

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

**PORTIFÓLIO ACADÊMICO: ACOMPANHAMENTO DO
PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DE OBRA**

**EDUARDO HENRIQUE DE CARVALHO
THIAGO MAIA GOMES**

**LAVRAS-MG
2021**

EDUARDO HENRIQUE DE CARVALHO
THIAGO MAIA GOMES

**PORTFÓLIO ACADÊMICO: ACOMPANHAMENTO DO
PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DE OBRA**

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

ORIENTADORA

Prof.^a. Esp. Gabriela Bastos Pereira

CONVIDADO

Prof.^a. Ms. Keyla de Oliveira

PRESIDENTE DA BANCA

Prof. Ms. Luís Eduardo Silveira Dias

LAVRAS-MG

2021

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

A185 Acompanhamento do planejamento e execução de obra
/ Eduardo Henrique de Carvalho. – Lavras: Unilavras,
2021.

129f.: il.

Portfólio (Graduação em Engenharia Civil) – Unilavras,
Lavras, 2021.

Orientador: Profº Gabriela Bastos Pereira.

1. Execução de obra. 2. Planejamento. I. Gomes, Thiago
Maia. II. Pereira, Gabriela Bastos (Orient.). VI. Título.

EDUARDO HENRIQUE DE CARVALHO
THIAGO MAIA GOMES

**PORTFÓLIO ACADÊMICO: ACOMPANHAMENTO DO
PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DE OBRA**

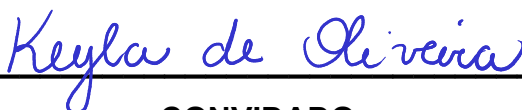
Portfólio Acadêmico apresentado ao Centro Universitário de Lavras, como parte das exigências da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso, curso de graduação em Engenharia Civil.

Aprovado em 27 / 09 / 2021



ORIENTADORA

Prof.^a. Esp. Gabriela Bastos Pereira



CONVIDADO

Prof.^a. Ms. Keyla de Oliveira



PRESIDENTE DA BANCA

Prof. Ms. Luís Eduardo Silveira Dias

LAVRAS-MG

2021

DEDICATÓRIA

Dedico o presente trabalho a Deus em primeiro lugar, que me deu forças para superar todos os obstáculos. À Nossa Senhora das Graças e a São Domingos, por sempre interceder a Deus por mim. À minha mãe e meu pai, por todo apoio e incentivo que me deram durante esta caminhada. Dedico também aos meus familiares e amigos, que sempre estiveram ao lado torcendo e orando por mim.

Eduardo Henrique de Carvalho

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por sempre me iluminar nos meus momentos de dificuldades e indecisões.

Ao meu pai e minha mãe, por tudo que fizeram por mim, pelo incentivo e amor incondicional.

Aos amigos de classe, por todo companheirismo durante todos os anos de graduação.

Aos meus amigos e familiares, por todas as orações e por mostrarem que estavam comigo.

E a todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

Eduardo Henrique de Carvalho

“Meus filhos terão computadores, sim, mas antes terão livros. Sem livros, sem leitura, os nossos filhos serão incapazes de escrever inclusive a sua própria história.”

Bill Gates (1975)

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT Associação brasileira de normas técnicas

cm Centímetro

fck Resistência característica à compressão do concreto

m Metro

m³ Metro cúbico

m² Metro quadrado

mm Milímetro

MG Minas Gerais

NBR Norma Técnica Brasileira

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Logomarca da Cath Engenharia	16
Figura 2 – Sapata associada.....	18
Figura 3 – Sapata corrida.....	18
Figura 4 – Sapata de divisa com a viga alavanca	19
Figura 5 – Sapata isolada	19
Figura 6 – Sapata s3	20
Figura 7 – Cálculo do aço em metros da sapata s3	21
Figura 8 – Tabela Gerdau aço CA 50.....	21
Figura 9 – Tabela Gerdau aço CA 60.....	22
Figura 10 – Cálculo de peso da sapata S3	22
Figura 11 – Viga V5.....	24
Figura 12 – Viga V6.....	24
Figura 13 – Cálculo do volume de concreto da viga V5	25
Figura 14 – Cálculo do volume de concreto da viga V6	25
Figura 15 – Peso total de aço da viga V5.....	27
Figura 16 – Peso total de aço da viga V6.....	27
Figura 17– Cálculo taxa de aço/m ³ V5	28
Figura 18 – Cálculo taxa de aço/m ³ V6	28
Figura 19 – Viga V5.....	30
Figura 20 – Viga V6.....	30
Figura 21– Composição de preços horários de equipamentos	34
Figura 22 – Mão de obra suplementar	35
Figura 23 – Materiais gastos	36
Figura 24 – Transporte	36
Figura 25 – Preço de venda do serviço.....	38
Figura 26 – Escora metálica.....	40
Figura 27 – Posicionamento das escoras metálicas	41
Figura 28 – Local de apoio das escoras.....	42
Figura 29 – Espaçamento das escoras	43
Figura 30 – Concretagem.....	44

Figura 31 – Tijolo maciço	47
Figura 32 – Tijolo baiano de oito furos	48
Figura 33 – Tijolo baiano de nove furos	48
Figura 34 – Bloco de concreto.....	50
Figura 35 – Bloco de concreto vazado	50
Figura 36 – Divisa onde foi locado o muro	51
Figura 37 – Construção do muro.....	52
Figura 38 – Muro de arrimo de concreto armado	54
Figura 39 – Muro construído	55
Figura 40 – Logomarca da empresa Meridian.....	56
Figura 41 – Fachada obra Residencial Colibri.....	57
Figura 42 – Escora tipo metálica	58
Figura 43 – Aplicação da escora tipo metálica	59
Figura 44 – Escora tipo metálica como sustentação das formas	60
Figura 45 – Dimensionamento das escoras	61
Figura 46 – Uso do aço na armadura do bloco de coroamento	63
Figura 47 – Uso do aço na armadura do pilar	64
Figura 48 – Uso do aço na armadura da viga	64
Figura 49 – Montagem e execução da armação	65
Figura 50 – Exemplo de etiqueta de identificação de aço	66
Figura 51 – Processo de descarga de aço	67
Figura 52 – Estoque de aço	67
Figura 53 – Esmerilhadeira – ferramenta para corte do aço	68
Figura 54 – Gancho para suporte de bandeja de proteção	69
Figura 55 – Estribo suplementar	69
Figura 56 – Ponto de ancoragem da linha de vida	69
Figura 57 – Chave para auxílio das dobras de aços	70
Figura 58 – Arame recozido nº 18 para amarração da armadura	71
Figura 59 – Torques: ferramenta utilizada para amarração da armadura	71
Figura 60 – Montagem da armadura de viga no espaço determinado conforme a NR 18	72
Figura 61 – Guincho para transporte da armadura da viga.....	72

Figura 62 – Finalização da armadura de viga no local de instalação	73
Figura 63 – Peças cortadas e dobradas das armaduras de vigas para montagem no local de instalação	73
Figura 64 – Armadura das vigas e lajes finalizadas e conferidas conforme projeto ..	74
Figura 65 – Forma de um pavimento	77
Figura 66 – Processo de descarga de concreto realizado pelo caminhão betoneira	78
Figura 67 – Kit Slump	79
Figura 68 – Kit Slump montado na superfície plana	79
Figura 69 – Cone sendo firmado com os pés para receber o concreto	80
Figura 70 – O concreto sendo adicionado no cone	80
Figura 71 – Aplicação dos golpes com a haste para adensamento do concreto	81
Figura 72 – Preenchimento da terceira camada do cone	81
Figura 73 – Nivelamento da superfície	82
Figura 74 – Levantamento vertical do cone	82
Figura 75 – Posicionamento do cone para medição	83
Figura 76 – Medida do assentamento do concreto	83
Figura 77 – Vibrador de concreto para adensamento	84
Figura 78 – Lançamento e adensamento do concreto	85
Figura 79 – Amostra de concreto dentro do molde de aço	86
Figura 80 – Identificação dos corpos de prova	87
Figura 81 – Mapeamento da concretagem	88
Figura 82 – Pilar do sistema estrutural	89
Figura 83 – Pórtico do sistema estrutural	89
Figura 84 – Uso do prumo para transferência do eixo do pavimento inferior para o pavimento superior	91
Figura 85 – Instalação dos gualchos na laje	91
Figura 86 – Gualcho confeccionado de madeira	92
Figura 87 – Base do pilar limpa	93
Figura 88 – Aplicação do espaçador na armadura do pilar	96
Figura 89 – Espaçador aplicado na armadura mais exposta do pilar	97
Figura 90 – Exemplos de espaçadores usados na obra, tipo girassol e tipo garra ...	98
Figura 91 – Ensaio à compressão do corpo de prova	100

Figura 92 – Fôrma de pilar limpar para instalação	101
Figura 93 – Aplicação de desmoldante nas fôrmas dos pilares	102
Figura 94 – Fresta na fôrma do pilar	103
Figura 95 – Vazios formados no pilar	104
Figura 96 – Aço da armadura exposto	106
Figura 97 – Aço da armadura exposto	106
Figura 98 – Instalação de blocos cerâmicos na alvenaria de vedação para separação de ambientes.....	107
Figura 99 – Blocos cerâmicos unidos formando a alvenaria de vedação.....	108
Figura 100 – Bloco cerâmico 9x19x29 cm	109
Figura 101 – Bloco cerâmico 14x19x29 cm.....	109
Figura 102 – Bloco concreto 9x19x39 cm	110
Figura 103 – Bloco cerâmico 14x19x39 cm.....	110
Figura 104 – Blocos cerâmicos instalados pelos cantos	111
Figura 105 – Alinhamento horizontal dos blocos cerâmicos	112
Figura 106 – Alinhamento da face do bloco cerâmico.....	112
Figura 107 – Embalagem de argamassa polimérica	114
Figura 108 – Primeira fiada de bloco cerâmico assentado com argamassa convencional	115
Figura 109 – Aplicação dos cordões de argamassa polimérica	116
Figura 110 – Aplicação de chapisco no substrato	118
Figura 111 – Aplicação do reboco.....	119
Figura 112 – Sarrafeamento do reboco.....	120

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela de orçamento da loja 1	31
Tabela 2 – Tabela de orçamento da loja 2	31
Tabela 3 – Tabela de orçamento loja 3	32
Tabela 4 – Características tijolo maciço	47
Tabela 5 – Características tijolo baiano	49
Tabela 6 – Características bloco de concreto	51
Tabela 7 – Classificação ambiental	95
Tabela 8 – Valor de espessura de cobrimento normatizado	95
Tabela 9 – Relação entre qualidade do concreto e classe de agressividade	96

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 DESENVOLVIMENTO	16
2.1 Vivência do aluno Eduardo Henrique de Carvalho.....	16
2.1.1 Apresentação do aluno e do local de estágio.....	16
2.1.2 Quantitativo de materiais.....	17
2.1.2.1 Quantitativo de metragem e peso total de aço nas sapatas.....	17
2.1.2.2 Cálculo de volume de concreto para vigas.....	23
2.1.2.3 Taxa de aço por m³	26
2.1.3 Orçamento	29
2.1.3.1 Orçamento de materiais com fornecedor.....	29
2.1.3.2 Custos por média de materiais e produção da mão de obra.....	32
2.1.3.3 Preço de venda do serviço	37
2.1.4 Construção de uma garagem de uma residência.....	39
2.1.4.1 Escoramentos das vigas	39
2.1.4.2 Elementos para alvenaria de vedação.....	45
2.1.4.3 Muro de arrimo	52
2.2 Desenvolvimento do aluno Thiago Maia Gomes	56
2.2.1 Apresentação da empresa.....	56
2.2.2 Concretagem de um pavimento	57
2.2.2.1 Escoramento da estrutura	57
2.2.2.2 Armadura de aço para vigas	62
2.2.2.3 Mapeamento de concreto	75
2.2.3 Pilares de concreto armado	88
2.2.3.1 Locação de pilares	88
2.2.3.2 Cobrimento da armadura no pilar	93
2.2.3.3 Patologia em pilares.....	99
2.2.4 Alvenaria de vedação.....	107
2.2.4.1 Bloco cerâmico.....	107
2.2.4.2 Argamassa de assentamento.....	113
2.2.4.3 Argamassa de revestimento interno.....	117

3 AUTOAVALIAÇÃO	121
3.1 Autoavaliação do aluno Eduardo Henrique de Carvalho.....	121
3.2 Autoavaliação do aluno Thiago Maia Gomes	122
4 CONCLUSÃO	123
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	124

1 INTRODUÇÃO

A Engenharia Civil possibilita um grande campo de atuação no mercado profissional, despertando assim o interesse nas mais diversas áreas com o objetivo do desenvolvimento profissional, ampliando as oportunidades para os estudantes dessa área. Neste portfólio é retratada a vivência durante o estágio, representando dentro dessa amplitude do mercado, uma etapa importante para a formação do futuro profissional.

Eu, Eduardo Henrique de Carvalho, natural de Nazareno, Minas Gerais, domiciliado na Fazenda Barreio Unido situada no município de Nazareno – MG percorri diariamente, para a concretização dos meus estudos, um percurso de 100 km, correspondente ao trajeto de ida e volta de Nazareno à Lavras e, após certo período devido ao Covid-19 participei das aulas com o ensino à distância. Realizei meu Ensino Médio na Escola Estadual Professor Basílio de Magalhães, localizada na cidade de Nazareno – MG. Formei em um curso Técnico em Edificações no Cetec em Lavras no ano de 2015. No ano de 2016 iniciei meus estudos no curso de Engenharia Civil pelo Centro Universitário de Lavras (Unilavras). Meu interesse pelo curso foi despertado pelo fato de gostar muito e me identificar com a área de exatas e ter uma maior facilidade com cálculos. Almejo conseguir um trabalho que envolva quantitativo de insumos, orçamentos de obras e cálculo estrutural. Realizei meu estágio juntamente ao Engenheiro Civil Thiago Barbosa de Freitas, CREA-MG 111547/D, cujo escritório está localizado na Rua Breno de Carvalho, 65, Centro, Nazareno - MG. Em minha experiência como estagiário pude observar projetos estruturais, acompanhamentos de obras, bem como seus orçamentos, tendo como objetivo agregar meus conhecimentos como futuro engenheiro civil, e ampliar minha visão de tudo o que ocorre no campo de trabalho.

Eu, Thiago Maia Gomes, graduando do curso de Engenharia Civil no Centro Universitário de Lavras – Unilavras, realizei meu estágio na construção de um edifício na cidade de Lavras – MG, acompanhando diariamente diversos processos contrutivos na edificação, envolvendo os sistemas estruturais e seus elementos, planejamento e controle de obra, gestão da qualidade, saúde e segurança, obtendo assim uma visão geral da gestão de uma obra, possibilitando ainda a interação com

diversas disciplinas do curso e vivenciando uma experiência única, comprovando a importância do trabalho em campo para a realização do profissional.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Vivência do aluno Eduardo Henrique de Carvalho

2.1.1 Apresentação do aluno e do local de estágio

O estágio foi realizado na empresa Cath Engenharia, fundada no ano de 2016. O escritório se encontra na rua Breno de Carvalho nº 65, Centro, na cidade de Nazareno - MG, cujo engenheiro responsável é Thiago Barbosa de Freitas.

Apesar de apenas 5 anos no mercado, é renomada pela preocupação com a satisfação plena dos seus clientes, buscando assim o compromisso com as questões técnicas de Engenharia, prazos propostos, com a qualidade dos serviços prestados e com a honestidade em sua execução. A Cath (figura 1) me instruiu na vivência do estágio na parte de levantamento de quantitativo e orçamento de um dos seus projetos.

Figura 1 – Logomarca da Cath Engenharia



Fonte: Cath Engenharia (2016).

No meu estágio, onde devido a pandemia do Covid-19, pratiquei a maioria das atividades em casa, com datas marcadas para entrega e para tirar qualquer dúvida, tive a condição e prazer em juntar a teoria das disciplinas aprendidas em aulas presenciais e à distância com a prática adquirida na minha experiência, e presenciar atividades como planejamento da obra, a leitura, interpretação de projetos, detalhamento de concreto, aço, armação, quantitativos de insumos e as taxas de consumo dos materiais. Com isso, compreendi realmente como é a realidade do engenheiro projetista e do mercado de engenharia e materiais, com muito conhecimento profissional.

