sapata e direção analisada.

Considerando a armadura necessária para cada direção, foram obtidos os dados de detalhamento mostrados no Quadro 30.

Quadro 30 – Armaduras necessárias da Sapata S7

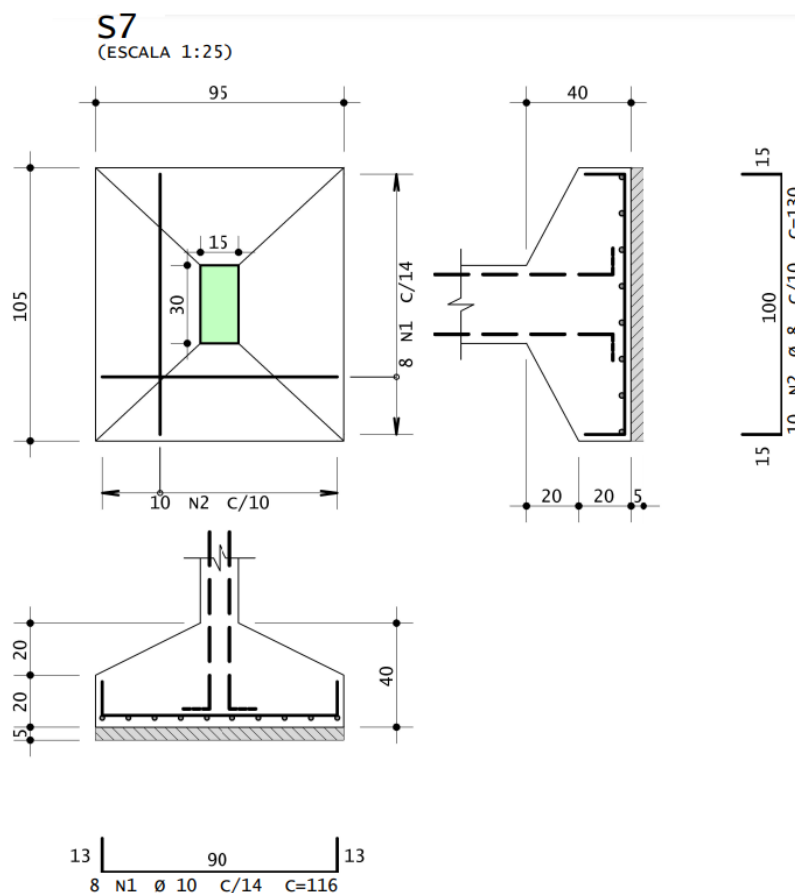
Sentido	Armaduras				
	A _{sdet} (cm ²)	A _{sdet/s} (cm ² /m)	N _φ	φ (mm)	c/ (cm)
X	5,17	4,93	8	10	14
Y	4,50	4,74	10	8	10

A_{sdet}: Área de aço a ser detalhada;
A_{sdet/s}: Taxa de área de aço a ser detalhada;
N_φ: Número de barras; e
c/: espaçamento.

Fonte: Do autor (2023).

De posse dos dados reunidos pelas tabelas de detalhamento de cada sapata, as armaduras desses elementos foram editadas, conforme exemplificado pela Figura 112.

Figura 112 – Detalhamento da Sapata S7



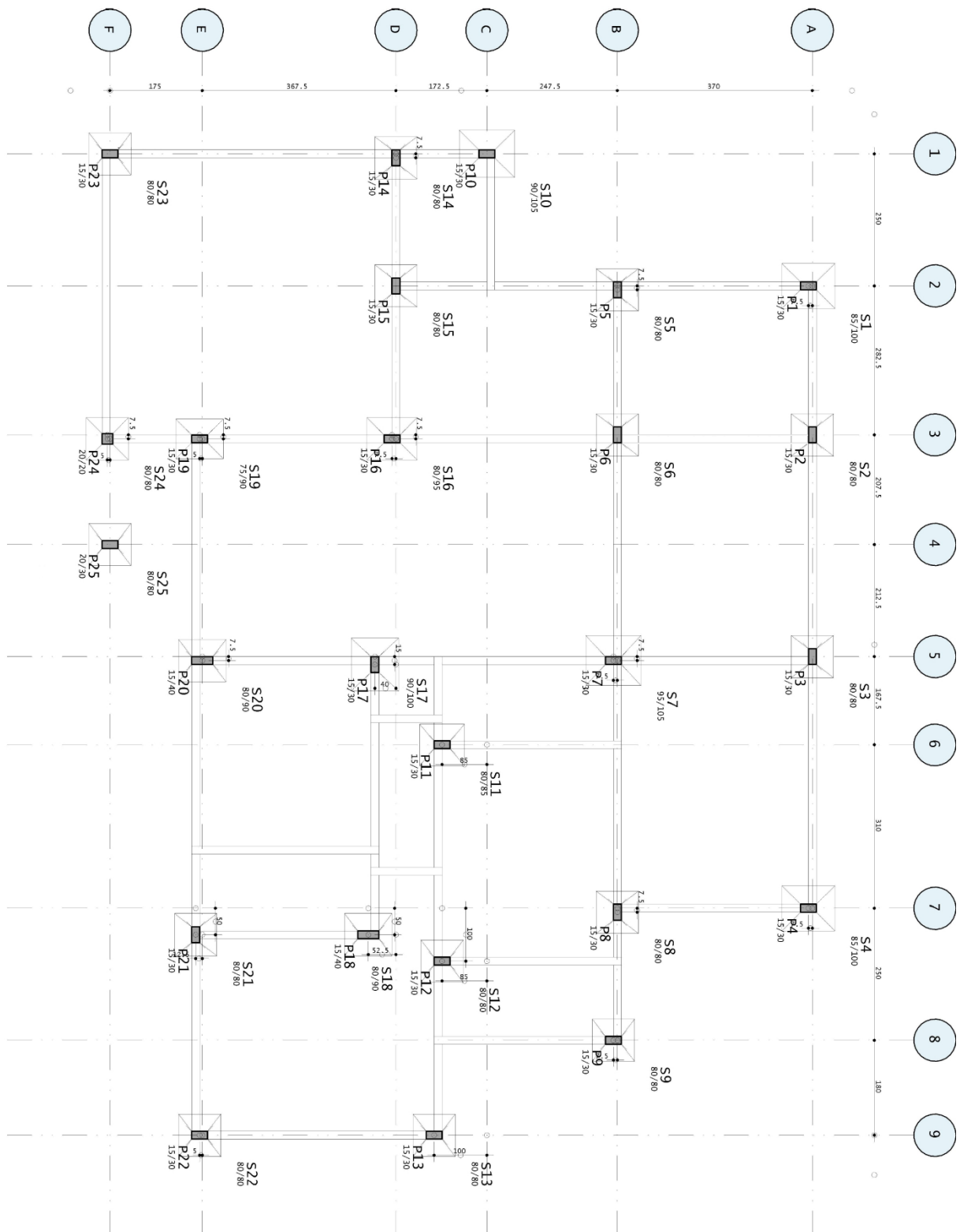
Fonte: Do autor (2023).

Após concluir os desenhos das sapatas, a fase de detalhamento de todos os elementos estruturais foi finalizada e, em seguida, procedemos à geração das plantas a serem encaminhadas para execução na obra.

2.3.2.14 Montagem das plantas

Dentre algumas plantas necessárias, destacam-se: planta de locação dos pilares/fundações, formas cotadas dos pavimentos, cortes e detalhamento das armações de cada elemento. A primeira planta a ser elaborada foi a de locação das sapatas, ilustrada pela Figura 113.

Figura 113 – Planta de locação da fundação



Fonte: Do autor (2023).

Em seguida, foi gerada a planta de forma dos demais pavimentos, similar à da concepção apresentada pelas Figuras 95 e 96 do item 2.3.2.6 *Concepção estrutural*. A diferença consiste no maior detalhamento: a planta de forma gerada é inteiramente cotada e apresenta cortes transversais e longitudinais dos elementos estruturais.

Por fim, concluímos o projeto estrutural da residência com a realização da plotagem em prancha detalhada das armações de todos os elementos estruturais. Essas informações abrangem as armaduras, vigas, pilares, sapatas e o aço complementar das lajes. Por meio desse processo, foi possível apresentar de forma clara todas as especificações necessárias para a execução precisa da estrutura da edificação. Com a finalização dessa etapa, encerro o projeto de forma satisfatória, contribuindo para a implementação de um projeto estrutural sólido e dentro dos parâmetros normativos.

2.3.3 Projeto geométrico de vias urbanas

Durante meu período de estágio na empresa Level Empreendimentos Ltda., concomitantemente ao desenvolvimento do projeto estrutural apresentado, tive a oportunidade de auxiliar na elaboração de alguns projetos de infraestrutura para loteamentos, com enfoque na área de saneamento.

Os projetos das redes de drenagem pluvial, distribuição de água potável e de coleta de esgoto dos quais participei exigem, fundamentalmente, conhecimento do comportamento do perfil longitudinal das vias sob as quais se deseja projetar. Segundo Filho (1998), um projeto geométrico é uma investigação minuciosa da configuração espacial de uma via de tráfego, empregando uma abordagem altamente precisa baseada em estudos topográficos. Essa análise permite a modelagem precisa da via, adequando todos os seus pontos de acordo com os critérios de projeto adotados.

Nesse sentido, meu primeiro passo foi elaborar o projeto geométrico do empreendimento para, então, trabalhar com os demais projetos de infraestrutura.

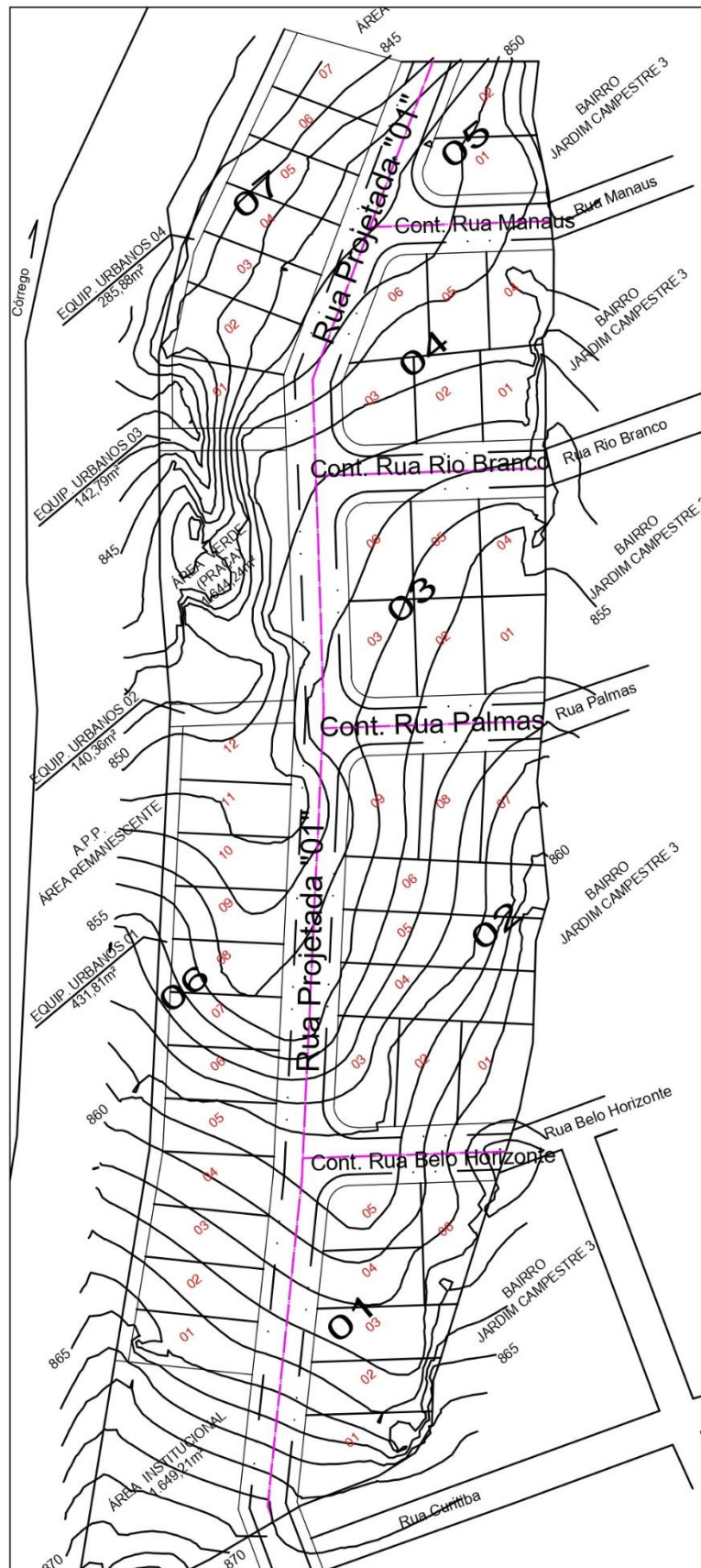
2.3.3.1 Perfil longitudinal natural

O projeto geométrico refere-se à conformação das vias de um loteamento residencial localizado na cidade de Lavras – MG, no bairro Bosque do Madeira, com 48 lotes. Inicialmente, solicitei o projeto urbanístico do loteamento com as cotas topográficas e o levantamento planialtimétrico à arquiteta responsável por sua elaboração. Esse projeto urbanístico observa a Lei Federal 6766/79 (BRASIL, 1979) e a Lei de Parcelamento do Solo, sob a Lei Complementar N°. 155, de 28 de agosto de 2008 (LAVRAS (MG), 2008). Nele contém todas as informações requeridas para a identificação dos lotes, dos desníveis do terreno natural e das áreas destinadas aos equipamentos públicos urbanos e comunitários.

O perfil longitudinal projetado do terreno é determinante para a definição de quais regiões deverão ser realizados os cortes e aterros do terreno natural para se chegar à conformação proposta, respeitando-se as determinações da Lei Complementar n° 419 (LAVRAS, 2020) quanto à inclinação máxima permitida. Além disso, segundo a NBR 8160 Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução (ABNT, 1999), recomendam-se declividades mínimas de 1 e 2% para tubos com diâmetro superior a 100mm e inferior ou igual a 75mm, respectivamente. Quanto à drenagem de águas pluviais, ainda é exigido pela NBR 10844 Instalações prediais de águas pluviais (ABNT, 1989) que os condutores horizontais desenvolvam, sempre que possível, uma declividade uniforme de 0,5%.

A Figura 114 ilustra o projeto urbanístico solicitado com o levantamento planialtrimétrico, com base no qual tracei o eixo médio de cada rua, destacado em magenta, para estudar o comportamento das vias e desenhar seus perfis longitudinais, conforme aprendido nas disciplinas de Topografia I e II. Iniciei o projeto a partir da Rua Projetada 01, a partir da qual se determinam todas as intersecções das demais ruas.

Figura 114 – Projeto urbanístico com o levantamento topográfico



Fonte: Do autor (2023).

De acordo com Blasi *et al.* (2015), o perfil longitudinal consiste na representação gráfica da interseção entre o terreno e a estrada projetada, utilizando uma superfície vertical que engloba o eixo da planta. Essa representação permite visualizar a variação altimétrica ao longo do percurso, fornecendo informações importantes para o projeto e a execução da via. Sabendo disso, tracei o perfil longitudinal da Rua Projetada 01.

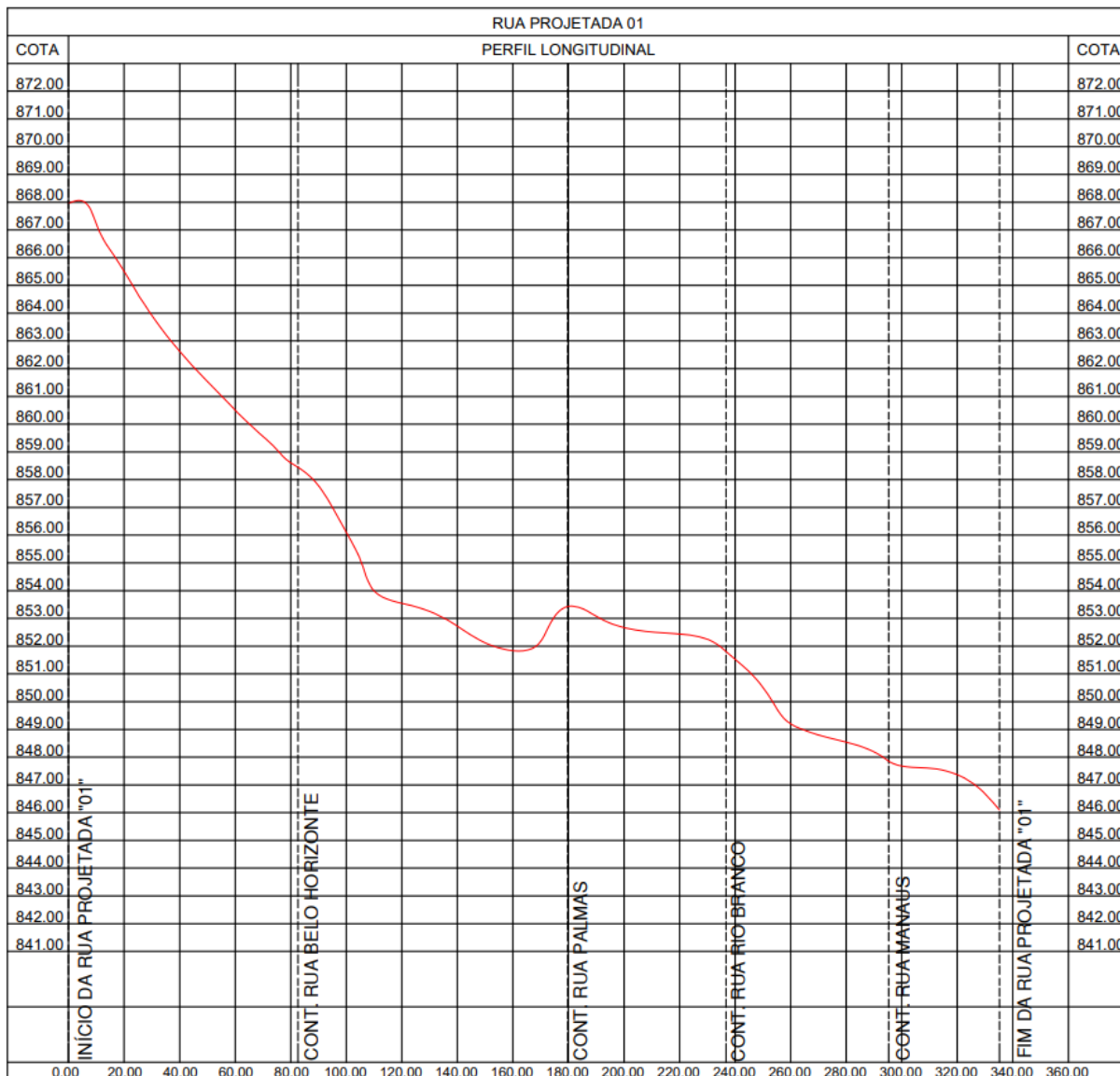
Para executar essa tarefa, procedi com a plotagem dos pontos de intersecção do eixo central de cada direção da via, tanto longitudinal quanto verticalmente. Utilizei uma tabela em escala vertical padronizada, com intervalos de um metro, para obter um maior nível de detalhamento vertical. Em conformidade com os princípios estudados em Estradas I, e segundo o que determina o DNIT ISF-209 (BRASIL, 2015), estabeleci intervalos de 20 metros para o eixo horizontal.

Ao desenhar o perfil longitudinal da Rua Projetada 01, pude identificar algumas características importantes para o projeto e a execução da via. É possível observar, por exemplo, a variação altimétrica ao longo do percurso, o que permite determinar as seções transversais da via e definir as cotas de terraplenagem. Ademais, permite-se identificar trechos com declividades acentuadas, que podem exigir medidas especiais para a compatibilização com os demais projetos de infraestrutura.

Além disso, para o completo entendimento do comportamento da via, foi necessário obter informações completas sobre todas as intersecções entre as ruas, bem como os pontos de início e fim de cada via, a fim de determinar o traçado do perfil projetado. Para isso, identifiquei os nomes e os pontos de intersecção de todas as vias, estabelecendo suas relações de concordância.

A Figura 115 apresenta o perfil longitudinal natural da Rua Projetada 01, conforme descrito nos procedimentos realizados. As retas tracejadas na figura representam as intersecções com outras vias.

Figura 115 – Perfil longitudinal natural



Fonte: Do autor (2023).

De posse do perfil natural longitudinal plotado, subseqüentemente será possível integrar na mesma tabela o perfil longitudinal projetado. Essa análise conjunta permitirá determinar com precisão os locais em que serão necessários cortes e aterros ao longo da via.

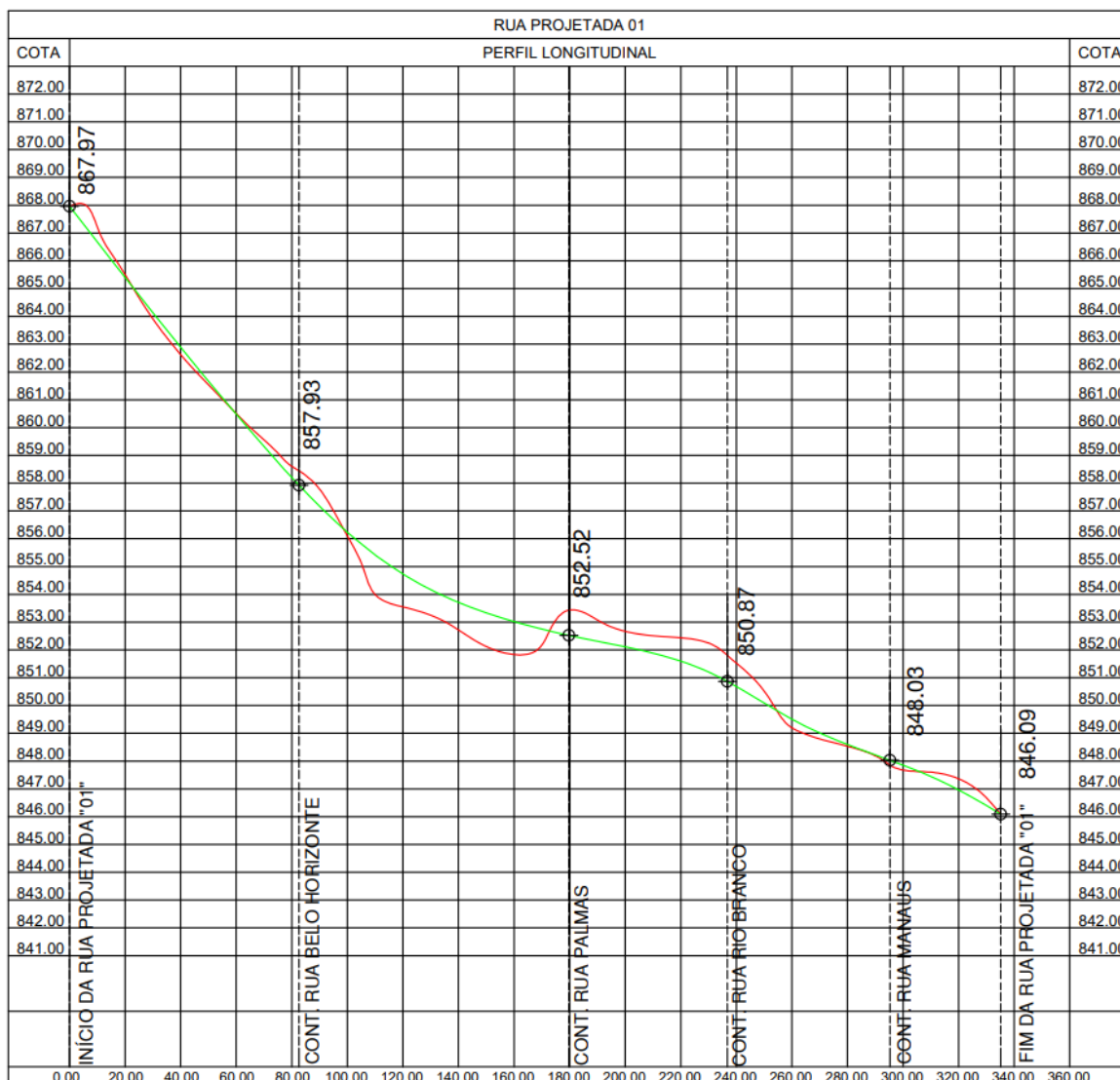
2.3.3.2 Perfil longitudinal projetado

O perfil longitudinal projetado consiste na representação final da via, que é sobreposta ao perfil longitudinal natural na mesma tabela para fins de determinação

da conformação necessária. Conforme mencionado por Filho (1998), apesar de não existir uma normatização relativa a uma forma padrão de traçar o perfil das vias, é de responsabilidade do projetista definir o perfil longitudinal garantindo sua conformidade com as exigências de outros projetos de infraestrutura, definindo com bom senso a necessidade de cortes e aterros a serem executados ao longo da via.

Dessa forma, foi delineada a solução mais adequada para a Rua Projetada 01. Ao sobrepor o perfil longitudinal projetado, representado em verde, ao perfil longitudinal natural, identificado em vermelho, torna-se possível realizar uma análise minuciosa ao longo da via, determinando os locais que requerem aterro e os pontos que demandam corte, conforme ilustrado na Figura 116.

Figura 116 – Perfil longitudinal projetado



Fonte: Do autor (2023).

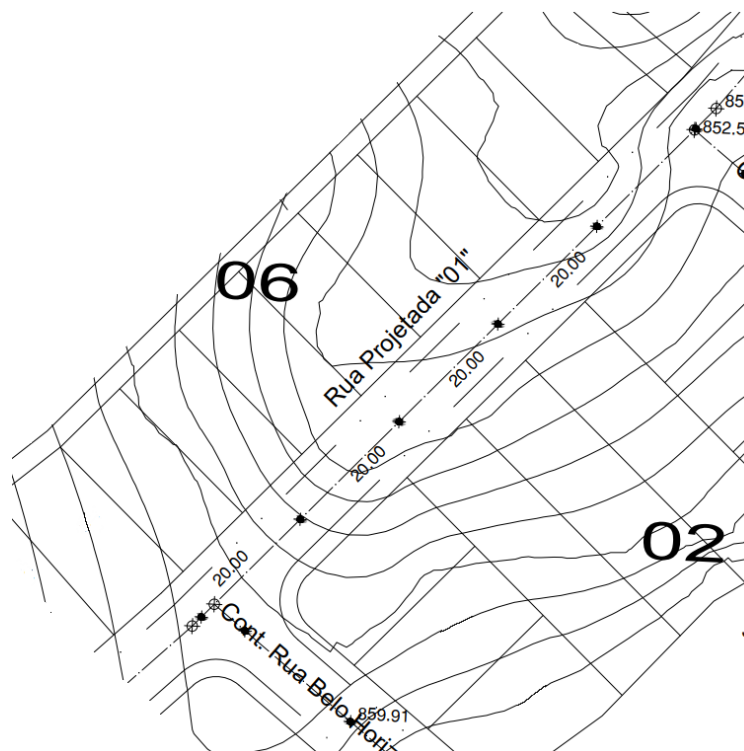
Pelo projeto apresentado na Figura 116, verificam-se regiões sucessivas de corte e aterro para que a Rua Projetada 01 seja nivelada plenamente e as condições funcionais dos projetos de esgotamento sanitário e drenagem pluvial sejam satisfeitas segundo as prescrições normativas.

2.3.3.3 Projeto executivo geométrico

Como os perfis longitudinais natural e projetado bem definidos quanto às intersecções e cotas, procedi ao projeto urbanístico que me foi fornecido para fazer a disposição das cotas necessárias, de acordo com o perfil longitudinal projetado.

As cotas foram rigorosamente observadas para garantir uma distância de 20 metros entre si, de acordo com o espaçamento horizontal previamente adotado. Além disso, as cotas foram posicionadas tanto no início quanto no final das vias urbanas, bem como nas intersecções entre elas. A Figura 117 mostra a disposição das cotas para um trecho da Rua Projetada 01, obedecendo o espaçamento entre estacas adotado.

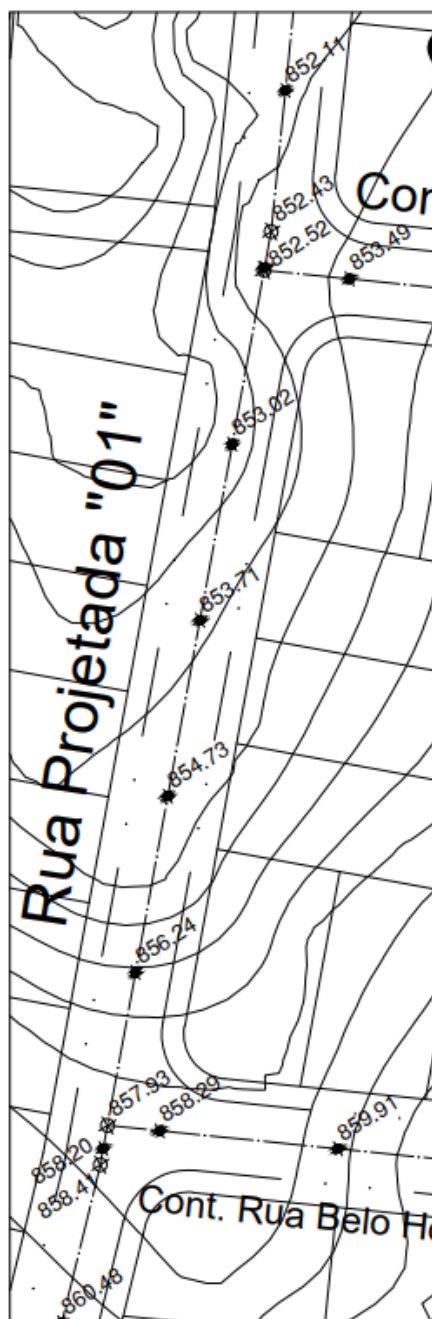
Figura 117 – Marcações espaçadas uniformemente



Fonte: Do autor (2023).

De acordo com as marcações estabelecidas no projeto urbanístico, computei as cotas altimétricas a cada 20m a partir do perfil longitudinal projetado para transferi-las ao plano. Os resultados obtidos são apresentados na Figura 118.