2.1.2 Quantitativo de materiais

2.1.2.1 Quantitativo de metragem e peso total de aço nas sapatas

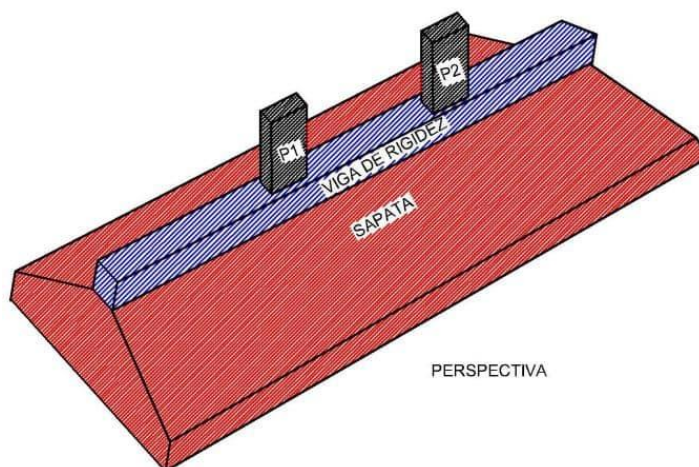
Existem dois tipos de fundações que são utilizadas na engenharia para construção de estruturas, as fundações rasas e as profundas. A NBR 6122 (ABNT, 2019) auxilia no projeto e na execução das fundações de todo e qualquer tipo de construção, independente da dimensão e funcionalidade da estrutura, seja ela comercial ou residencial.

As fundações profundas ou indiretas, como afirma Velloso e Lopes (2010), são mais utilizadas em terrenos com pouca resistência, sendo necessário o estudo do solo para se obter essa informação, e/ou em estruturas que sofrem grande excesso de carregamento como prédios, estacionamentos, pontes, etc. Neste caso, são utilizadas as chamadas estacas para a melhor distribuição do carregamento da estrutura para o solo. Existem diversas variedades de estacas que são utilizadas, como a estaca strauss, estaca broca, estaca escavada, entre outras.

Na minha vivência, como foi feito a construção de uma residência, foram utilizadas as fundações rasas ou diretas, que são utilizadas na construção de residência de um ou até dois pavimentos ou estruturas que não receberão grande excesso de carregamento, como citado em Rebello (2008). Esse tipo de fundação é aplicado sobre a superfície do solo ou com profundidade de até dois metros e tem como elementos mais comuns os radiers e alguns tipos de sapatas.

A sapata associada é uma sapata comum que liga vários pilares. Normalmente é utilizada quando duas sapatas isoladas ficam muito próximas uma da outra, onde nesse caso suas bases ficariam sobrepostas e o uso de uma sapata associada pode receber a carga de dois ou mais pilares. A figura 2 ilustra a sapata associada.

Figura 2 – Sapata associada



Fonte: Avila (2020).

A sapata corrida é uma fundação rasa utilizada para receber cargas parciais de elementos contínuos como muros, paredes e outros elementos alongados. Sua base em geral é feita manualmente, e é executada principalmente com concreto e pedras. A figura 3 apresenta a sapata corrida.

Figura 3 – Sapata corrida



Fonte: Shutterstock (2018).

A sapata alavanca ou sapata com viga de equilíbrio, é executada quando o pilar não coincide com o centro de gravidade da sapata, geralmente utilizada em divisas de lotes e outros obstáculos. Nesse caso, é instalada uma viga ligando uma sapata a outra para suportar o momento fletor exercido pela

excentricidade. A figura 4 mostra a sapata de divisa com a viga alavanca.

Figura 4 – Sapata de divisa com a viga alavanca



Fonte: Macetes da Construção (2015).

A sapata isolada é mais simples e comumente mais usadas entre as sapatas. Encontrada em forma quadrada, retangular ou circular, é utilizada para receber a carga de apenas um pilar ou coluna. A figura 5 ilustra a sapata isolada, um exemplo de sapata que foi utilizada na obra onde estagiei.

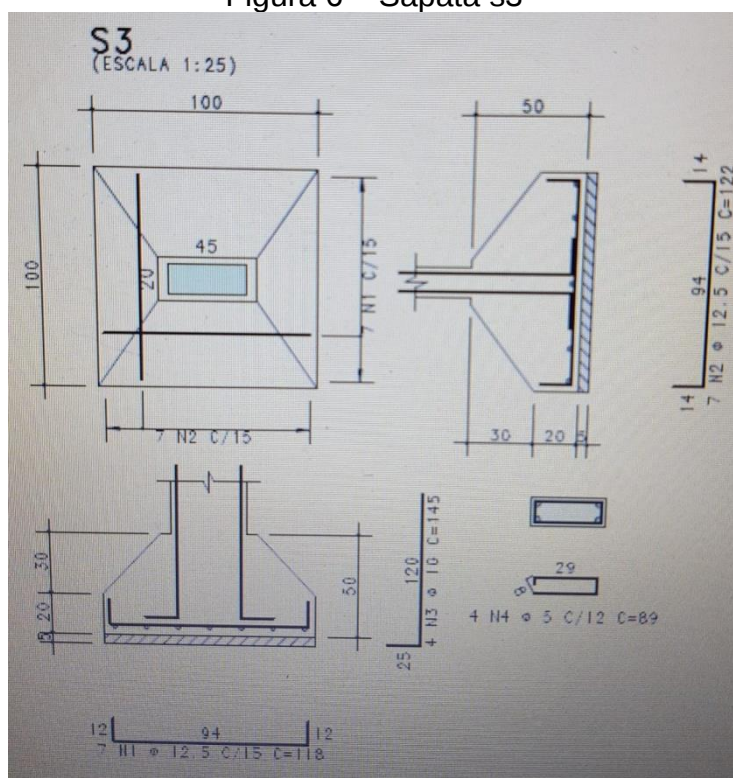
Figura 5 – Sapata isolada



Fonte: Pereira (2019).

Na minha atividade eu refiz os cálculos da quantidade de aço em metros e em peso da sapata s3 para verificar as dimensões e peso do aço, se este estava correto de acordo com o projeto. A figura 6 apresenta a sapata e suas dimensões e barras de aço utilizadas.

Figura 6 – Sapata s3



Fonte: Cath Engenharia (2021).

Com o projeto em mãos para executar o cálculo da quantidade de aço em metros, usei meu conhecimento de leitura de projeto e verifiquei quantos tipos de barras de aço haviam e o diâmetro de cada uma delas. Logo multipliquei pelo comprimento respectivo de cada barra. A figura 7 apresenta o cálculo da quantidade do aço em metros da sapata s3.

Figura 7 – Cálculo do aço em metros da sapata s3

Barra	Diâmetro (mm)	Quantidade	Comprimento (cm)
N1	7 Ø 12,5	C=118	7x118=826cm
N2	7 Ø 12,5	C=122	7x122=854cm
N3	4 Ø 10	C=145	4x145=580cm
N4	4 Ø 5	C=89	4x89=356cm
			2616 ÷ 100 = 26,16m

Fonte: Próprio autor (2021).

Após este cálculo encontrei quantos metros de cada barra de aço foram utilizados na sapata. Já para cálculo de peso de aço, consultei a tabela da gerdau, onde encontro o peso relativo de cada aço utilizado. As figuras 8 e 9 apresentam o peso relativo do aço tipo CA 50 e CA 60.

Figura 8 – Tabela Gerdau aço CA 50

Diâmetro Nominal (DN) (mm)	Massa Nominal (kg/m)	Ensaio de Tração (valores mínimos)				Diâmetro do Pino para Dobramento a 180º (mm)			
		Tolerância Massa Linear (%)	Resistência Característica de Escoamento (fy) (MPa)	Limite de Resistência (MPa)	Alongamento em 10Ø				
6,3	0,245	± 7	500	1,08 x fy	8%	3 x DN			
8,0	0,395								
10,0	0,617								
12,5	0,963	± 6							
16,0	1,578	± 5				500	1,08 x fy	8%	6 x DN
20,0	2,466								
25,0	3,853	± 4							
32,0	6,313								
40,0	9,865								

* Mediante consulta prévia, poderão ser atendidos pedidos com comprimentos especiais.

** O Vergalhão Gerdau GG 50 em barra é soldável a partir da bitola 8 mm.

*** O Vergalhão Gerdau GG 50 em rolo é soldável em todas as bitolas sob consulta.

Fonte: Gerdau (2007).

Figura 9 – Tabela Gerdau aço CA 60

Diâmetro Nominal (DN) (mm)	Massa Nominal (kg/m)	Ensaio de Tração (valores mínimos)				Relação f_{st}/f_y	Diâmetro do Pino para Dobramento a 180° (mm)
		Tolerância Massa Linear (%)	Resistência Característica de Escoamento (f_y) (MPa)	Limite de Resistência (MPa)	Alongamento em 100		
4,20	0,109	±6	600	660	5%	≥1,05	5 x DN
5,00	0,154						
6,00	0,222						
7,00	0,302						
8,00	0,395						
9,50	0,558						

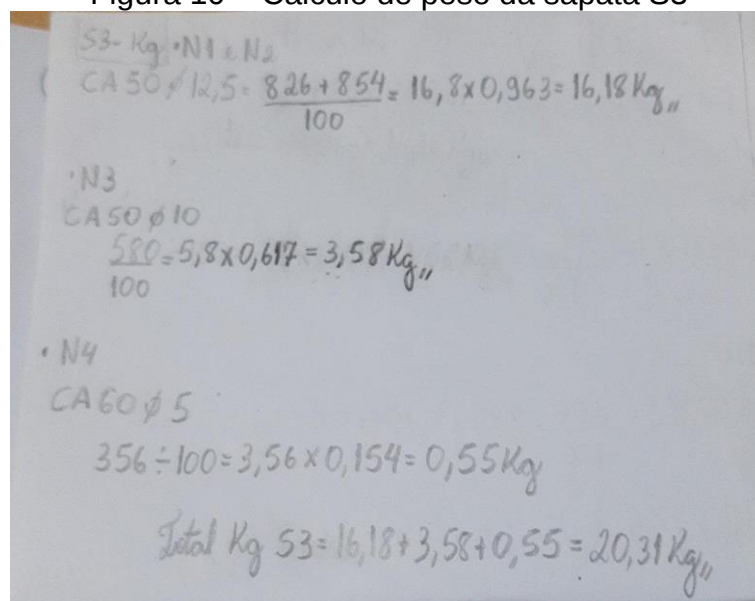
* Mediante consulta prévia, poderão ser atendidos pedidos com comprimentos especiais.

** Outras opções de embalagens sob consulta.

Fonte: Gerdau (2007).

Coletei o comprimento das barras já transferida para metros e multipliquei pelo peso relativo de cada um, encontrado nas tabelas acima, assim encontrei o peso de cada barra utilizada. No final, eu somei todos os tipos de aço e encontrei o peso total de quantos quilos de aço foram utilizados para construção deste elemento. A figura 10 apresenta o cálculo.

Figura 10 – Cálculo de peso da sapata S3



$S3 - Kg \cdot N1 \cdot N2$
 $CA 50 \phi 12,5 = \frac{826 + 854}{100} = 16,8 \times 0,109 = 1,83 Kg$
 $N3$
 $CA 50 \phi 10$
 $\frac{580}{100} = 5,8 \times 0,154 = 0,89 Kg$
 $N4$
 $CA 60 \phi 5$
 $\frac{356}{100} = 3,56 \times 0,222 = 0,79 Kg$
 $Total Kg S3 = 1,83 + 0,89 + 0,79 = 3,51 Kg$

Fonte: Próprio autor (2021).

Com todos esses cálculos e resultados encontrados, adquiri conhecimento na parte da conferência de projetos estruturais. Obtive o peso de aço utilizado das sapatas, e com isso, posso calcular o volume de concreto que será introduzido nesses elementos, sua taxa de aço/m³, e também posso obter uma noção de quanta carga cada uma delas pode resistir.

2.1.2.2 Cálculo de volume de concreto para vigas

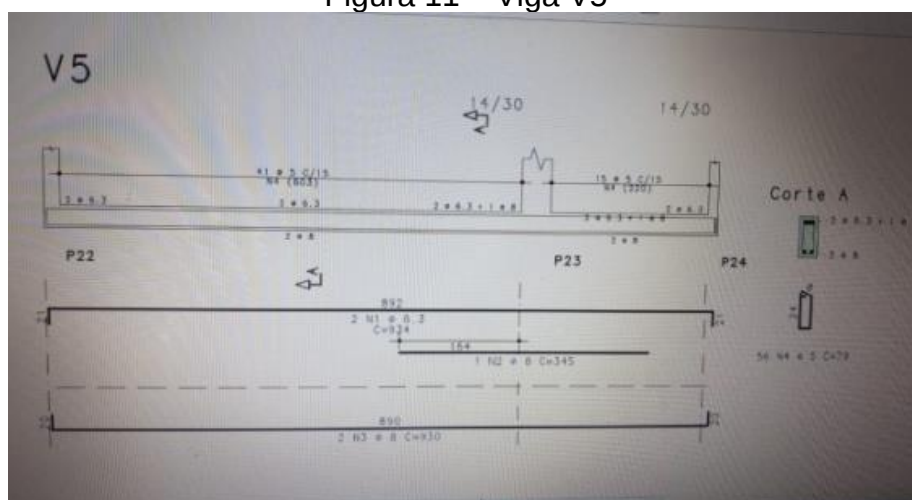
O concreto é um composto de cimento, areia, água, agregados graúdos e agregados miúdos, aditivos e adições. É um dos materiais mais usados na engenharia civil onde é dividido em concreto estrutural e concreto não estrutural.

O concreto não estrutural ou comumente chamado de concreto magro, tem menor resistência por levar menos cimento em sua mistura, e é utilizado em partes da obra mais para regularização de terrenos, onde se adiciona uma camada com altura de 5 a 8cm de concreto, no exemplo como calçadas, contrapisos. Também é utilizado em lugares onde não há função estrutural, como blocos para alvenaria de vedação, etc.

O concreto estrutural, definido pela NBR 6118 (ABNT, 2014), é usado na construção quando é necessário resistência que possa suportar e distribuir o peso da edificação, como estacas, pilares, vigas e lajes. Estes elementos estruturais levam junto do concreto a armação que serve para resistir aos esforços de tração, cujo concreto não tem capacidade de suportar por si só.

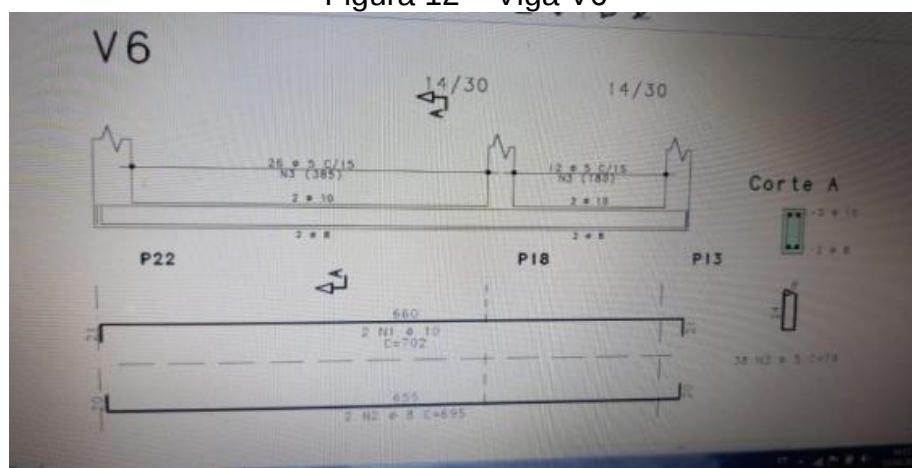
Na minha vivência, calculei o volume de concreto de duas vigas retangulares, como mostra as figuras 11 e 12.

Figura 11 – Viga V5



Fonte: Cath Engenharia (2021).

Figura 12 – Viga V6



Fonte: Cath Engenharia (2021).

A viga v5 possui dimensão 14/30, a largura da sua base mede $L = 14\text{cm}$, com altura $H = 30\text{cm}$ e comprimento $C = 934\text{cm}$. Usei a fórmula encontrada em Figueiredo Filho e Carvalho (2007), $V = L \times H \times C$, onde $V =$ Volume, $L =$ Largura ou base, $H =$ altura e $C =$ comprimento.

Calculei de duas maneiras, a primeira calculei em cm^3 e no final dividi por 100^3 para passar para m^3 .

A segunda passei sua largura, altura e comprimento para metro e depois multipliquei todos já achando o resultado em m^3 . A figura 13 apresenta o cálculo de volume de concreto da viga v5.

Figura 13 – Cálculo do volume de concreto da viga V5

VIGA V5
C = 934 cm
14/30
 $V = L \times H \times C$
 $V = 14 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \times 934 \text{ cm} = 392.280 \text{ cm}^3$
 $\frac{392.280}{100^3} = 0,393 \text{ m}^3 \text{ de concreto}$

Diagram: $b = \frac{14}{100} = 0,14 \text{ m}$, $h = \frac{30}{100} = 0,3 \text{ m}$, $C = \frac{934}{100} = 9,334 \text{ m}$
 $0,14 \times 0,3 \times 9,334 = 0,393 \text{ m}^3 \text{ de concreto}$

Fonte: Próprio autor (2021).

A viga v6 possui dimensão 14/30, a largura da sua base mede L= 14cm, com altura H= 30cm e comprimento C= 702 cm. A figura 14 mostra o cálculo da viga v6, onde usei a mesma fórmula usada na viga v5 e também calculei de duas maneiras.

Figura 14 – Cálculo do volume de concreto da viga V6

VIGA V6
C = 702
14/30
 $V = L \times H \times C$
 $V = 14 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \times 702 \text{ cm} = 294.840 \text{ cm}^3$
 $\frac{294.840}{100^3} = 0,295 \text{ m}^3 \text{ de concreto}$

Diagram: $b = \frac{14}{100} = 0,14 \text{ m}$, $h = \frac{30}{100} = 0,3 \text{ m}$, $C = \frac{702}{100} = 7,02 \text{ m}$
 $0,14 \times 0,3 \times 7,02 = 0,295 \text{ m}^3 \text{ de concreto}$

Fonte: Próprio autor (2021).

O volume do concreto armado, como mostra Carvalho e Figueiredo Filho (2007), é definido em m^3 e observa também que cada elemento deve ser calculado separadamente para que a quantidade de concreto calculada seja precisa e não haja desperdício e gastos desnecessários.

Depois que eu calculei e achei esses resultados, tive uma noção do cálculo estrutural, além de poder conhecer em média quantos m^3 de concreto são utilizados para encher uma viga de concreto armado.

2.1.2.3 Taxa de aço por m^3

Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014), uma viga de concreto armado resiste a carregamentos externos pela existência de momentos fletores e forças cortantes.

Existe dois tipos de armaduras de aço presentes no concreto armado são denominados armaduras longitudinais e armaduras transversais.

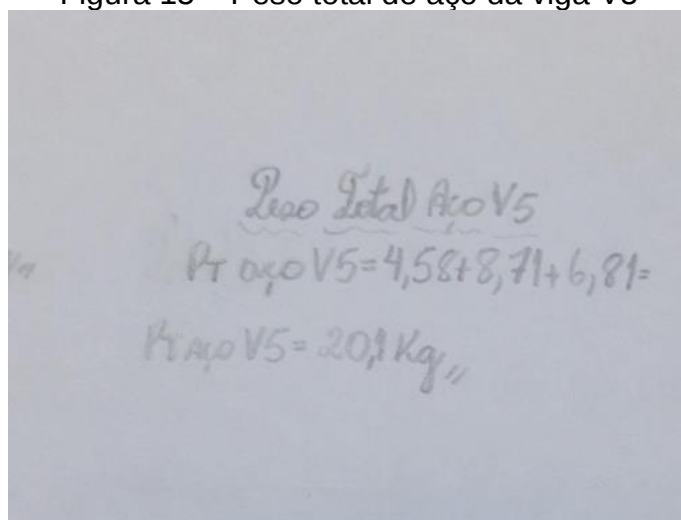
A armadura longitudinal é usada para resistir aos momentos fletores causados na viga. Constituída por barras de aço CA 50 que possuem vários diâmetros, são posicionados na superfície de um elemento estrutural, seguindo seu eixo longitudinal, como especificado na NBR 6118 (ABNT, 2014).

A armadura transversal é feita por estribos constituídos geralmente por aço CA 60 e é posicionada através do espaçamento entre as barras longitudinais. São cortados e dobrados conforme sua necessidade e é usado arame recozido para sua amarração.

A taxa de aço/ m^3 é calculado para se obter quanto de aço terá a cada $1m^3$ de concreto. Nesse cálculo entram todos os tipos de aço usados na construção de concreto armado.

É necessário o peso total de aço nas vigas para o cálculo da taxa de aço. Então, consultei a tabela da Gerdau e calculei o peso de cada um dos tipos de aço existentes na construção das vigas e somei estes pesos obtendo um peso total na viga v5 e v6 como mostra as figuras 15 e 16.

Figura 15 – Peso total de aço da viga V5

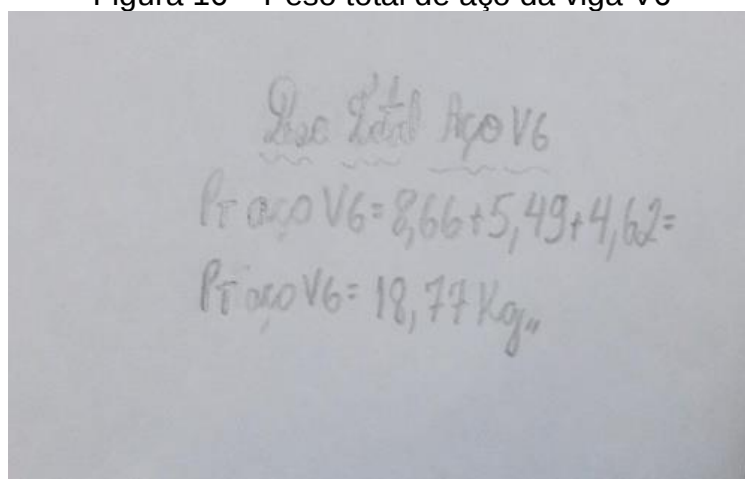


Handwritten calculation for the total weight of steel for beam V5:

$$\begin{aligned} \text{Peso Total Aço V5} \\ P_{\text{aço V5}} &= 4,58 + 8,71 + 6,81 = \\ P_{\text{aço V5}} &= 20,1 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Fonte: Próprio autor (2021).

Figura 16 – Peso total de aço da viga V6



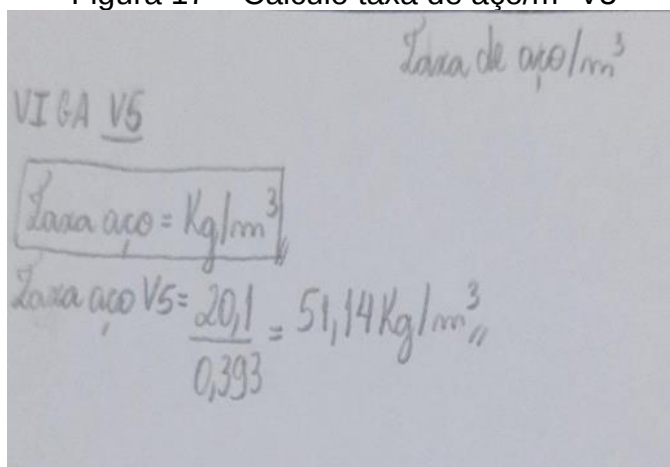
Handwritten calculation for the total weight of steel for beam V6:

$$\begin{aligned} \text{Peso Total Aço V6} \\ P_{\text{aço V6}} &= 8,66 + 5,49 + 4,62 = \\ P_{\text{aço V6}} &= 18,77 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Fonte: Próprio autor (2021).

Depois de ter encontrado o peso total de aço das duas vigas, peguei o peso de cada uma e dividi pelos seus respectivos volumes como indicado em Figueiredo Filho e Carvalho (2007), e encontrei sua taxa de aço/m³, como mostra as figuras 17 e 18.

Figura 17 – Cálculo taxa de aço/m³ V5



Handwritten calculation for Figure 17:

VIGA V5

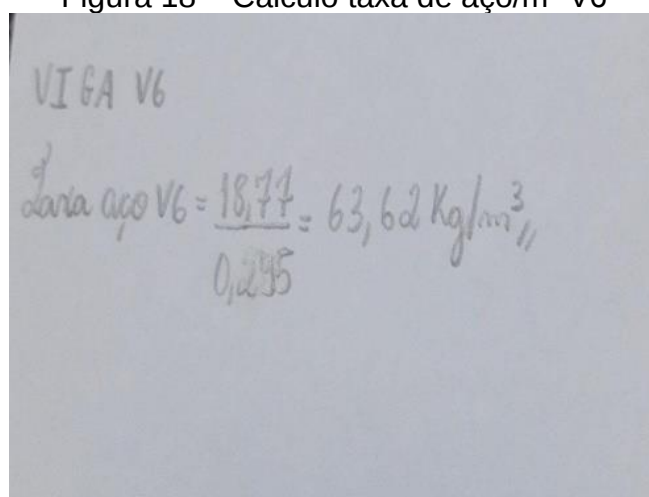
Taxa de aço/m³

$Taxa\ aço = Kg/m^3$

$Taxa\ aço\ V5 = \frac{20,1}{0,393} = 51,14\ Kg/m^3$

Fonte: Próprio autor (2021).

Figura 18 – Cálculo taxa de aço/m³ V6



Handwritten calculation for Figure 18:

VIGA V6

$Taxa\ aço\ V6 = \frac{18,74}{0,295} = 63,62\ Kg/m^3$

Fonte: Próprio autor (2021).

Na minha vivência, refiz o cálculo de taxa de aço/m³, de acordo com Vargas (2020). É necessário com o projeto em mãos ter boa interpretação e boa leitura para evitar erros nos cálculos e gerar possíveis dúvidas sobre o projeto.

A importância do cálculo da taxa de aço/m³ é que, com ele, se tem a percepção da quantidade de aço utilizada na construção. Caso haja excesso de aço, resulta numa estrutura cara com gastos desnecessários, e também dificultaria na concretagem devido a poucos espaços. Caso haja déficit de aço, deve-se verificar o projeto e sua condição estrutural.

Em relação a essa parte sobre cálculo de peso e metragem de aço, volume de concreto e cálculo da taxa de aço/m³, adquiri conhecimentos em concreto armado

observando quanto de concreto, qual será a quantidade de aço e quais barras seriam usadas para tal elemento estrutural, em Laboratório de Materiais I e II, onde era necessário calcular o volume de alguns sólidos geométricos e em Administração na Construção Civil onde todas essas informações eram adquiridas e organizadas numa planilha.

2.1.3 Orçamento

2.1.3.1 Orçamento de materiais com fornecedor

Cardoso (2009) afirma que o orçamento é um documento necessário antes de se iniciar qualquer obra. Uma obra que é iniciada sem seu orçamento ou custo total definido pode no futuro se tornar uma obra inacabada.

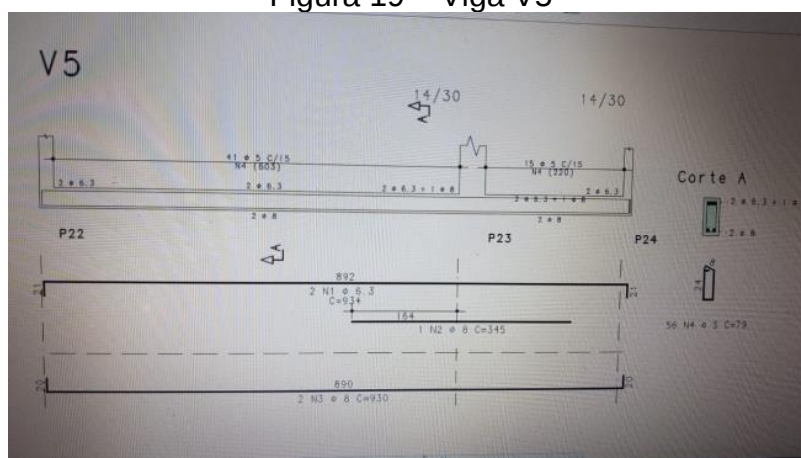
A importância do orçamento é que com base nele, o administrador avaliará se os recursos orçamentários podem atender as despesas, além disso, ele indica qual será a modalidade de licitação a ser adotada e também servirá como referência aos interessados em apresentar outra proposta.

Segundo Frezatti (2009), fazer o orçamento seja de materiais ou de serviços, etc, sem antes ter verificado o projeto, pode apresentar muitos problemas e custos que futuramente serão difíceis de se resolver, sendo que o correto era ter sido feito antes com o projeto em mãos e com muita cautela.

O que os clientes mais procuram além de economizar, é um cálculo de orçamento rápido mas que também seja bom economicamente.

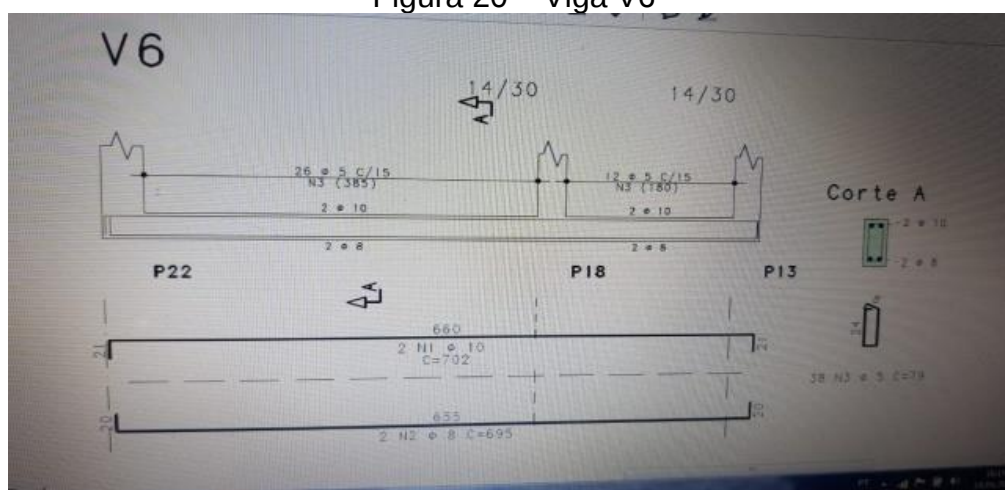
Durante o estágio, fiz planilhas de orçamento da unidade de cada um dos materiais que foram gastos para a construção de algumas vigas de concreto armado. As figuras 18 e 19 mostram a viga v5 e a viga v6.

Figura 19 – Viga V5



Fonte: Cath Engenharia (2021).

Figura 20 – Viga V6



Fonte: Cath Engenharia (2021).

Para fazer a planilha de alguns materiais que foram gastos para construção dessas vigas, precisei orçar materiais como prego 17x21 e 17x27, arame recozido, areia média, brita 01, cimento, tábuas de madeira para fôrma 3x0,15, 3x0,20, 3x0,25 e 3x0,30, aluguel de uma betoneira, barras de aço 3/16", 1/4", 5/16" e 3/8", já a água como o cliente já fornecia para nossa empresa não entra no orçamento.

Como apontado pelo Instituto de Engenharia (2011), o processo orçamentário é uma mistura de várias atividades que se desenvolvem para a elaboração contínua de uma construção a partir do momento em que o projeto esteja em mãos.

Procurei em três casas de construções distintas para apurar o melhor preço e ter uma variedade maior para ser apresentado para o cliente. Iniciei o processo de

orçamento pela loja 1, como mostra a tabela 1.