Figura 118 – Preenchimento das cotas

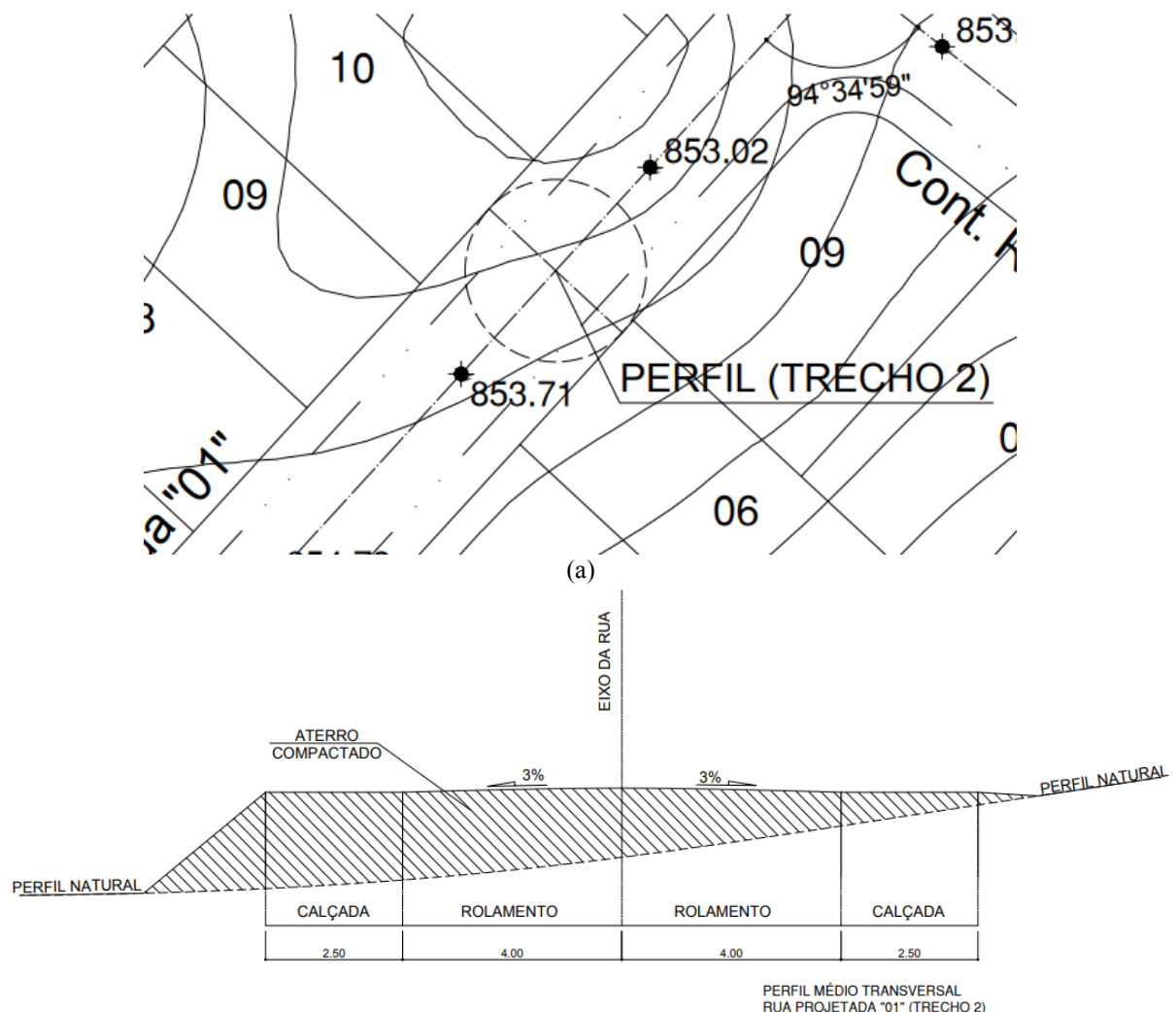


Fonte: Do autor (2023).

Com as cotas devidamente dispostas no projeto urbanístico com o levantamento planialtimétrico, este loteamento está apto a ser dimensionado quanto

aos demais projetos de infraestrutura. Para complementar o projeto geométrico foi necessário estabelecer os perfis transversais das vias, a partir dos quais pode-se observar as regiões de aterro e desaterro ao longo da largura de cada rua, a declividade relativa longitudinal da via e a posição de cada elemento transversal. Na Figura 119 estão ilustrados a indicação e a representação do perfil transversal da Rua Projetada 01.

Figura 119 – Perfil transversal: (a) Indicação do perfil no projeto; (b) Perfil médio transversal da Rua Projetada 01



(b)
Fonte: Do autor (2023).

As disciplinas de Arquitetura e Urbanismo e Desenho Técnico Mecânico I foram de grande relevância no percurso seguido por mim ao elaborar o projeto. Por

consequente, com a execução deste projeto, espera-se que sejam obtidas vantagens na decodificação *in situ*, permitindo uma implementação do empreendimento mais precisa e em consonância com as prescrições normativas pertinentes.

2.3.4 Rede de drenagem pluvial

O sistema de drenagem pluvial urbana representa um conjunto de ações sob a responsabilidade do ente público local (município), com o intuito de efetuar a captação e encaminhamento das águas pluviais por meio de galerias pluviais e esgotos pluviais, direcionando-as de forma apropriada para um corpo d'água receptor capacitado a receber o volume pluviométrico (MARQUES, 2019).

A inclusão do sistema de drenagem pluvial urbana é uma exigência inerente aos projetos de loteamentos, sendo imprescindível que o dimensionamento seja adequado às necessidades do local a ser desenvolvido, em estrito cumprimento às disposições estabelecidas no Código de Obras ou no Plano Diretor (BRASIL, 2001), com vistas a atender tanto aspectos técnicos quanto sociais de maneira integral. Como Lavras (MG) possui mais de 20 mil habitantes, foi consultado o Plano Diretor, na Lei Complementar nº 419 (LAVRAS, 2020), implementando-se as ações e diretrizes do Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB.

2.3.4.1 Sub-bacias do projeto da rede de drenagem pluvial

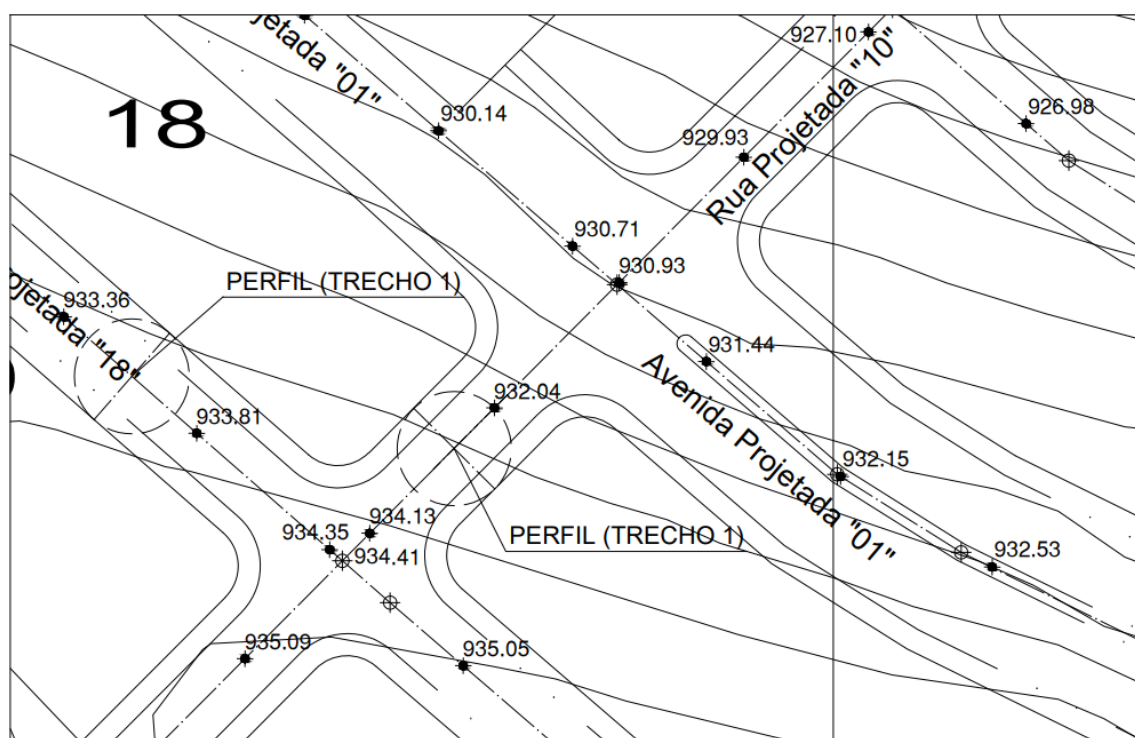
Durante a fase em que o projeto geométrico do loteamento no Bosque do Madeira se encontrava em espera pela emissão das diretrizes técnicas básicas por parte da concessionária, estive envolvido na elaboração do projeto de drenagem pluvial de um outro loteamento, intitulado Mirante do Sol, de 352 lotes, situado igualmente em Lavras (MG).

O projeto foi desenvolvido em *software CAD*, objetivando quantificar e detalhar os elementos necessários para a captação das águas pluviais: as sub-bacias, bocas de lobo com grelha, caixas de passagem pluvial, manilhas de concreto e as caixas dissipadoras, conforme exige a NBR 15645 (ABNT, 2020).

Inicialmente, recebi o projeto urbanístico com levantamento planialtimétrico completo do empreendimento pelo arquiteto responsável, bem como o projeto

geométrico, previamente elaborado pelo engenheiro da Level. A Figura 120 ilustra um trecho do empreendimento com as informações prévias necessárias ao início do projeto de drenagem pluvial.

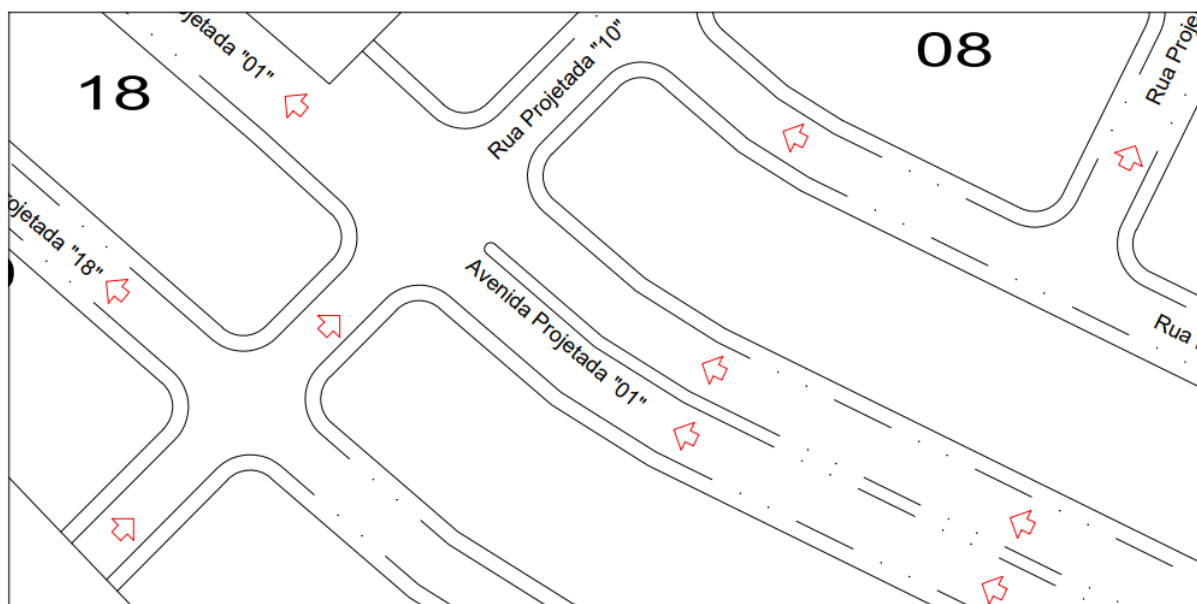
Figura 120 – Projeto urbanístico cotado a partir do projeto geométrico



Fonte: Level Empreendimentos Ltda. (2023).

De posse do projeto geométrico, conforme ilustrado na Figura 120, procedi à análise do declive das vias públicas, tendo como base o projeto urbanístico. As curvas de nível e as cotas do projeto geométrico me possibilitaram determinar a direção de escoamento das águas pluviais em relação às posições futuras das redes coletoras. Durante essa análise coloquei em prática os conteúdos ministrados nas disciplinas de Topografia I e Estradas II para estabelecer as direções de escoamento das águas pluviais, como mostra a Figura 121.

Figura 121 – Sentido de escoamento das águas pluviais



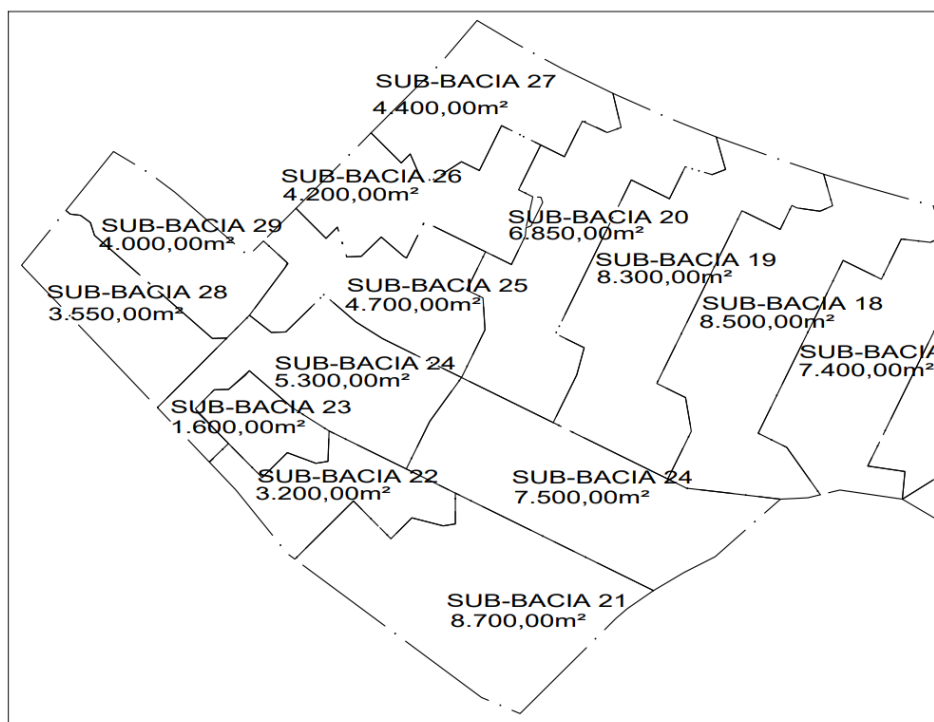
Fonte: Do autor (2023).

Uma vez estabelecida a direção do escoamento procedi à delimitação das sub-bacias hidrográficas, cujas áreas serão empregadas para o dimensionamento da rede de drenagem pluvial.

Segundo Borja (2013), a bacia hidrográfica e as sub bacias são um sistema em que a água precipitada flui de maneira unidirecional em direção à região de menor altitude na área topográfica, conformando-se ao padrão estabelecido pelo relevo, vegetação e diferenças de níveis. Por isso, o volume e velocidade de água trabalhados são também função de fatores do projeto urbanístico, como a localização dos lotes e vias.

Sob supervisão do projetista da Level defini as sub-bacias hidrográficas, conforme Figura 122, a qual ilustra uma parte do loteamento corresponde à região vicinal do trecho ilustrada pela Figura 121.

Figura 122 – Sub-bacias hidrográficas



Fonte: Do autor (2023).

A área de cada sub-bacia será empregada para determinar a vazão correspondente a cada trecho do loteamento, a qual deverá ser suportada pelos segmentos das redes de drenagem.

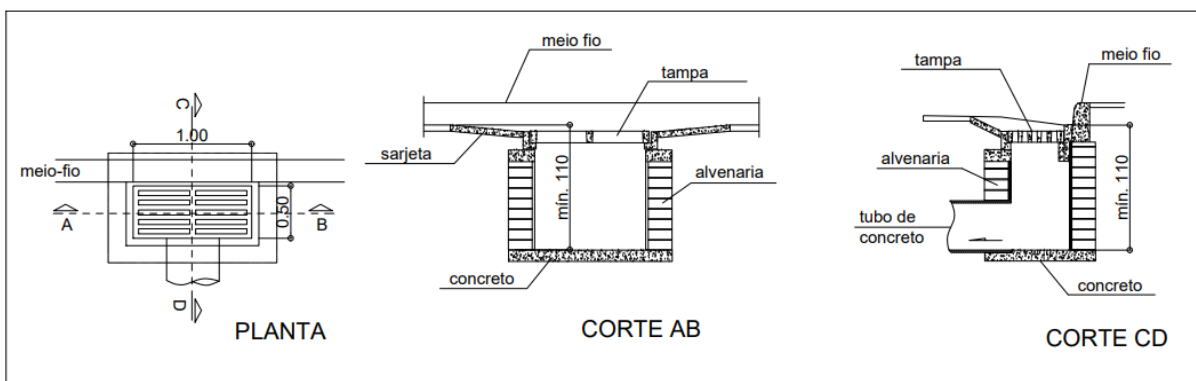
2.3.4.2 Componentes de microdrenagem

De acordo com Almeida (2020), a microdrenagem corresponde às unidades locais destinadas a receber e transportar a precipitação pluvial, com o propósito de encaminhá-la adequadamente, a fim de evitar inundações e assegurar a drenagem eficiente das vias. Portanto, os pavimentos das ruas, as sarjetas, as bocas de lobo, os poços de visita e as galerias de drenagem constituem elementos integrantes desse sistema.

Conforme os conhecimentos obtidos na disciplina de Saneamento I, as bocas de lobo possuem a função principal de recolher as águas provenientes do escoamento nas sarjetas, estabelecendo assim a conexão entre esses elementos de drenagem superficial e a rede subterrânea de galerias pluviais.

Os perfis das bocas de lobo projetadas seguem os perfis fornecidos pelo engenheiro responsável, conforme ilustra a Figura 123.

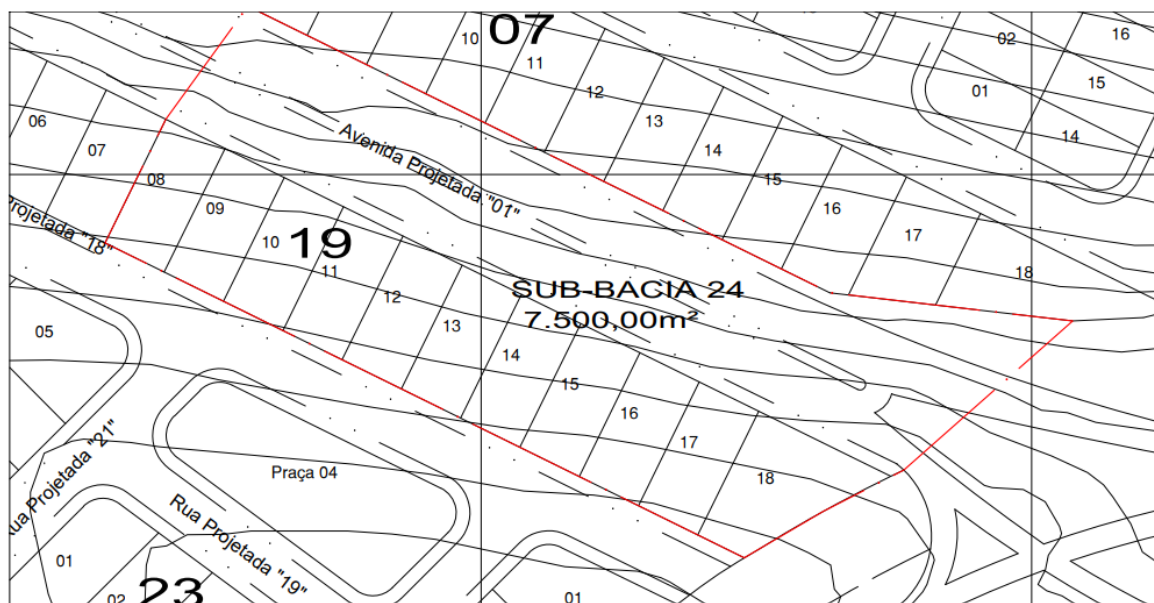
Figura 123 – Vistas da boca de lobo



Fonte: Level Empreendimentos Ltda. (2023).

Fui orientado pelo projetista da Level a definir as áreas de atuação das bocas de lobo antes de dispor os elementos de transporte das águas pluviais, para satisfazer as condições de drenagem de cada sub-bacia. Para fins de exemplificação, vou considerar o primeiro trecho da sub-bacia 24, cuja área definida é de 7.500,00m². Essa sub-bacia atende o fim da Avenida Projetada "01" e os lotes 08 a 18 da Quadra 19, conforme mostra a Figura 124 no destaque em vermelho.

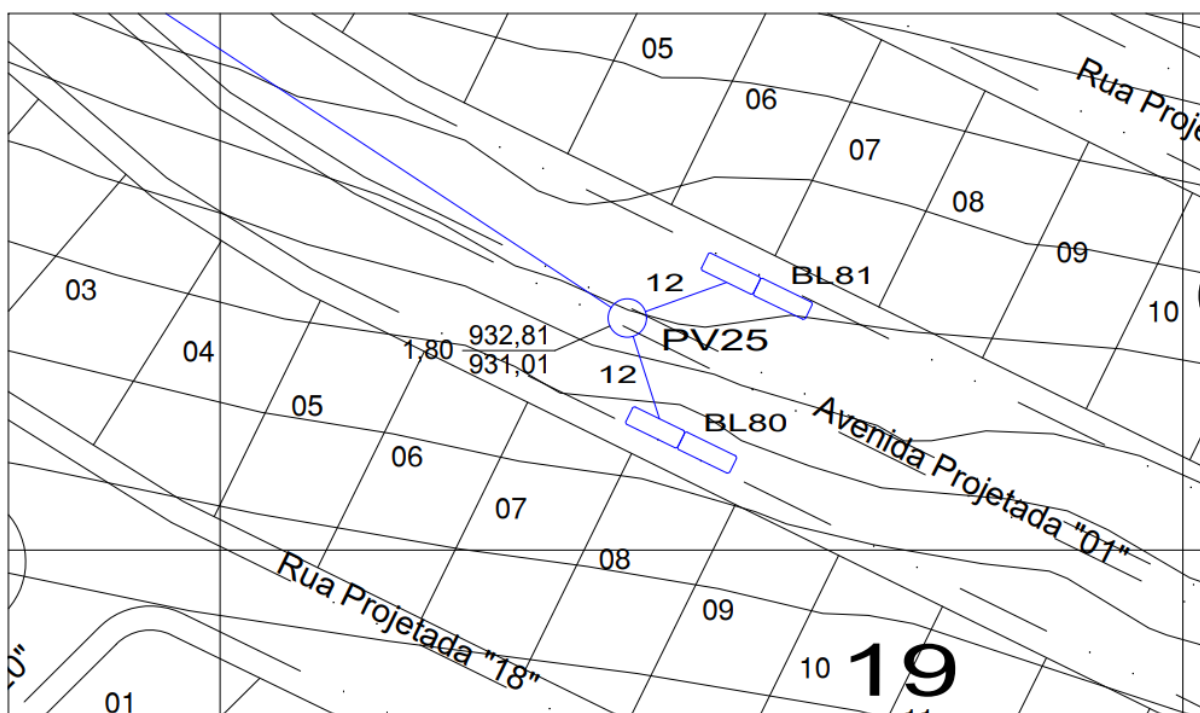
Figura 124 – Área de ação do primeiro trecho da sub-bacia 24



Fonte: Do autor (2023).

A fim de assegurar a completa drenagem do primeiro trecho da sub-bacia 24, foram inseridas duas bocas de lobo duplas em locais de menor cota topográfica, visando otimizar naturalmente a eficiência do sistema. Esses dispositivos direcionarão a captação de água para os poços de visita por meio de tubulações a eles conectadas, conforme ilustra a Figura 125.

Figura 125 – Bocas de lobo e poço de visita



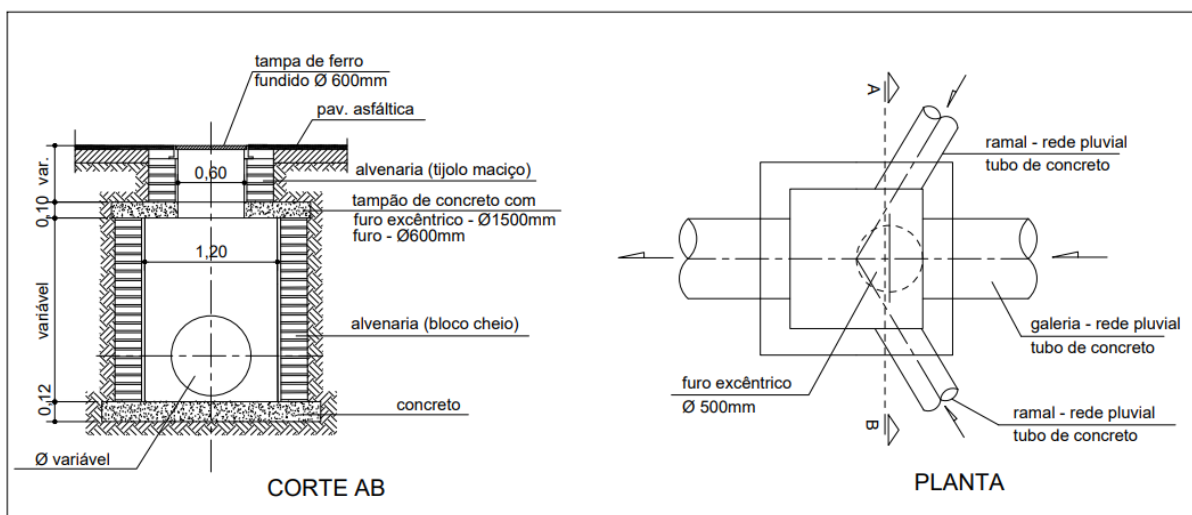
Fonte: Do autor (2023).

Segundo Almeida (2020), o poço de visita corresponde a uma estrutura subterrânea inserida nas tubulações das redes coletoras de esgoto e águas pluviais, viabilizando a acessibilidade para inspeções e intervenções técnicas, a fim de efetuar manutenção preventiva ou corretiva das tubulações. Esse tipo de dispositivo é composto por tubos de concreto dispostos verticalmente, estendendo-se desde o nível da rua até o local de instalação, e são equipados com tampões de ferro no seu centro. Além disso, essas estruturas desempenham o papel de interligar diferentes trechos das redes da galeria de drenagem, tais como as bocas de lobo, sendo dispostas em pontos de mudança de direção, de diâmetro e de declividade.

A Figura 126 representa o modelo de poço de visita projetado pelo engenheiro responsável. A princípio, a profundidade adotada dos poços de visita foi de 1,80m.

Eventualmente, durante a análise do dimensionamento de cada trecho, esses elementos tiveram, quando necessário, suas profundidades alteradas de modo a promover uma velocidade aceitável em cada trecho.

Figura 126 – Vistas do poço de visita



Fonte: Level Empreendimentos Ltda. (2023).

Feita a disposição das bocas de lobo e poços de visita, procedi ao dimensionamento das tubulações e à criação do dispositivo de lançamento das águas pluviais, que será feito por meio de muros de ala com dissipador.

2.3.4.3 Dimensionamento das tubulações da galeria

De acordo com Henriques (2014), o muro de ala com dissipador é uma estrutura utilizada em sistemas de drenagem pluvial para controlar o fluxo de água e evitar erosão em taludes ou áreas inclinadas por ação erosiva progressiva da água. Consiste em um muro de concreto, geralmente construído ao longo de cursos d'água ou em locais com declives acentuados.

Portanto, a fim de assegurar o lançamento adequado, sem comprometer o solo de áreas vizinhas, é necessário efetuar o cálculo da máxima vazão proveniente das sub-bacias que afetam diretamente a área em estudo. Com esse propósito, empreguei uma planilha de dimensionamento da rede, a qual calcula a vazão com base na área

calculada e nos diferentes níveis altimétricos do terreno, dos poços de visita e do muro de ala com dissipador.

O Quadro 31 reúne os resultados do dimensionamento da tubulação da galeria ilustrada pela Figura 125 – Bocas de lobo e poço de visita, referente ao primeiro trecho da sub-bacia projetada 24, de área igual a 7.500,00m².

Quadro 31 – Dados de dimensionamento do primeiro trecho da sub-bacia 24

TRECHO	PV - BL - Lançamento	Coef. Escoam. Superf. (c)	Tempo de concentração (t)	Intensidade de chuva crítica (i)	Áreas	
			(min.)	(mm/h)	Bacia (km ²)	Acumulada (km ²)
16 ¹	25 - 24	0,80	15	147,44	0,007500	0,007500

¹Apesar de se referir ao primeiro trecho da sub-bacia 24, a identificação do trecho no projeto é 16.

Fonte: Do autor (2023).

Segundo Tucci (2012), a intensidade de chuva crítica I , definida pela taxa de variação instantânea do índice pluviométrico em relação ao tempo, pode ser calculada pela Equação 15:

$$I = \frac{K \cdot T_r^a}{(t + b)^c}, \quad (15)$$

em que T_r é o tempo de retorno; t é o tempo de concentração; e a , b , c , e K são parâmetros empíricos.

Para estimar I a partir da Equação 15 foi utilizado o *freeware* Plúvio 2.1, a partir do qual obtiveram-se os dados dos parâmetros empíricos para a cidade de Lavras (MG), representados no Quadro 32.