Tabela 1 – Tabela de orçamento da loja 1

material construção	Unid	Qntd	\$
Prego 17x21	Kg	1	22.00
Prego 17x27	Kg	1	22.00
Areia Média	m ³	1	110.00
Brita 01	m ³	1	190.00
Arame Recozido	Kg	1	25.00
Tábua 3x0,15	m ²	1	14.00
Tábua 3x0,20	m ²	1	18.00
Tábua 3x0,25	m ²	1	24.00
Tábua 3x0,30	m ²	1	30.00
Cimento CP 2	Saco 50Kg	1	30.00
Aluguel Betoneira	Dia	1	120.00
Aço 3/16" D= 5 mm	Kg	1	32.00
Aço 1/4" D= 6,3 mm	Kg	1	48.00
Aço 5/16" D= 8 mm	Kg	1	62.00
Aço 3/8" D=10 mm	Kg	1	85.00

Fonte: Próprio autor (2021).

Organizei da melhor maneira possível para ficar bem claro para o cliente onde ele irá encontrar o melhor preço de cada item. A tabela 2 apresenta os preços da loja 2.

Tabela 2 – Tabela de orçamento da loja 2

material construção	Unid	Qntd	\$
Prego 17x21	Kg	1	24.00
Prego 17x27	Kg	1	24.00
Areia Média	m ³	1	120.00
Brita 01	m ³	1	150.00
Arame Recozido	Kg	1	28.00
Tábua 3x0,15	m ²	1	16.00
Tábua 3x0,20	m ²	1	21.00
Tábua 3x0,25	m ²	1	26.00
Tábua 3x0,30	m ²	1	36.00
Cimento CP 2	Saco 50Kg	1	30.00
Aluguel Betoneira	Dia	1	117.00
Aço 3/16" D= 5mm	Kg	1	37.50
Aço 1/4" D= 6,3mm	Kg	1	51.50
Aço 5/16" D= 8 mm	Kg	1	63.10
Aço 3/8" D= 10 mm	Kg	1	87.10

Fonte: Próprio autor (2021).

É indispensável fazer planilha orçamentária em todas as partes da execução de uma obra para se ter uma melhor visão de tudo que será gasto e optar por um orçamento que não seja tão caro, satisfazendo assim, os desejos do cliente. Obtendo esses preços, encaminhei para o terceiro local que foi a loja 3, como ilustra a tabela 3.

Tabela 3 – Tabela de orçamento loja 3

depósito de materiais		Unid	Qntd	\$
Prego 17x21		Kg	1	22.00
Prego 17x27		Kg	1	22.00
Areia Média		m ³	1	120.00
Brita 01		m ³	1	150.00
Arame Recozido		Kg	1	25.00
Tábua 3x0,15		m ²	1	12.00
Tábua 3x0,20		m ²	1	16.00
Tábua 3x0,25		m ²	1	20.00
Tábua 3x0,30		m ²	1	34.00
Cimento CP 2		Saco 50Kg	1	32.00
Aluguel Betoneira		Dia	1	120.00
Aço 3/16" D= 5mm		Kg	1	34.70
Aço 1/4" D= 6,3mm		Kg	1	52.30
Aço 5/16" D= 8 mm		Kg	1	62.50
Aço 3/8" D= 10 mm		Kg	1	84.20

Fonte: Próprio autor (2021).

Conclui que para encontrar melhores preços devemos orçar os materiais no mínimo em três lugares diferentes antes de apresentar para o cliente. Nota-se que há muita diferença nos preços nas lojas em certos produtos, numa loja os pregos, arames e barras de aço estão mais em conta, enquanto na outra o preço das fôrmas de madeira e cimento são muito melhores. A empresa Cath Engenharia priorizou pelo menor custo desses materiais. Somei todos os materiais que foram solicitados, após isso, passei o levantamento do custo desses materiais para meu supervisor e logo foi feito a compra desses materiais.

2.1.3.2 Custos por média de materiais e produção da mão de obra

Um dos fatores que pesa na elaboração de uma obra são os custos. Numa

obra há dois tipos de custos, os custos diretos e indiretos, administrar cada um deles dão mais previsibilidade na construção e evitam gastos desnecessários.

Os custos indiretos são despesas administrativas que afetam a obra indiretamente. Já os custos diretos são ligados com os projetos e produtos e englobam o custo de insumos como a mão de obra, materiais, equipamentos e ferramentas utilizadas.

Os diretos são mais fáceis de serem resolvidos por estarem ligados ao projeto, os produtos e a construção, mas devem ser calculados de forma minuciosa pois são de extrema importância.

O cálculo desses insumos nos valores gastos de custos diretos possuem dois itens, os materiais e a mão de obra. Tratando de materiais incluem todos os materiais alocados diretamente na obra, como blocos, cimento, aço, areia, água, resumindo todos os materiais necessários para executar a obra. O outro item é mão de obra, que são todos os funcionários que estão ligados de forma direta na construção e também o canteiro de obras. Este é o custo da mão de obra direta.

No meu estágio fiz os cálculos do custo de materiais e equipamentos gastos na armação de vigas e pilares. Através de anotações diárias fiz uma média mensal da produção da mão de obra e também calculei o seu custo. Esta média foi feita mensalmente, onde acompanhei quantas barras foram montadas por dia e, no final, dividi pelo número total de dias trabalhados, encontrando assim uma média, que adiante será representada pelo item (C).

Após análise do orçamento dos materiais feitas pelo cliente, os materiais foram comprados na loja 1, pelo fato de se encontrarem em melhores preços. A figura 21 mostra o cálculo do custo horário de equipamentos e ferramentas utilizadas para a armação.

Figura 21– Composição de preços horários de equipamentos

Equipamentos (A)		Utilização		Custo Operacional		Custo Horário
Discriminação	Qtde	Produtiva	Improdutiva	Produtiva	Improdutiva	
Ferramentas	0.00	0.750000	0.250000	5.65	0.00	5.65
(A) TOTAL						5.65

Fonte: Próprio autor (2021).

A figura anterior apresenta o cálculo do custo horário das ferramentas utilizadas para o corte e montagem das armaduras. Essas ferramentas são makita, disco de makita e turquês. A utilização produtiva representa o tempo real em que a ferramenta foi utilizada. O custo operacional produtivo é o valor do aluguel das ferramentas utilizadas. O valor do aluguel desses equipamentos são geralmente avaliados em 10% do preço da ferramenta. Makita é avaliada em R\$400,00, disco de makita R\$2,30 e a turquês R\$50,00, então $(400+2,30+50)/0,10 = 45,23$ reais por dia. Dividindo esse valor por oito horas que é o número de horas trabalhadas/dia encontra-se: $45,23/8 = 5,65$ reais por hora. O valor que representa o custo horário das ferramentas utilizadas é dado pelo item (A)= R\$5,65 por hora.

Em seguida, por meio da média encontrada de quantas barras são produzidas por dia, calculei o valor horário da mão de obra utilizada para a montagem da armação e sua produção por hora. Desde o fornecimento das barras, o corte, suas dobras e sua aplicação, e com isso, pude verificar se a produção da mão de obra estava andando de acordo com o projeto dentro do prazo previsto. A figura 22 mostra o cálculo da mão de obra utilizada.

Figura 22– Mão de obra suplementar

Figura 22 – Mão de obra Suplementar				
Mão-de-obra Suplementar		Qtde	Salário Base	Custo Horário
Discriminação				
ARMADOR		1.000000	18.00	18.00
SERVENTE		1.000000	9.00	9.00
(B) TOTAL				27.00
(C) Produção da Equipe		10.000 kg /h	Custo Horário Total (A +B)	
			32.65	
(D) Custo Unitário da Execução [(A) + (B)] / (C) =				3.27

Fonte: Próprio autor (2021).

Esta figura apresenta o valor horário do armador e do ajudante necessários para a produção do serviço. O custo do armador é de R\$18,00 por hora e do ajudante de R\$9,00 por hora. O item (B) representa a soma dos custos que é de R\$27,00. A produção da equipe é dada pelo item (C), que representa a média encontrada por meio das anotações que é de 10 kg por hora. O custo horário total representa a soma do custo horário das ferramentas e da mão de obra utilizada, esse custo é de R\$30,75. O custo unitário da execução dado pelo item (D), representa o custo da mão de obra por cada quilo de aço, e esse valor é de R\$3,08 por quilo de aço.

Após estabelecidos os orçamentos por etapas, detalhando cada parte da obra e para sua organização geral, todos os membros da equipe devem saber sobre as metas e parâmetros elaborados a serem cumpridos (TUBINO, 2000).

Os materiais usados na armação foram as barras CA 50, que tem diâmetro maior que 3/16" ou 5mm, o qual resiste a 500 Mpa. E as barras de aço CA 60 que representam os estribos, esses possuem diâmetro de 5mm e possuem resistência de 600 Mpa, e o arame recozido para a amarração. A figura 23 mostra o custo unitário dos materiais utilizados.

Figura 23– Materiais gastos

Materiais	Unid	Custo	Consumo	Custo Unitário
Discriminação				
ARAME RECOZIDO PG-18 (1,25MM)	KG	25.00	0.050000	1.25
AÇO CA 50	KG	14.54	1.100000	15.99
(E) TOTAL				17.24

Fonte: Próprio autor (2021).

O arame recozido é dado por quilo e é cotado em R\$25,00. Geralmente é gasto de 3 a 5% por cada quilo de aço, então o valor de arame gasto por quilo de aço é de $25 \times 0,05 = 1,25$ reais.

Para o valor do aço fiz uma média das barras utilizadas CA 50 e CA 60 e encontrei um valor de R\$14,54 por cada quilo de aço. É necessário o cálculo da perda do aço pelos cortes feitos e as dobras, essa perda foi calculada em 10%, então o quilo do aço utilizado é de $14,54 \times 1,1 = 15,99$ reais. O item (E) representa o valor total de materiais gastos que é de R\$17,24.

A figura 24 mostra o transporte que é nulo, pois os materiais são deixados no canteiro sem preço de entrega.

Figura 24– Transporte

Transporte	DMT(T)	DMT(P)	DMT (Tot)	Custo	Consumo	Custo Unitário
(F) TOTAL						0.00

Fonte: Próprio autor (2021).

O transporte dado pelo item (F), envolve diretamente nos custos diretos pois, é por meio dele que os materiais chegam no canteiro de obras antes de serem avaliados e usados na construção.

Minha planilha de custos mostra os preços unitários dos serviços, o custo horário das ferramentas e equipamentos utilizados em todo processo de armação e também a produção da mão de obra e materiais gastos/hora. Assim fica mais fácil fazer o controle da produção tendo em mãos todas essas informações.

Estes cálculos além de fornecer ao engenheiro e ao cliente uma capacidade maior de fazer o orçamento e o planejamento da obra, dão o valor final do projeto, o que ajuda no acordo de um preço justo.

2.1.3.3 Preço de venda do serviço

Preço de venda é o valor que será cobrado pelos clientes interessados pelo seu produto ou serviço. Este valor deve cobrir seu gasto com a produção, as despesas e impostos com a comercialização e a margem de lucro que é imposta pelo próprio fornecedor (PARGA, 2003).

O cálculo correto para o preço de venda é essencial para qualquer empresa, estando ligados ao lucro ou prejuízo no final das contas. A expressão indica ser uma coisa bem simples, mas na prática a precificação da venda do serviço costuma ser um desafio muito delicado para a gestão (MATTOS, 2019).

Para o cálculo do preço de venda, Bruni (2019) mostra que deve se considerar o preço de custo da obra como um todo, saber o custo dos profissionais, dos materiais e equipamentos que vão ser utilizados.

Para a elaboração do preço de venda de serviço é necessário muito conhecimento e cautela pois qualquer equívoco pode ocasionar dívidas futuras. Na minha vivência, refiz o cálculo do preço final de venda do serviço incluindo todos os impostos, riscos de contrato e porcentagem de lucro apresentado pela empresa, assim, apresentando o preço final da venda do serviço, para que seu produto ou serviço possa ser valorizado e evitando possíveis problemas futuros, onde a empresa teria de arcar com esses gastos. A figura 25 apresenta o cálculo de preço da venda do serviço.

Figura 25– Preço de venda do serviço

Custo Unitário Total (D) + (E) + (F)		R\$	20.51
Bonificação :	30.00%	R\$	6.15
Preço unitário Total:		R\$	26.66
BDI	11% Impostos		
	3% Riscos do Contrato		
	16% Lucro		

Fonte: Próprio autor (2021).

O item (D) representa o custo unitário da execução, onde estão somados os equipamentos e mão de obra suplementar. O item (E), representa os materiais gastos para armação. E por fim o item (F) representa o transporte que é nulo. Bonificação representa a soma das porcentagens de impostos, riscos de contrato e o lucro que são somados ao custo unitário total.

É de extrema importância conhecer a carga tributária responsável ou impostos. São aplicados sobre o seu serviço e sobre os demais insumos demandados para a execução. São somados com 11% do valor do preço de custo, pagos ao governo como regime tributário que correspondem a impostos obrigatórios como o IRPJ, PIS, ISS, COFINS, CSLL e CPP.

Riscos de contrato são qualquer possíveis erros no projeto estrutural que venham refletir sobre o andamento da obra, seja ele em qualquer parte da construção como a falta de materiais, alongamento do prazo da mão de obra, etc. Como risco de contrato que denomina qualquer erro de cálculo dos insumos trabalhei com 3%, valor elaborado pela empresa e que, também é feito sobre o preço de custo/kg de aço.

E por fim o lucro que denomina o valor pago pelo serviço prestado. Não há norma ou alguma lei que estabeleça esse preço. Este preço é elaborado através de quanto você avalia o seu serviço, tendo em mente que há concorrência no mercado e também seu serviço tem de ser vendido. Se seu preço for alto demais não haverá demanda e o cliente irá procurar outro mais barato.

É necessário muito cautela para executar essa parte de cálculo, pois é uma parte delicada e que pode gerar muito transtorno com qualquer equívoco provocado após o início da execução da obra com um projeto mal calculado.

Após esse cálculo, é necessário o acompanhamento e controle da qualidade

da mão de obra para assim cumprir com a produção calculada, para que essa não exceda e nem falte armação na obra e no final não interfira na venda do seu serviço.

Em relação a esses orçamentos, valores gastos e custo de venda, pude correlacionar com Fundamentos da Economia sobre oferta e demanda, para não haver prejuízos e nem perda de fins lucrativos durante a execução da obra. Em Administração na Construção Civil, ter uma melhor organização elaborando planilhas de orçamentos, assim ter tabelado uma melhor visão de quanto será gasto na obra. E eu correlaciono também Construção Civil I e II pela organização das ferragens no canteiro de obras e sua montagem.

2.1.4 Construção de uma garagem de uma residência

2.1.4.1 Escoramentos das vigas

Segundo a NBR 15696 (ABNT, 2009), escoramento são estruturas provisórias que tem como função manter as fôrmas na posição correta e servir como apoio para sustentar as cargas da estrutura até a cura do concreto.

Deve ser dimensionado e posicionado corretamente para que não ocorra problemas na concretagem dos elementos estruturais. O uso do escoramento é obrigatório em todas as fôrmas de concreto que não são sustentadas pelo solo ou por outras estruturas.

A escolha dos tipos das escoras deve ser baseada na sua capacidade de resistência, fácil manuseio e maior reutilização. Existem dois tipos de escoras que são empregados na construção, as escoras de madeira e as metálicas.

As escoras de madeira são compradas e pode ser utilizadas até no máximo três vezes, depois dessas reutilizações a madeira pode perder sua resistência. Tem como desvantagem possíveis irregularidades no desenho da madeira onde é gasto muito tempo para sua instalação pelo processo de medição e corte dessas peças. Esse processo deve ser supervisionado para que se certifique que as peças foram cortadas corretamente, e após com cuidado, serem posicionadas corretamente.

A escora metálica ou em aço são geralmente alugadas. É o tipo de escoramento mais tradicional em grandes obras pela sua segurança e trazem muitas outras vantagens como a maior resistência, flexibilidade e fácil montagem. Variam

de 1,50 a 4,00 metros de altura. É composto por dois tubos com diâmetros diferentes que se encaixam telescopicamente e regulam conforme a sua necessidade. A regulação mais grossa é feita por um tubo mais fino chamado de flauta através de um pino que é embutido em um dos furos. E a regulação mais fina é realizada na sua luva de regulação.

Na obra onde estagiei, utilizamos a escora tipo metálica, conforme apresenta a figura 26.

Figura 26 – Escora metálica



Fonte: Próprio autor (2021).

Foram utilizadas essas escoras metálicas pela fácil e rápida montagem e também, pela alta resistência para suportar os pesos impostos, assim assegurando uma perfeita concretagem. São retiradas só após a cura do concreto, ou seja, quando o próprio elemento estrutural calculado e executado corretamente suportará seu peso próprio e demais forças atuantes. Segundo a NBR 15696 (ABNT, 2009), o tempo necessário do escoramento depende das características apresentadas em cada projeto, podendo variar pelo uso de outros elementos na obra, pelo clima, entre outros fatores.

A Figura 27 mostra o momento em que foram posicionados os pontaletes, com suas respectivas distâncias calculadas e posicionadas corretamente antes do recebimento do concreto nas vigas.

Figura 27 – Posicionamento das escoras metálicas



Fonte: Próprio autor (2021).

As escoras são posiocionadas a prumo ou inclinadas, e tem função de agir a compressão, agindo contra os esforços recebidos que atuam durante a execução da obra, evitando recalques, deformações nas fôrmas ou contra os esforços que ocorrem durante o endurecimento do concreto.

O escoramento exige muita atenção na parte da execução porque mesmo com o alinhamento das paredes, acontece de perder um pouco a referência por ainda não existir a laje, e por estar na parte do acabamento bruto pode acabar gerando erros na questão dos níveis. Deve-se planejar corretamente a distribuição do carregamento, buscando adequar o correto posicionamento das escoras.

É essencial observar o local exato onde o escoramento será apoiado, como apresenta a figura 28.

Figura 28 – Local de apoio das escoras



Fonte: Próprio autor (2021).

Com o grande esforço sofrido nas escoras durante a concretagem, elas podem afundar no solo e acabar se deslocando com isso pode gerar abertura das fôrmas, assim danificando e comprometendo a construção ainda em andamento.

O escoramento deve manter a geometria correta dos elementos estruturais, estando apoiadas corretamente em lugares planos. No caso dos solos onde as escoras serão apoiadas for irregular, são usadas tábuas de madeira para base de escoramento como distribuidores de carga. Essas tábuas não tem tamanho específico mas seu uso é obrigatório.

No meu estágio, as escoras foram apoiadas nas vigas de fundação. Essas vigas estavam em perfeitas condições e nelas não haviam irregularidades o que garantiu o apoio correto.

O espaçamento das escoras são calculados e definidos de diferentes formas para cada projeto. A figura 29 apresenta as escoras posicionadas.

Figura 29 – Espaçamento das escoras



Fonte: Próprio autor (2021).

São posicionadas geralmente com uma distância entre elas no máximo de 1,10 metros. Essa distância pode diminuir para 1 metro caso o pé direito exceda a 3 metros de altura ou, caso a laje for muito pesada, como aponta Mendes Júnior; Fusco (2013). No dimensionamento usado na minha vivência, medi a distância de 1 metro de uma escora para outra, conforme distribuído pelo Engenheiro Thiago Barbosa, que foi o engenheiro calculista da obra.

Nesta obra não foram necessários guias para contraventamento porque o pé direito é menor do que 3 metros de altura. O contraventamento tem como função o travamento transversal que permite aumentar a resistência à flambagem, por meio de sarrafos e caibros amarrados nas escoras para evitar seu deslocamento.

Dependendo do vão e da carga exercida sobre a viga, é necessário fazer a contra-flecha para compensar o deslocamento da viga evitando as deformações como indica a NBR 6118 (ABNT, 2014). Para isso, a viga deve estar nivelada. Trata-se de elevar a escora central, calculando o centro exato do ambiente e regular a escora central com uma altura de 3 a 5 centímetros acima das demais escoras. Esse processo pode ser feito com a utilização de cunhas para regulagem dessa altura. Assim, a fôrma ao receber o peso do concreto irá nivelar com a altura dos demais pontos devido a concentração de peso do concreto no centro do ambiente.

As cunhas são comumente utilizadas durante o processo de escoramento, ligadas diretamente com a fôrma. São acessórios que atuam para aumentar o contato entre a escora e a fôrma, e ajudam no nivelamento e também no processo de retirada das escoras. Pois, após a retirada das cunhas aliviam o contato das

fôrmas, facilitando assim a retirada das escoras.

A parte da concretagem também deve ser feita de forma minuciosa respeitando as normas indicadas e tendo muito cuidado na execução, seja ela de forma manual ou por meio de bombas, como mostra a Figura 30.

Figura 30 – Concretagem



Fonte: Próprio autor (2021).

O concreto deve ser aplicado sempre iniciando por um dos cantos da viga, como aponta a NBR 6118 (ABNT, 2014) sobre estruturas de concreto armado e seus procedimentos, evitando a concentração de montes de concreto, ocorrendo assim a sobrecarga do escoramento em algum ponto.

A retirada das escoras, de acordo com a NBR 14931 (ABNT, 2004), acompanha diretamente a retirada das fôrmas que deve ser de no mínimo 7 dias, respeitando o tempo de cura do concreto. Nas estruturas de concreto armado, a retirada das formas laterais é realizada após 3 dias, as fôrmas inferiores são retiradas com 7 dias, onde só algumas escoras são retiradas. Neste caso, o prazo correto para a retirada total das escoras é de 21 dias após a concretagem, pois após esse período a viga já irá resistir aos seus esforços e pesos solicitantes.

2.1.4.2 Elementos para alvenaria de vedação

A alvenaria é a estrutura de paredes nas quais são utilizados tijolos, blocos, pedras, entre outros, e são geralmente ligados por argamassa (KALIL, 2008). Tem como objetivo oferecer resistência ou apenas separar ambientes fornecendo proteção acústica e térmica para a edificação. Existem dois tipos de alvenaria, a alvenaria estrutural e a alvenaria de vedação.

A alvenaria estrutural dispensa o uso de pilares e vigas, onde suas próprias paredes é que possuem a função estrutural como bem diz Braga e Franco (2004). Tem como vantagens:

- sistema construtivo de fácil execução;
- oferece significativa redução de custos, pois diminui o uso de armaduras e fôrmas, utilizando processos racionalizados;
- obras rápidas e extremamente seguras;
- reduz a sujeira;
- o bloco de concreto tem precisão dimensional e oferece resistência para diversos tipos de obras.

Na alvenaria estrutural toda a estrutura e vedação são construídos simultaneamente (ROMAN, 1999). Segundo a NBR 15961 (ABNT, 2011), existem vários tipos de blocos que possam atender a qualquer necessidade se tratando de alvenaria estrutural.

A alvenaria de vedação ou alvenaria convencional é a mais comum no Brasil. Para Thomaz e Helene (2009), suas paredes não possuem nenhuma função estrutural e suportam apenas o seu peso próprio, feitas somente com a função de vedar ambientes e fachadas.

As paredes não portantes servem só para separar os cômodos, e a função estrutural fica para outros elementos como lajes, vigas, pilares e fundação (FERREIRA, 2015). Essas características possibilitam o uso variado de blocos e espessuras de paredes tornando a obra mais prática e assim atendendo a especificação de cada projeto. Tem como vantagens:

- flexibilidade arquitetônica, aberturas podem ser relocadas novamente;
- pode ser utilizada em obra que possuem grandes vãos;

- possibilita a construção de grandes projetos por sua estrutura ser de concreto armado;
- facilita futuras reformas.

A alvenaria convencional não necessita de mão de obra especializada e nem ter um controle tão rigoroso na qualidade dos materiais. Geralmente são cortadas para a passagem de tubulações elétricos, onde há muito desperdício de materiais.

A procura da qualidade de seus produtos e serviços e também na redução de seus custos, o mercado vem se adaptando cada vez mais com a alvenaria de vedação racionalizada. Nessa busca por racionalizar as obras evitando gastos desnecessários e perdas, as construtoras estão melhorando seus processos construtivos por meio da racionalização e da implantação de novas tecnologias (BRANDSTETTER; SANTOS; CARASEK, 2013). A racionalização é um meio de reduzir o desperdício de tempo e de materiais dentro da construção, evitando gastos desnecessários.

Projetos destinados para a área da construção exigem diversos procedimentos durante a obra. Seja conhecer o tipo de solo onde será o local da obra ou a sondagem, e quando se trata de alvenaria não é diferente. É necessário destacar a importância de conhecer os materiais que serão utilizados e suas particularidades, tanto para aumentar sua produtividade, como também para melhorar o seu empreendimento. São alguns tipos mais comuns de elementos para alvenaria de vedação o tijolo maciço, o tijolo baiano, e bloco de cimento.

O tijolo cerâmico maciço conhecido como tijolo comum ou tijolinho de barro, perdeu um pouco de espaço no mercado brasileiro pelo crescimento do concreto armado. Mesmo assim ainda é muito utilizado nas construções como acabamento de tijolo aparente e embasamento da alvenaria. A figura 31 apresenta o tijolo maciço cerâmico muito utilizado no processo de alvenaria de vedação.

Figura 31 – Tijolo maciço



Fonte: Próprio autor (2021).

A NBR 8041 (ABNT, 1983) especifica como deve ser produzido o tijolo maciço. Esse processo, é realizado pela queima de peças em fornos contínuos ou são queimados por períodos com temperaturas que podem chegar até 1000°C. A Tabela 4 apresenta suas características:

Tabela 4 – Características tijolo maciço

Tipo	Dimensões	Peso	Resistência
Maciço	5x10x20	2,5 Kg	20 kgf/cm ² (2MPa)

Fonte: Próprio autor (2021).

Normalmente possui dimensões menores que os outros tijolos e com isso tem um gasto muito elevado para fazer um metro quadrado. Consequentemente aumenta a mão de obra e materiais utilizados para o seu assentamento como a argamassa, o que o torna uma opção mais cara. Tem um gasto em média de 148 unidades em paredes feitas com 1 tijolo, e 77 unidades em paredes de ½ tijolo.

É um material muito resistente e proporciona um ótimo conforto térmico e acústico, pois libera a umidade absorvida quando o ar está seco. Indicado para cidades com clima seco e deve ser evitado em locais com clima úmido.

Com a escolha da utilização desse material para vedação deve-se, necessariamente, protegê-lo da umidade pois é um material poroso, e com seu

desgaste natural pode comprometer a edificação. Silicone líquido, resinas acrílicas à base de solvente e outros tipos de selantes são materiais mais usados para a impermeabilização desse material.

Tijolo furado, comumente conhecido como tijolo baiano, ainda é um dos elementos mais usuais que existem no Brasil para a vedação de ambientes. A figura 32 ilustra o tijolo baiano de oito furos, e a figura 33 o tijolo baiano de nove furos.

Figura 32 – Tijolo baiano de oito furos



Fonte: Próprio autor (2021).

Figura 33 – Tijolo baiano de nove furos



Fonte: Próprio autor (2021).

A NBR 15270-3 (ABNT, 2005) afirma que tijolo tipo baiano são usados apenas para alvenaria de vedação, pois não tem resistência estrutural.

A Tabela 5 mostra as características desse tipo de tijolo com três dimensões

diferentes.

Tabela 5 – Características tijolo baiano

Tipo	Dimensões	Peso	Resistência
Baiano 6F	9x14x19	2,0 Kg	10 kgf/cm ² (1 MPa)
Baiano 8F	9x19x19	2,2 Kg	22 kgf/cm ² (2,2 Mpa)
Baiano 9F	11,5x14x24	2,9 Kg	35 kgf/cm ² (3,5 Mpa)

Fonte: Próprio autor (2021).

São produzidos, segundo a NBR 15270-1 (ABNT, 2005), podendo ser encontrados numa cor mais clara quando é cozido e, numa cor mais escura quando recozido. Conta com ranhuras nas suas paredes, com a finalidade de aumentar a aderência da argamassa de assentamento ou de revestimento, gerando menos gastos com argamassa.

Os três tipos de tijolos mais usuais são os tijolos de seis furos com dimensões de 9x14x19 e precisam de trinta e nove unidades/m². O tijolo de oito furos que possui medidas 9x19x19 e são necessários vinte e oito unidades/m². E por último o tijolo de 9 furos com dimensões 11,5x14x24 e são gastos trinta unidades/m².

A escolha elevada desse material para vedação está ligada ao fato não só de ser o mais barato em relação aos outros tijolos, mas também por ser mais leves e possuir furos possibilitando agilidade no manejo, e conseqüentemente acelerando o processo de construção. Por serem mais leves, tem baixa resistência e podem quebrar facilmente causando perdas.

Esse tipo de material fornece um bom conforto térmico por causa de seus furos longitudinais, e tem baixo índice de porosidade. Existem outros tipos de blocos para vedação com furos verticais, mas mesmo que assentado de pé não pode ser usado na alvenaria estrutural.

O bloco de cimento é produzido pela vibração e prensagem de materiais como cimento, areia, água, pedrisco e outros agregados. Apresenta como um dos materiais mais utilizados em médias e grandes construções devido à sua versatilidade e alta resistência. A figura 34 ilustra o bloco de concreto.

Figura 34 – Bloco de concreto



Fonte: Próprio autor (2021).

O bloco de concreto de cor cinza possui uma variedade de tamanhos e formas e tem acabamento de menor qualidade. Para vedação são utilizados os blocos de classe C, de acordo com a NBR 12118 (ABNT, 2013). O bloco vazado é utilizado na alvenaria de vedação e também na alvenaria estrutural. A Figura 35 mostra o bloco de concreto vazado.

Figura 35 – Bloco de concreto vazado



Fonte: Próprio autor (2021).

Para a alvenaria de vedação, é indicado o bloco de concreto simples, como indica a NBR 16522 (ABNT, 2016).

O bloco de concreto vazado foi escolhido no local onde eu estagiei para vedação de uma parede da garagem dividindo o lote com outra residência. O motivo

da escolha do cliente e do engenheiro pelo bloco de concreto, foi que além de se encontrar num bom preço, possui um ótimo rendimento acelerando sua produção. O que resultaria numa aceleração da entrega da construção. A Tabela 6 mostra as características do bloco de concreto vazado.

Tabela 6 – Características bloco de concreto

Tipo/Clas	Dimensões	Peso	Resistência	
Bloco C	20x20x40	9,0 Kg	45 kgf/cm ² (4,5 MPa)	

Fonte: Próprio autor (2021).

O bloco de concreto possui superfície aspera e é mais poroso garantindo boa aderência, o que colabora depois de assentados, receberem o revestimento como reboco. A Figura 36 mostra a divisa onde foi locado o muro de vedação.

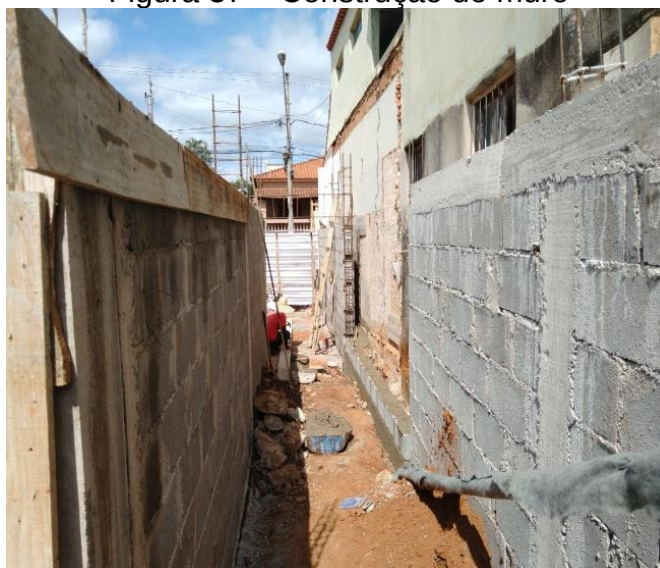
Figura 36 – Divisa onde foi locado o muro



Fonte: Próprio autor (2021).