Quadro 32 – Parâmetros empíricos de precipitação: Lavras (MG)

K	a	b	c
10924,810	0,208	52,281	1,137

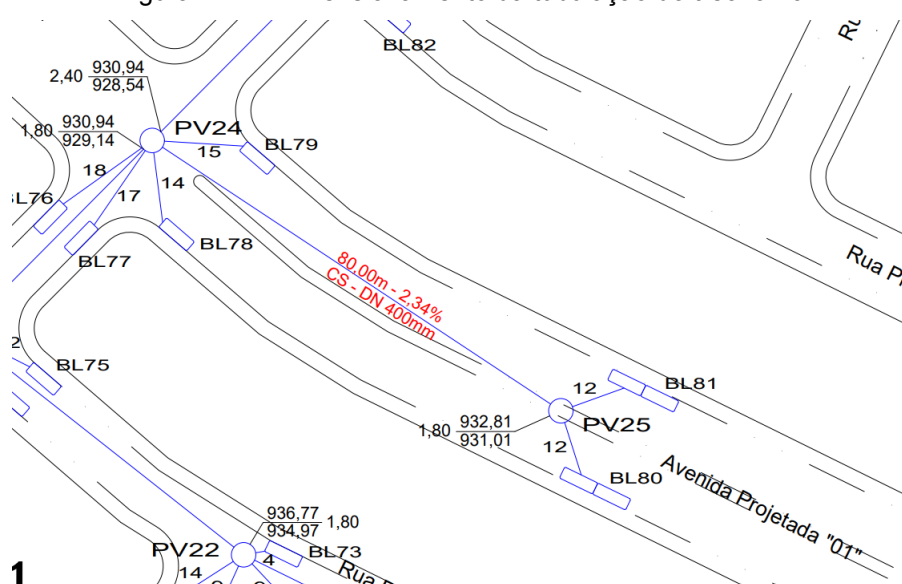
Fonte: Do autor (2023).

Ao substituir os parâmetros do Quadro 32 na Equação 15, obtém-se uma intensidade de chuva crítica aproximadamente igual a 147,27 mm/h. A diferença entre

o valor encontrado pela planilha da empresa e pelo *software* é função do intervalo de tempo entre os cálculos, uma vez que o *software* interpola os parâmetros considerando informações das regiões vicinais à analisada.

O diâmetro da tubulação foi calculado a partir a inserção das declividades a montante e a jusante dos poços de visita. Além disso, foi necessário determinar a distância entre eixo dos poços de visita extremos da tubulação. Com esses dados, pode-se chegar ao dimensionamento apresentado pela Figura 127, destacado em vermelho. Os resultados obtidos pela planilha encontram-se no Quadro 33.

Figura 127 – Dimensionamento da tubulação do trecho 16



Fonte: Do autor (2023).

Quadro 33 – Critérios de projeto do trecho 16

Cota terreno montante	Cota terreno jusante	Cota fundo PV montante	Cota fundo PV jusante	Prof. valeta entrada PV	Prof. valeta saída PV
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
932,81	930,94	931,01	929,14	1,80	1,80
Vazão (Q)	ϕ calculado	ϕ projetado	Declividade da galeria	Velocidade	Comprimento
(m ³ /s)	(mm)	(mm)	(m/m)	(m/s)	(m)
0,246	363	400	0,0234	2,535	80,00

Fonte: Do autor (2023).

A planilha é programada para calcular a vazão segundo a Equação de Lloyd-Davis, dada pela Equação 16:

$$Q_p = \frac{C \cdot i \cdot A}{3,6}, \quad (16)$$

em que:

Q_p é a vazão de projeto, em m^3/s ;

C é o coeficiente de escoamento superficial;

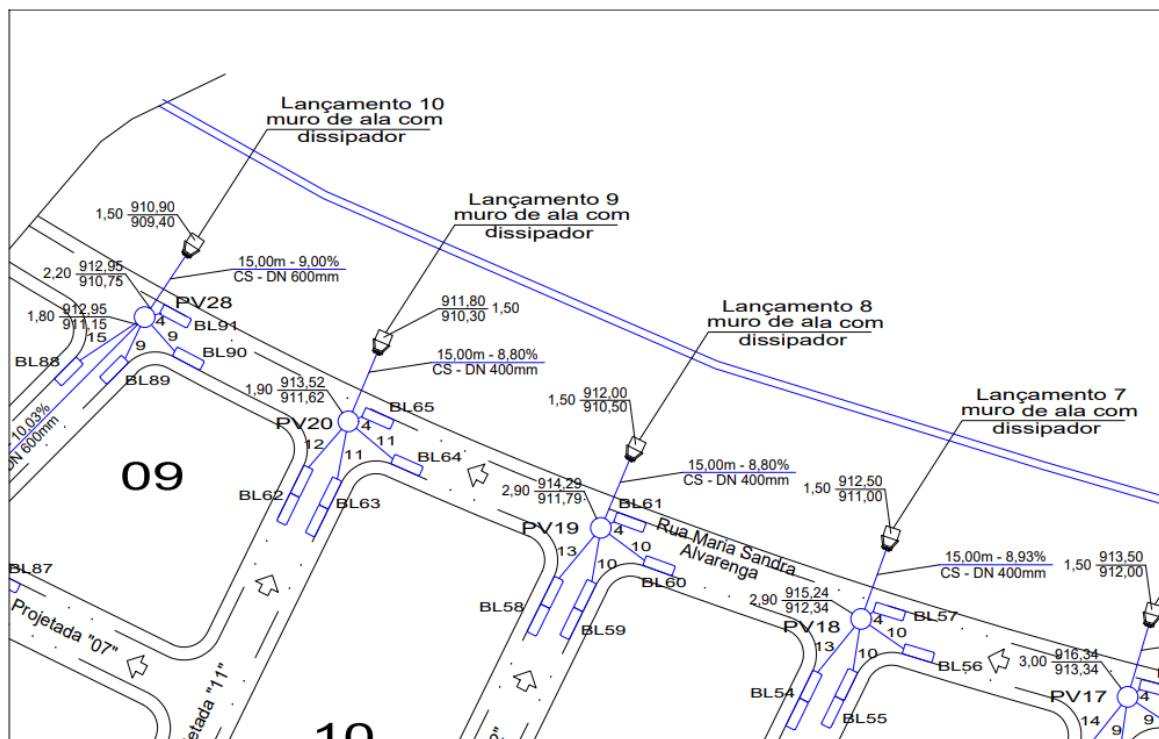
i é a intensidade de chuva crítica, em mm/h ; e

A é a área da bacia, em km^2 .

Para a obtenção da velocidade, pode-se usar a definição de vazão e dividi-la pela área da seção transversal da tubulação.

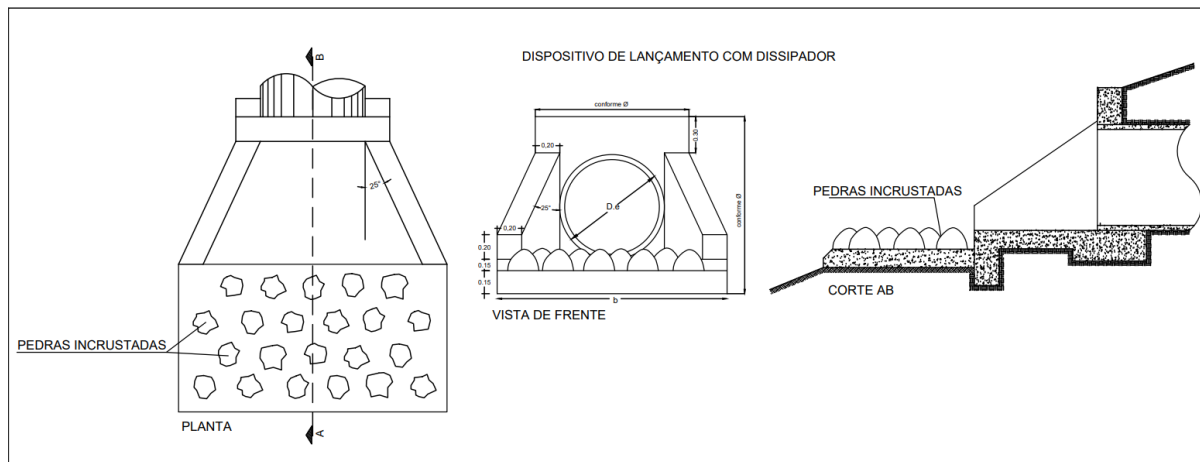
Finalmente, para dissipar a energia cinética da água antes de seu lançamento no manancial, foram projetados muros de ala com dissipador, distantes 15m em relação aos poços de visita finais, conforme Figura 128. O detalhamento dos muros de ala com dissipador pode ser visualizado na Figura 129.

Figura 128 – Lançamento por muro de ala com dissipador



Fonte: Do autor (2023).

Figura 129 – Vistas do muro de ala com dissipador



Fonte: Level Empreendimentos Ltda. (2023).

As disciplinas de Hidráulica, Saneamento I e Saneamento II foram de suma importância na etapa de dimensionamento das tubulações das galerias pluviais.

Após a conclusão do projeto de drenagem pluvial referente ao loteamento denominado Mirante do Sol, prestei auxílio na complementação dos projetos relacionados à rede de distribuição de água potável e à coleta de esgoto desse mesmo empreendimento. Essa contribuição marcou o término do meu período de estágio obrigatório na empresa Level Empreendimentos Ltda.

2.4 Desenvolvimento do discente Rodrigo Henrique Rocha

2.4.1 Apresentação do local de estágio

Ao longo da minha vivência de estágio tive a oportunidade de aperfeiçoar meus conhecimentos na empresa NRE Engenharia, fundada pelo engenheiro Natan Reis Estevão, e localizada na Rua Vicente Santiago, nº 170, Vila Isabel, Campo Belo - MG. A Figura 130 ilustra a fachada da supracitada empresa onde desenvolvi minhas atividades. A construtora NRE Engenharia empreende no ramo da construção civil, sendo responsável pela fiscalização técnica de obras e pelo desenvolvimento e execução de projetos da mais alta qualidade, atendendo às necessidades de cada cliente.

Figura 130 – Fachada da empresa



Fonte: Do autor (2023).

No decorrer do estágio, participei da elaboração de projetos de edificações para aprovação no setor de obras da Prefeitura, respeitando os regulamentos técnicos e as diretrizes admissíveis e cooperei no controle orçamentário ao elaborar as cotações de materiais para cada etapa de execução do empreendimento. Adicionalmente, atuei no preenchimento da Proposta de Construção Individual (PCI), para a aprovação do financiamento habitacional através do programa Casa Verde e Amarela (CVA), do Governo Federal, para uma obra localizada no bairro residencial Belvedere, na cidade de Campo Belo-MG.

2.4.2 Projeto arquitetônico

Conforme destacado por Silva (2006), o projeto arquitetônico desempenha um papel primordial em qualquer empreendimento, uma vez que arquitetos e engenheiros civis assumem a responsabilidade pela elaboração de documentação, plantas e representações gráficas que detalham os aspectos arquitetônicos de uma edificação. Por meio desse projeto, busca-se assegurar a funcionalidade da edificação, otimizando a utilização do espaço disponível para construção, tanto em termos estéticos e de ambientação, como na compatibilização com outros projetos e na garantia de uma aparência harmoniosa e consistente da obra.

De acordo com o conteúdo abordado na disciplina de Arquitetura e Urbanismo, é possível afirmar que o projeto arquitetônico desempenha um papel fundamental na concepção de qualquer empreendimento, uma vez que é essencial para que o projetista possa conceber detalhadamente a utilização do espaço e do ambiente. Esse projeto deve ser elaborado de forma a atender às expectativas dos clientes, a legislação pertinente e levar em consideração as características locais específicas do canteiro de obras.

Por meio da vivência de estágio apresentada, meu objetivo é detalhar os procedimentos a serem seguidos para a elaboração do projeto arquitetônico de uma residência unifamiliar que acompanhei. Durante o desenvolvimento do projeto, pude aplicar conhecimentos adquiridos nas disciplinas de Desenho Técnico Mecânico I, traçando os desenhos por meio do uso de escalas, perspectivas de vistas e diferentes tipos de linhas que integram o desenho, e de Arquitetura e Urbanismo, a partir da utilização de um software do tipo Computer Aided Design (Desenho Assistido por Computador, CAD). Além disso, a elaboração do projeto foi majoritariamente feita de acordo com a padronização exigida pela NBR 6492: Documentação técnica para projetos arquitetônicos e urbanísticos – Requisitos (ANBT, 2021) em consonância com as Leis Complementares Municipais da cidade de Campo Belo (MG).

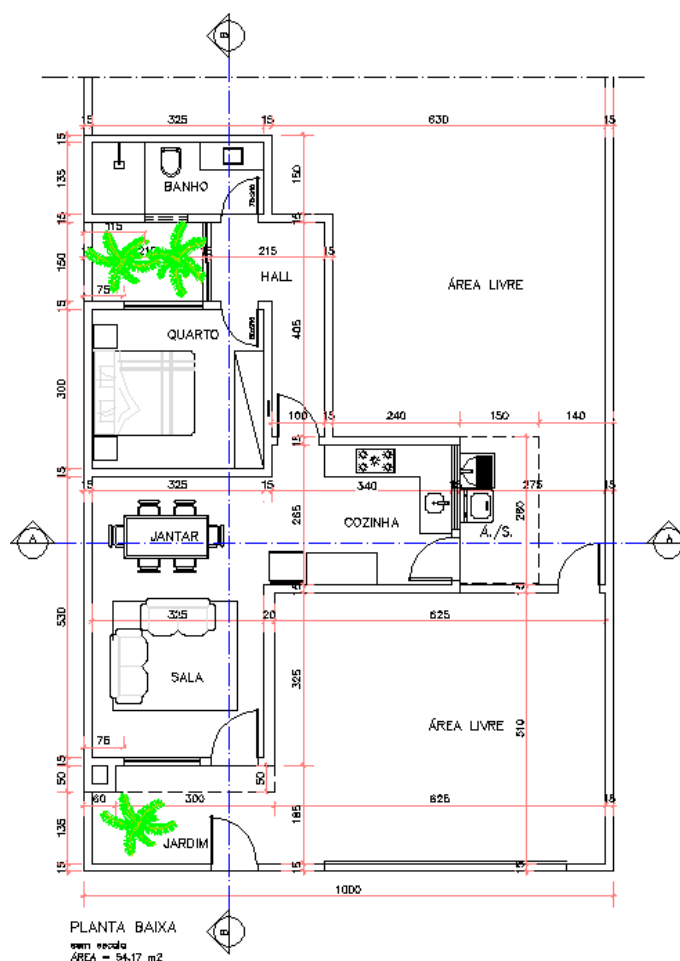
2.4.2.1 Planta Baixa

A planta baixa é um dos principais meios de comunicação entre o projeto arquitetônico e sua execução e deve ser desenvolvida de forma clara e precisa para

garantir o entendimento e a eficiência da construção. De acordo com a NBR 6492 (ABNT, 2021), a planta baixa deve representar a intersecção de um corte horizontal com a edificação, a uma distância vertical de 1,50m em relação ao nível do piso.

A Figura 131 ilustra a planta baixa da residência, já aprovada pelo cliente, com uma área edificada de 54,17m². Nessa etapa, me certifiquei de detalhar todas as informações que devem contemplar uma planta baixa, tais como as cotas representando as dimensões em planta, o layout, os níveis e as dimensões de esquadrias.

Figura 131 – Planta baixa



Fonte: Do autor (2023).

Para posicionamento das esquadrias e outras aberturas, segundo a Lei Complementar Municipal N^o. 96, de 23 de dezembro de 2010 (CAMPO BELO, 2010), é necessário que as janelas e aberturas desprovidas de visão direta para a linha divisória – ou que sejam perpendiculares a esta – sejam estrategicamente situadas a

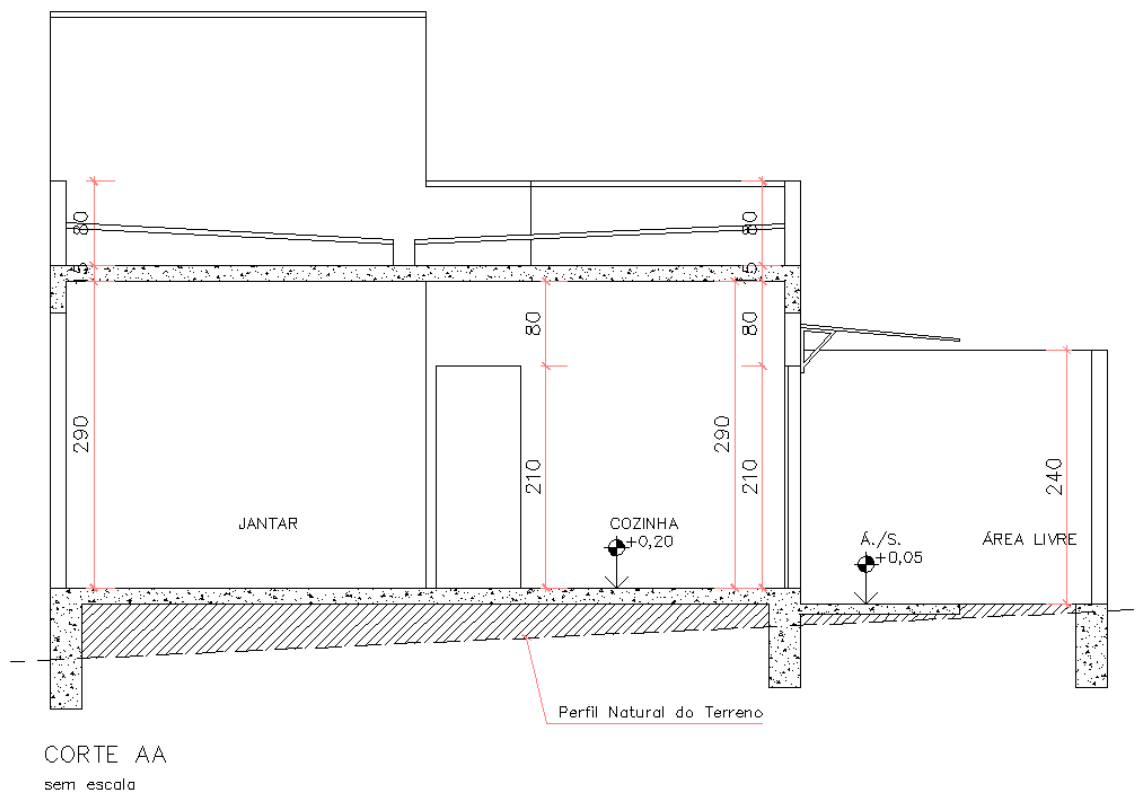
uma distância mínima de 75 centímetros, salvo se houver um muro divisório que efetivamente obstrua a visibilidade em direção ao lote adjacente, e 150 centímetros de afastamento mínimo na lateral que contenha janela paralela ao afastamento.

2.4.2.2 Cortes transversal e longitudinal

Além da análise e detalhamento em planta da edificação, faz-se necessário destacar, também, seus cortes longitudinal e transversal, identificados como Cortes AA e BB no projeto arquitetônico, os quais oferecem uma perspectiva detalhada de alguns elementos construtivos que não podem ser visualizados na planta baixa. Segundo a NBR 6492 (ABNT, 2021), os cortes são representados por um plano vertical na edificação, dividindo-a em duas partes: uma seção transversal e outra seção longitudinal, as quais permitem verificar as informações do espaço interior e exterior da construção, como altura de esquadrias, pé-direito e platibanda, níveis de pisos e representações de inclinação de telhados.

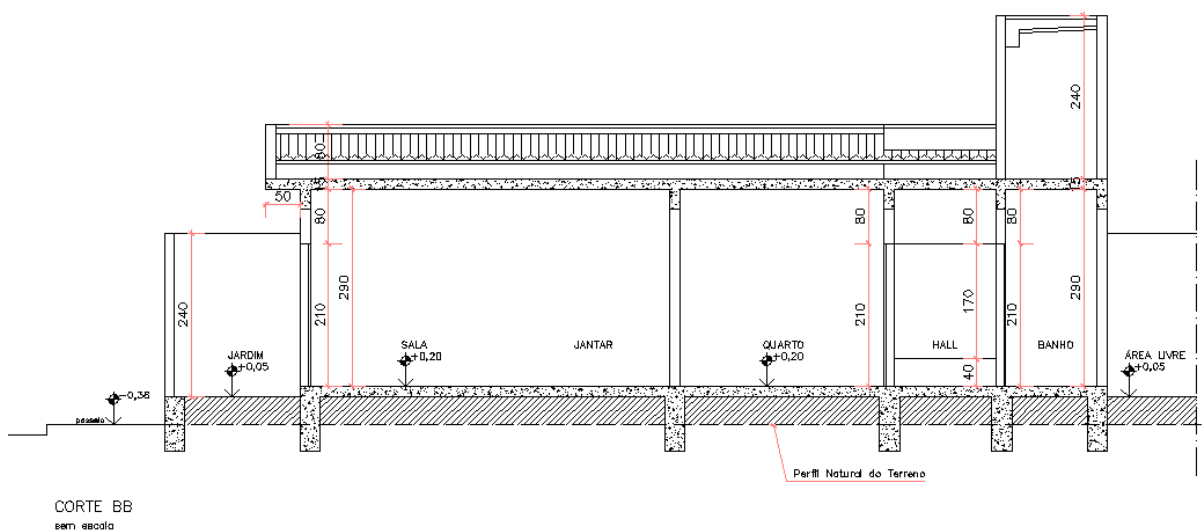
Para evidenciar os pontos de contato dos planos de corte com a edificação, utilizam-se linhas de diferentes espessuras, cujo objetivo é identificar os diferentes planos de visão. Nas Figuras 132 e 133 estão ilustrados, respectivamente, o corte transversal seguindo a linha AA e o corte longitudinal seguindo a linha BB (ambas identificadas na planta baixa).

Figura 132 – Corte transversal



Fonte: Do autor (2023).

Figura 133 – Corte longitudinal



Fonte: Do autor (2023).

Ademais, destaco que este projeto está em conformidade com as orientações da NBR 15575-1: Edificações habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos gerais (ABNT, 2021), uma vez que a altura para o pé-direito adotada foi de 2,9 metros,

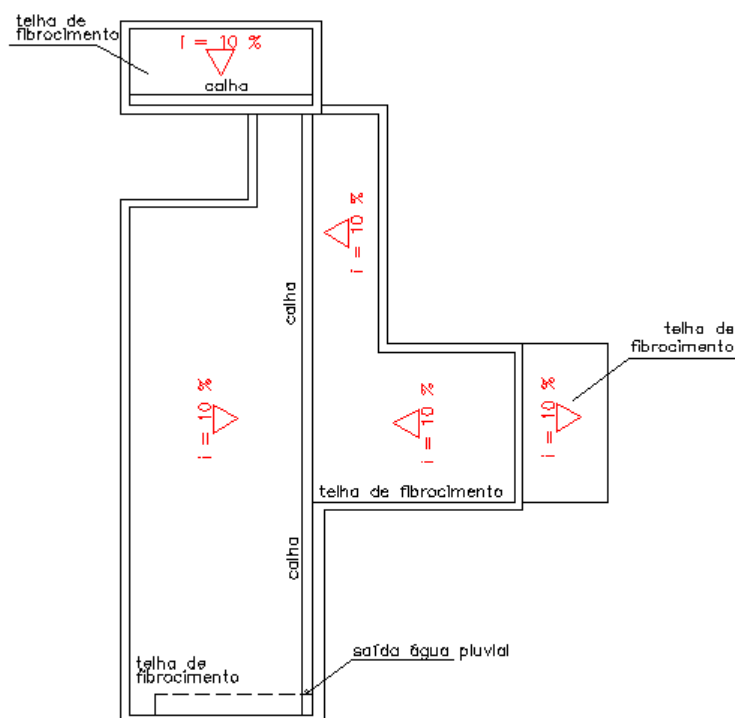
respeitando a exigência mínima estabelecida pela norma. Concluindo a representação dos cortes, aprofundi-me na elaboração da planta de cobertura.

2.4.2.3 Planta de cobertura

Conforme Moliterno (2011), a planta de cobertura representa a vista superior da edificação, que é traçada com objetivo de representar as disposições do telhado, como a posição das calhas, sentido da queda de águas pluviais, os tipos de telhas, etc. O telhado possui duas partes essenciais: a cobertura, que consiste em telhas feitas de materiais diversos, desde que sejam impermeáveis e resistentes ao vento e às intempéries; e a armação, tendo como finalidade fornecer suporte estrutural à cobertura.

A Figura 134 destaca, no canto inferior esquerdo, a representação da parede da sala com contorno invisível (linha tracejada), com o intuito de representar o avanço do beiral da cobertura, conforme orienta a NBR 6492 (ABNT, 2021).

Figura 134 - Cobertura



COBERTURA
sem escala

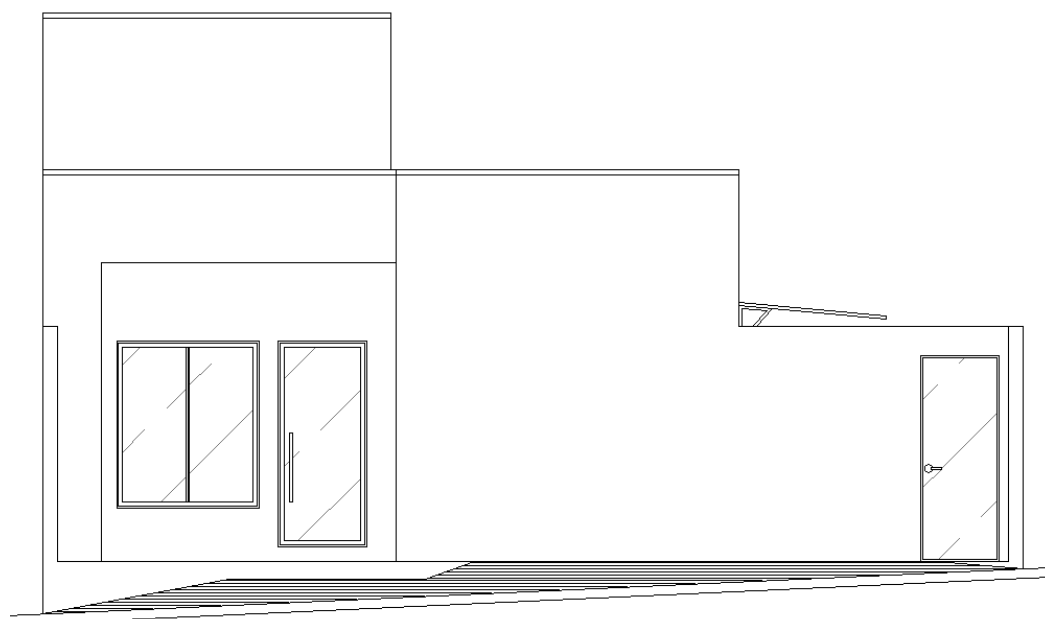
Fonte: Do autor (2023).

Calil Jr e Molina (2010) afirmam ser possível que as terças assumam a função de sustentar exclusivamente as telhas, especialmente quando estas possuem dimensões maiores, como é o caso das telhas de fibrocimento, dispensando, dessa forma, o uso de caibros e ripas nessa construção. Com base nos dados obtidos em consulta ao catálogo técnico da Eternit, edição 2020/21, as telhas onduladas de fibrocimento de espessura 6mm devem possuir 9% de inclinação mínima, havendo sido adotado 10% de inclinação para a cobertura.

2.4.2.4 Fachada

À medida que desenvolvi o projeto arquitetônico, foi relevante abordar a importância da fachada, a partir da qual o cliente é capaz de visualizar a forma acabada final da edificação. Isso é possível pois a fachada desempenha um papel crucial na estética do projeto, incorporando materiais de acabamento e texturas que contribuem para a sua composição visual (SANTOS *et al.*, 2021). As Figuras 135 e 136 ilustram as representações da fachada.

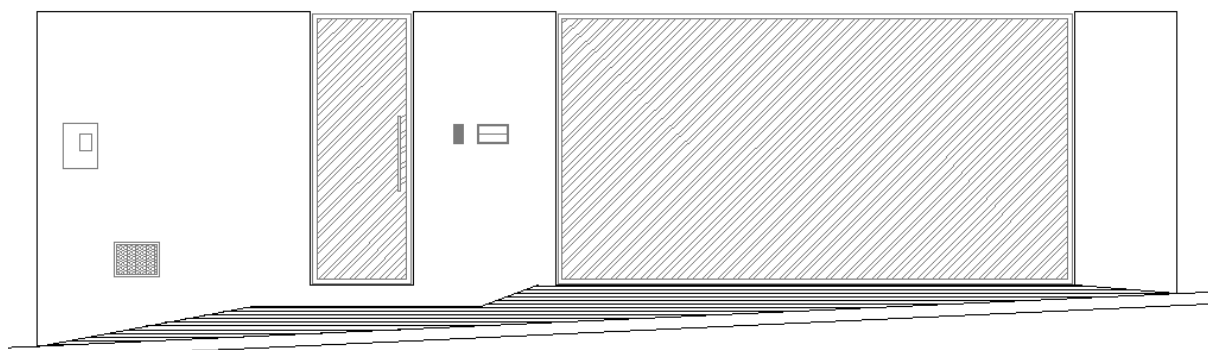
Figura 135 - Fachada



FACHADA
sem escala

Fonte: Do autor (2023).

Figura 136 – Fachada gradil



FACHADA GRADIL
sem escala

Fonte: Do autor (2023).

Destaco, ainda, que os detalhes da fachada em um projeto arquitetônico não constituem apenas elementos decorativos, mas contribuem na função, estética e sustentabilidade do edifício. Ao elaborar a fachada ilustrada nas Figuras 135 e 136 atentei-me à necessidade de proporcionar proteção contra elementos climáticos e de contribuir para a identidade visual do edifício. As janelas da edificação foram posicionadas orientadas para o sul, onde a insolação é menos intensa durante a tarde. Ademais, foi utilizado um beiral para proteger as esquadrias.

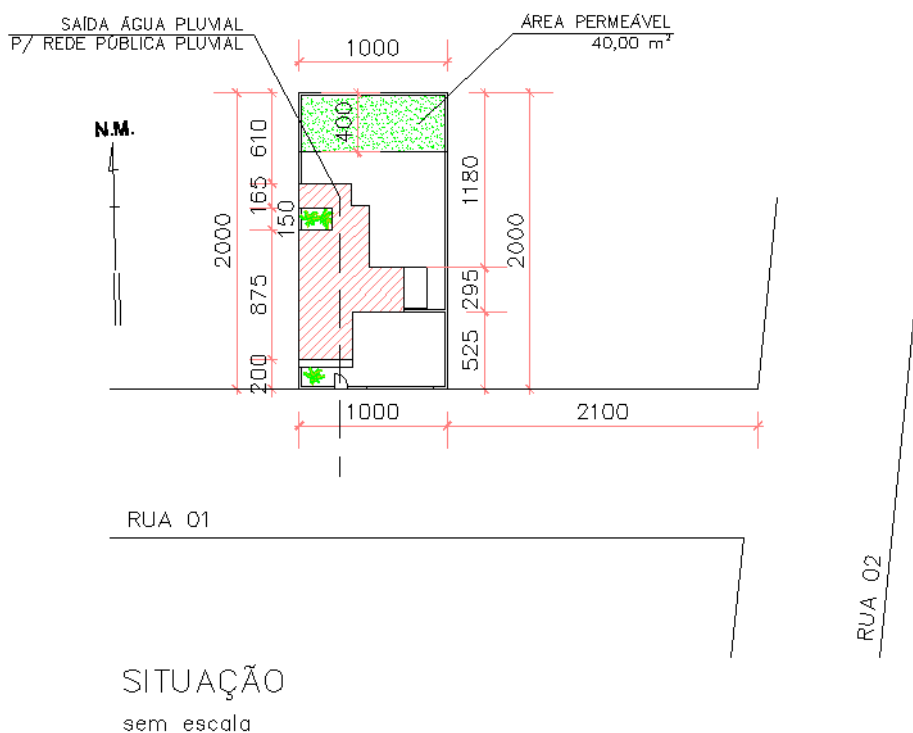
2.4.2.5 Planta de situação

A planta de situação representa a localização da edificação no terreno e deve conter a indicação do Norte e das ruas adjacentes. A Lei Complementar Municipal N°. 85, de 25 de março de 2010 (CAMPO BELO, 2010) dispõe sobre normas de uso e ocupação do solo no Município de Campo Belo, onde será construída a obra, em Zona de Uso Preferencialmente Residencial 2 (ZUR2).