É necessário acompanhar os códigos de obras de cada cidade na parte de recuos mínimos laterais e fundos para evitar transtornos. A figura 37 mostra o muro de vedação em construção.

Figura 37 – Construção do muro



Fonte: Próprio autor (2021).

Na obra foi calculado uma média de doze unidades/m² do bloco de concreto vazado. Quando há recortes do material aumentam 5% na suas unidades.

A execução deve acompanhar o projeto fazendo o alinhamento correto da parede e em seguida o assentamento de blocos seguindo a linha para que não haja problemas de invadir o lote vizinho ou colocar em risco sua estrutura.

2.1.4.3 Muro de arrimo

O muro de arrimo ou muro de contenção é uma estrutura corrida formada por blocos, pedras, pneus, entre outros, com a função de conter um talude vertical ou semi vertical (MOLITERNO, 1994).

Segundo a NBR 11682 (ABNT, 2009), podem ser utilizados para estabilizar encostas junto as edificações em residências, pontes, ruas ou estradas.

A contenção é usada geralmente em dois tipos, os muros de gravidade ou peso e muros de flexão. O muro de gravidade é construído para conter os esforços horizontais por meio do seu peso próprio. Seu peso combinado com as partes da terra contribuem para a estabilidade do talude. São utilizadas para conter desníveis médios ou pequenos, com altura inferior a 5 metros.

O muro de flexão é mais resistente pois é apoiado em uma fundação que pode ser rasa ou profunda. Seu formato em “L” é designado pela sua base que é a

fundação e os elementos que juntos irão resistir aos esforços solicitantes. O muro de concreto armado de flexão difere do muro de gravidade por poder ser adicionado no seu dimensionamento a resistência de esforços contra a flexão.

A fase de projeto de um muro de arrimo é dividida basicamente em dois processos distintos, a escolha da dimensão do muro que é determinada através de equações, ou até mesmo pela experiência adquirida pelo projetista. E a verificação da estabilidade do muro aos esforços atuantes, que é determinada após o cálculo das forças atuantes na estrutura como o seu peso próprio e demais cargas que ele estará sujeita, como por exemplo, o empuxo, cargas aplicadas ao topo do muro e reações do solo (MOLITERNO, 1994).

Como especificado na NBR 11682 (ABNT, 2009), para a condição da estabilidade de um talude existem condições que devem ser atendidas como a segurança contra o escorregamento, tombamento, contra ruptura e deformação excessiva do terreno de fundação.

Para o dimensionamento do muro de arrimo, primeiramente é necessário calcular o empuxo do solo, que é o esforço exercido da terra sobre o muro. Possuem dois métodos para determinar o empuxo ao qual o muro será solicitado, sendo eles o método de Coulomb que é mais viável economicamente, e o método de Rankine.

Logo após encontrado o empuxo, são determinados os esforços solicitantes na parte do muro que terá contato direto com o talude, e nas sapatas. Este cálculo deverá ser feito de metro em metro. Após esses cálculos se obtém os diagramas de momento fletor e esforço cortante. Com os valores dos esforços que a estrutura irá sofrer, são dimensionadas todas as armaduras que serão utilizadas, as armaduras simples e a armadura principal.

É necessário calcular a armadura da sapata e do muro e ter cuidado na construção e ligação de ambos. Para garantir sua segurança deve ser determinada sua estabilidade contra tombamentos, deslizamentos e verificar também sua capacidade de resistência para suportar o solo.

É de extrema importância fazer o sistema de drenagem desses muros. Deve ser levado em conta tanto a água de chuva quanto a água do lençol freático, que juntas com a pressão da terra podem aumentar o esforço atuante no muro causando o desabamento. Caso o processo de drenagem não seja feito de forma

correta pode colocar em risco toda a estrutura.

No meu estágio, na construção de uma garagem no subsolo, após todos os cálculos feitos de maneira correta pelo projetista responsável, foi necessário que o muro suportasse a estrutura do pavimento térreo que irá ser locado acima da garagem e também a contenção do talude. Para isso foi escolhido o muro de arrimo de concreto armado. A figura 38 mostra o muro sendo construído.

Figura 38 – Muro de arrimo de concreto armado



Fonte: Próprio autor (2021).

A utilização do muro de arrimo gera um aumento significativo no orçamento total da obra devido a gastos maiores em materiais como concreto e aço. No dimensionamento dos elementos estruturais que compõem o muro de arrimo, como as sapatas, pilares e vigas, foi adicionado a resistência a compressão que faz com que esses elementos suportem o peso da alvenaria e de toda a estrutura. E também o esforço de resistência a tração que é resistir ao empuxo ou forças laterais ao qual muro foi solicitado evitando o seu tombamento. A figura 39 mostra o muro após a construção.

Figura 39 – Muro construído



Fonte: Próprio autor (2021).

O muro calculado possui vinte e dois metros de comprimento. Neste muro foram dimensionadas e posicionadas sete sapatas isoladas em cada ponto específico para suportar os esforços de tração e também de compressão. Em cada parede do muro foi embutida uma viga de travamento que liga os pilares, assim dando mais resistência para o muro de arrimo. Essas vigas foram locadas a $\frac{1}{3}$ da altura do muro. Essa altura da viga denominada pelo cálculo do empuxo.

O projeto e execução do muro de arrimo devem ser realizados e acompanhados por um engenheiro responsável pois algum equívoco no dimensionamento ou na execução pode provocar um desabamento causando acidentes graves e também gastos adicionais. Alguns cuidados devem ser tomados na hora da execução como realizar o reaterro com material adequado para o uso da compactação e verificar a estabilidade do talude e contenção e da própria estrutura.

Eu correlaciono essa atividade com Concreto Armado I e II, onde vi o processo de cálculo e dimensionamento dos elementos estruturais em cada ocasião. Em estática I e II onde fiz cálculos para que os elementos permaneçam na geometria correta de cada um, e conseqüentemente não venham a desabar. E por último Materiais de construção onde com o aprendizado adquirido pude reconhecer a importância dos materiais utilizados na obra.

2.2 Desenvolvimento do aluno Thiago Maia Gomes

2.2.1 Apresentação da empresa

O estágio foi realizado na empresa Meridian Construtora e Incorporadora, uma empresa familiar, que atua há 30 anos no ramo de construção civil em Lavras e região. O escritório está situado na rua Costa Pereira, nº 45 – Sala 405, Centro, na cidade de Lavras - MG, cujo engenheiro responsável é Samuel do Vale Amaral Silva.

Altamente reconhecida pela qualidade dos seus empreendimentos, pontualidade na entrega de obras e na satisfação dos seus clientes, a Meridian (Figura 40) me proporcionou a vivência do estágio no canteiro de obras de um dos seus empreendimentos, o Residencial Colibri (Figura 41), situado no centro da cidade de Lavras. A obra conta com 30 colaboradores das diversificadas funções e qualificações do ramo da construção civil.

Figura 40 – Logomarca da empresa Meridian



Fonte: MERIDIAN Construtora e Incorporadora (2021).

Figura 41 – Fachada obra Residencial Colibri



Fonte: Próprio autor (2021).

Nesse estágio tive a oportunidade da integração entre as disciplinas aprendidas em sala de aula com a prática no ambiente de trabalho, são exemplos: leitura e interpretação de projetos, quantificação de insumos, gestão de saúde e segurança do trabalho, gerenciamento e planejamento de obra, gestão da qualidade, mapeamento de etapas da concretagem, entre outros. O resultado foi entender melhor a realidade do profissional da construção civil e o mercado de trabalho, obtendo assim um significativo desenvolvimento profissional e pessoal.

2.2.2 Concretagem de um pavimento

2.2.2.1 Escoramento da estrutura

O escoramento tem uma função importante no processo da construção civil para a concretagem das peças estruturais. É através dele e de seu correto dimensionamento que a carga da peça concretada será sustentada temporariamente. As escoras mais utilizadas na construção civil são fabricadas em madeira e em aço e podem ser usadas tanto para vigas quanto para lajes. A escora tipo metálica, se caracteriza pela flexibilidade, resistência e fácil montagem,

garantindo assim a eficiência no nivelamento da peça estrutural. Possui uma variação média na regulagem de altura entre 1,50 e 4,00 metros, onde a regulagem grossa é realizada apenas com a introdução do pino em um dos furos do tubo telescópico e a regulagem fina é realizada na luva de regulagem.

Para Fusco (2013), a escora tipo madeira exige um maior tempo na sua instalação, pois pode ocorrer irregularidades nas suas bases. Um ponto de bastante atenção para utilização das escoras de madeira, são quanto a sua origem, sendo necessário a certificação e o corte controlado da matéria-prima. Para entender melhor a aplicação e uso da madeira na construção civil, a disciplina de Estrutura de Madeiras proporcionou esses fundamentos, apresentando as características e propriedades da madeira, as prescrições normativas e o entendimento do seu sistema estrutural.

Na obra onde foi realizado meu estágio, foram utilizadas escoras do tipo metálicas com altura ajustável (Figura 42), escolhidas pela versatilidade, facilidade e agilidade na montagem, possuindo ainda uma alta capacidade de carga, compostas de tubo base, flauta, pino para trava, copo de regulagem fina.

Figura 42 – Escora tipo metálica



Fonte: Próprio autor (2021).

Para NBR 15696 (ABNT, 2009), essas escoras provisoriamente instaladas devem ter capacidade de resistência e transmitir aos seus apoios o somatório de cargas variáveis e permanentes provenientes do processo de concretagem da peça estrutural, capacidade essa que deve se permanecer até que a peça se torne autoportante. Deve-se planejar e prever a distribuição do carregamento, buscando adequar o correto posicionamento das escoras. Na disciplina de Mecânica dos Sólidos I e II, foi possível conhecer o comportamento mecânico das estruturas e determinar a carga crítica de flambagem de colunas sob carga axial de compressão, dando embasamento para entender o comportamento da escora durante sua aplicação na obra.

O escoramento necessita de um cuidado especial contra os esforços recebidos que atuam durante a execução da obra, evitando recalques, deformações nas fôrmas ou ocorrer esforços no concreto durante o endurecimento. Em Concreto Armado I aprendi analisar o comportamento das estruturas, podendo entender na prática como ocorre os esforços e as deformações nas peças estruturais.

Eu presenciei todo o processo de escoramento das fôrmas para lajes maciças e vigas de todo um pavimento (Figura 43), garantindo a sustentação de todas as fôrmas (Figura 44), para posterior recebimento do concreto a ser moldado no local.

Figura 43 – Aplicação da escora tipo metálica



Fonte: Próprio autor (2021).

Figura 44 – Escora tipo metálica como sustentação das formas



Fonte: Próprio autor (2021).

Segundo Fusco (2013), é de grande relevância a observação do local de apoio dessas escoras, pois o esforço sofrido durante a concretagem podem gerar deformações nessas escoras ou até mesmo gerando a abertura das fôrmas, ou seja, o escoramento deve manter a geometria das peças estruturais durante a execução da concretagem estando apoiados em locais planos. Neste processo que eu acompanhei, o piso era de concreto e sem irregularidades, garantindo assim o apoio necessário para o escoramento.

A cunhas de madeira com um formato prismático, são acessórios que atuam para aumentar o contato entre a escora e a fôrma, colaborando assim para manter o nivelamento exigido nesse processo. Conforme Salgado (2014), as cunhas são usualmente empregadas durante o processo de escoramento, interagindo bem com a fôrma, proporcionando um ajuste fino e auxiliando também na desforma, pois quando a cunha é retirada, ocorre um alívio de tensão sobre a escora facilitando a sua retirada.

Para Salgado (2014), lajes tipo pré-moldada com o vão até 3,40 metros, pode-se colocar uma fileira de escora e para vãos acima de 3,40 metros até 5,00 metros, utilize duas fileiras de escoras para apoiar as vigotas, instaladas no sentido contrário a essas vigotas. Nas lajes tipo maciça, as fôrmas de madeirites são sustentadas pelas escoras, sendo que o centro do cômodo é onde há a maior concentração de

pressão, podendo ocorrer a formação de deformações na estrutura. Para evitar a ocorrência dessas deformações, é necessário fazer a contraflecha, que é elevar a escora central, calculando o centro exato do cômodo e regular a escora com uma altura de 0,5 a 1,00 cm acima das demais escoras, a utilização de cunhas podem ajudar na regulagem dessa altura.

Assim, com o centro mais alto que o restante do cômodo, a fôrma ao receber o peso concreto irá nivelar com a altura dos demais pontos do cômodo devido a concentração do peso do concreto no centro do cômodo. O concreto deve ser aplicado sempre iniciando através de um dos cantos e se espalhando por toda a laje, evitando a concentração de montes de concreto, ocorrendo assim a sobrecarga do escoramento em algum ponto.

Para Fusco (2013), a disposição das escoras são definidas por cálculos conforme cada projeto, com aplicação em linhas geralmente espaçadas a 1,30 metros entre os eixos, acontecendo de reduzir para 1,00 metro na ocorrência de lajes altas, acima de 3,00 metros. Para o dimensionamento e distribuição das escoras, conforme apresentado na figura 6, eu medi o espaçamento de 1,00 metro entre elas e suas linhas, distribuição essa informada pelo calculista contratado pela empresa. Não foi necessário guia para contraventamentos, pois o pé direito era de 3,00 metros.

Figura 45 – Dimensionamento das escoras



Fonte: Próprio autor (2021).

Conforme Salgado (2014), contraventamento trata se de uma ligação que pode ser um sarrafo ou um caibro, com o objetivo de fazer a amarração das escoras evitando seu deslocamento, esse travamento transversal permite subdividir o comprimento e aumentando a resistência à flambagem.

De acordo com a NBR 14931 (ABNT, 2004), a retirada das escoras acompanha o plano de retirada das fôrmas conforme estabelecido, sem comprometer a segurança da estrutura e respeitando o tempo de cura do concreto que deve ser realizado por no mínimo 7 dias. Para estruturas de concreto armado a desforma para as faces laterais acontece a partir do terceiro dia, as fôrmas do fundo são retiradas com 7 dias, ainda mantendo algumas escoras dispostas no ambiente e com 21 dias ocorre a retirada total do escoramento.

Eu verifiquei nos projetos da obra onde estagiei e todos citam as recomendações para o escoramento, relacionando como prazo mínimo de 15 dias para manutenção das escoras. Para os vãos superiores a 3,00 metros deve haver o reescoramento após a retirada das fôrmas e as lajes que receberão escoramentos de lajes de nível superior, deverão ser reescoradas previamente.

2.2.2.2 Armadura de aço para vigas

Segundo El Debs (2017), ao ser comparada com outros processos industriais, a construção civil é considerada uma indústria atrasada, muito dessa comparação se deve no geral ao grande desperdício de matéria prima, baixo controle da qualidade e baixa produtividade.

Uma grande porcentagem da execução da armação de aço nas obras são realizadas por empresas subcontratadas, sendo essas empresas geridas por pessoas sem os conceitos básicos de gestão dos serviços prestados, tendo como resultado uma produção artesanal e sem grande eficiência. Com isso, aumenta a responsabilidade da gestão no processo executivo para garantir a qualidade e produtividade junto a subcontratada. Ainda que em sua maioria, a produção seja manual, observa-se um avanço de automação e mecanização no beneficiamento dessas estruturas, onde as contrutoras adquirem o aço já pré-cortado e pré-dobrado. Com os conceitos ensinados na disciplina de Administração na Construção Civil, eu

compreendi as funções básicas de gestão de contratos, materiais, processo e mão de obra, para definição do planejamento estratégico dos recursos humanos e materiais.

Os aços para uso no concreto armado, são geralmente fornecidos em barras de 12 metros, com aplicação em peças estruturais como: estacas, blocos de coroamento (figura 46), pilares (figura 47), vigas (figura 48) e lajes. Essas armaduras tem como principal função, aumentar a resistência das peças, absorvendo as tensões de tração e cisalhamento. A disciplina de Fundações, foi embasamento para dimensionamento das estruturas para estacas, sapatas e blocos. E na disciplina de Concreto Armado, eu desenvolvi o dimensionamento da estrutura para pilares, vigas e lajes.