Serão permitidas edificações para o uso residencial unifamiliar, com taxa de ocupação máxima de 70%, taxa de Permeabilidade mínima de 20% e afastamento laterais com 1,5m tendo abertura de janelas. Segundo a Lei Complementar Municipal N°. 155, de 26 de junho de 2018 (CAMPO BELO, 2018), o afastamento frontal mínimo passou de 3m para 1,5m, independentemente da abertura de esquadria. A Figura 137

representa a planta de situação atendendo a todos os requisitos impostos pela supracitada lei municipal.

Figura 137 – Planta de situação



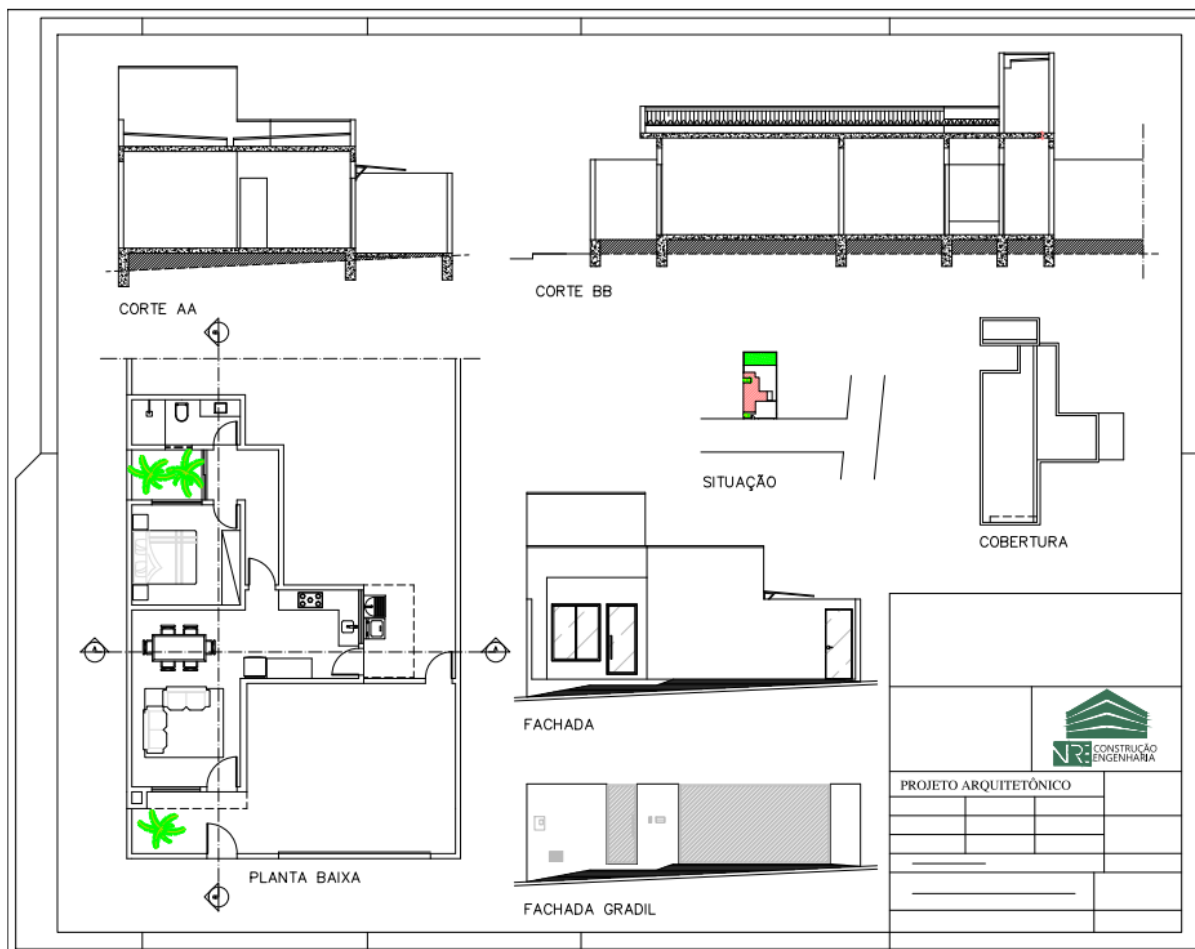
Fonte: Do autor (2023).

Diante da conclusão da elaboração da planta de situação e de todas as etapas precedentes, posicionei as plantas na prancha A1, gerando um desenho em formato .PDF do projeto de acordo com as dimensões padrão, conforme exige a NBR 16752: Desenho técnico — Requisitos para apresentação em folhas de desenho (ABNT, 2020), para fins de aprovação.

2.4.2.6 Aprovação do projeto arquitetônico

A Figura 138 representa, de forma simplificada, a posição dos itens previamente previstos na prancha que serão fornecidos ao setor de obra do município, a serem analisado para a liberação do alvará de construção

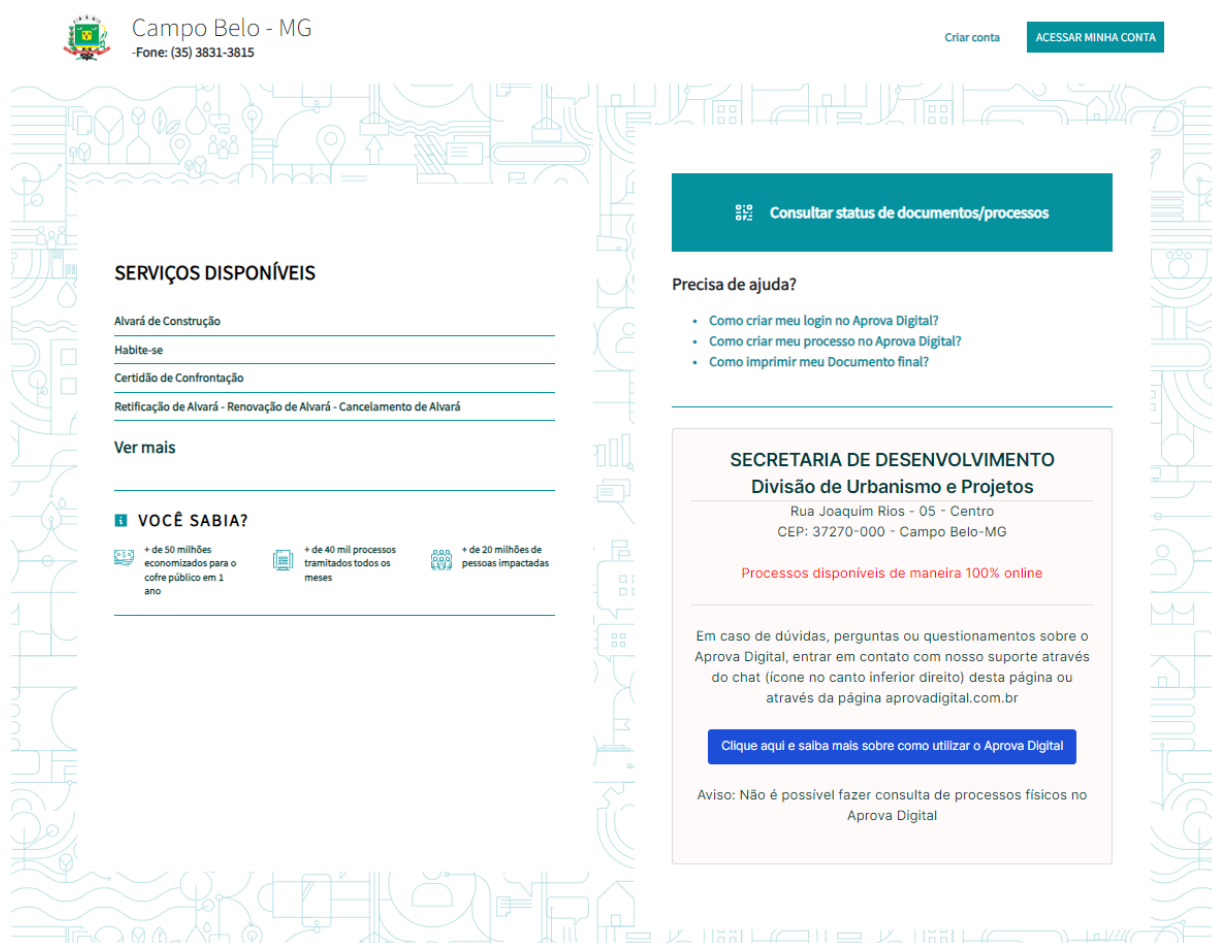
Figura 138 – Prancha para aprovação na prefeitura



Fonte: Do autor (2023).

Posteriormente, com o auxílio do engenheiro responsável protocolei o projeto no sistema “Aprova Digital”. Os requerimentos que antes eram protocolados de forma presencial, atualmente são protocolados de virtualmente, otimizando os processos de aprovação, com a minimização do uso de papel e proporcionando uma metodologia mais confiável e ágil. A Figura 139 destaca a página inicial dessa plataforma para a cidade de Campo Belo (MG), onde o projeto será analisado e aprovado.

Figura 139 – Interface plataforma Aprova Digital



Fonte: Campo Belo – Aprova Digital (2023).

Para protocolar o projeto arquitetônico no sistema informatizado, são necessárias ainda algumas documentações complementares, dentre as quais destaco: (1) escritura ou contrato do lote; (2) documentos necessários à identificação do cliente, como Registro Geral e Cadastro de Pessoas Físicas; e (3) comprovante de residência do cliente.

2.4.3 Levantamento Quantitativo e Planilha Orçamentária

Dentro da engenharia, existe uma disciplina chamada Engenharia de Custos, de acordo com Filho (2016), essa disciplina trata do gerenciamento de custos, a partir de processos, premissas e técnicas de engenharia com o intuito de elaborar o preço de determinado empreendimento, assim como, controlar o controle de gastos e materiais do mesmo. O orçamento é parte essencial da Engenharia de Custos.

Pini (2012) afirma que a Engenharia de Custos utiliza metodologias distintas relacionadas as estimativas de estudos e formação do preço por Tabelas de Custos Padrão. O autor destaca também que é necessário que haja nesses métodos, adequações de acordo com os graus de precisão necessários, complexidade da obra, cujo custo se deseja estimar.

Percebe-se que a Engenharia de Custos contribui então para a criação de bancos de dados orçamentários, ou como denomina Melo Filho (2016): Tabelas de Custos Padrão. Essas tabelas podem ser elaboradas por órgãos públicos ou por empresas particulares. Esses bancos de dados, de acordo com o mesmo autor, são desenvolvidos através da retroalimentação e inclusão de serviços e metodologias, garantindo assim melhoria na confiabilidade na formação de preços de empreendimentos.

Na construção civil, o financeiro relacionado a um projeto é um fator que pode determinar a execução ou não de certo empreendimento. Portanto é necessário que o orçamento de uma obra seja o mais preciso e detalhado possível, pois quanto mais detalhado um orçamento for, mais ele será aproximado do custo real (BERWANGER, 2008, p.67), resultado este, muito importante para futuras tomadas de decisão. Com isso, podemos definir como custo total de uma obra, o valor correspondente à soma de todos os gastos necessários para sua execução.

O orçamento é um documento fundamental no planejamento e avaliação da viabilidade de projetos de engenharia. Segundo Ávila, (2012), a orçamentação é um procedimento em que examinamos as despesas/custos e os recursos disponíveis para realizar qualquer atividade, que pode ir desde construir uma casa até tirar férias, entre outras.

De acordo com Vilela Dias (2014), o orçamento de construções e serviços de engenharia civil é representado pela soma do custo direto, do custo indireto, despesas, dos impostos e do lucro previsto. É importante destacar, que a soma do custo indireto e do resultado geram o percentual de BDI – Benefício e Despesas Indiretas.

Segundo Tikasa (2016), todos os custos diretamente envolvidos na produção são denominados custos diretos, entre esses custos, podemos destacar insumos de materiais, mão de obra, equipamentos, assim como toda infraestrutura necessária para a execução da obra.

Já em relação aos custos indiretos, Vilela Dias (2014), define como sendo o custo representado por itens que não são facilmente mensuráveis como contas de concessionárias de energia por exemplo, esses custos ainda abrangem despesas que não mesmo que não sejam incorporadas ao empreendimento, são necessárias para a sua execução.

Diante disso, meu objetivo será detalhar os procedimentos seguidos durante a vivência que buscaram a orçamentação dos custos da residência unifamiliar apresentada no item 2.4.2 – Projeto arquitetônico.

O primeiro passo realizado, foi a análise do projeto arquitetônico, a partir desse, obtive uma grande quantidade de informações relevantes sobre o empreendimento, tais como: informações sobre materiais, métodos de execução, tipo de acabamento, entre outros, este tipo de orçamento, é denominado por Romanholo (2011) como orçamento sintético, que corresponde a etapa onde é levantado as quantidades de materiais. Logo após, as informações dos custos dos materiais e mão de obra foram coletadas a partir do contato direto da construtora, através de e-mails, telefonemas e visitas nas lojas de materiais de construção, Romanholo (2011) define essa etapa como orçamento analítico, cujo o objetivo, a partir da estimativa de custos e pesquisa dos preços de cada insumo, é chegar a um valor próximo ao custo verdadeiro.

2.4.3.1 Cálculo dos quantitativos da obra pela construtora

Segundo conteúdos abordados nas disciplinas de Administração na Construção Civil e Economia Aplicada à Engenharia, todo orçamento possui como etapas precedentes a identificação de todos os serviços que serão realizados, o levantamento de quantitativos dos insumos e da mão de obra necessários à execução de cada etapa individual da construção. Com base nesses princípios e conhecimentos adquiridos na disciplina Materiais de Construção Civil, elaborei as planilhas de cálculo de quantitativos para as seguintes etapas e serviços: (a) execução dos elementos de fundação, pilares, vigas e lajes; (b) edificação da alvenaria de vedação; (c) aplicação dos revestimentos internos e externos; (d) instalação de esquadrias; (e) assentamento de bancadas; e (f) execução da cobertura.

Esse processo é essencial, Rezende (2021) aponta que é necessário conhecer o insumo, mão de obra e seus respectivos coeficientes para realizar a composição de custos de um serviço.

Sabendo da importância de um orçamento bem detalhado, realizei o levantamento quantitativo dos materiais essenciais para a criação de uma estrutura sólida e estável, para as fases subsequentes do projeto. Para atingir este objetivo, busquei medidas e especificações precisas que também representam a qualidade e resistência dos elementos estruturais.

Na fundação, o engenheiro responsável optou pela utilização de sapatas isoladas com dimensões atendendo ao mínimo normativo prescrito pela NBR 6122: Projeto e execução de fundação. (ANBT, 2022), de 70x70 cm, uma vez que o solo da região consegue se manter coeso e estável a pequenas profundidades, proporcionando uma base ampla e firme para sustentar toda a estrutura da residência. Foram dimensionados pilares com seção transversal de 15x30 cm, assegurando a resistência necessária para suportar as cargas descendentes e transmiti-las eficazmente para a fundação. O baldrame e o vigamento, com dimensões de 15x30 cm, forneceram o suporte horizontal fundamental para a estrutura. Eles são responsáveis por distribuir as cargas das paredes e demais elementos da construção para os pilares e fundação. E por fim as lajes pré-moldadas foram de 10 cm de espessura, cobrindo uma área de 53,20 m². Essas informações compõe o chamado orçamento preliminar, de acordo com Vinhandelli (2021), este orçamento está um grau acima da estimativa de custos por apresenta um cálculo um pouco mais detalhado, gerando assim, um grau de precisão mediano mas com informações suficientes para determinar um possível custo. O Quadro 34 resume o cálculo de quantitativos desses elementos estruturais utilizado na Infraestrutura e o Quadro 35 refere-se o da Supraestrutura.

Quadro 34 – Planilha quantitativa dos insumos de fins estruturais - Infraestrutura

1.0 - FUNDAÇÕES

1.1 - SAPATAS ISOLADAS

TIPO	QTDE	DIMENSÕES (m)			Escavação (m ³)	Apilamento (m ²)	Tx. Armadura	Aço (kg)	Concreto (m ³)
		Largura	Comprimento	Altura					
S1	14	0,70	0,70	0,700	6,24	6,86	40	192,08	4,802
SUBTOTAL					6,2426	6,86		192,08	4,802

1.2 - BALDRAMES

TIPO	DIMENSÕES (m)			Impermeabilização (m ²)	Escavação (m ³)	Apilamento (m ²)	Tx. Armadura	Aço (kg)	Concreto (m ³)
	B	H	Comprimento						
B1	0,15	0,30	52,01	39,01	4,55	7,80	65,00	152,13	2,34
SUBTOTAL					39,01	4,55	7,80	152,13	2,34
TOTAL SAPATAS E BALDRAMES					39,01	10,79	14,66	344,21	7,14

Fonte: Do autor (2023).

Quadro 35 – Planilha quantitativa dos insumos de fins estruturais - Supraestrutura

2.0 - ESTRUTURA

2.1 - PILARES

TIPO	DIMENSÕES (m)			QTDE	Tx. Armadura	Forma (m ²)	Aço (kg)	Concreto (m ³)
	B	H	Altura					
P1	0,15	0,30	3,70	14,00	70,00	15,54	163,17	2,33
SUBTOTAL						15,54	163,17	2,33

2.2 - VIGAMENTO

TIPO	DIMENSÕES (m)			Tx. Armadura	Forma (m ²)	Aço (kg)	Concreto (m ³)	
	B	H	Comprimento					
VT	0,15	0,30	52,01	70,00	15,60	163,83	2,34	
SUBTOTAL						15,60	163,83	2,34
TOTAL ESTRUTURA						31,14	327,00	4,67

2.3 - LAJES

TIPO	SB	L (M)	C (M)	AREA (M ²)	0,1 (M)
PRE-MOLD	100kg	3,53	5,45	19,29	ferro
PRE-MOLD	100kg	3,55	2,90	9,94	ferro
PRE-MOLD	100kg	3,50	3,15	10,71	ferro
PRE-MOLD	100kg	1,15	2,55	2,93	ferro
PRE-MOLD	100kg	2,30	1,65	3,80	ferro
PRE-MOLD	100kg	3,40	1,60	5,10	ferro
PRE-MOLD	100kg	3,53	0,88	2,03	betão
TOTAL LAJE PRÉ MOLDADA				53,20	
LAJE FORRO				53,20	
LAJE PISO					

Fonte: Do autor (2023).

Para orçar a alvenaria de vedação, selecionamos tijolos cerâmicos de dimensões 14x19x29 cm. Essa escolha é comum devido à facilidade de manuseio, resistência e capacidade de isolamento térmico e acústico. Primeiramente, calculei a área total de alvenaria, levando em consideração as dimensões de todas as paredes internas e externas da residência. Em seguida, demonstrado no Quadro 36, subtrai os espaços ocupado pelas esquadrias cuja área correspondente ultrapassou 2m², pois de acordo com Fidelis (2020) em paredes cujo o vão é inferior a 2m² a área relativa a esse não poderá ser descontado, sendo então incluído no cálculo, já em paredes cuja a área dos vãos é superior a 2m² esse valor excendente deverá ser descontado. Quando há desconto em relação aos vãos existe uma redução da área total de alvenaria necessária.

Quadro 36 – Levantamento das áreas de alvenaria de vedação

LOCAL	PAREDES ALVENARIA DE VEDAÇÃO						TOTAL BRUTO	TOTAL DED.	TOTAL LÍQUIDO
	P1(m)	H1(m)	A1(m2)	P2(m)	H2(m)	A2(m2)			
SALA/JANTAR/COZINHA	26,54	2,60	69,00				69,00	9,64	59,37
QUARTO	9,25	2,60	24,05				24,05	3,48	20,57
BANHO	9,20	2,60	23,92				23,92	2,04	21,88
HALL	6,55	2,60	17,03				17,03	2,55	14,48
PLATIBANDA	34,55	0,80	27,64	10,40	2,40	24,96	52,60		52,60
TOTAL							186,60		168,90

Fonte: Do autor (2023).

Juntamente com os tijolos cerâmicos, a argamassa é um elemento essencial na construção da alvenaria, sendo usada para unir os tijolos e garantir a estabilidade das paredes, como aponta Recena (2012). Para calcular o volume de argamassa para o assentamento, considerei o cálculo apresentado na Equação 17 de acordo com Brito (2019) :

$$V_a = [A - N \cdot (B \cdot H)] \cdot L \quad (17)$$

sendo:

- V_a o volume de argamassa;
- A área em m² de alvenaria calculada com base na metragem linear; e
- N quantidade de tijolos a serem utilizados no projeto
- B base do bloco cerâmico a ser assentado
- H altura do bloco cerâmico a ser assentado
- L largura do bloco cerâmico a ser assentado.

No Quadro 37 é possível observar o quantitativo dos insumos que será utilizado para a realização da alvenaria da residência em questão.

Quadro 37 – Quantitativo dos insumos para a alvenaria

VOLUME ARGAMASSA P/ ASSENTAMENTO	6,76	M3
CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP-II 32	19	SACO
CAL HIDRATADA CH-I	45	SACO
AREIA MÉDIA	0,76	CAMIN.
TIJOLO CERÂMICO 14X19X29CM	2956	UNI.

Fonte: Do autor (2023).

Logo após a conclusão do levantamento das etapas anteriores, realizei o quantitativo de revestimento, como argamassa para chapisco, emboço, reboco, contra piso, azulejos e pisos; que serão usado nas áreas externas e internas da edificação. O Quadro 38 e 39 detalha todas as informações necessárias para a realização do orçamento desses materiais.

Quadro 38 – Planilha quantitativa dos insumos para o revestimento

LOCAL	TETO (M2)	PAREDES INTERNAS (M2)	PAREDES EXTERNAS (M2)	AZULEJOS (M2)	PISOS (M2)
SALA/JANTAR/COZINHA	26,75	73,66	ÁREA TOTAL EXTERNA	6,96	26,75
QUARTO	9,75	36,25		9,75	
BANHO	4,39	26,68		26,68	4,39
HALL	7,28	35,96		7,28	
TOTAL	48,17	172,55	191,8	33,64	48,17
TOTAL DE REVESTIMENTO	412,52				

Fonte: Do autor (2023).

Quadro 39 – Composição dos insumos para revestimento

ARGAMASSA P/ REVESTIMENTO	10,313	M3
CIMENTO PORTLAND CP-II 32	54,45	SACO
AREIA MÉDIA	7,35	M3
CAL HIDRATADA CH-I	90,75	SACO
CONTRAPISO 5CM	2,41	M3
CIMENTO PORTLAND CP-II 32	7,02	SACO
AREIA MÉDIA	1,26	M3
PEDRA BRITADA N.1	1,14	M3
VOLUME CIMENTADO 3CM	1,45	M3
CIMENTO PORTLAND CP-II 32	7,31	SACO
AREIA MÉDIA	0,91	M3
TOTAIS		
CIMENTO PORTLAND CP-II 32	69	SACO
CAL HIDRATADA CH-I	91	SACO
AREIA MÉDIA	1,36	CAMIN.
PEDRA BRITADA N.1	0,16	CAMIN.

Fonte: Do autor (2023).

Serão usadas nesta residência, bancadas de granito na pia da cozinha e o lavatório do banheiro. O uso de pias e lavatórios em granito na residência unifamiliar não apenas eleva o padrão estético dos ambientes, mas também oferece uma superfície resistente e de fácil manutenção, garantindo funcionalidade e beleza a longo prazo, como destaca Mauro (2012). O Quadro 40 contém as medidas com suas respectivas áreas.

Quadro 40 – Planilha quantitativa dos insumos para bancadas

LOCAL	BANCADAS E PRATELEIRA				
	C1(m)	L1(m)	A1(m2)	TOTAL	MATERIAL
COZINHA	3,50	0,60	2,10	2,10	GRANITO
BANHO	1,25	0,50	0,63	0,63	GRANITO
TOTAL				2,73	
RESUMO					
BANCADA DE GRANITO				2,725	m2
BANCADA DE ARDOSIA					m2

Fonte: Do autor (2023).

A cobertura da residência do cliente será executada por meio do método construtivo de telhados embutidos, no qual foram detalhadas as subdivisões das áreas a serem cobertas com telhas de fibrocimento. Além disso, os comprimentos dos rufos e calhas a serem utilizados nesta cobertura estão devidamente apresentados no Quadro 41.

Quadro 41 – Planilha quantitativa dos insumos para a cobertura

ÁREA BRUTA				DEDUÇÕES			ÁREA LÍQUIDA (m2)
AREA	LARGURA (m)	COMP (m)	ÁREA (m2)	LARGURA (m)	COMP (m)	ÁREA (m2)	
A1	1,15	4,20	4,83				4,83
A2	0,80	1,65	1,32				1,32
A3	3,05	8,95	27,30				27,30
A4	3,55	2,65	9,41				9,41
A5	1,50	2,80	4,20				4,20
A6	3,25	1,15	3,74				3,74
A7							
TOTAL			50,79				50,79
RUFO / CHAPIM – (m)							
L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	TOTAL
34,55	5,86						40,41
CALHA – (m)							
10,60	3,25						13,85

Fonte: Do autor (2023).

Segundo Tavares (2018), os telhados embutidos, garantem uma opção de design contemporâneo e têm conquistado destaque nas tendências arquitetônicas atuais. Eles oferecem uma maior flexibilidade na criação de volumes e resultam em uma estética limpa, imponente e distinta. A proposta por trás desse estilo de cobertura é ocultar o telhado, o que viabiliza o uso de materiais menos atraentes visualmente, mas mais econômicos, como telhas de fibrocimento e metálica.

2.4.3.2 *Composição de custos*

Mattos (2016) define a composição de custo como uma estipulação dos custos dos materiais e das atividades, sendo também constituída por insumos e formando assim listas contendo todos os itens necessários para a execução da atividade e suas quantidades, contendo a unidade de medida. A composição de custos realiza a identificação dos serviços, apontando os quantitativos e discriminando custos diretos e indiretos.

Cardoso (2009), salienta que a composição de custos deve expressar a execução do serviço referindo-se a todos os materiais e quantitativos dos mesmos, incluindo mão de obra, execução, tempo de execução, equipamentos e encargos sociais. A composição de uma planilha pode ser elaborada a partir de dados obtidos com fornecedores da própria região ou por uso de tabelas referenciais de custos como SINAPI e CUB.

Apesar dessas duas opções serem excelentes, em algumas situações elas podem não condizerem com a realidade, como em casos em cidades do interior, cidades com difícil acesso, etc. Nesse caso é necessário também analisar a situação onde se encontra o empreendimento, pois como aponta Passinato (2020) as cotações dos insumos e das composições na SINAPI e CUB são obtidas somente na capital de cada estado, sem considerar os preços regionais das cidades do interior, que muitas vezes são produtoras de matéria prima.

De acordo com Silva (2020), o orçamento de uma obra, não é garantia de um valor exato que será investido, mas, se os valores condizentes dentro da planilha executada forem de acordo com os custos praticados no local, a probabilidade de a orçamentação estar mais próxima da realidade será maior, necessitando assim combinar o uso dos referenciais com o conhecimento necessário do local do empreendimento para não acarretar a divergências na hora de colocar em prática. Essa diferença de custos entre capital e interior deve ser discutida e estudada, para se definir se o uso dessa ferramenta é um recurso viável a ser utilizado.

Nos tópicos a seguir serão apresentados cálculos orçamentários com base no mercado local, CUB e SINAPI. Com o propósito de ilustrar o recorte acima será apresentado uma comparação entre os custos de materiais e mão de obra

necessários para a realização da fundação, orçados no comércio local da cidade de Campo Belo com os valores obtidos a partir da SINAPI.

2.4.3.3 Cálculo orçamentário dos materiais e da mão de obra pela construtora

A partir dos resultados obtidos pelos levantamentos quantitativos, elaborei a planilha orçamentária de custos, incluindo a mão de obra, para cada etapa da construção. O Quadro 42 detalha o levantamento orçamentário dos materiais usados na obra, como podemos notar, será gasto R\$65.497,03 para a compra dos materiais.