Figura 46 – Uso do aço na armadura do bloco de coroamento



Fonte: Próprio autor (2021).

Figura 47 – Uso do aço na armadura do pilar



Fonte: Próprio autor (2021).

Figura 48 – Uso do aço na armadura da viga



Fonte: Próprio autor (2021).

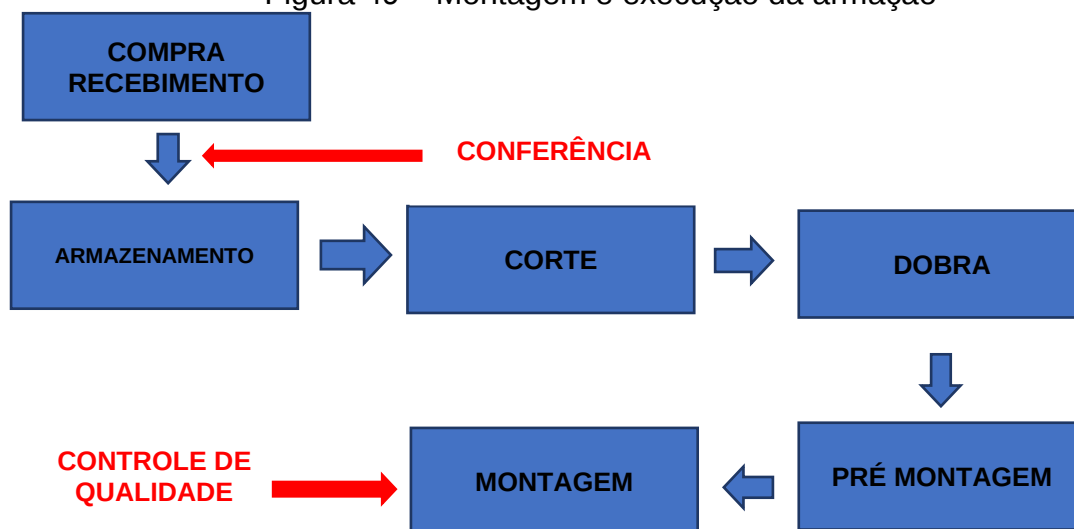
Segundo a NBR 7480 (ABNT, 2007), para resistência de escoamento, as barras de aço são classificadas como CA-25 e CA-50, sendo essa última dotada de nervuras formando um ângulo entre 45° e 75° . O diâmetro nominal para essas barras partem de 6,3 mm ou acima, obtidas por um processo de laminação a quente. E os fios estão na categoria CA-60, com diâmetro igual ou inferior a 10 mm, obtidos por meio de trefilação ou laminação a frio.

Assim, respeitando as características próprias do aço com sua excelente

resistência à tração e esbeltez, somados a boa resistência à compressão e rigidez do concreto, obtemos dessa união as melhores vantagens para o concreto armado. Fusco (2013) ressalta o respeito à compatibilidade com o funcionamento solidário desse composto formado por concreto mais aço, deixando de ser considerado materiais unitários.

Para garantir a qualidade e produtividade das estruturas de concreto armado, é preciso estabelecer um planejamento para o fornecimento de concreto e armação. No estágio, eu abordei em conjunto com o Gerente da obra os aspectos relacionados ao processo de montagem e execução da armação para as estruturas de concreto armado, apresentados na figura 49. Esse processo pode ser estruturado baseado nos estudos desenvolvidos na disciplina de Administração na Construção Civil, podendo incluir os processos necessários para a armação das vigas e lajes de um pavimento.

Figura 49 – Montagem e execução da armação



Fonte: Próprio autor (2021).

Com o projeto de detalhamento de aço disponível, o gerente da obra dentro do previsto no planejamento de armação de cada pavimento, faz a compra do aço necessário e solicita a entrega parcial. Essa compra é feita com antecedência ao seu uso, considerando a disponibilidade da solicitação e prazo de entrega. A NBR 7480 (ABNT, 2007) determina a tolerância de $\pm 1\%$ no comprimento de 12 metros para fornecimento dos fios e barras. Fica ainda estabelecido, que o fornecimento

das barras e fios devem acontecer em feixes, rolos, peças ou conforme necessidade do cliente, sendo isto firmado entre as partes no ato do pedido e para cada produto fornecido é necessário a identificação através de uma etiqueta (figura 50) contendo: nome do produtor, unidade produtora, categoria, diâmetro nominal (mm) e peso (kg). No recebimento do aço na obra eu participei da conferência do material checando as etiquetas e comparando com o pedido.

Figura 50 – Exemplo de etiqueta de identificação de aço



Fonte: Próprio autor (2021).

Definido a compra, deve-se pensar no planejamento de transporte e descarga do aço, em função das dimensões do veículo, manobra e estacionamento. O método de descarga e a localização da obra também devem ser considerados nesse planejamento. Eu acompanhei a descarga de um pedido (figura 51), participando de todas as etapas do planejamento até o armazenamento do aço.

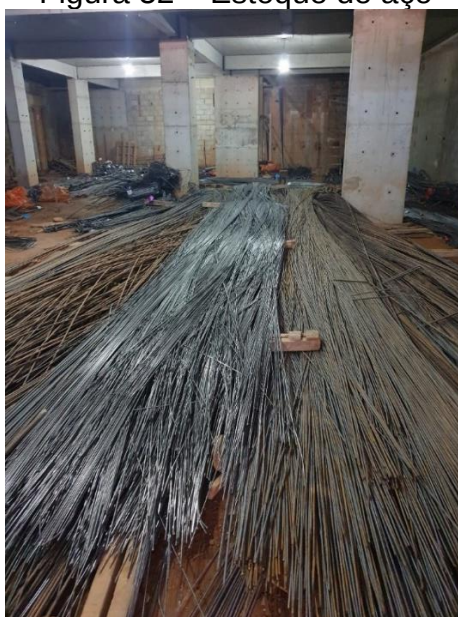
Figura 51 – Processo de descarga de aço



Fonte: Próprio autor (2021).

É fundamental a organização no posicionamento do aço no canteiro de obra, para melhor atender a produção das armaduras. Portanto, é imprescindível a rigorosa separação das barras segundo seu diâmetro, evitando confusão visual para identificar as espessuras das barras (figura 52). Ainda relativo a estocagem, para não gerar oxidação do material é recomendável evitar o contato direto do aço com o solo e deixá-los sob ação de intempéries.

Figura 52 – Estoque de aço



Fonte: Próprio autor (2021).

Relacionado os projetos de detalhamento, as barras são cortadas com o apoio de uma esmerilhadeira (figura 53), conforme medidas detalhadas no projeto. Essas máquinas de corte colaboram com o rendimento da produção e conseguem atender todos os diâmetros relacionados. As operações de máquinas que exponham ao risco o colaborador, só podem ser realizadas por operador qualificado, conforme NR 18 que regulamenta as condições de trabalho na indústria da construção civil, aprendizado adquirido na disciplina de Higiene e Segurança do Trabalho.

Figura 53 – Esmerilhadeira – ferramenta para corte do aço



Fonte: Próprio autor (2021).

Para atender o corte do detalhamento das armaduras das vigas, faz-se necessário um planejamento com o objetivo de reduzir ao máximo o desperdício. Independente do método adotado para o corte das barras, a racionalização do processo merece grande atenção. Um exemplo adotado nessa operação na obra onde eu fiz o estágio, é a separação das sobras por diâmetro, para serem utilizadas nas armaduras de outros elementos estruturais, onde esses são aproveitados para fazer estribos para pilares, ganchos para suporte de bandeja de proteção (figura 54), estribos suplementares para pilares (figura 55), ponto de ancoragem de linha de vida (figura 56) e arranques de escadas.

Figura 54 – Gancho para suporte de bandeja de proteção



Fonte: Próprio autor (2021).

Figura 55 – Estribo suplementar



Fonte: Próprio autor (2021).

Figura 56 – Ponto de ancoragem da linha de vida



Fonte: Próprio autor (2021).

Em sequência, com as peças cortadas já liberadas, inicia-se o processo de dobras, processo esse que acontece manualmente sobre uma bancada de madeira onde está fixada uma chapa de aço com os pinos e para auxiliar no processo de dobra é utilizado uma chave de dobrar (figura 57). No detalhamento das armaduras das vigas estão todas as medidas das dobras, que devem ser rigorosamente seguidas.

Figura 57 – Chave para auxílio das dobras de aços



Fonte: Próprio autor (2021).

De acordo com Clímaco (2008), a função de resistência aos esforços de tração é da armadura inferior, já a resistência aos esforços de compressão é muito bem exercido pelo concreto e com complemento da armadura superior, agindo ainda na função de estruturação dos estribos e esses exercem a função de resistência ao momento torçor e aos esforços de cisalhamento.

Durante a operação de montagem das armaduras, a amarração entre barras longitudinais e os estribos é realizada por meio de arame recozido nº 18 (figura 58) e uma torquês (figura 59). É preciso ter bem definido, quais as armaduras serão montadas no espaço reservado para montagem e as que serão montadas no local de instalação, essa definição envolve as dimensões e peso da armadura, o método de transporte disponível e o local a ser instalado.

Figura 58 – Arame recozido nº 18 para amarração da armadura



Fonte: Próprio autor (2021).

Figura 59 – Torques: ferramenta utilizada para amarração da armadura



Fonte: Próprio autor (2021).

Na obra onde eu estagiei, as vigas de menores dimensões e com menor peso, são montadas no espaço reservado para a montagem (figura 60), algumas vigas em função do peso, são pré-montadas nesse mesmo espaço e depois todas transportadas através de um guincho (figura 61) para o local de instalação, já no local, essas vigas são finalizadas (figura 62).

Figura 60 – Montagem da armadura de viga no espaço determinado conforme a NR 18



Fonte: Próprio autor (2021).

Figura 61 – Guincho para transporte da armadura da viga



Fonte: Próprio autor (2021).

Figura 62 – Finalização da armadura de viga no local de instalação



Fonte: Próprio autor (2021).

As vigas de grandes dimensões e peso, são todas montadas no local de instalação, tendo suas peças já cortadas e dobradas transportadas pelo guincho (figura 63), assim como as peças do positivo e negativo da laje.

Figura 63 – Peças cortadas e dobradas das armaduras de vigas para montagem no local de instalação



Fonte: Próprio autor (2021).

Terminada a operação de montagem, é necessário o procedimento de conferência de todas as armaduras das vigas, verificando junto aos projetos as dimensões das barras, as disposições, os espaçamentos, dobras e se estão todos conforme as definições estabelecidas em projeto e conferir a colocação das armaduras nas fôrmas, a fim de garantir o correto posicionamento e a qualidade da peça a ser concretada (figura 64).

Figura 64 – Armadura das vigas e lajes finalizadas e conferidas conforme projeto



Fonte: Próprio autor (2021).

Eu acompanhei junto com o encarregado da obra todo esse processo de corte, dobra e montagem das armaduras das vigas e lajes de todo um pavimento. Nessa oportunidade, eu vivenciei a leitura e interpretação dos projetos, podendo aprender melhor sobre a disposição dos aços nas armaduras e importância do detalhamento do projeto, foi possível entender o termo e a função da “armação positiva” e “armação negativa”.

Foi possível entender a importância do aço para as estruturas correlacionando com a disciplina de Mecânica dos Sólidos I e II, abordando a relação entre momento fletor e força cortante, as reações de apoio, os diagramas de esforços de estruturas e análise das tensões e deformações. Eu ainda verifiquei toda

a disposição das vigas e lajes, verificando as medições e as quantidades de aços distribuídos nas peças, garantindo assim a qualidade do projeto.

2.2.2.3 Mapeamento de concreto

É visivelmente observado no mercado atual da construção civil, o estabelecimento da aplicação de concreto dosado em central dosadora para execução das mais diversas estruturas, estendendo-se das mais simples às mais complexas, como: residências, edifícios, túneis, pontes, barragens entre outros. Mesmo que, com novas tecnologias, o mercado ainda oferece uma elevada diversidade de tipos de concretos dosados em centrais, podendo se destacar: o bombeado, o convencional, o projetado, o auto-adensável e de alto desempenho. O uso do concreto dosado em central proporciona ainda ao processo construtivo, seja ele qual for, uma maior produtividade, melhor qualidade e redução de custos.

Conforme a NBR 7212 (ABNT, 1984), o processo do concreto dosado em central, inicia-se pela dosagem dos componentes, a mistura acontece no caminhão betoneira, onde esse mesmo faz o transporte para entrega em tempo determinado, para que sejam executadas as etapas seguintes, tendo ainda as vantagens de controlar a qualidade e produtividade.

O concreto dentro dos seus variados tipos, é sem dúvida nenhuma para a construção civil um dos materiais mais consumido. Conforme NBR 12655 (ABNT, 2006) o concreto é resultado de uma mistura homogênea contendo basicamente, água, cimento, areia (agregados miúdos), brita (agregados graúdos) e aditivos em alguns casos. Os seus principais componentes foram estudados na disciplina de Materiais de Construção Civil onde aprofundei melhor meus conhecimentos, destacando: o cimento, entendendo sua composição, seu processo de fabricação e a classificação quanto a sua resistência à compressão; e os agregados, sobre a classificação de origem e dimensões, seus índices de qualidade e as constantes físicas como peso unitário, massa específica, teor de umidade e granulometria.

Já o concreto armado, é resultante da união entre concreto (resistente a compressão) e a armação de aço (resistente a tração), permitindo atingir diferentes alturas, diferentes vãos e com variedade de formatos, processo esse que foi

desenvolvido na Europa na metade do século XIX (SANTOS, 2006). A disciplina de Concreto Armado I e II, possibilitou o conhecimento das características e particularidades de concreto armado, aprendendo a definir, classificar, dimensionar e discutir as funções dos seus elementos estruturais dentro da estrutura.

Garantir a qualidade do concreto não é uma tarefa fácil, pois para o concreto possuir a resistência e a durabilidade necessária, deve-se observar durante seu processo: as características e qualidade dos seus componentes, o fator água/cimento e o controle tecnológico desde a central dosadora até a entrega ao cliente.

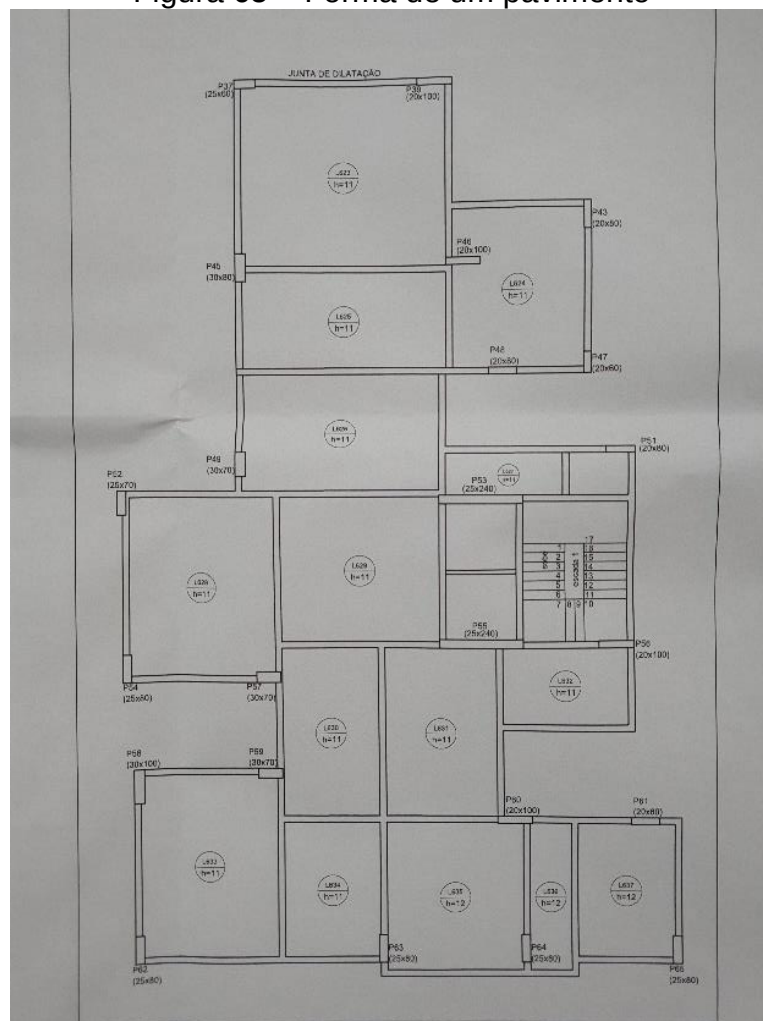
A rastreabilidade do concreto, trata-se de um processo que acompanha o caminhão betoneira que chega na obra e se o concreto que está sendo entregue, está conforme o pedido. No estágio, eu acompanhei todo esse processo, podendo contribuir para a elaboração do documento de controle e sua utilização durante a execução da concretagem. O controle se dá através de uma planilha, contento também a planta das peças que serão concretadas. Nessa planilha constam dados como:

- número da nota fiscal;
- número do caminhão betoneira;
- fck contratado;
- volume em m³ de concreto;
- hora de saída da central dosadora;
- hora de chegada na obra;
- conferência do lacre e seu número;
- *slump*;
- hora início da descarga;
- hora fim da descarga;
- consumo total de concreto.