Quadro 42 – Planilha orçamentária de custos: materiais

CUSTOS DOS MATERIAIS ORÇADO NA CIDADE DE CAMPO BELO MG					
ITEM	QUANTIDADE	UNID.	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL	
CIMENTO	141	SC	R\$ 27,50	R\$ 3.877,50	
CAL	135	SC	R\$ 14,50	R\$ 1.957,50	
AREIA	3	CAMINHÃO	R\$ 500,00	R\$ 1.500,00	
BRITA	1,07	CAMINHÃO	R\$ 620,00	R\$ 663,40	
TILO	2956	UNID.	R\$ 1,20	R\$ 3.547,20	
LAJE PRE MOLDADA	53,2	M2	R\$ 41,10	R\$ 2.186,52	
CONCRETO USINADO P/ LAJE	3,5	M2	R\$ 600,00	R\$ 2.100,00	
AOÇO (PILARES,VIGAS, SAPATAS)	671,21	KG	R\$ 6,45	R\$ 4.329,30	
ALUGUEL DE CONTEINER	5	MESES	R\$ 200,00	R\$ 1.000,00	
ALUGUEL DE BETONEIRA	4	MESES	R\$ 230,00	R\$ 920,00	
ESCORAS METÁLICAS	1	MÊS	R\$ 260,00	R\$ 260,00	
MATERIAIS ELETRICO	1		R\$ 2.800,00	R\$ 2.800,00	
MATERIAIS HIDRAULICO	1		R\$ 2.950,00	R\$ 2.950,00	
MATERIAIS DE ESGOTO	1		R\$ 2.970,00	R\$ 2.970,00	
ESQUADRIAS (PORTAS E JANELAS EM VIDRO)	12,88	M2	R\$ 670,00	R\$ 8.629,60	
PORTAS DE MADEIRA	3	UNID.	R\$ 480,00	R\$ 1.440,00	
BANCADAS	2,73	M2	R\$ 450,00	R\$ 1.228,50	
ACABAMENTO	1		R\$ 1.200,00	R\$ 1.200,00	
TABUAS 30CM	15	UNID.	R\$ 30,00	R\$ 450,00	
MATERIAIS DE PINTURA	1		R\$ 3.843,00	R\$ 3.843,00	
PISOS	48,65	M2	R\$ 45,00	R\$ 2.189,25	
AZULEJOS	33,64	M2	R\$ 30,00	R\$ 1.009,20	
ARGAMASSA COLANTE	31	SC	R\$ 22,00	R\$ 682,00	
PREÇOS	20	PC	R\$ 14,50	R\$ 290,00	
ARAME RECOZIDO 12MM	15	KG	R\$ 14,80	R\$ 222,00	
ARAME RECOZIDO 18MM	5	KG	R\$ 15,90	R\$ 79,50	
MATERIAIS P/ LAVANDERIA	1		R\$ 700,00	R\$ 700,00	
CAIBROS P/ COBERTURA	50	M	R\$ 4,95	R\$ 247,50	
TELHAS DE FIBROCIMENTO 8MM	35	UNID.	R\$ 47,00	R\$ 1.645,00	
CALHAS	13,85	M	R\$ 45,00	R\$ 623,25	
RUFOS	40,41	M	R\$ 17,00	R\$ 686,97	
PINGADEIRAS	40,41	M	R\$ 24,00	R\$ 969,84	
LIMPEZA DO TERRENO	1	M	R\$ 1.300,00	R\$ 1.300,00	
OUTROS ITENS NÃO INCLUSO	1		R\$ 7.000,00	R\$ 7.000,00	
			TOTAL	R\$ 65.497,03	

Fonte: Do autor (2023).

Ao concluir a elaboração do orçamento dos materiais, efetuei uma estimativa dos custos da mão de obra, executada por profissionais na cidade de Campo Belo, MG.

Mediante acordo entre as partes envolvidas, a construtora formalizará um contrato de subempreitada de mão de obra, conforme os parâmetros do Código Civil Lei 10406/02 art.610 a 626 (BRASIL, 2002), a qual tratam das disposições legais relacionadas à empreitada de obras, destacando-se pontos como a contribuição do empreiteiro com trabalho e materiais, a responsabilidade pelos riscos, a conclusão da obra de acordo com o ajuste estabelecido, a solidez e segurança do trabalho, a revisão do preço em casos específicos, as modificações no projeto, a suspensão da obra por ambas as partes, entre outros aspectos legais pertinentes a contratos de empreitada

Tal estimativa está detalhada no Quadro 43 e envolve os seguintes aspectos: (a) a contratação de pedreiro e servente para a execução de alvenaria convencional com estrutura em concreto armado, (b) a contratação de eletricista para a instalação elétrica, (c) a contratação de bombeiro hidráulico, responsável pela parte de instalações hidráulicas, esgoto e águas pluviais, (d) a contratação de pintor, encarregado dos acabamentos finais de pintura.

Quadro 43 – Planilha orçamentária de custos: mão de obra

CUSTOS DA MÃO DE OBRA ORÇADO NA CIDADE DE CAMPO BELO (MG)	
PROFISSIONAL	VALOR CONTRATADO
PEDREIRO/SERVENTE	R\$ 27.085,00
ELETRICISTA	R\$ 1.500,00
BOMBEIRO HIDRÁULICO	R\$ 2.000,00
PINTOR	R\$ 1.200,00
TOTAL	R\$ 31.785,00
*Obs.: Pedreiro e servente R\$500,00/m ²	

Fonte: Do autor (2023).

A partir dos conhecimentos adquiridos na disciplina Administração na Construção Civil, elaborei um Gráfico de Gantt especialmente voltado para as etapas dessa construção, integrando-se à alocação de colaboradores com o objetivo de aprimorar a eficiência e a produtividade da obra através de métodos de trabalho mais eficazes.

De acordo com Ramos (2019) esse diagrama é a técnica de planejamento de obras mais antiga a ser utilizada em obras de engenharia, desenvolvida pelo engenheiro mecânico Henry Laurence Gantt em 1910 cujo objetivo é representar por meio de barras horizontais a duração das atividades de um determinado projeto, por

Além disso, foram obtidos os gastos estimados de R\$65.497,03, a partir do Quadro 42, o qual reúne a totalidade dos custos dos materiais utilizados na edificação. Dentre os materiais computados, estão inclusos os diversos componentes necessários para a construção, como concreto, tijolos, tubos, fiação elétrica, entre outros. Essa parte do orçamento é essencial para garantir que todos os recursos materiais estejam disponíveis no momento certo e nas quantidades adequadas, evitando atrasos e desperdícios.

O valor total aproximado de R\$97.282,00 é o resultado da soma desses dois principais componentes do orçamento. É uma informação crucial para os investidores, proprietários e demais partes interessadas, pois fornece uma visão clara dos custos envolvidos no projeto e permite o planejamento financeiro adequado, bem como a alocação de recursos de forma eficaz ao longo de todas as fases da obra. Isso contribui para que o empreendimento seja executado com sucesso e dentro do orçamento estabelecido, assegurando o cumprimento dos prazos e a qualidade do trabalho realizado.

2.4.3.4 Abordagem pela metodologia do Custo Unitário Básico (CUB)

Ao se realizar uma composição de custos pode se considerar como prática válida a comparação com projetos similares, com o intuito de encontrar um valor aproximado. Uma abordagem adicional consiste em utilizar índices genéricos, como o Custo Unitário Básico (CUB), calculado pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil (SINDUSCON) de cada estado. Essa abordagem foi desenvolvida por meio da Lei Federal 4591/64 art.54 (BRASIL, 1964).

Art. 54: Os sindicatos estaduais da indústria da construção civil ficam obrigados a divulgar mensalmente, até o dia 5 de cada mês, os custos unitários de construção a serem adotados nas respectivas regiões jurisdicionais, calculados com observância dos critérios e normas a que se refere o inciso I, do artigo anterior.

Art. 53: O Poder Executivo, através do Banco Nacional da Habitação, promoverá a celebração de contratos com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (A.B.N.T.), no sentido de que esta, tendo em vista o disposto na Lei nº 4.150, de novembro de 1962, prepare, no prazo máximo de 120 dias, normas que estabeleçam, para cada tipo de prédio que padronizar:

I - critérios e normas para cálculo de custos unitários de construção, para uso dos sindicatos, na forma do art. 54

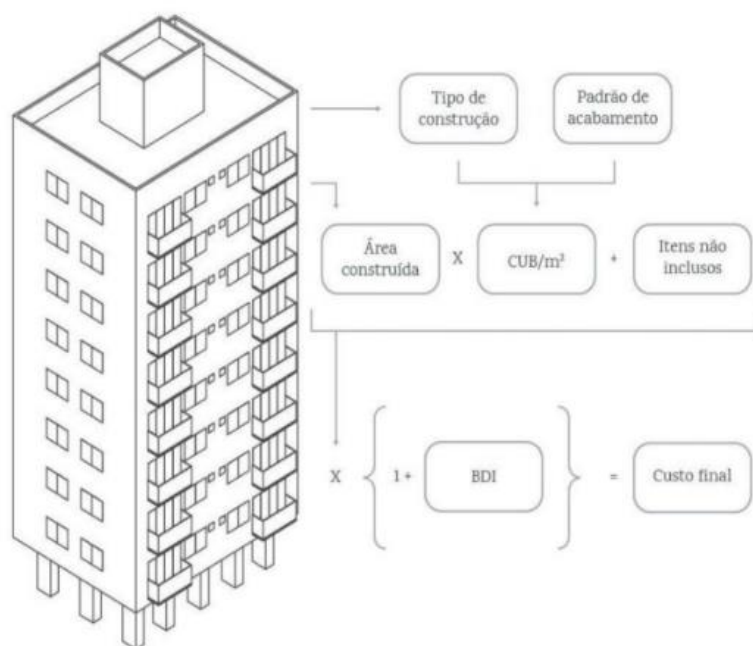
Sendo assim, estes artigos compõe a Lei Federal 4591/64 (BRASIL, 1964), afirmam que a responsabilidade de calcular o CUB/m² é dos Sindicatos da Indústria

da Construção Civil (SINDUSCON'S), com prazo de divulgação até o dia 05 de cada mês. O desenvolvimento das orientações e métodos que serão utilizados pelos Sinduscons em todo o país para realizar o cálculo do CUB/m² é baseado na NBR 12721 (ABNT, 2006).

O CUB, é um indicador que se baseia exclusivamente nos índices fundamentais da construção civil, classificando os empreendimentos de acordo com o tipo de construção e o padrão de acabamento. Essa metodologia não leva em consideração elementos de extrema importância nos orçamentos, tais como urbanização, impostos, projetos, fundações e terrenos. Por essa razão, apresenta um grau de precisão baixo, fornecendo informações de natureza básica, conforme destacado por Mattos (2006).

A figura 140 ilustra o fluxo para calcular o CUB/m².

Figura 140 – Fluxo para cálculo CUB/m²



Fonte: Mattos (2006).

Na Figura 141, observamos as caracterização dos projetos-padrão residencial unifamiliar, a construção a ser executada (residência unifamiliar com 54,17m² de área edificada) se encaixa na “Residência unifamiliar padrão baixo (R1-B)”, pois a edificação em planejamento consiste em um único pavimento térreo, contendo um dormitório, uma sala conjugada com jantar e cozinha, um banheiro social e área de serviço destinada à instalação do tanque.

Figura 141 – Caracterização dos projetos-padrão Residência Unifamiliar

Caracterização dos projetos-padrão conforme a ABNT NBR 12721:2006

Sigla	Nome e Descrição	Dormitórios	Área Real (m ²)	Área Equivalente (m ²)
R1-B	<i>Residência unifamiliar padrão baixo</i> : 1 pavimento, com 2 dormitórios, sala, banheiro, cozinha e área para tanque.	2	58,64	51,94
R1-N	<i>Residência unifamiliar padrão normal</i> : 1 pavimento, 3 dormitórios, sendo um suíte com banheiro, banheiro social, sala, circulação, cozinha, área de serviço com banheiro e varanda (abrigo para automóvel)	3	106,44	99,47
R1-A	<i>Residência unifamiliar padrão alto</i> : 1 pavimento, 4 dormitórios, sendo um suíte com banheiro e closet, outro com banheiro, banheiro social, sala de estar, sala de jantar e sala íntima, circulação, cozinha, área de serviço completa e varanda (abrigo para automóvel)	4	224,82	210,44
RP1Q	<i>Residência unifamiliar popular</i> : 1 pavimento, 1 dormitório, sala, banheiro e cozinha	1	39,56	39,56

Fonte: CUB (2023).

Na Figura 142, veremos 3 tipos de padrões residenciais, e os respectivos valores em R\$/m² extraído em abril/2023 pelo Sinduscon-MG responsável pelo cálculo. Nesse próprio quadro citado é destacado o valor por m² da classe que será edificada a residência do contratante, obtendo-se assim um valor de R\$ 2.177,66 por metro quadrado.

Figura 142 – Custos Unitários Básicos de construção

VALORES EM R\$/m²

PROJETOS - PADRÃO RESIDENCIAIS

PADRÃO BAIXO		PADRÃO NORMAL		PADRÃO ALTO	
R-1	2.177,66	R-1	2.593,96	R-1	3.258,86
PP-4	2.060,14	PP-4	2.472,63	R-8	2.640,66
R-8	1.953,13	R-8	2.156,63	R-16	2.739,94
PIS	1.492,02	R-16	2.089,40		

Fonte: CUB (2023).

O Quadro 45 descreve a composição que engloba os valores no metro quadrado do padrão residencial baixo. Pude notar que a mão de obra está sendo considerada pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), que especifica direitos e deveres tanto do empregado quanto do empregador, abrangendo pontos como jornada de trabalho, salário mínimo, férias, aviso prévio, segurança e saúde no trabalho, entre outros.

Quadro 45 – Composição CUB/m²

Projetos-Padrão Residenciais - Baixo

Item	R1-B	PP-4-B	R8-B	PIS
Material	1.096,17	1.231,09	1.174,50	816,16
Mão de Obra	937,50	787,07	740,09	638,79
Despesas Administrativas	138,71	36,88	33,19	34,40
Equipamentos	5,28	5,10	5,35	2,67
Total	2.177,66	2.060,14	1.953,13	1.492,02

Fonte: Do autor (2023).

Devido ao contrato de subempreitada firmada pela construtora foi necessário um ajuste no custo da mão de obra de R\$937,50/m² para R\$586,76/m². A redução de quase 40% se deve aos encargos trabalhistas e a outros gastos referentes à mão de obra assaliarada. Como resultado, conclui-se que a construtora alcançará uma notável redução de 20% no custo por metro quadrado durante a execução do projeto, conforme pode ser observado no valor por m² do Quadro 46, em que são detalhados os valores correspondentes após essa modificação na mão de obra.

Quadro 46 – Comparativo composição CUB/m²

CUSTOS DIRETOS CONSIDERADA PELA CLT			
DISTRIBUIÇÃO	VALOR POR m ²	VALOR TOTAL	% DISTRIBUÍDA
Material	R\$ 1.096,17	R\$ 64.915,19	50,34%
Mão de Obra	R\$ 937,50	R\$ 55.518,75	43,05%
Despesas Adm	R\$ 138,71	R\$ 8.214,41	6,37%
Equipamentos	R\$ 5,28	R\$ 312,68	0,24%
TOTAL	R\$ 2.177,66	R\$ 128.961,03	100,00%
CUSTOS DIRETOS APÓS NEGOCIAÇÃO POR EMPREITA			
DISTRIBUIÇÃO	VALOR POR m ²	VALOR TOTAL	% DISTRIBUÍDA
Material	R\$ 1.096,17	R\$ 64.915,19	62,99%
Mão de Obra	R\$ 500,00	R\$ 29.610,00	28,73%
Despesas Adm	R\$ 138,71	R\$ 8.214,41	7,97%
Equipamentos	R\$ 5,28	R\$ 312,68	0,30%
TOTAL	R\$ 1.740,16	R\$ 103.052,28	100,00%

Fonte: Do autor (2023).

A NBR 12721 Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios - Procedimento (ABNT, 2021), afirma que é necessário levar em consideração a área equivalente por meio dos coeficientes adotados, pois segundo a norma, nas diferentes áreas construtivas de uma edificação residencial, observa-se uma variação nos custos de execução, sendo um exemplo notável o investimento maior do construtor na construção do

banheiro em comparação com a garagem. Isso ocorre devido à necessidade de elementos e instalações mais complexas no banheiro, enquanto a garagem demanda menos recursos construtivos. No Quadro 47 estão descritas as seguintes áreas de projeto com a área equivalente.

Quadro 47 – Cálculo de área equivalente

CÁLCULO DE ÁREA EQUIVALENTE PARA ESTIMATIVA CUB				
ÁREA	Coef de Equivalência	Coef. Adotado	Área de Projeto (m ²)	Área Equivalente (m ²)
Garagem	0,5 a 0,75	0,60	0	0
Privativa	1,00	1,00	54,17	54,17
Privativa Salas com acabamento	1,00	1,00	0	0
Privativa salas sem acabamento	0,75 a 0,9	0,80	0	0
Loja sem acabamento	0,4 a 0,6	0,50	0	0
Varandas	0,75 a 1	0,90	0	0
Terraços ou área descobertas sobre lajes	0,3 a 0,6	0,40	1,8	0,72
Estacionamento sobre terreno	0,05 a 0,1	0,07	0	0
Área de serviço (residência unifamiliar padrão baixo - Aberta)	0,50	0,50	4,2	2,1
Barrilete	0,5 a 0,75	0,60	0	0
Caixa d'água	0,5 a 0,75	0,60	0	0
Casa de máquinas	0,5 a 0,75	0,60	0	0
Piscinas, quintais, etc.	0,5 a 0,75	0,60	0	0
ÁREAS TOTAIS (m²)			60,17	56,99

Fonte: Do autor (2023).

Ao concluir a estipulação dos valores de custo direto, levei em consideração a taxa de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI). O BDI se refere à taxa que inclui as despesas indiretas, aplicada ao custo direto de um empreendimento, elevando-o ao seu valor final. Essa taxa pode ser incorporada nos custos unitários ou aplicada ao final do orçamento, resultando no preço de execução de um serviço de construção civil, que é igual ao custo da obra mais a taxa de BDI.

Segundo Anacleto (2009), quando se trata de calcular o BDI, as empresas têm dificuldade de coleta de dados, falta de conhecimento técnico e muitas vezes acabam tendo prejuízo em vez de lucros. Em meio a importância consideração desse índice, estabeleci a taxa de 20,79%, destacada no Quadro 48. Para a consulta dessa taxa, utilizei a referência de abril/2023, conforme planilha do Sistema de Custos e Orçamentos Referenciais de Minas Gerais (SICOR, 2023).

Quadro 48 – Demonstração do BDI – com desoneração – Obra de edificação

BDI (CONFORME ACÓRDÃO Nº 2622/13 e LEI Nº 13.161 DE 31/08/15)								
DISCRIMINAÇÃO DAS PARCELAS	SIG. (1)	CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS						INC. (5)
		ISS (2)				DIFERENCIADO		
		2%	3%	4%	5%	MATERIAL (3)	SERVIÇO TERCEIRIZADO (4) (ISS=5%)	
CUSTO DIRETO	CD	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
ADMINISTRAÇÃO CENTRAL	AC	5,50%	5,50%	5,50%	5,50%	3,42%	4,00%	CD
LUCRO BRUTO	L	7,50%	7,50%	7,50%	7,50%	4,94%	6,16%	CD
DESPESAS FINANCEIRAS	DF	0,96%	0,96%	0,96%	0,96%	0,96%	0,96%	CD
SEGUROS, GARANTIAS E RISCO		2,27%	2,27%	2,27%	2,27%	1,29%	1,77%	CD
SEGUROS + GARANTIAS	S	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	0,53%	0,80%	CD
RISCO(*)	R	1,27%	1,27%	1,27%	1,27%	0,76%	0,97%	CD
TRIBUTOS	I	4,65%	5,15%	5,65%	6,15%	3,65%	6,15%	PV
ISS	ISS(2)	1,00%	1,50%	2,00%	2,50%	-	2,50%	PV
PIS	PIS	0,65%	0,65%	0,65%	0,65%	0,65%	0,65%	PV
COFINS	-	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	PV
CPRB	INSS	4,50%	4,50%	4,50%	4,50%	4,50%	4,50%	PV
FÓRMULA DO BDI		$(1 + (AC + S + G + R)) \times (1 + DF) \times (1 + L)$						
		$(1 - (I + CPRB))$						
BDI (NUMERADOR)		16,97%	16,97%	16,97%	16,97%	10,94%	13,37%	
BDI (DENOMINADOR)		90,85%	90,35%	89,85%	89,35%	91,85%	89,35%	
BDI		28,75%	29,46%	30,18%	30,91%	20,79%	26,88%	
OBSERVAÇÕES								
<small>(1) SIGLA.</small>								
<small>(2) QUANTO AO ISS O TCU ORIENTA OBSERVAR A LEGISLAÇÃO DO MUNICÍPIO. NO REFERIDO ACÓRDÃO O TCU PARTIU DA PREMISSE DE INCIDÊNCIA DO ISS EM 50% DO PREÇO DE VENDA, COM PERCENTUAIS DE 2%, 3%, 4% E 5%.</small>								
<small>(3) BDI DIFERENCIADO A SER APLICADO EM CASOS DE FORNECIMENTO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS. EX. ELEVADOR, ESCADAS ROLANTES, EQUIPAMENTOS DE REFRIGERAÇÃO ETC.</small>								
<small>(4) BDI DIFERENCIADO A SER APLICADO PARA SERVIÇOS TERCEIRIZADOS.</small>								
<small>(5) INCIDÊNCIA.</small>								

Fonte: Secretaria de Estado de Infraestrutura e Mobilidade (SEINFRA) (2023).

Desse modo, com base no CUB, utilizei a equação 18 levando em consideração os custos não incluídos como, ligações provisórias (água/luz), projetos, louças e metais, etc.

$$V_T = \left((A_{Eq} \cdot CUB/m^2) + C_l \right) \cdot (1 + BDI)$$

$$PV = [(59,99m^2 + R\$1.826,92/m^2) + R\$7.000,00] \cdot (1 + 0,2079)$$

$$PV = R\$134.217,22 \quad (18)$$

onde:

<i>VT</i>	Valor Total;
<i>A. Eq.</i>	Área Equivalente;
<i>CUB/m²</i>	Custo Unitário Básico / m ² ;
<i>CI</i>	Custos Indiretos;
<i>BDI</i>	Benefícios e Despesas Indiretas.

Em conclusão, com base no Custo Unitário Básico (CUB) referente a abril de 2023, foi estimado que o custo total da residência unifamiliar de padrão baixo será de R\$ 134.217,22. Essa estimativa abrange os principais componentes do projeto, como materiais, mão de obra e outros custos associados à construção. Essa ferramenta possibilitou-me uma estimativa ágil e aproximada dos orçamentos relacionados à edificação em pauta, o que, por sua vez, promove a satisfação do cliente, pois poderá sair da primeira reunião com os valores em mente, mesmo que o CUB garanta uma estimativa inicial, proporcionando que ele se organize e planeje financeiramente. Esse processo de transparência e agilidade inspira confiança, aumentando, assim, a probabilidade de um fechamento mais fluido e bem-sucedido do contrato de prestação de serviços.

2.4.3.5 Abordagem pela metodologia do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI)

Por meio dos levantamentos quantitativos e planilhas orçamentária recorrente aos tópicos anteriores, realizei também estudos sobre a metodologia orçamentária do SINAPI e sua devida aplicação na utilização dos orçamentos, onde é disponibilizado planilhas de composições contendo valores de materiais, equipamentos e mão de obra para determinado fins construtivos, na qual descreverei a seguir.

O Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices foi aprovado pela CAIXA Econômica Federal em 1986, após a extinção do Banco Nacional de Habitação (BNH), para oferecer informações sobre custos de construção e índices de habitação civil. De acordo com o IBGE (2015), o SINAPI tinha como objetivo quando foi implementado, de preencher informações referentes aos custos e índices existentes que eram escassas até o momento.

Além disso,” a Lei de Incorporações definia que os sindicatos da Indústria da Construção Civil tinham a incumbência de realizar os cálculos dos custos da construção a partir de projetos padronizados, levando em consideração o número de pavimentos, quantidade de dormitórios e o padrão da construção” (SILVA, 2020, p. 65).

Desta forma, SINAPI é um sistema que informa os preços e índices da construção civil para o setor da habitação, a partir de resultados obtidos com levantamento de custos de materiais e salários pagos na construção civil. É utilizado como limitador de preço para os serviços contratados que utilizam recursos do Orçamento Geral da União, segundo a Lei de Diretrizes Orçamentárias desde sua edição anual de 2003 (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2015).

Souza (2020) destaca que a gestão da SINAPI é partilhada entre a CAIXA e o IBGE, onde a CAIXA é responsável pela conservação da base técnica de engenharia, envolvendo a especificação de insumos, composições de serviços e projetos referenciais, Já o IBGE é responsável pela pesquisa mensal de preço, formulação da metodologia e concepção dos índices.

A coleta dos custos é realizada em estabelecimentos comerciais, industriais e sindicatos da construção civil e tem periodicidade mensal na divulgação dos custos e índices da construção civil, abrange todos os 26 estados brasileiros e o Distrito Federal.

No lançamento de dados do IBGE referente abril/2023, o custo médio no Brasil por m² foi de R\$1.693,67/m², como mostra a Figura 143.

Figura 143 – Custo médio por metro quadrado no Brasil em moeda corrente e variações percentuais no mês e em 12 meses, abril 2023

Brasil	Exportar...	
Custo médio m ² - moeda corrente	Reais	1693,67
Custo médio m ² - variação percentual no mês	%	0,27
Custo médio m ² - variação percentual no ano	%	0,86
Custo médio m ² - variação percentual em doze meses	%	8,05

Fonte: IBGE (2023).

A Figura 144 nos relata o valor do m² em Minas Gerais, onde encontra a residência descrita no item 2.4.2 – Projeto arquitetônico. Como pude observar, no estado mineiro o custo médio do m² é de R\$1.636,29, variando -3,21% comparado com a média bruta dos outros estados brasileiro.

Figura 144 – Custo médio por metro quadrado em Minas Gerais em moeda corrente e variações percentuais no mês e em 12 meses, abril 2023

Minas Gerais		Exportar..
Custo médio m ² - moeda corrente	Reais	1636.29
Custo médio m ² - variação percentual no mês	%	-0,09
Custo médio m ² - variação percentual no ano	%	1,67
Custo médio m ² - variação percentual em doze meses	%	4,36

Fonte: IBGE (2023).

O SINAPI determinava os custos para 39 projetos com diferentes níveis de acabamento, que poderiam ser classificados como alto, normal, baixo e mínimo. Esses projetos foram escolhidos por serem de maior incidência à época da criação do Sistema, determinado pelo Inquérito Mensal de Serviços de Edificações (IMSE), que vigorou até dezembro de 1987. No entanto, para os cálculos dos custos e índices, o SINAPI baseia-se atualmente nos materiais e serviços que compõem apenas 21 projetos residenciais no padrão normal de acabamento (estabelecidos devido à sua relevância à época da concepção do Sistema).

É relevante observar que o sistema aborda exclusivamente os custos envolvendo mão de obra e materiais, deixando de fora despesas relacionadas a outros elementos, tais como: (a) Aquisição de terrenos; (b) Elaboração de projetos em geral; (c) Custos de licenças, habite-se, certidões e seguros; (d) Gerenciamento da obra; (e) Financiamento; (f) Margens de lucro de empresas de construção e incorporadoras; (g) Instalações temporárias; (h) Conexões residenciais para água, eletricidade e saneamento; (i) Depreciação de equipamentos; (j) Equipamentos mecânicos, como elevadores, compactadores e exaustores; (k) Infraestrutura urbana; (l) Equipamentos de segurança; e (m) Fundações especiais.

Para facilitar o gerenciamento e a estimativa de custos, a tabela SINAPI organiza as informações em três principais categorias: Composições Analítico, Composições Sintético e Insumos. Cada uma dessas categorias desempenha um papel fundamental na construção e estimativa de custos.

As Composições Analíticas é composta por uma lista detalhada de todos os componentes, materiais e serviços que são necessários para a execução de uma determinada atividade na construção. Elas são altamente detalhadas e incluem informações específicas sobre a quantidade de cada insumo, os custos associados a esses insumos, a produtividade da mão de obra e outros detalhes técnicos. As Composições Analíticas permitem uma visão aprofundada dos custos de cada elemento envolvido em um projeto, o que facilita o planejamento e a análise de custos. Na Tabela 9 detalha o exemplo de “Assentamento de tubos e peças” do código 97141 dessa composição referente a abril/2023.

Tabela 9 – Custos de composições analítico

SINAPI - SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL 1 2 de 3940

PCI.818.01 - CUSTOS DE COMPOSIÇÕES ANALÍTICO DATA DE EMISSÃO:19/05/2023 00:39:39

ENCARGOS SOCIAIS DESONERADOS: 86,63%(HORA) 49,57%(MÊS)

ABRANGENCIA: NACIONAL DATA REFERENCIA TECNICA: 18/05/2023

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	ORIG.	COEFICIENTE	PREÇO UNIT.	CUSTO TOTAL
VÍNCULO : CAIXA REFERENCIAL						
CLASSE: ASTU - ASSENTAMENTO DE TUBOS E PEÇAS						
TIPOL : 0450 - FORNEC E/OU ASSENT DE TUBO DE FERRO FUNDIDO JUNTA						
97141	ASSENTAMENTO DE TUBO DE FERRO FUNDIDO PARA REDE DE ÁGUA, DN 80 MM, JUNTA E M LÁSTICA, INSTALADO EM LOCAL COM NÍVEL ALTO DE INTERFERÊNCIAS (NÃO INCLUI F ORNECIMENTO). AF 11/2017					
C	5678 RETROESCAVADEIRA SOBRE RODAS COM CARREGADEIRA, TRAÇÃO 4X4, POTÊNCIA LIQ. 8 CHP 8 HP, CAÇAMBA CARREG. CAP. MÍN. 1 M3, CAÇAMBA RETRO CAP. 0,26 M3, PESO OPE RACIONAL MÍN. 6.674 KG, PROFUNDIDADE ESCAVAÇÃO MÁX. 4,37 M - CHP DIURNO. A F_06/2014	CR		0,0099000	142,29	1,40
C	5679 RETROESCAVADEIRA SOBRE RODAS COM CARREGADEIRA, TRAÇÃO 4X4, POTÊNCIA LIQ. 8 CHI 8 HP, CAÇAMBA CARREG. CAP. MÍN. 1 M3, CAÇAMBA RETRO CAP. 0,26 M3, PESO OPE RACIONAL MÍN. 6.674 KG, PROFUNDIDADE ESCAVAÇÃO MÁX. 4,37 M - CHI DIURNO. A F_06/2014	CR		0,0477000	60,90	2,90
I	20078 PASTA LUBRIFICANTE PARA TUBOS E CONEXOES COM JUNTA ELASTICA, EMBALAGEM DE UN *400* GR (USO EM PVC, ACO, POLIETILENO E OUTROS)	UN	CR	0,0046000	23,81	0,10
C	88246 ASSENTADOR DE TUBOS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	CR	0,0905000	24,51	2,21
C	88316 SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,0905000	17,77	1,60
	EQUIPAMENTO	:		2,17	26,4851485	¥
	MATERIAL	:		1,64	20,0495049	¥
	MAO DE OBRA	:		4,40	53,4653466	¥
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:		8,21	100,0000000	¥ - ORIGEM DE PREÇO: CR

Fonte: SINAPI (2023).

Nota-se que na Tabela 9 tem suas descrições de: (a) o código da composição é uma identificação única atribuída a cada composição ou insumo na tabela; esse código é usado para referenciar e localizar rapidamente um item específico. (b) A descrição de cada composição fornece informações detalhadas, incluindo seu nome, tipo e especificações. (c) As unidade de medida, indicando em que unidade a

composição é quantificado. (d) A origem do preço indicando de onde foi obtido o preço unitário do equipamento ou insumo. Podendo ser através do Coletado “C”, Atribuído São Paulo “AS” e Coeficiente de Representatividade “CR”. (e) O coeficiente que é um fator que ajusta a quantidade de um serviço ou insumo, permitindo que ele seja dimensionado de acordo com as necessidades específicas do projeto. (f) O preço unitário que é o custo do serviço ou insumo por unidade de medida, ou seja, quanto custa uma unidade do material (por exemplo, o custo de um metro quadrado de um determinado material). E por fim (g) O custo total é o resultado da multiplicação do preço unitário pelo coeficiente e pela quantidade de unidades necessárias para uma atividade específica. Esse valor representa o custo total do serviço ou insumo na execução do projeto.

Já as Composições Sintéticas são resumos simplificados das Composições Analíticas. Elas agrupam composições relacionados de forma mais generalizada, tornando a análise de custos mais ágil. Essas composições são úteis para estimativas de custos rápidas e para compreender os custos globais de determinadas atividades de construção sem entrar em detalhes específicos. Na Tabela 10, apresenta-se de maneira concisa o exemplar referente ao "Assentamento de tubos e peças", detalhando o código correspondente, a descrição da composição, a unidade de medida, a origem do preço e o custo total associado.

Tabela 10 – Custos de composições sintético

SINAPI - SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL 1

2 de 716

PCI.817.01 - CUSTO DE COMPOSIÇÕES - SINTÉTICO

DATA DE EMISSÃO: 18/05/2023 23:34:38

DATA REFERÊNCIA TÉCNICA: 18/05/2023

ENCARGOS SOCIAIS DESONERADOS: 86,63%(HORA) 49,57%(MÊS)


CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	ORIGEM DE PREÇO	CUSTO TOTAL
VÍNCULO.....: CAIXA REFERENCIAL				
ASTU	ASSENTAMENTO DE TUBOS E PECAS			
0045	FORNEC E/OU ASSENT DE TUBO DE FERRO FUNDIDO JUNTA ELASTICA			
97141	ASSENTAMENTO DE TUBO DE FERRO FUNDIDO PARA REDE DE ÁGUA, DN 80 MM, JUN M	M	CR	8,21
	TA ELÁSTICA, INSTALADO EM LOCAL COM NÍVEL ALTO DE INTERFERÊNCIAS (NÃO INCLUI FORNECIMENTO). AF 11/2017			

Fonte: SINAPI (2023).

Por fim, os Insumos na tabela SINAPI representam os insumos individuais que compõem as Composições Analítico e Sintético. Eles incluem materiais de construção,

tipos de mão de obra, equipamentos e outros recursos necessários para realizar uma atividade de construção. Os Insumos são listados com seus respectivos preços unitários e quantidades padronizadas, permitindo que os profissionais de construção calculem os custos com base em suas necessidades específicas. A seguir a Tabela 11 ilustra o insumo referente ao exemplo em questão.

Tabela 11 – Preços de insumos



PREÇOS DE INSUMOS

Página: 88 / 132

Indicação da origem do preço:
 • C – para preço coletado pelo IBGE
 • CR – para preço obtido por meio do coeficiente de representatividade do insumo (ver Manual de Metodologia e Conceitos);
 • AS – para preço atribuído com base no preço do insumo para a localidade de São Paulo.
 • RE – para preço de coleta Regional.

Mês de Coleta: 04/2023 Pesquisa: BANCO NACIONAL

Localidade: BELO HORIZONTE Encargos Sociais (%) Horista: 86,63 Mensalista: 49,57

Código	Descrição do Insumo	Unid	Origem de Preço	Preço Mediano (R\$)
00040549	PARAFUSO, COMUM, ASTM A307, SEXTAVADO, DIAMETRO 1/2" (12,7 MM), COMPRIMENTO 1" (25,4 MM)	CENTO	CR	239,89
00004385	PARALELEPÍEDO GRANÍTICO OU BASALTICO, PARA PAVIMENTAÇÃO, SEM FRETE (VARIACAO REGIONAL DE PECAS POR M2)	MIL	CR	4.043,43
00020078	PASTA LUBRIFICANTE PARA TUBOS E CONEXOES COM JUNTA ELASTICA, EMBALAGEM DE *400* GR (USO EM PVC, ACO, POLIETILENO E OUTROS)	UN	CR	23,81
00039897	PASTA PARA SOLDA DE TUBOS E CONEXOES DE COBRE (EMBALAGEM COM 250 G)	UN	AS	52,22
00000118	PASTA VEDA JUNTAS/ROSCA, EMBALAGEM DE *500* G, PARA INSTALACOES DE AGUA, GAS E OUTROS	UN	CR	50,35

Fonte: SINAPI (2023).

Observa-se que, o código 20078 do insumo “Pasta lubrificante [...]” está na composição analítico, como códigos aninhados. Esse sistema é frequentemente usado para organizar e categorizar equipamentos, mão de obra ou insumos em uma tabela ou banco de dados. Os códigos aninhados geralmente consistem em uma sequência de números ou letras que representam os diferentes níveis da hierarquia, com cada nível mais interno fornecendo mais detalhes específicos sobre a composição. Esse tipo de estrutura é valioso para a organização e a recuperação eficiente de informações em sistemas de gestão de dados e tabelas analíticas.

2.4.3.6 Comparação entre custos referenciais SINAPI e custos do comércio local

Conforme apontado por Silva e Pereira (2019), a ampla diversidade de composições na tabela SINAPI resulta em um aumento no tempo requerido para o processo de orçamentação. Isso ocorre devido à necessidade do orçamentista de analisar minuciosamente as variações nas composições, com base nos diferentes

níveis de definições, a fim de tomar decisões criteriosas sobre qual composição adotar. Desse modo, e pela razão do CUB não considerar elementos de extrema importância nos orçamentos, tais como fundações e apresentando um grau de precisão baixo, apresentarei dois levantamentos de materiais e mão de obra para a execução da fundação, o primeiro foi obtido a partir da pesquisa dos materiais utilizados no comércio local e o segundo pesquisando os mesmos materiais no SINAPI, afim de ilustrar o destaque feito por Passinato (2020), referente as cotações dos insumos e composições do SINAPI, ressaltando a importância de considerar as diferenças regionais, especialmente nas cidades do interior, que muitas vezes desempenham um papel fundamental na produção de matéria-prima.

Soares (2020) afirma que a fundação é extremamente importante na construção civil e indispensável à existência de qualquer obra de engenharia, pois é responsável pela garantia da estabilidade da obra, transmitindo as ações da estrutura para o solo, garantindo a segurança da construção.

Para a realização do levantamento quantitativo da fundação e seus respectivos valores orçamentário da obra mencionada no item 2.4.2, que corresponde ao Projeto Arquitetônico da residência unifamiliar, foram consideradas 38,10 metros lineares de vigas baldrame com uma seção de 15x30 centímetros e 14 sapatas isoladas, cada uma com dimensões de (70x70x40)cm, com 30cm de comprimento de traspasse. Nesta etapa, a execução envolve uma série de serviços, incluindo escavações manuais, reparos no fundo das valas, preparação das armaduras de aço, concretagem e, por fim, a aplicação da impermeabilização apropriada. O Quadro 49 apresenta os valores obtidos com base no comércio local.

Quadro 49 – Custos dos materiais na cidade de Campo Belo- MG

ITEM	DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS FUNDAÇÕES / MOVIMENTO DE TERRA SEGUNDO ORÇAMENTO CONSTRUTORA	UNID	QTDE	COMPOSIÇÕES			PREÇO UNIT.(R\$) SEM BDI	PREÇO UNIT.(R\$) COM BDI 20,79%	PREÇO TOTAL (R\$)	PESO%
				MATERIAL	MÃO DE OBRA	EQUIP.				
1.1	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA PARA VIGA BALDRAME (SEM ESCAVAÇÃO PARA COLOCAÇÃO DE FÔRMAS). AF_06/2017	M3	1,72	-	R\$ 216,12	-	R\$ 216,12	R\$ 261,05	R\$ 449,01	3,65%
1.2	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA PARA BLOCO DE COROAMENTO OU SAPATA (SEM ESCAVAÇÃO PARA COLOCAÇÃO DE FÔRMAS). AF_06/2017	M3	4,8	-	R\$ 107,24	-	R\$ 107,24	R\$ 129,54	R\$ 621,77	5,06%
1.3	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MENOR QUE 1,5M, COM CAMADA DE BRITA, LANÇAMENTO MANUAL. AF_08/2020	M3	0,63	R\$ 96,57	R\$ 57,19	R\$ 2,31	R\$ 156,07	R\$ 188,52	R\$ 118,77	0,97%
1.4	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	kg	344,21	R\$ 6,45	2,09	-	R\$ 8,54	R\$ 10,32	R\$ 3.550,69	28,88%
1.5	CONCRETAGEM DE BLOCOS DE COROAMENTO E VIGAS BALDRAME, FCK 30MPA, COM USO DE JERICA LANÇAMENTO, ADESAMENTO E ACABAMENTO. AF_06/2017	M3	1,72	R\$ 613,54	R\$ 81,76	R\$ 4,42	R\$ 699,72	R\$ 845,19	R\$ 1.453,73	11,82%
1.6	CONCRETAGEM DE SAPATAS, FCK 30 MPA, COM USO DE JERICA LANÇAMENTO, ADESAMENTO E ACABAMENTO	M3	4,80	R\$ 773,79	R\$ 141,49	R\$ 5,69	R\$ 920,97	R\$ 1.112,44	R\$ 5.339,71	43,43%
1.7	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM BLOCOS DE COROAMENTO OU SAPATAS, ESPESSURA DE 3CM. AF_08/2017	M2	6,86	R\$ 19,35	R\$ 4,24	-	R\$ 23,59	R\$ 28,49	R\$ 195,47	1,59%
1.8	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM EMULSÃO ASFÁLTICA, 2 DEMÃOS AF_06/2018	M2	5,73	R\$ 72,76	R\$ 9,14	-	R\$ 81,90	R\$ 98,93	R\$ 566,85	4,61%
TOTAL DO ORÇAMENTO									R\$ 12.295,99	100,00%

Fonte: Do autor (2023).

Para fim de comparação, foram orçados 8 itens entre materiais e mão de obra que serão necessários. Após o levantamento desses itens, foi orçado o valor de cada item no comércio local, totalizando um valor de R\$ 12.295,99.

O mesmo procedimento foi feito usando os dados obtidos pela SINAPI, a partir desses, obtive os seguintes valores mostrados no Quadro 50 abaixo.

Quadro 50 – Custos dos materiais a partir da SINAPI

ITEM	CÓDIGO SINAPI	DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS FUNDAÇÕES / MOVIMENTO DE TERRA SEGUNDO TABELAS SINAPI	UNID	QTDE	COMPOSIÇÕES			PREÇO UNIT.(R\$) SEM BDI	PREÇO UNIT.(R\$) COM BDI 20,79%	PREÇO TOTAL (R\$)	PESO%
					MATERIAL	MÃO DE OBRA	EQUIP.				
1.1	96526	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA PARA VIGA BALDRAME (SEM ESCAVAÇÃO PARA COLOCAÇÃO DE FÔRMAS). AF_06/2017	M3	1,72	-	R\$ 237,94	-	R\$ 273,94	R\$ 330,89	R\$ 569,13	3,23%
1.2	96522	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA PARA BLOCO DE COROAMENTO OU SAPATA (SEM ESCAVAÇÃO PARA COLOCAÇÃO DE FÔRMAS). AF_06/2017	M3	4,8	-	R\$ 135,87	-	R\$ 135,87	R\$ 164,12	R\$ 787,76	4,47%
1.3	101619	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MENOR QUE 1,5M, COM CAMADA DE BRITA, LANÇAMENTO MANUAL. AF_08/2020	M3	0,63	R\$ 296,87	R\$ 131,12	R\$ 5,25	R\$ 433,24	R\$ 523,31	R\$ 329,69	1,87%
1.5	96546	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	kg	344,21	R\$ 14,35	2,64	-	R\$ 16,99	R\$ 20,52	R\$ 7.063,95	40,09%
1.5	96555	CONCRETAGEM DE BLOCOS DE COROAMENTO E VIGAS BALDRAME, FCK 30MPA, COM USO DE JERICA LANÇAMENTO, ADESAMENTO E ACABAMENTO. AF_06/2017	M3	1,72	R\$ 886,79	R\$ 103,59	R\$ 0,87	R\$ 991,25	R\$ 1.197,33	R\$ 2.059,41	11,69%
1.6	96556	CONCRETAGEM DE SAPATAS, FCK 30 MPA, COM USO DE JERICA LANÇAMENTO, ADESAMENTO E ACABAMENTO	M3	4,80	R\$ 886,79	R\$ 179,27	R\$ 1,18	R\$ 1.067,24	R\$ 1.289,12	R\$ 6.187,77	35,12%
1.7	96617	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM BLOCOS DE COROAMENTO OU SAPATAS, ESPESSURA DE 3CM. AF_08/2017	M2	6,86	R\$ 19,10	R\$ 5,36	-	R\$ 24,46	R\$ 29,55	R\$ 202,68	1,15%
1.8	98557	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM EMULSÃO ASFÁLTICA, 2 DEMÃOS AF_06/2018	M2	5,73	R\$ 49,02	R\$ 11,80	-	R\$ 60,82	R\$ 73,46	R\$ 420,95	2,39%
TOTAL DO ORÇAMENTO									R\$ 17.621,35	100,0%	

Fonte: Do autor (2023).

Após o levantamento desses itens foi obtido um valor final de R\$17.621,35.

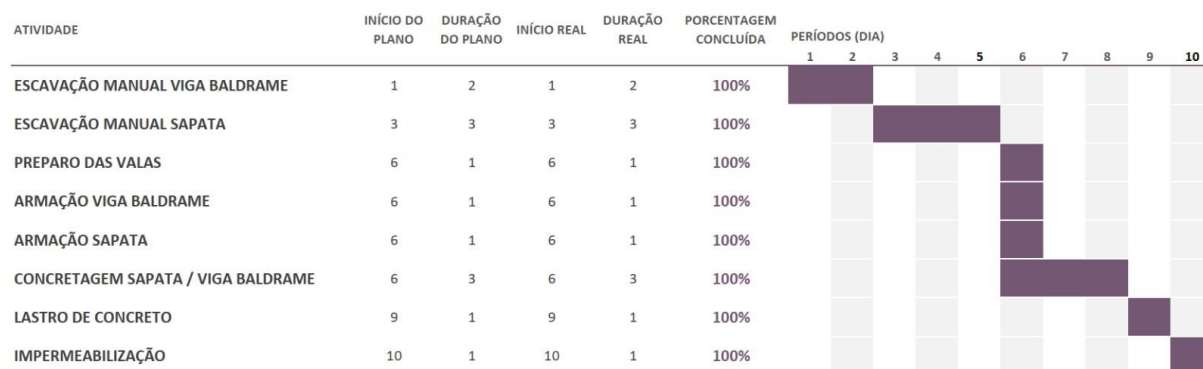
Para obter-se um levantamento fidedigno em relação a mão de obra é necessário o conhecimento do tempo necessário para a realização de determinada atividade e a quantidade de colaboradores que tal atividade requer, devido a isso o planejamento é uma etapa muito importante. Silva (2014) diz que o ato de planejar começou a ser visto como essencial na engenharia quando construtores perceberam falhas e situações inesperadas durante o processo de construção, essas intercorrências comprometiam prazos e aumentavam os custos.

A partir daí muitas técnicas foram desenvolvidas ao longo dos anos com o objetivo de auxiliar no planejamento e no controle dos empreendimentos, entre elas, podemos citar: Modelagem do caminho crítico, linha e balanço e Gráfico de Gantt.

Para o planejamento da fundação em questão foi montado um grafico de Gantt semelhante ao que foi montado para a obra completa, dessa vez mais específico, deixando em evidência as etapas pertinentes à fundação.

O Quadro 51 mostra o gráfico de Gantt desenvolvido para esse projeto na etapa fundação.

Quadro 51 – Gráfico de Gantt - Fundação



Fonte: Do autor (2023).

Depois da montagem do gráfico foi possível obter um prazo de execução de 10 dias para a fundação. Esse dado foi importante para a definição do custo da mão de obra supracitada.

Analisando os dados referentes as duas modalidades e comparando os valores obtidos, observa-se que houve uma diferença de R\$ 5.325,36 entre os dois métodos, colocando o comércio local em vantagem quando comparado a SINAPI.

Observando o Gráfico 1 logo após e analisando os custos isoladamente é possível perceber que apenas o lastro de concreto apresentou valores similares nas duas modalidades e a maior diferença entre valores foi do aço CA-50.

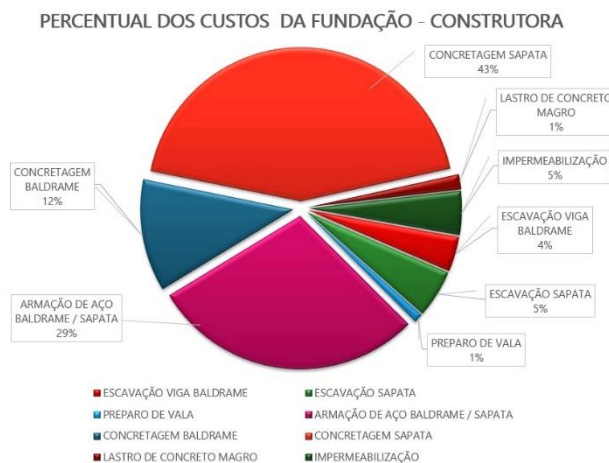
Gráfico 1 – Custos da fundação



Fonte: Do autor (2023).

Analizando os custos da fundação, é possível perceber que a concretagem da sapata é responsável pelo maior percentual de gastos relacionados a fundação no orçamento feito pela construtora, sendo responsável por 43% do orçamento, como mostra o gráfico 2 abaixo.

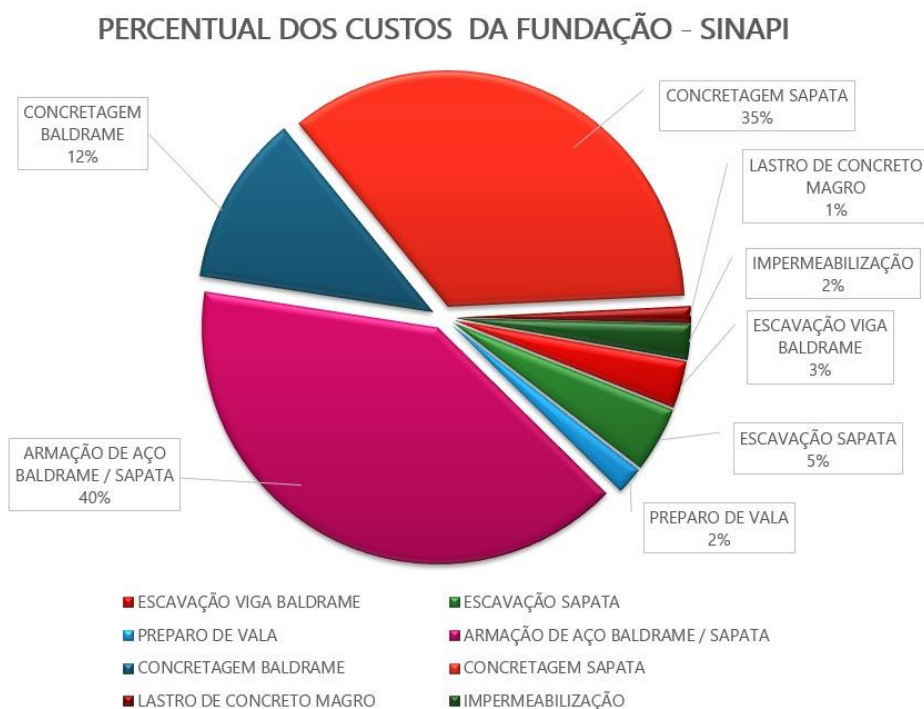
Gráfico 2 – Percentual custos da fundação - construtora



Fonte: Do autor (2023).

Já em relação ao orçamento feito através dos dados obtidos nas tabelas do SINAPI é possível perceber que a armação de aço do baldrame e da sapata forma os responsáveis pelo maior percentual de gastos relacionados a fundação, sendo responsável por 40% do orçamento, como mostra o Gráfico 3 a seguir.

Gráfico 3 – Percentual custos de fundação – SINAPI



Fonte: Do autor (2023).

Desta forma, mostrou-se que o destaque feito por Passinato (2020) deve ser considerado, pois ao ser comparado preços de uma cidade de interior com preços de capital, obteve-se uma diferença de preço de 30,22%, essa economia pode ser baseada, como aponta o autor, na proximidade existente dos locais de produção de matéria-prima.

Neste trabalho, foram exploradas e analisadas três abordagens distintas para a orçamentação de obras: CUB, SINAPI e a cotação local. Cada uma dessas metodologias oferece uma perspectiva para a estimativa de custos em projetos de construção.

O CUB, baseado em padrões preestabelecidos, fornece uma visão geral dos custos unitários associados a diferentes tipos de construção, permitindo uma avaliação inicial padronizada. Por outro lado, o SINAPI, uma ferramenta nacional, incorpora uma vasta gama de insumos e custos, proporcionando uma abordagem mais abrangente e centralizada para a orçamentação.

No entanto, ao analisar os resultados obtidos por meio desses métodos, a opção pela cotação local se revelou a mais adequada para a determinação do orçamento final. Este método leva em consideração os fatores específicos da região, como variações de preços locais e disponibilidade de materiais, proporcionando uma estimativa mais precisa e contextualizada.

Dessa forma, o orçamento final para o projeto foi estabelecido em R\$117.506,93. Desse montante, R\$97.282,00 são atribuídos aos custos diretos, que englobam os gastos diretamente associados à execução da obra, como materiais e mão de obra. Os R\$20.224,93 restantes são destinados aos custos indiretos, abrangendo despesas administrativas, impostos e outros custos não diretamente vinculados à produção.

2.4.4 Proposta de Construção Individual (PCI)

Ao concluir as etapas do Projeto Arquitetônico e as planilhas orçamentária da obra, solicitei ao cliente a simulação do financiamento que foi feito na correspondência da Caixa na cidade de Campo Belo MG, para analisar o valor financiado os custos da obra em questão e fazer o preenchimento da PCI.

Conforme a Cartilha de Habitação - PF (CAIXA ECONOMICA FEDERAL, 2023), a Caixa Econômica Federal oferece financiamento de 80% do valor do imóvel. Diante disso, sugerimos ao cliente uma majoração de 21,66% no montante da obra, inicialmente estimada em R\$117.506,93. Essa recomendação visa ajustar o valor total para R\$150.000,00, a fim de evitar a necessidade de aportes financeiros adicionais para a conclusão do empreendimento. A Figura 145 detalha a simulação realizada pelo cliente.

Figura 145 – Simulação de financiamento

Programa Minha Casa, Minha Vida - Recursos FGTS - Construção em Terreno Próprio

Valor do imóvel	R\$ 150.000,00
Prazo máximo	420 meses
Prazo escolhido	420 meses
Cota máxima do financiamento	80%
Valor da entrada	R\$ 28.214,33
Subsídio Programa Minha Casa, Minha Vida	R\$ 6.158,00
Valor do financiamento	R\$ 115.627,67
Sistema de amortização / indexador: SAC / TR - Sistema de Amortização Constante	PRICE/TR Comparar Cenários

[^ Volte à etapa anterior](#)
[Veja a documentação >](#)
[Alterar](#)

[Refazer simulação](#)

Confira as Opções

 [Clique para detalhar](#)
 [Clique para detalhar](#)
 [Clique para detalhar](#)
 [Clique para detalhar](#)

Juros Nominais	4.75% a.a.			
Juros Efetivos	4.85% a.a.			
1ª Prestação	R\$ 590,40	R\$ 600,00	R\$ 592,53	R\$ 588,78
	Demais prestações	Demais prestações	Demais prestações	Demais prestações
Última Prestação	R\$ 565,25	R\$ 565,25	R\$ 565,25	R\$ 565,25

Fonte: Caixa (2023).

Conforme a Figura 145, podemos constatar que o valor do financiamento será de R\$ 115.627,67, o qual será disponibilizado ao cliente para que ele execute a sua construção. É possível também escolher o sistema de amortização do financiamento. Entende-se por amortização segundo Freitas (2021), o processo de redução de uma dívida, até seu esgotamento, por meio de pagamentos parcelados e mensais, aos quais são acrescidos juros sobre o saldo devedor.

O cliente escolheu o sistema de amortização francês ou também conhecido como Tabela Price, este sistema de acordo com Magalhães (2013) consiste em um plano de amortização de uma dívida em prestações periódicas, iguais e sucessivas, onde cada parcela é formada por uma parte correspondente ao pagamento dos juros e a outra parte será o pagamento referente a amortização do capital. Nesse caso, o valor a ser pago mensalmente pelo cliente será de R\$565,25 por 420 meses.

Por meio aos conhecimentos adquiridos em Introdução à Engenharia, Administração na Construção Civil, Fundamentos da Economia e com o auxílio do responsável técnico da empresa, pude realizar o preenchimento e avaliação da Proposta de Construção Individual (PCI). Veremos como a engenharia fornece os parâmetros técnicos necessários a administração ao planejamento, gestão do projeto e a economia ajuda a viabilizar o financiamento e a alocação de recursos de forma eficiente.


A construção civil, de acordo com Taves (2014) é o setor da economia brasileira, que tem a maior capacidade de elevar a taxa de crescimento do Produto Interno Bruto, do emprego e da renda no curto e médio prazo. Em razão disso, os governos iniciam programas de desenvolvimento socioeconômicos através de investimentos na construção civil, estes investimentos podem ser exemplificados como programas de financiamento a construção, como o Casa Verde e Amarela que vem contribuindo de forma positiva para o crescimento do país.

A PCI da CAIXA, também conhecida como Proposta de Financiamento, é uma ferramenta usado em várias modalidades como a Casa Verde e Amarela (CVA) e Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo (SBPE) oferecida pela Caixa Econômica Federal para pessoas físicas que desejam construir a sua própria casa, que reúne elementos técnicos, administrativos e econômicos, desempenhando um papel crucial no processo de viabilização e financiamento de projetos de habitação. A Figura 146 e 147 representa, de forma ilustrativa a PCI.

Figura 146 – Proposta de Construção Individual: primeiro formulário

Este arquivo é gratuito e de uso exclusivo entre CAIXA, seus representantes legais e clientes.

Qualquer cópia, exceto taxa autorizada CAIXA, é ilegal e sujeita a penalidades. Direitos reservados.



Grau de sigilo
#PÚBLICO

Proposta de Construção Individual

Construção em Terreno Próprio e Aquisição de Terreno e Construção

IDENTIFICAÇÃO

Proprietário		E-mail		CPF/CNPJ Prop.	Telefone Prop.
RT pelo Proj. Arquitet. – RTP	E-mail – RTP	Nº CAUICREAC/PT-RTP	UF	CPF – RTP	Telefone – RTP
RT pela Execução da Obra – RTE	E-mail – RTE	Nº CAUICREAC/PT-RTE	UF	CPF – RTE	Telefone – RTE

Identificação do imóvel proposto

Endereço

Bairro CEP Município UF

Complemento

Matrícula ORI (Registro de Imóveis) Coordenadas (Graus, Min, S") Construtora (se houver) CNPJ Finalidade

S W

DOCUMENTAÇÃO PARA ANÁLISE TÉCNICA

Documentação básica

Certidão de Matrícula do Imóvel Projeto Legal/Arquit. cf. divisões

Alvará/Licença de Obra Data de validade Terreno próprio

ART/ART/RT/RT de Proj. Arquitetura Número Projeto Legal

ART/ART/RT/RT de Exec. de Obra Número Projeto Aprovado

Projeto

Preencher segundo requisitos exatidão técnica de engenharia e arquitetura, para evitar divergência com a análise e consequente revisão da proposta

Áreas

Área Coberta Padrão	Área Permeável	Área Acessória Coberta	Área Construída Total	Área do Terreno	Valor do Terreno
m²	m²	m²	m²	m²	R\$

Destinação do Imóvel Sistema Construtivo Sistema Construtivo Outros (Especificar)

m²

Sistema Construtivo Outros (Especificar)

Documentação complementar

Memorial Descritivo

Discriminar a solução prevista em projeto para caracterizar o padrão do acabamento

Cobertura	Teto	Pavtos.	Quartos	Suítes	Salas	Padrão Acabamento		Balcão
						Vagas	Tipo de Vagas	
Acabamento Paredes Externas	Louças e Metais	A. Serviço	Cozinha	Água Quente				
Acabamento Paredes Internas	Paredes/Painéis A. Secas	Caleficação	Sustentabilidade	Implantação/Inserção				
Revest.Paredes A.Molhadas	Revest.Piso A.Secas	Revest.Piso A.Molhadas	Divisão Interna					
Esquadrias Externas	Esquadrias Internas	Abastecimento d'Água	Outros (Especificar)					
Drainagem	Coleta/Tratam. Esgoto	Ger. Altern. de Energia						

Custos

Para subsidiar a análise de viabilidade econômico-financeira, incluir os custos de todos os serviços necessários à execução do imóvel aqui

Serviços componentes do projeto/custo referencial adotado

Item	Serviços	Incidência	Custos Propostos		Incidências aceitáveis	
			Custos (R\$)	% Ac.	Mínimo [%]	Máximo [%]
1	Banheiros, providência (igualar)-projeto/aprova.				1,13	3,97
2	Infraestrutura (estacas, brocas, baldeiros, sapatas)				3,07	7,43
3	Superestrutura (vigas, pilares, cintas, escadas)				12,17	17,67
4	Paredes e Painéis				4,8	10,67
5	Esquadrias				4,16	13,27
6	Vidros e Plásticos				0,00	2,45
7	Cobertura (estrutura e telhas)				0,00	12,94
8	Impermeabilizações				0,00	10,10
9	Revestimentos Internos				6,61	9,32
10	Fornas				0,00	2,18
11	Revestimentos Externos				3,67	5,30
12	Pinturas				3,63	6,47
13	Pisos				8,41	11,51
14	Acabamentos (colinas, rodapiés, peitoril etc.)				1,01	1,38
15	Instalações Elétricas e Telefônicas				3,75	4,85
16	Instalações Hidráulicas				3,63	4,27
17	Instalações Esgoto e Água Pluvial				3,65	4,30
18	Louças e Metais				4,14	4,67
19	Complementos (limpa final e calafate)				0,24	2,29
20	Outros (discriminar em Serviços Adicionais, abaixo)				0,00	10,00
TOTAIS						0,00
		Custo Total de Serviços		Executor obra		
		BDI				
		Custo Total com BDI				

Vigência: 28/06/2022

Proposta_Constr_Individual
Construção em Terreno Próprio e Aquisição de Terreno e Construção

Fonte: Caixa Econômica Federal (2022).

Figura 147 – Proposta de Construção Individual: segundo formulário

Este arquivo é gratuito e de uso exclusivo entre CAIXA, seus representantes legais e clientes. Qualquer cobrança, exceto taxa autorizada CAIXA, é ilegal e sujeita a penalidades. Direitos reservados.

Grau de sigilo
#PÚBLICO

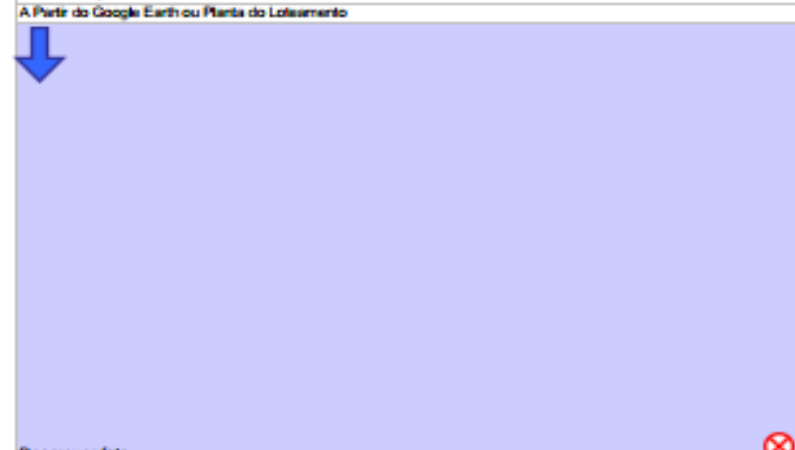
CAIXA **Proposta de Construção Individual**

Construção em Terreno Próprio e Aquisição de Terreno e Construção

Outros serviços
 Quando houver custos adicionais, não contemplados nos custos referenciais (p.ex.: demolições, fundações especiais, cortes, aterros e contenções excepcionais, elevadores e equipamentos especiais, piscinas, quadras de esportes etc.), todos estes serviços devem ser inseridos no quadro "Serviços Adicionais" abaixo

Item	Serviços	Custos (R\$)	Resumo dos custos	Totais	Unitário/m²
1			Valor do Terreno		
2			Custo Total de Serviços		
3			Custo Total de Serviços of BDI		
4			Custo Total de Produção		
5			Justificativas para itens fora das referências de incidência no orçamento acima		
6					
7					
8					
9					
10					
TOTAIS					

Inserir Polígono do Terreno
 A Partir do Google Earth ou Planta do Loteamento



Descrever foto
 Descrição das obras já executadas

Nas confrontações há casas construídas do lado direito nº195, e no fundo do terreno, ao lado esquerdo há um terreno sem construção. Lote situado cerca de 21m de distância com a rua Valter Donizete Saturnino.

Cronograma Físico Financeiro			
Prazo de Execução			meses
Etapa	% Etapa	% Acu. m.d.	Valor Acumulado
PNECv.			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			

Outras Observações (incluir características/informações relevante específicas da proposta)

Declarações e Ciência do Proponente e do Responsável Técnico, quanto às Condições de Financiamento de Construção

O PROPONENTE e o RESPONSÁVEL TÉCNICO PELA EXECUÇÃO DA OBRA declaram, sob as penas da Lei, que:	são verdadeiras as informações aqui prestadas e que elas correspondem fielmente à atual situação da obra, estão CIENTES de que eventuais irregularidades, identificadas no acompanhamento da obra, sujeitam ambos à inclusão no Cadastro Informativo de Pessoas Físicas e Jurídicas com relacionamento com a CAIXA – CONRES, o imóvel atende aos itens e condições mínimas exigidas pela CAIXA, conforme Cartilha PF, o projeto aprovado segue todas as normas técnicas vigentes e aplicáveis e será apresentado até a primeira liberação de recursos, a placa de obra será fixada, conforme modelo estabelecido pela CAIXA.
--	--

LD | Local e data

RL | Cliente/Proponente

Nome: _____

CPF: _____

AT | Responsável Técnico pela execução da obra

Nome: _____

CPF: _____ CAUCREACFT: _____

Silva (2021) aponta que o processo de financiamento requer gestão e planejamento de obra que devem ser monitorados por uma equipe técnica, devido ao pleno conhecimento de todas as etapas construtivas da obra, essas que impactam diretamente na parte financeira do empreendimento. A PCI permite a aquisição de materiais de construção, pagamento de mão de obra, entre outros, e pode ser solicitada por pessoas físicas que atendam aos requisitos do programa.

De acordo com a Caixa Econômica Federal (2023), para que o financiamento seja feito é necessário bom planejamento do orçamento financeiro, sendo essencial calcular os ganhos tais como: receitas, despesas para, dessa forma, trazer à tona os desejos do cliente, bem como se programar para cada oportunidade inserida em seu contexto para conseguir um bom financiamento.

Segundo a Cartilha de Habitação - PF (CAIXA ECONOMICA FEDERAL, 2023), o cliente e o responsável pelo projeto e sua execução, deverá fornecer à CAIXA todas as informações importantes, incluindo planejamento de execução, orçamento e especificidades do projeto. Ela deve ser fornecida em formato PDF, preenchido e assinado.

De acordo com Silva (2021), financiamento acontece quando o cliente tem interesse em construir e não possui recurso próprio. Diante disso, ele procura uma correspondente bancaria, essa correspondente realiza a análise de crédito em cima de documento básicos, tais como: comprovante de renda, RG, CPF, comprovante de residência. O próprio autor aponta que o cliente não pode ter nenhum empréstimo, dívidas ativas e comprometimento de renda.

Após realizado a análise, em caso de aprovação, o cliente é autorizado a iniciar a construção do imóvel, caso tenha terreno próprio ou terreno em construção. O cliente também tem a opção de financiar o terreno ou financiar o terreno e pagar a construção (SILVA, 2021).

As etapas descritas a seguir tem como objetivo mostrar o passo a passo desse processo que foi realizado durante a vivência de estágio, esses passos englobam desde a identificação até o cronograma físico-financeiro realizado.

2.4.4.1 Identificação

No primeiro item do formulário na Proposta de Construção Individual, é possível encontrar as informações do Proponente, do Responsável Técnico do Projeto e Execução da Obra, bem como aos dados pertinentes ao Imóvel. A Figura 148 relata os dados mencionados para o preenchimento da identificação.

Figura 148 – Identificação

IDENTIFICAÇÃO						
Proponente		E-mail		CPF/CNPJ Prop.	Telefone Prop.	
MATHEUS *****				000.000.000-00	35 90000-0000	
RT pelo Proj. Arquit./Edif. – RTP	E-mail – RTP	Nº CAU/CREA/CFT–RTP	UF	CPF – RTP	Telefone – RTP	
Natan Reis Estevão	*****	173.459/D	MG	000.000.000-00	35 9000-0000	
RT pela Execução da Obra – RTE	E-mail – RTE	Nº CAU/CREA/CFT–RTE	UF	CPF – RTE	Telefone – RTE	
Natan Reis Estevão	*****	173.459/D	MG	000.000.000-00	35 90000-0000	
Identificação do imóvel proposto						
Endereço				Complemento		
RUA 01				Lote 23 - Quadra 01		
Bairro	CEP	Município				UF
RESIDENCIAL ****	37.270-000	Campo Belo				MG
Matrícula	ORI (Registro de Imóveis)	Coordenadas (Graus°, Min', S")		Construtora (se houver)	CNPJ	Finalidade
** ***	1°	00° 00' 00" S 00° 00' 00" W				Constr.Terr.Próprio FGTS

Fonte: Do autor (2023).

Por meio da identificação é possível identificar se há alguma restrição de crédito, o registro do responsável técnico e a localização do imóvel.

2.4.4.2 Documentos para análise técnica

Completada a identificação, solicitei aos clientes os documentos exigidos para serem analisados pela equipe técnica da CAIXA:

- Certidão de Matrícula - a qual há informações sobre a situação quanto a regularidade de uma propriedade, incluindo sua descrição e localização;
- Projeto Legal - projeto aprovado pela prefeitura, contendo as informações necessárias da obra, incluindo sua localização.
- ART/RRT/TRT –anotação de responsabilidade técnica devidamente registrada pelo profissional responsável pela realização e implementação do projeto e execução da obra de acordo com as leis municipais e plano diretor.
- O Alvará ou Licença de Construção – com finalidade de garantir que a obra esteja em conformidade com as normas de segurança, acessibilidade e urbanismo, além de não ocasionar prejuízos para a comunidade local e para o meio ambiente.

A Figura 149 explica os documentos atendidos.

Figura 149 – Documentação para análise técnica

DOCUMENTAÇÃO PARA ANÁLISE TÉCNICA							
Documentação básica							
Certidão de Matrícula do Imóvel	Sim		Projeto Legal/Arquit. c/ divisões	Sim			
Alvará/Licença da Obra	Sim		Data de validade	13/08/2024	Terreno é próprio		Sim
ART/RRT/TRT de Proj. Arquitetura	Sim		Número	MG2023*****	Projeto Legal Aprovado		sim
ART/RRT/TRT de Exec. de Obra	Sim		Número	MG2023*****			

Fonte: Do autor (2023).

Conforme ilustra a Figura 149, pode-se observar que toda a documentação foi atendida.

2.4.4.3 Projeto

Na Figura 150 foram informados os dados do terreno, área construída e permeável calculada através da Lei Complementar N°85, de 25 de março de 2010 (CAMPO BELO, 2010) que dispõe sobre normas de uso e ocupação do solo no Município de Campo Belo, MG, e método construtivo da obra, na qual será pelo sistema construtivo convencional de estrutura de concreto armado com blocos de vedação de alvenaria.

Figura 150 – Informações sobre o projeto

Projeto							
Preencher seguindo requisitos estritamente técnicos de engenharia e arquitetura, para evitar divergência com a análise e consequente revisão da proposta							
Áreas							
Área Coberta Padrão	Área Permeável	Área Acessória Coberta	Área Construída Total	Área do Terreno	Valor do Terreno		
54,17 m ²	40,00 m ²	4,20 m ²	58,37 m ²	200,00 m ²	R\$		
Destinação do Imóvel	Sistema Construtivo		Sistema Construtivo Outros (Especificar)				
Residencial m ²	Conv:Estrutura de concreto/Blcs.vedação						
	Sistema Construtivo Outros (Especificar)						
Convencional: Não há necessidade de Documentação Complementar para análise				Documentação complementar		não	

Fonte: Do autor (2023).

Os dados foram preenchidos conforme o projeto arquitetônico apresentado no item 2.4.2 Projeto arquitetônico.

2.4.4.4 Memorial descritivo

A Figura 151 representa as informações do memorial descritivo da construção que será executada através do financiamento

Segundo Baldin, J. A., & Chiattonne,

"O memorial descritivo é uma ferramenta valiosa para a valorização do trabalho do arquiteto, engenheiro ou construtor, permitindo a documentação de seu processo criativo e técnico, e apresentando de forma clara e concisa as soluções adotadas para a realização de uma obra ou projeto arquitetônico." (BALDIN, J. A., & CHIATTONE, 2018, p.90)

Figura 151 – Informações sobre o memorial descritivo

Memorial Descritivo			Padrão Acabamento					Baixo
Discriminar a solução prevista em projeto para caracterizar o padrão do acabamento								
Cobertura	Teto	Pavtos.	Quartos	Suítes	Salas	Vagas	Tipo de Vagas	
Telha de Fibrocimto. c/ Platibanda	Laje	1	1		1	2	Descoberta(s)	
Acabamento Paredes Externas	Louças e Metais	Á. Serviço		Cozinha	Água Quente			
Pintura/Textura/Grafiato	Linha Popular	Externa coberta		Cozinha+Copa	Não			
Acabamento Paredes Internas	Pards./Painéis Á. Secas	Calefação	Sustentabilidade	Implantação/Inserção				
Pintura/Textura/Grafiato	Alvenaria	Não	Sim	Isolada				
Revest.Pards.Á.Molhadas	Revest.Piso Á.Secas	Revest.Piso Á.Molhadas	Divisão Interna					
Cerâmica Comercial	Cerâmica Comercial	Cerâmica Comercial	sala e cozinha conjugado, banheiro social, 1 quartos					
Esquadrias Externas	Esquadrias Internas	Abastecimento d'Água						
Vidro Temperado	Madeira	Concessionária						
Drenagem	Coleta/Tratmto. Esgoto	Ger. Alternat. de Energia						
Rede de Água Pluvial	Rede de Esgoto	Nenhuma						

Fonte: Do autor (2023).

Para que o projeto de construção seja bem-sucedido, é necessário um memorial descritivo bem elaborado e completo. Ele indica à instituição financeira que oferecerá o financiamento que o proponente ou responsável técnico possui todos os conhecimentos e planos essenciais para concluir a tarefa.

2.4.4.5 Custos

Um dos elementos mais significativos a serem examinados na PCI é o item "custos". Baseia-se nas tabelas de preços unitários do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) e Custo Unitário Básico (CUB) para cada componente do projeto, e serve como referência para orçamentos e medidas. Essas tabelas são atualizadas regularmente e levam em consideração preços de mercado. A seguir, apresento na Figura 152 os valores necessários referentes à edificação que será executada.

Figura 152 – Informações sobre o orçamento da obra

Custos							
Para subsidiar a análise de viabilidade econômico-financeira, incluir os custos de todos os serviços necessários à execução do imóvel aqui							
Serviços componentes do projeto/custo referencial adotado							
Item	Serviços	Incidência	Custos Propostos		Incidências aceitáveis		
			Custos (R\$)	% Ac.	Mínimo [%]	Máximo [%]	
1	Barracão+lig. provisórias(água/luz)+projetos/aprovs.	2,62	2.550,00	2,62	1,13	3,97	OK
2	Infraestrutura (estacas, brocas, baldrame, sapatas)	7,40	7.200,00	10,02	3,07	7,43	OK
3	Supraestrutura (Vigas, pilares, cintas, escadas)	14,80	14.400,00	24,82	12,17	17,67	OK
4	Paredes e Painéis	7,94	7.725,00	32,77	4,8	10,67	OK
5	Esquadrias	6,89	6.700,00	39,65	4,16	13,27	OK
6	Vidros e Plásticos	1,33	1.290,00	40,98	0,00	2,45	OK
7	Coberturas (estrutura e telhas)	6,57	6.392,00	47,55	0,00	12,94	OK
8	Impermeabilizações	5,19	5.050,00	52,74	0,00	10,10	OK
9	Revestimentos Internos	7,25	7.055,00	59,99	6,81	9,32	OK
10	Forros	1,13	1.100,00	61,12	0,00	2,18	OK
11	Revestimentos Externos	4,73	4.600,00	65,85	3,87	5,30	OK
12	Pinturas	5,19	5.050,00	80,24	3,63	6,47	OK
13	Pisos	9,20	8.950,00	75,05	8,41	11,51	OK
14	Acabamentos (soleiras, rodapés, peitoril etc.)	1,23	1.200,00	81,48	1,01	1,38	OK
15	Instalações Elétricas e Telefônicas	4,42	4.300,00	85,90	3,75	4,85	OK
16	Instalações Hidráulicas	4,06	3.950,00	89,96	3,63	4,27	OK
17	Instalações: Esgoto e Águas Pluviais	4,08	3.970,00	94,04	3,65	4,30	OK
18	Louças e Metais	4,63	4.500,00	98,66	4,14	4,87	OK
19	Complementos (limpeza final e calafete)	1,34	1.300,00	100,00	0,24	2,29	OK
20	Outros (discriminar em Serviços Adicionais, abaixo)			100,00	0,00	10,00	
TOTALS	Custo Total de Serviços		97.282,00	Executor obra	Construtora		
	BDI	20,79	20.224,93		18,00		
	Custo Total com BDI		117.506,93				Excede máximo - justifique

Fonte: Do autor (2023).

Nota-se que no item “Custos”, existem incidências aceitáveis, as quais servem como parâmetros para garantir que os custos estejam dentro de um intervalo considerado razoável e compatível com as referências de mercado. Na incidência mínima representa-se o valor mais baixo que um determinado custo unitário de um item específico na PCI pode atingir. Este limite é importante para garantir que os custos não sejam subestimados a ponto de comprometer a qualidade e a viabilidade do projeto. Se o custo real de um item na construção for menor do que o índice mínimo, isso pode indicar suborçamento ou subavaliação dos custos, o que pode levar a problemas durante a execução do projeto.

Já na incidência máxima representa-se o valor mais alto que um custo unitário de um item específico na PCI pode atingir. Este limite é igualmente importante, pois evita que os custos se tornem excessivos e inaceitáveis. Se os custos ultrapassarem o índice máximo, isso pode indicar desperdício de recursos ou superavaliação dos custos, o que pode afetar a competitividade do projeto no mercado ou até mesmo torná-lo economicamente inviável.

Portanto, o estabelecimento e o monitoramento dos índices aceitáveis mínimo e máximo são estratégias essenciais para garantir que os custos do projeto de construção estejam alinhados com as práticas do setor e com as condições de

mercado. Isso ajuda a evitar surpresas desagradáveis durante a execução do projeto e contribui para a sustentabilidade financeira da obra. Além disso, os índices aceitáveis também facilitam a tomada de decisões informadas em relação a eventuais ajustes no orçamento ou no escopo do projeto, conforme as necessidades e as mudanças ocorrem ao longo do ciclo de construção.

Vale ressaltar que o BDI permitido na PCI é de até 18,00% para obras executadas por construtoras e de até 6% para obras executadas por profissional autônomo conforme Caderno de Orientações Técnicas - COT PF 031 (CAIXA, 05/2022) Análise e Acompanhamento de Obra em Unidade Isolada. Por este modo, foi utilizado 20,79% de BDI pela construtora referente a SEINFRA, referência abril de 2023, excedendo o máximo permitido de 18%. A justificativa para exceder o limite deverá ser preenchida no tópico “outros serviços” da PCI.

2.4.4.6 Outros serviços

Sabendo que podem surgir eventuais imprevistos em uma obra, o campo "Outros serviços" é fundamental para garantir que todos os custos adicionais serão considerados na Proposta de Construção Individual, como mostra na Figura 153.

Figura 153 – Outros serviços

Outros serviços			Resumo dos custos	
Quando houver custos adicionais, não contemplados nos custos referenciais (p. ex.: demolições, fundações especiais, cortes, aterros e contenções excepcionais, elevadores e equipamentos especiais, piscinas, quadras de esportes etc.), todos estes serviços devem ser inseridos no quadro "Serviços Adicionais" abaixo			Totais	Unitário/m²
Serviços adicionais				
Item	Serviços	Custos (R\$)		
1	I		Valor do Terreno	
2			Custo Total de Serviços	97.282,00
3			Custo Total de Serviços c/ BDI	117.506,93
4			Custo Total de Produção	117.506,93
5				
6				
7				
8				
9				
10				
TOTAIS				

Justificativas para itens fora das referências de incidência no orçamento acima
 Excede o máximo pelo fato da utilização do BDI do SEINFRA.

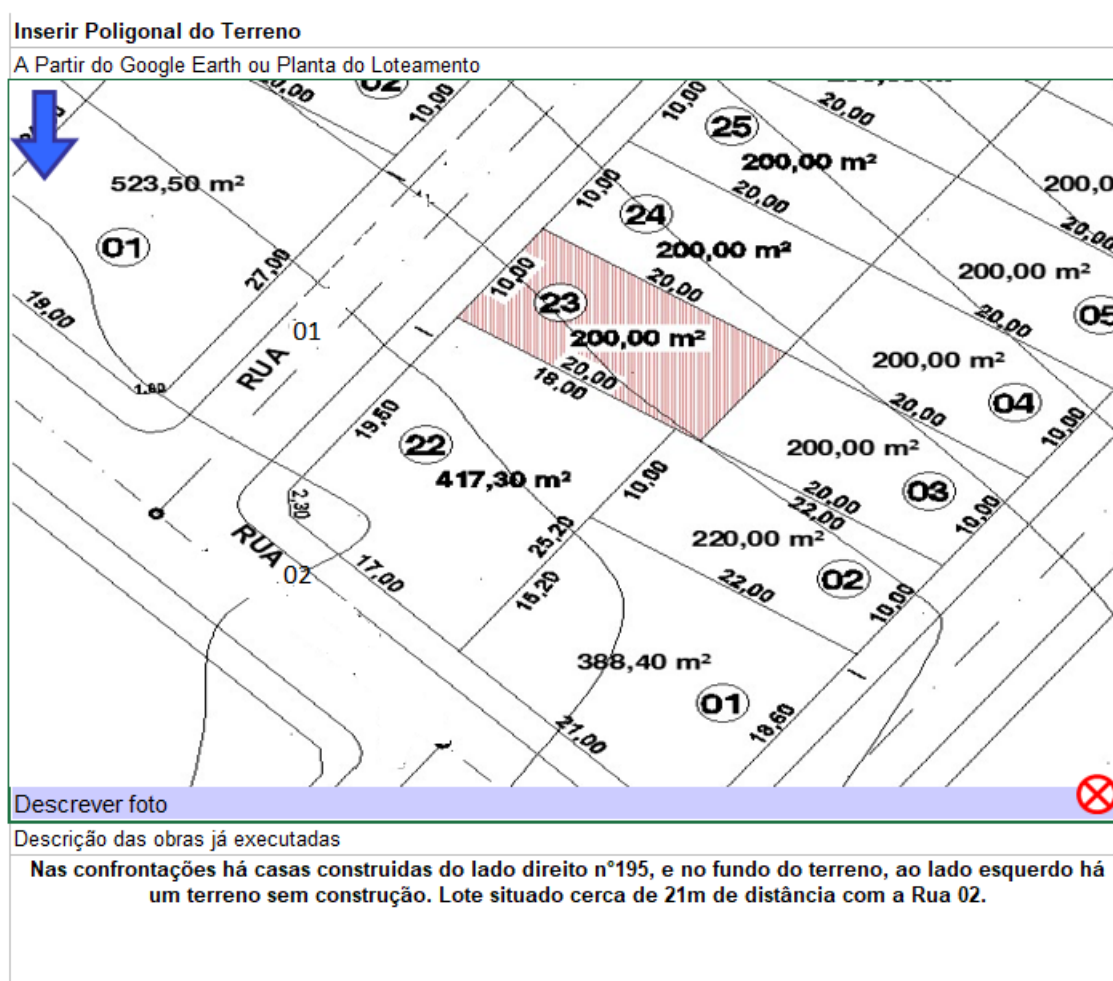
Fonte: Do autor (2023).

Nessa obra não serão necessários serviços adicionais, como exemplo citado acima na Figura 153, concluindo que a edificação terá custo total de serviços com BDI de R\$2.013,14/m².

2.4.4.7 Poligonal do terreno

Retirei do loteamento a fotografia da poligonal do terreno na qual é fundamental para verificar a conformidade do lote com as normas de construção vigentes, como a Lei Complementar Municipal N°. 85, de 25 de março de 2010 (CAMPO BELO, 2010). A Figura 154 retrata essa poligonal.

Figura 154 – Poligonal do terreno



Fonte: Do autor (2023).

Além disso, é necessário descrever as características do terreno, como a topografia, dimensões, direções, inclinações e declividades, considerando sua aptidão para a construção e as devidas adequações que serão necessárias para se construir no local.

2.4.4.8 Cronograma físico-financeiro

Conforme ilustrado na Figura 155, o projeto das atividades deve retratar adequadamente a proposta de desenvolvimento da construção, respeitando o limite máximo de tempo em 24 meses e a porcentagem mínima de 5% do valor total referente a última etapa do financiamento na fase final da obra.

Figura 155 – Cronograma físico financeiro

Cronograma Físico Financeiro			
Prazo de Execução		5	meses
Etapa	% Etapa	% Acu mul.	Valor Acumulado
PréExc.			
1	25,0	25,0	R\$ 28.698,19
2	25,0	50,0	R\$ 57.396,38
3	20,0	70,0	R\$ 80.354,93
4	20,0	90,0	R\$ 103.313,48
5	10,0	100,0	R\$ 114.792,76
6		100,0	
7		100,0	
8		100,0	
9		100,0	
10		100,0	
11		100,0	
12		100,0	
13		100,0	
14		100,0	
15		100,0	
16		100,0	
17		100,0	
18		100,0	
19		100,0	
20		100,0	
21		100,0	
22		100,0	
23		100,0	
24		100,0	

Fonte: Do autor (2023).

É importante, por fim, destacar que o planejamento proposto seja realista e teve em considerações possíveis imprevistos ou eventos inesperados que possam impactar o prazo de entrega, tais como problemas na aquisição de materiais ou condições climáticas adversas. Caso o empreendimento já esteja sendo executado, é

necessário especificar a porcentagem de progresso na primeira linha do cronograma (Etapa Pré-Exec.) tal como evidenciado na Figura 155 exibida anteriormente.

Ao longo da vivência pude perceber que financiamentos habitacionais são relevantes para a Caixa Econômica tanto para o cliente, pois a Caixa Econômica não apenas facilita o acesso à moradia, mas também impulsiona o setor imobiliário e, conseqüentemente, a economia como um todo. O aumento na demanda por imóveis não apenas estimula a construção civil, gerando empregos diretos e indiretos, mas também promove a circulação de capital, contribuindo para o crescimento econômico do país.

Portanto, ao aliar a oferta de crédito à promoção do desenvolvimento econômico, a Caixa Econômica e os programas de incentivo à habitação agem como agentes facilitadores na realização de aspirações individuais de clientes e também no crescimento econômico do país.

3 AUTOAVALIAÇÃO

3.1 Autoavaliação do discente Cristian do Nascimento Miguel

Como são desenvolvidas as atividades em uma obra de construção civil, tipos de materiais necessários para o desenvolvimento de uma obra, ferramentas e instrumentos importantes para cada etapa de um edifício de múltiplos pavimentos, divisão das tarefas e tipos de profissionais da construção civil, recebimento e estocagem de materiais essenciais para uma edificação, harmonia e trabalho em equipe com os colaboradores.

Um dos grandes desafios encontrados durante as atividades desenvolvidas na obra, foram de correlacioná-las com as matérias estudadas nas disciplinas vistas ao decorrer do curso e com o referencial teórico da Engenharia Civil.

3.2 Autoavaliação do discente Felipe Vicente da Silva

Com essa experiência, obtive conhecimentos relacionados ao dia-dia de um canteiro de obras e, também, da execução de algumas etapas fundamentais da obra. Pude observar como as vivências propostas são fundamentais para fornecer aos alunos um base resiliente para enfrentar os desafios profissionais que encontrarão pela frente. Além disso, ressalto o quanto as disciplinas se correlacionam entre si, dando a devida importância a todas, pautando a teoria aprendida em sala de aula com a prática em campo.

Essa experiência foi extremamente importante para o meu desenvolvimento pessoal e profissional, com ela, pude conviver no ambiente da construção civil, visualizando os problemas na prática. A busca por artigos durante a execução deste portfólio trouxe grandes ensinamentos relacionados a normas regulamentadoras da engenharia e agregou conhecimentos fundamentais para minha vida profissional.

É importante ressaltar que o engenheiro deve saber se relacionar com os colaboradores da obra sempre com respeito e humanidade. Sendo assim, fica evidente a importância da comunicação e o saber trabalhar em equipe, pois diante de situações inesperadas, gera uma dependência entre colaboradores, ou seja, quanto melhor o ambiente, com mais precisão e eficácia, será o desenvolver da atividade necessária para solucionar contratemplos.

Essa proximidade com esse ambiente de trabalho, sempre é uma ótima experiência, e isso só confirma a certeza de que a Engenharia Civil é a área que pretendo trabalhar, colocando em prática todos os conhecimentos adquiridos durante os anos da minha formação acadêmica.

3.3 Autoavaliação do discente João Ricardo Mesquita da Silva

A experiência adquirida na empresa Level Empreendimentos Ltda. foi extremamente valiosa para o meu crescimento profissional, não apenas devido ao conhecimento adquirido na área de projetos, bem como pela conexão estabelecida com os conceitos estudados no âmbito do curso de Engenharia Civil oferecido pelo Centro Universitário de Lavras - UNILAVRAS. Além disso, essa vivência proporcionou-me uma perspectiva aprofundada sobre as práticas de infraestrutura e projetos estruturais.

Ao longo dessa experiência, tive a oportunidade de adquirir uma ampla gama de novos conhecimentos, além de colocar em prática boa parte do que havia estudado até o momento no curso de Engenharia Civil. O contato direto com profissionais experientes e especializados nessa área foi de extrema relevância, reforçando ainda mais minha convicção de que escolhi a carreira correta e que é nela que pretendo me especializar após a conclusão da graduação.

3.4 Autoavaliação do discente Rodrigo Henrique Rocha

Durante o estágio, pude colocar em prática minhas habilidades obtidas no curso de Engenharia Civil, com destaque para as obras do programa Casa Verde e Amarela, financiado pela CAIXA. Essa experiência foi extremamente benéfica para minha carreira e desenvolvimento pessoal, pois me permitiu aplicar a teoria aprendida com situações reais do dia a dia.

Além disso, meu envolvimento no estágio proporcionou uma excelente experiência em gerenciamento de construção. Acompanhando os procedimentos de planejamento, orçamento e compra de materiais. Essas experiências me ensinaram sobre as questões práticas que surgem durante a execução do projeto, bem como a necessidade de organização e colaboração eficazes para o sucesso do empreendimento.

4 CONCLUSÃO

Durante a elaboração deste portfólio, tivemos a valiosa oportunidade de conectar os conhecimentos teóricos adquiridos ao longo dos anos no curso de Engenharia Civil com as experiências de estágio vivenciadas.

Eu, Cristian do Nascimento Miguel, consegui alcançar todos os meus objetivos que foram propostos no início deste trabalho acadêmico, porque observei como deve ser feito o recebimento, manuseio e armazenamento de materiais, o controle de estoque de materiais e ferramentas e a inspeção de instrumentos e equipamentos, podendo assim correlacionar com as disciplinas do curso e com o referencial teórico da área.

Eu, Felipe Vicente da Silva, obtive êxito em alcançar os objetivos propostos, e pude durante o período de estágio aplicar a teoria adquirida em sala de aula, essa integração foi fundamental para o aprimoramento dos meus conhecimentos e habilidades como Engenheiro Civil. Tenho certeza de que as experiências e aprendizados adquiridos neste estágio serão fundamentais para minha formação profissional e contribuirão para minha futura atuação como Engenheiro Civil. Agradeço a oportunidade de ter feito parte desse projeto e estou ansioso para aplicar os conhecimentos adquiridos em futuros desafios no setor da Engenharia Civil.

Eu, João Ricardo Mesquita da Silva, satisfiz meus objetivos ao aprender a respeito da atuação do Engenheiro Civil ao longo da elaboração e dimensionamento de projetos estruturais residenciais e de infraestrutura para os mais diversos tipos de empreendimento. Pude compreender a relação direta existente entre a fundamentação teórica e os processos necessários à concretização dos projetos desenvolvidos. Durante o estágio, tive a oportunidade de participar e trabalhar ao lado de equipes de profissionais que agregaram conhecimento prático e teórico sobre os temas com os quais trabalhei.

Eu, Rodrigo Henrique Rocha, concluo que meus objetivos iniciais foram sanados, pois me permitiram uma visão abrangente do empreendimento, desde a concepção das ideias até a sua viabilização financeira e execução. A elaboração cuidadosa e precisa desses documentos contribuiu para evitar imprevistos, gerenciar os recursos de forma eficiente e alcançar os propósitos estabelecidos. A realização deste portfólio representou uma valiosa oportunidade de aprendizado, proporcionando

uma significativa troca de experiências e uma visão do mercado de trabalho no qual pretendo atuar no futuro.

As nossas vivências nos ofereceram uma excelente oportunidade para explorar diversas áreas de atuação e aprofundar o conhecimento sobre a profissão de Engenheiro Civil, que oferece um vasto leque de possibilidades. Por meio das atividades que cada autor desempenhou, foi possível estabelecer uma definição acerca das áreas de interesse de cada integrante, definindo assim os caminhos futuros da profissão que cada autor tem preferência em seguir.

REFERÊNCIAS

ABCERAM. Associação Brasileira de Cerâmica, 2018. Disponível em: <<https://abceram.org.br/definicao-e-classificacao/>>. Acesso em: 05 maio 2023.

Alencar, G. ., Januário, D. ., Soares, J. ., Arruda, M. ., Bonini, L. M. de M. ., & Santis, S. H. da S. de . (2023). Gestão e controle de ferramentas: um relato de caso numa empresa de engenharia, equipamentos e serviços. *Revista Ibero-Americana De Humanidades, Ciências E Educação*, 9(3), 1547–1558. Disponível em: <https://doi.org/10.51891/rease.v9i3.8820>. Acesso em: 12 set. 2023.

ALMEIDA, Isis de Castro. **Sistemas sustentáveis de drenagem urbana: uma proposta para a bacia hidrográfica do córrego São Pedro, em Juiz de Fora - MG**. Orientador: Prof. M.Sc., Fabiano Cesar Tosetti Leal. 2020. 64 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2020. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/engsanitariaeambiental//files/2020/10/TFC2-Isis-de-Castro-Almeida1.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2023.

AMARAL, Marcela de Lima *et al.* **Dimensão mínima de pilares para edificações de pequeno porte**. Orientador: Prof. Dr. Humberto Correia Lima Júnior. 2019. 148 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/33427>. Acesso em: 2 jun. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6492: Documentação técnica para projetos arquitetônicos e urbanísticos – Requisitos**. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 40 p 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14931: Execução de estruturas de Concreto armado, protendido e com fibras – Requisitos**. 3 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 85 p 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais – Procedimento.** Rio de Janeiro, p. 13. 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11768:** Aditivos químicos para concreto de cimento Portland Parte 1: Requisitos. 1 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 27 p, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12721: Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios – Procedimento.** Versão corrigida 3. Rio de Janeiro: ABNT, 99 p, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13529: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas.** 1 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 1995. 8 p. Disponível em: <https://pdfcoffee.com/nbr-13529-revestimento-de-paredes-e-tetos-de-argamassas-inorganic-as-pdf-free.html>. Acesso em: 12 set. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13753 - Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante.** Rio de Janeiro: ABNT, 1996. Disponível em: <<https://ecivilufes.files.wordpress.com/2011/04/nbr-13753-1996-revestimento-de-piso-interno-ou-externo-com-placas-ceramicas-e-com-utilizacao-de-argamassa-colante.pdf>>. Acesso em: 06 Maio 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14081 - Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas.** Rio de Janeiro: ABNT, 2004. Disponível em: <<https://ecivilufes.files.wordpress.com/2011/04/nbr-14081-argamassa-colante-industrializada-para-assentamento-de-placas-ceramicas-e-requisitos.pdf>>. Acesso em: 06 maio 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14859-1: Lajes pré-fabricadas de concreto Parte 1: Vigotas, minipainéis e painéis - Requisitos.** Rio de Janeiro, p. 8. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14859-2: Lajes pré-fabricadas de concreto Parte 2: Elementos inertes para enchimento e fôrma — Requisitos.** Rio de Janeiro, p. 18. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14931: Execução de estruturas de Concreto armado, protendido e com fibras – Requisitos.** 3 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 85 p 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais.** 1 Em. Rio de Janeiro: ABNT, 48 p. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15645: Execução de obras utilizando tubos e aduelas pré-moldados em concreto.** Rio de Janeiro, p. 35. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16697: Cimento Portland — Requisitos.** 1 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 12 p. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16752: Desenho técnico — Requisitos para apresentação em folhas de desenho.** 1 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 23 p. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16889: Concreto — Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.** 1 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 8 p. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento.** Rio de Janeiro, p. 242. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120: Ações para o cálculo de estruturas de edificações.** Rio de Janeiro, p. 61. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122: Projeto e execução de fundações.** Rio de Janeiro, p. 108. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6123: Forças devidas ao vento em edificações.** Rio de Janeiro, p. 66. 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211: Agregado para concreto.** 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2005. 15 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7480: Aços destinados a armadura para estruturas de concreto armado - Requisitos.** 3 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2022. 17 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução.** Rio de Janeiro, p. 74. 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8545 - execução de alvenaria sem Função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos.** Rio de Janeiro: ABNT, 1984. Disponível em: <<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbnw0NWY0dXJtYWVvZ2ZvaGFyaWFjaXZpbHVuaWZlYXNneDoyMDk4MTQ2ZmRINDQ2Mjk4>>. Acesso em: 09 maio 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8953: Concreto para fins estruturais — Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência.** 3 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. 3 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8953: Concreto para fins estruturais — Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência**. 3 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. 3 p.

AVILA, Antonio Victorino; LIBRELOTTO, Liziane Ilha; LOPES, Oscar Ciro. **Orçamento de Obras: Construção civil**. 1º Edição. Florianópolis, 2012.

BASTOS, Paulo Sérgio. Fundamentos do concreto armado. *In*: BASTOS, Paulo Sérgio. **Estruturas de Concreto I (Disciplina)**. Graduação em Engenharia Civil. Universidade Estadual Paulista, São Paulo – SP, 2019. 83 p. Notas de aula.

BASTOS, Paulo Sérgio. Sapatas de fundação. *In*: BASTOS, Paulo Sérgio. **Estruturas de Concreto III (Disciplina)**. Graduação em Engenharia Civil. Universidade Estadual Paulista, São Paulo – SP, 2019. 116 p. Notas de aula.

BERWANGER, Cleofas. **Estudo sobre controle de custos em obra utilizando orçamento paramétrico e orçamento analítico para residência tipo padrão normal na cidade de Foz do Iguaçu – PR. 2008**. 59 f. Trabalho Final de Graduação (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade Dinâmica das Cataratas, Foz do Iguaçu, 2008.

BEZERRA, T. F. A UTILIZAÇÃO DE CONTRAPISO, ILHA SOLTEIRA, 2022. 15. Disponível. em:
<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/235967/bezerra_tf_tcc_ilha.pdf?sequence=5>. Acesso em: 06 maio 2023.

BLASI, Gilza Fernandes *et al*. Projeto geométrico de rodovias. *In*: BLASI, Gilza Fernandes *et al*. **Infraestrutura viária (Disciplina)**. Graduação em Engenharia Civil. Universidade Estadual do Paraná, Paraná – PR, 2015. 131 p. Notas de aula.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos; FERRAZ, Nelson Newton. **Concreto armado eu te amo: Vai para a obra**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2016. 428 f.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos; FERRAZ, Nelson Newton. **Concreto armado eu te amo**: Volume 1. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2021. 538 f.

BRASIL. **ISF-209**: Projeto Geométrico. Rio de Janeiro: DNIT, 2015. Disponível em: <<https://www.gov.br/dnit/pt-br/ferrovias/instrucoes-e-procedimentos/instrucoes-deservicos-ferroviarios/isf-209-projeto-geometrico.pdf/view>>. Acesso em: 06 de junho de 2023.

BRASIL. **Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979**. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. Brasília, DF, 1979. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm>. Acesso em: 06 de junho de 2023.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, DF, 2001. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm#:~:text=O%20plano%20diretor%20%C3%A9%20obrigat%C3%B3rio,%C2%A7%204o%20do%20art>. Acesso em: 06 de junho de 2023.

BRASIL. Norma Regulamentadora nº 11, de 29 de maio de 2023. Portaria MTb nº 3.214. **Nr-11 – Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais**. Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Emprego, 08 jun. 1978. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/nr-11-atualizada-2016.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2023.

BRITO, Bruna de Moraes. **Estudo da aplicação do agregado da borracha do pneu na alvenaria de vedação em uma pequena obra residencial em goiânia-go**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Anhanguera, Goiás, 2019. Disponível em:

<http://repositorio.anhanguera.edu.br:8080/handle/123456789/319>. Acesso em: 10 nov. 2023.

BRUM, Brunno. **Dimensionamento estrutural de uma edificação multifamiliar em concreto armado com auxílio de software comercial**. Orientador: Prof. Dr. Alexandre Rodrigues Pacheco. 2021. 260 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Pouso Alegre, 2021. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/240146>. Acesso em: 2 jun. 2023.

CALIL JR, Carlito; MOLINA, Julio Cesar. **Coberturas em estrutura de madeira: exemplos de cálculo**. 1. ed. 207 p. São Paulo: Pini, 2010.

CAMACHO, Jefferson Sidney. Concreto armado: estados limites de utilização. *In*: CAMACHO, Jefferson Sidney. **Concreto armado I (Disciplina)**. Graduação em Engenharia Civil. Universidade Estadual Paulista, São Paulo – SP, 2005. 48 p. Notas de aula.

CAMPO BELO, Prefeitura Municipal. **Lei Complementar: Lei nº85, de 25 de março de 2010**. Dispõe sobre normas de uso e ocupação do solo no Município de Campo Belo. Minas Gerais. Campo Belo, 2010.

CAMPO BELO, Prefeitura Municipal. **Lei Complementar: Lei nº96, de 23 de dezembro de 2010**. Altera dispositivos da Lei Complementar nº 87, de 08 de abril de 2010, que institui o Código de Obras no Município de Campo Belo. Minas Gerais. Campo Belo, 2010.

CAMPO BELO, Prefeitura Municipal. **Lei Complementar: Lei nº155, de 26 de junho de 2018**. Altera e dá nova redação a dispositivos das Leis Complementares nº 85/2010; nº 86/2010 e nº 87/2010 e dá outras providências. Minas Gerais. Campo Belo, 2018.

CARDOSO, R. S. **Orçamento de obras em foco: um novo olhar sobre a engenharia de custos**. São Paulo: Pini, 2009.

CARVALHO, Felipe Gustavo Ferreira de *et al.* **Concepção estrutural de edifícios residenciais em concreto armado**. Orientador: Prof. Me. Elker Lucas Garroni. 2021. 25 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Centro Universitário UNA, Pouso Alegre, 2021. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/19364>. Acesso em: 2 jun. 2023.

Couto, J. A. S., Carminatti, R. L., Nunes, R. R. A., & Moura, R. C. A. (2013). **O concreto como material de construção**. Caderno De Graduação - Ciências Exatas E Tecnológicas - UNIT - SERGIPE, 1(3), 49–58. Recuperado de <https://periodicos.set.edu.br/cadernoexatas/article/view/552>.

CUNHA, Mateus Ortigosa. **Recomendações para projeto de lajes formadas por vigotas com armação treliçada**. Orientador: Prof. Dr. Mounir Khalil El Debs. 2012. 119 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012. DOI 10.11606/D.18.2012.tde-25092012-083340. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18134/tde-25092012-083340/pt-br.php>. Acesso em: 2 jun. 2023.

CUSTO UNITÁRIO BÁSICO. **Indicador dos custos do setor da Construção Civil**.
<https://www.cub.org.br>

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES -DNIT. Drenagem - Dispositivos de drenagem pluvial, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/especificacao-de-servico-es/dnit_030_2004_es.pdf. Acesso em: 22 Maio 2023.

EFFTING, C. DESENVOLVIMENTO DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS, Florianópolis, 24 Abril 2008. 20-25. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/91069/252708.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 06 maio 2023.

ETERNIT, **Catálogo Técnico – Telhas de Fobrocimento**. Ed. 2020/2021. Disponível em: <https://www.etsnit.com.br>. Acesso em: 02 abril 2023.

FELIPE, Gustavo Oliveira. **Estudo de caso do processo de compras de suprimentos em uma empresa de construção civil da cidade de Mariana-MG. 2023**. 68 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2023. Disponível em: <http://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/5379>. Acesso em: 12 set. 2023.

FIDELIS, Vanessa Rosa Pereira. Capítulo 3: **Orçamento, planejamento e controle de obras**. Apostila. Disponível em: https://www.academia.edu/36068656/Cap%C3%ADtulo_3_Or%C3%A7amento_planejamento_e_controle_de_obras. Acesso em: 12 nov. 2023.

FILHO, Glaucio Pontes. **Estradas de rodagem: Projeto geométrico**. 1. ed. São Carlos: Bidim, 1998. 432 p. v. 1.

Fonte. SN Construtora. Disponível em: <https://sistemasgruposn.com.br/sistemas/portal/processos/processos-internos/listar-processos/16>. Acesso em: 20/05/2023.

Fonte: Jornal Contábil. Disponível em <https://www.jornalcontabil.com.br/nota-fiscal-saiba-como-e-quem-deve-emitir/>. Acesso em: 07/05/2023.

Fonte: Lavras Imóveis. Disponível em: https://www.lavrasimoveismg.com.br/imoveis/detalhes_lancamento/3092. Acesso em: 07/05/2023.

Fonte: LinkedIn. Disponível em: https://br.linkedin.com/company/gruposn?original_referer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F . Acesso em: 07/05/2023.

Fonte: Passei direto. Disponível em:
<https://www.passeidireto.com/arquivo/36054984/tabela-area-de-aco>. Acesso em:
30/10/2023.

Fonte: Portal da Engenharia. <https://modulo-almojarifado.sistemasgruposn.com.br/home>. Acesso em: 25/05/2023.

Fonte: Portal SN. Disponível em <https://app.sistemasgruposn.com.br/portal/fiscal-monitor/notes>. Acesso em: 17/05/2023.

Fonte: Portal SN. Disponível em <https://sistemasgruposn.com.br/sistemas/portal/processos/processos-internos/listar-processos/16>. Acesso em: 17/05/2023.

Fonte: Portal SN. Disponível em <https://sistemasgruposn.com.br/sistemas/portal/home> Acesso em: 17/05/2023.

Fonte: rrg. Disponível em:
http://www.rrg.com.br/media/uploads/pdf/sistema_da_qualidade/5_fvm/FVM.01%20R00%20-%20Agregados.pdf. Acesso em: 29/10/2023.

Fonte: Youtube. Disponível em:
https://www.youtube.com/channel/UCe60ORQr9Zev_WZDSo_GMeQ. Acesso em:
17/05/2023.

FREITAS, Bruno; FERREIRA, Fernanda Aparecida; MOREIRA, Valéria Guimarães.
Empréstimos & financiamentos: uma revisão sistemática sobre o ensino de sistemas de amortização. Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática, v. 11, n. 3, p. 151-172, 2021.

GUERRA, R. A. ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS, São Carlos, 2002. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/13658/GuerraRA_2020_Dissertacao.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 26 Maio 2023.

HABITAÇÃO - PF – CAIXA. **Cartilha**. <https://www.caixa.gov.br>

HENRIQUES, Tânia Margarida Sequeira. **Dimensionamento de obras de dissipação de energia em drenagem de vias de comunicação**. 2014. 181 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2014. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/47133878.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2023.

JANTSCH, Ana Claudia Akele. **Análise de desempenho de argamassas estabilizadas submetidas a tratamento a superficial com aditivos cristalizantes**. 2015. 142 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal Santa Maria, Santa Maria, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7900/JANTSCH,%20ANA%20CLAUDIA%20AKELE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 31 out. 2023.

LAVRAS. MINAS GERAIS. **Lei Complementar Municipal nº 419**, de 17 de dezembro de 2020. **Revisão do Plano diretor do município de Lavras, nos termos do parágrafo 3º do artigo 40 Lei Federal 10.257/01**. Diário Oficial [do] Município de Lavras, Minas Gerais, 17 de dezembro de 2020. Seção 1, p. 18. Disponível em: <https://sapl.lavras.mg.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/2020/7679/lei_complementar_419_2020_revisao_plano_diretor_do_municipio_de_lavras.pdf>. Acesso em: 02 de junho de 2023.

LAVRAS. Prefeitura Municipal. **Lei de Parcelamento de Solos: lei nº 155, de 28 de agosto de 2008**. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e o Controle da Expansão Urbana no Município de Lavras e dá outras providências, Minas Gerais. Lavras, 2008.

LEI FEDERAL, **Legislação Informatizada** – lei nº 4.591, 16 de dezembro 1964. Diário Oficial da União. p 472 Vol.7.

Level Empreendimentos Imobiliários Ltda. Disponível em: <<https://leveempreendimentos.com.br/>>. Acesso em: 20 maio 2023.

LIMA, B. M. S. REVESTIMENTOS CERÂMICOS EM FACHADAS: TÉCNICAS CONSTRUTIVAS, IDENTIFICAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS E, Rio de Janeiro, Abril 2022. 1-22. Disponível em: <<http://www.repositorio.poli.ufrj.br/monografias/projpoli10036523.pdf>>. Acesso em: 05 mai. 2023.

MAGALHÃES, Danilo de Castro Machado; SCOFILD, Rodrigo Dornelas. **Sistema francês de amortização ou tabela price**. 2013. Centro universitário de Belo Horizonte. Disponível em: https://periciajudicial.adm.br/pdfs/sistema-frances-de-amortizacao-ou-tabela-price%20_Danilo%20deCastro.pdf. Acesso em 12 nov. 2023.

MARQUES, Gabriela Sekeff. **Manejo de águas pluviais: estudo da rede de drenagem e de soluções de baixo impacto na região administrativa candangolândia**. Orientador: Prof. PhD. Sérgio Koide. 2019. 72 p. Trabalho de conclusão de curso (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade de Brasília, Brasília, 2019. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/24437>. Acesso em: 6 jun. 2023.

MATTOS, Aldo Dóreo. **Como preparar Orçamentos de Obras: dicas para orçamentistas - estudo do caso**. In: -, 1., 2006, São Paulo. -. São Paulo: Pini, 2006. v. 1, p. 1-286.

MAURO, Giovanna Callegari. **Estudo do processo produtivo dos granitos no Estado do Espírito Santo objetivando a aplicação destes na construção civil**. 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-9AAF59>. Acesso em: 10 nov. 2023

MELO FILHO, Wilson Menezes de. **Estudo comparativo de composições de preço unitário dos sistemas SINAPI-Caixa Econômica Federal e TCPO-PINI**. 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUBD-AGUP39>. Acesso em: 10 nov. 2023.

MENEGAZZO, A. P. M. ESTUDO DA CORRELAÇÃO ENTRE A MICROESTRUTURAE AS PROPRIEDADES FINAIS DE REVESTIMENTOS, São Paulo, 2001. 8-55. Disponível em: <http://pelicano.ipen.br/PosG30/TextoCompleto/Ana%20Paula%20Margarido%20Menegazzo_D.pdf>. Acesso em: 06 maio 2023.

MOLITERNO, Antônio. **Caderno de projetos de telhados em estruturas de madeira**. 4. ed. p 268. São Paulo: Blucher, 2011.

MOTA, Juliana Divina Santos. **Proposta de melhorias para a gestão de estoque de EPI's em uma empresa de manutenção**. 2023. 52 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Federal do Espírito Santo Graduação em Engenharia de Produção, Cariacica, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/3104>. Acesso em: 12 set. 2023.

MUZARDO, C.D. *et al.* **Estruturas de concreto**. São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos – USP, Departamento de Engenharia de Estruturas, 2005, 234p.

MUZARDO, C.D. *et al.* **Fundamentos do concreto e projeto de edifícios**. São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos – USP, Departamento de Engenharia de Estruturas, 2003, 265p.

NIEHUES, S. H. D. O.; TOMIM, K. D. C. ALVENARIAS ESTRUTURAIAS X ALVENARIAS CONVENCIONAIS, Toledo, 2018. 3. Disponível em: <<https://presencial.unipar.br/files/tccs/d317abbc8b5939e2fafd348ff43a026b.pdf>>. Acesso em: 09 maio 2023.

OIVEIRA, A. P. N. D.; HOTZA, D. Tecnologia de fabricação de revestimentos cerâmicos. 2. ed. Florianópolis: Editora UFSC, 2015. Acesso em: 08 maio 2023.

PASINATTO, Leonardo Sartor. **Estudo comparativo entre orçamento preço SINAPI/ RS e cotação de mercado de materiais para implantação de uma edificação popular localizada no município de Antônio Prado-RS.** 2020. Disponível em: <https://repositorio.unicid.edu.br/jspui/bitstream/123456789/4627/1/TCC%20-%20Leonardo%20Sartor%20Pasinatto.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2023.

PEREIRA, Felipe Juan Garcia. **Comparação entre modelos de cálculo para armadura mínima em sapatas rígidas isoladas em concreto armado.** Orientador: Prof. Dr. Fernando Menezes de Almeida Filho. 2020. 44 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/13701>. Acesso em: 2 jun. 2023.

PINI, Mário Sérgio, CARVALHO, Luiz Raymundo Freire de. **Elementos de Engenharia de Custos: desatando o nó para os agentes de obras públicas na formação do preço para a construção civil.** São Paulo: PINI, 2012

PIRANHA, E. J.; ISERNHAGEN, F. G. ANÁLISE DE LOCAÇÃO DE OBRA PELO MÉTODO CONVENCIONAL E, Toledo/PR, 2018. 7. Disponível em: <https://presencial.unipar.br/files/tccs/be98dcb4bc453b2974930ed5aa958d56.pdf>. Acesso em: 24 Maio 2023.

PONCIANO, P. P. ESTUDO DO DESEMPENHO DE REJUNTE, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/ISMS-8ZVGYQ/1/disserta__o_pedro_vi_tereza_revisada_08_de_outubro.pdf. Acesso em: 08 maio 2023.

RAMOS, Evanny Gracielly Lima. **Planejamento de prazo no setor da construção civil: um estudo das técnicas utilizadas em obras na cidade de São Luis-Ma.**

2019. Disponível em: <https://rosario.ufma.br/jspui/handle/123456789/4425>. Acesso em: 08 nov. 2023.

REBELO, C. D. R. PROJETO E EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO, Belo Horizonte, 2010. 42-46. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9AAH5D/1/monografia_ufmg_okok.pdf>. Acesso em: 06 maio 2023.

REZENDE, Paulo Sergio; SOUZA, Gabriel Filipe. **Orçamento de obras com base em índices do Sinapi. 2021.** Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/21056/1/atual14-12.pdf>. Acesso em: 07 nov. 2023.

RECENA, F. A. P. **Conhecendo Argamassa.** 2. ed. Porto Alegre: editora universitária da PUCRS, p.188, 2012.

ROMANHOLO, C.; JESUS, M. DE. **Recomendações para elaboração de orçamento de obras de reabilitação de edifícios habitacionais.** Ambiente Construído, p. 57–72, 2011.

SANTOS, Murilo Ferreira dos *et al.* **Estudo da qualificação da mão-de-obra na construção civil.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ed. 02, Vol. 07, p. 21-36, 2021. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/estudo-da-qualificacao>. Acesso em 20 abril 2023.

SEINFRA, **Planilha de preço SEINFRA.** <http://www.infraestrutura.mg.gov.br/municipio/consulta-a-planilha-de-precos-seinfra>

SILVA, André Yuri Lyra Coelho da. **A importância das fundações superficiais nas construções de residências.** Orientador: Prof. Me. Paulo Ricardo Ramos Santos. 2022. 74 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Centro Universitário AGES, Senhor do Bonfim, 2022. Disponível em:

<https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/30236>. Acesso em: 2 jun. 2023.

SILVA, Caroline de Paiva. **Argamassas: tecnologias, desempenho e produtividade em canteiros**. 2023. 72 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista (Unesp), São Paulo, 2023. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/239257> . Acesso em: 12 set. 2023.

SILVA, Vanessa Gomes da. **Reflexão sobre metodologia de Projeto Arquitetônico**. 2006. 13 f. Artigo Acadêmico – Curso de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas, 2006. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br>. Acesso em: 12 abril 2023.

SILVA, Heden Vitor Marinho da; PINHEIRO, Èrika Cristina Nogueira Marques; MIRANDA, Walzenira Parente. O processo de financiamento de uma obra pela Caixa Econômica Federal: estudo de caso The process of financing a work by Caixa Econômica Federal: a case study. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 11, p. 108783-108795, 2021.

SILVA, Lucas Bruno; GUEDES, Ruan Iuri de Oliveira. **Análise comparativa entre custos uniáticos de insumos orçados com os referenciais do sistema Sinapi e preços comerciais do município de Ariquemes/RO**. 2020. Disponível em: <https://repositorio.unifaema.edu.br/bitstream/123456789/2816/1/TCC%20-%20LUCAS%20BRUNO%20SILVA%20-%20FINAL1608075302.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2023.

SINAPI – Índices da Construção Civil. Disponível em: < <http://www.caixa.gov.br/poderpublico/apoio-poder-publico/sinapi/referencias-precos-insumos/Paginas/default.aspx> >. Acesso em abril 2023.

SOARES, Fábio Lopes et al. **Comparativo de custos de fundação real com indicadores de projeto**. XX Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica. Disponível em:

https://web.archive.org/web/20220819184600id_/https://doi.editoracubo.com.br/10.4322/cobramseg.2022.0357.pdf. Acesso em: 07 nov. 2023.

SOUZA, Diego Ferreira de; SILVA, Romario Ribeiro da. **Análise experimental de vigas de concreto armado com diferentes tipos de armadura de cisalhamento**. Orientador: Prof. Dr. Aarão Ferreira Lima Neto. 2017. 65 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Pará, Tucuruí, 2017. Disponível em: https://bdm.ufpa.br:8443/jspui/bitstream/prefix/4565/1/TCC_AnaliseExperimentalVigas.pdf. Acesso em: 2 jun. 2023.

SOUZA, Guilherme Cabral. **Metodologia de planejamento e controle de obras de pequeno porte com uso da lean construction**. 2023. 74 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Campus Rio Verde, Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/3663> . Acesso em: 12 set. 2023.

SOUZA, L. H. D. F.; SANTOS, M. D. EXECUÇÃO DE FUNDAÇÃO RASA TIPO SAPATA ASSOCIADA, PARA CARGAS ELEVADAS DE UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL, Uberaba, Dezembro 2014. 3. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Desktop/portif%C3%B3lio%20est%C3%A1gio%20I/Artigos/funda%C3%A7%C3%B5es%20rasas.pdf>. Acesso em: 08 maio 2023.

SOUZA, Stefany Barros de; GUEDES, Ruan Iuri de Oliveira. **Estudo comparativo entre custos referenciais sinapi e custos do comércio local de Ariquemes com ênfase em insumos de acabamento**. 2020. Disponível em: [https://repositorio.unifaema.edu.br/bitstream/123456789/2799/1/TCC_Stefany%20com%20ficha%20catalogafica%20assinado%20assinado%20assinado1608564454](https://repositorio.unifaema.edu.br/bitstream/123456789/2799/1/TCC_Stefany%20com%20ficha%20catalogafica%20assinado%20assinado%20assinado1608564454.pdf) .pdf. Acesso em: 07 nov. 2023.

SOUZA, V. C. B. de; MORAES, L. R. S.; BORJA, P. C. DÉFICIT NA DRENAGEM URBANA: BUSCANDO O ENTENDIMENTO E CONTRIBUINDO PARA A DEFINIÇÃO. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, [S. l.], v. 1,

n. 2, p. 162–175, 2013. DOI: 10.9771/gesta.v1i2.7213. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/7213>. Acesso em: 6 jun. 2023.

TAVES, Guilherme Gazzoni. **Engenharia de custos aplicada à construção civil**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <https://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10011477.pdf>. Acesso em: 6 nov. 2023.

TEIXEIRA, Fabrício. **Aprova Digital**. <https://www.campobelo.mg.gov.br>, portal notícia.

THOMAZ, E. et al. ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS, São Paulo, 2009. Acesso em: 20 Maio 2023.

TINOCO, Ricardo *et al.* Estudo da viabilidade do conceito BIM (Building Information Modeling) no gerenciamento de obras. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 73–97, 2020. Disponível em: <https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/rica/article/view/17998>. Acesso em: 2 jun. 2023.

TISAKA, Maçahiko. **Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução**. São Paulo: Editora Pini, 2016.

TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: Ciência e aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: Ed. da UFRGS/ABRH, 2012.

VINHANDELLI, Thiago Augusto Rodrigues; MORAES, Arthur Machado Rodrigues. **Avaliação de composições de serviços pelas tabelas SINAPI e TPCO**. 2021. Disponível em <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/2247/1/TCC%20II%20-%20FINAL%204.pdf>. Acesso em: 05 nov, 2023.

ZMITROWICZ, W.; NETO, G. D. A. Infra-Estrutura Urbana, São Paulo, 1997.

Disponível

em:

<https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4530014/mod_resource/content/1/TTInfraestrutura17.pdf>. Acesso em: 23 Maio 2023.