Portanto, em conjunto com as amostras recolhidas de cada caminhão, essa rastreabilidade do concreto permite obter a origem, o local onde foi aplicado e se a resistência está conforme contratado. O principal objetivo da rastreabilidade, se caso a estrutura apresente alguma característica fora do projeto desejado e seja necessário atuar com alguma correção e/ou reforço.

Para realização desse processo de mapeamento, foi necessário ter uma forma de pavimento (figura 65), constando as peças a serem concretadas para demarcação das áreas.

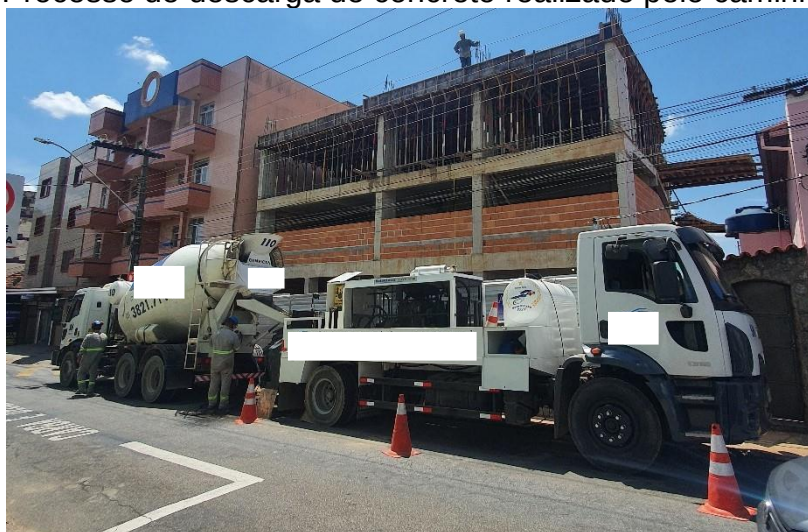
Figura 65 – Forma de um pavimento



Fonte: Próprio autor (2021).

Em seguida, no momento de início da descarga do concreto do caminhão betoneira (figura 66), foi realizado o *Slump Test*.

Figura 66 – Processo de descarga de concreto realizado pelo caminhão betoneira



Fonte: Próprio autor (2021).

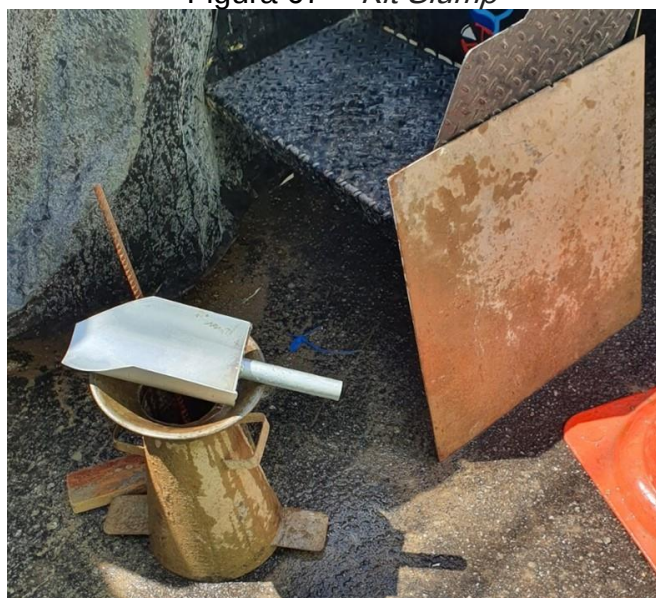
A NBR 67 (ABNT, 1998) padroniza e determina o ensaio conhecido como *Slump Test*, ou abatimento de tronco de cone, para verificar a consistência do concreto no estado fresco. Uma técnica simples e bastante utilizada, com o objetivo de definir a trabalhabilidade do concreto em estado fresco, medido através do seu assentamento, sendo essa medida maior ou igual a 10 mm e não recomendável para concretos muito fluidos. Outra observação da norma, é quanto ao agregado graúdo, não recomendando a sua aplicação caso possua a dimensão nominal maior que 37,5 mm. A disciplina de Materias de Conctrução Civil me deu embasamento técnico para realizar e acompanhar este ensaio, pois na aula prática realizamos esse ensaio em laboratório, podendo praticar sua técnica e aplicar o método conforme a norma.

Carvalho e Figueiredo Filho (2013) conceituam a trabalhabilidade do concreto, relacionando-o ao seu modo de adensamento, somando se a isso, a consistência do concreto, métodos de lançamento e caracterísitcas da estrutura. Por exemplo, na aplicação de um concreto em um determinado piso, temos uma boa trabalhabilidade com *Slump* de 80 mm. Já a aplicação desse mesmo concreto e mesmo *Slump* de 80 mm, em um pilar com armação densa, fica quase impossível de se trabalhar. Porém, essa carcterística não deve ser alterada na obra sem acompanhamento técnico, a resistência do concreto está diretamente ligado a relação água/cimento e o correto é comprar o concreto de acordo com as características das peças a serem

concretadas, respeitando o *Slump* determinado.

Eu acompanhei todo o procedimento do *Slump Test* para execução da concretagem desse pavimento realizado pelo operador da bomba de concreto. Foi disponibilizado o *Kit Slump* contendo: cone, funil, haste, base e concha (figura 67), montados sobre uma superfície sólida e nivelada (figura 68).

Figura 67 – *Kit Slump*



Fonte: Próprio autor (2021).

Figura 68 – *Kit Slump* montado na superfície plana



Fonte: Próprio autor (2021).

Em seguida, firmando os pés sobre as abas do cone (figura 69), foi adicionado concreto no cone com ajuda da concha (figura 70), na medida de $\frac{1}{3}$ do cone e aplicado 25 golpes com a ajuda da haste penetrando por toda sua espessura e distribuídos em toda sua seção, realizando o adensamento (figura 71).

Figura 69 – Cone sendo firmado com os pés para receber o concreto



Fonte: Próprio autor (2021).

Figura 70 – O concreto sendo adicionado no cone



Fonte: Próprio autor (2021).

Figura 71 – Aplicação dos golpes com a haste para adensamento do concreto



Fonte: Próprio autor (2021).

O mesmo procedimento se repetiu para 2/3 do cone com a haste penetrando até o início da camada inferior e para 3/3 do cone (figura 72), completando o preenchimento de 3 camadas iguais.

Figura 72 – Preenchimento da terceira camada do cone



Fonte: Próprio autor (2021).

Após a realização do adensamento da terceira camada, foi retirado o excesso de concreto e nivelado a superfície (figura 73).

Figura 73 – Nivelamento da superfície



Fonte: Próprio autor (2021).

Posteriormente, o cone foi levantado lentamente (figura 74), posicionado invertido sobre a base metálica e a haste colocada sobre ele (figura 75), e com auxílio de uma trena, tomado a medida entre a parte inferior da haste e o ponto médio do concreto (figura 76).

Figura 74 – Levantamento vertical do cone



Fonte: Próprio autor (2021).

Figura 75 – Posicionamento do cone para medição



Fonte: Próprio autor (2021).

Figura 76 – Medida do assentamento do concreto



Fonte: Próprio autor (2021).

O resultado foi de 17 cm, anotado na ficha de controle e conferido com o indicado na nota fiscal (16 ± 3), não sendo necessário fazer a correção do abatimento do volume contido no caminhão betoneira e liberado para o lançamento.

Para o lançamento, a NBR 14931 (ABNT, 2004) destaca algumas considerações como: remover toda sujeira da forma; não lançar o concreto após o início da pega; não lançar o concreto acima de 2 metros de altura; e lançar o concreto próximo da posição final, com o objetivo de manter a homogeneidade do

concreto, a fim de evitar a sua segregação e exsudação. Conforme Nascimento (2012), a exsudação trata do surgimento de água na superfície do concreto após seu adensamento, enquanto a segregação é a separação dos componentes do concreto, gerando vazios e porosidade, comprometendo sua distribuição, logo, deixando-o não uniforme.

Durante o lançamento, deve ocorrer o adensamento do concreto com ajuda de um vibrador de concreto (figura 77), na concretagem desse pavimento o adensamento foi realizado de forma mecânica (figura 78), garantido o preenchimento de todos os cantos da forma e observando para que não houvesse a segregação dos seus componentes.

Figura 77 – Vibrador de concreto para adensamento



Fonte: Próprio autor (2021).

Figura 78 – Lançamento e adensamento do concreto



Fonte: Próprio autor (2021).

Eu acompanhei o lançamento de concreto de todos os caminhões betoneiras, realizando coleta de todos os dados dos caminhões que chegavam na obra, fazendo a marcação no mapa do concreto lançado. Durante o lançamento do concreto por meio de uma bomba hidráulica e sua tubulação, pude associar com os estudos da disciplina de Fenômenos de Transporte, entendendo as principais propriedades dos fluídos, tipos de escoamento e análise de parâmetros de transporte. Eu e o encarregado da obra, também observamos o adensamento do concreto, sua uniformidade e espessura na estrutura, garantindo a qualidade da concretagem e evitando qualquer comprometimento da estrutura.

Durante o lançamento do concreto, com auxílio da concha foram retiradas amostras de concreto e colocados dentro dos moldes de aço sobre uma superfície nivelada (figura 79).

Figura 79 – Amostra de concreto dentro do molde de aço



Fonte: Próprio autor (2021).

Para moldes de dimensão 100 mm x 200 mm, são colocadas duas camadas iguais, onde são aplicados 12 golpes em cada camada em toda sua seção, realizando assim o adensamento do concreto no molde. Conforme NBR 5738 (ABNT, 2008), o procedimento para moldagem dos corpos de prova cilíndricos, devem ser realizados em moldes sem defeitos, sem sujeiras, revestidos internamente por desmoldante ou óleo mineral e seguindo a padronização de medida, com sua altura duas vezes maior que o seu diâmetro. Por fim, fazer a identificação dos corpos de provas (figura 80), armazenando-os em local protegido, deixando repousar por 24 horas. Posteriormente, os corpos de provas seguem para o laboratório, onde serão armazenados no tanque com água até a data do ensaio de compressão do corpo de prova.

Figura 80 – Identificação dos corpos de prova



Fonte: Próprio autor (2021).

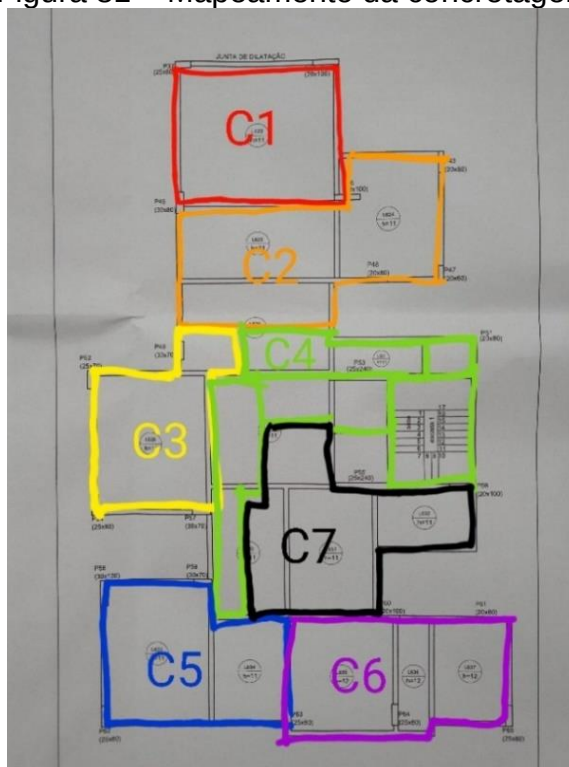
De acordo com a NBR 5739 (ABNT, 2007), a resistência a compressão é a principal característica do concreto, obtidos através do ensaio de corpos de prova submetidos à compressão e esses ensaios podem ocorrer nas idades de 3, 7, 14 e 28 dias na máquina para ensaio a compressão.

Eu em conjunto com o motorista de cada caminhão betoneira, esses devidamente treinados, realizamos a coleta de 4 corpos de provas por caminhão betoneira para posterior ensaio de rompimento dos corpos de provas e recebimento dos resultados.

Para se obter a qualidade e o resultado de resistência da estrutura esperado com a concretagem, Motter (2010) relaciona a necessidade da hidratação do cimento, mantendo a quantidade de água necessária para evitar sua evaporação precoce, com o objetivo de impedir a retração do concreto, sendo essa hidratação com início imediato ao fim da pega, formando uma lâmina, garantindo a saturação do concreto com água e com duração mínima de 7 dias após a concretagem para lajes.

Desta forma eu demarquei cada etapa da concretagem (figura 81), conferindo os dados, mapeando todo lançamento, acompanhando o adensamento até a cura, ajudando saber se aquilo que foi contratado, correspondeu ao que foi entregue.

Figura 81 – Mapeamento da concretagem



Fonte: Próprio autor (2021).

Vale destacar a importância do controle de qualidade para o fornecimento do concreto, sendo ele um dos componentes mais importante de uma obra.

2.2.3 Pilares de concreto armado

2.2.3.1 Locação de pilares

Segundo Rezende (2012), os pilares (figura 82) são considerados peças verticais de grande importância na estrutura de uma edificação, que recebem as ações das vigas, lajes e dos andares superiores e que são transferidos aos elementos inferiores até a fundação. Em conjunto com as vigas, trabalham formando os pórticos (figura 83) com a responsabilidade de resistir as ações horizontais e verticais, garantindo a estabilidade da estrutura.

Figura 82 – Pilar do sistema estrutural



Fonte: Próprio autor (2021).

Figura 83 – Pórtico do sistema estrutural



Fonte: Próprio autor (2021).

O conhecimento dos esforços atuantes no elemento estrutural linear com sua capacidade de receber e transmitir a solicitação foram compreendidos na disciplina de Sistemas Estruturais, bem como o entendimento do pilar como parte do sistema

estrutural. Na disciplina de Mecânica Aplicada foi o embasamento para entender a definição dos pórticos e sua função no sistema estrutural.

Para Hackbarth (2006), na execução dos projetos para pilares já estão previstos fatores de segurança de tolerância quanto as excentricidades em sua locação, que absorvem eventuais falhas nesse sentido, porém para o correto funcionamento de uma estrutura, sua execução deve respeitar com rigor o nível, o esquadro, o prumo, suas dimensões conforme o projeto. Vale ressaltar, quando os fatores de segurança não atendem uma nova configuração executada, reforços nas estruturas vão ser necessários, ou seja, se os limites de tolerância não foram executados conforme estabelecido, o responsável técnico deverá ser consultado para avaliar as consequências que podem ocorrer na estrutura e propor soluções. O fatores de segurança do sistema estrutural, o conhecimento dos seus estados limites de serviço e último foram conhecidos na disciplina de Sistemas Estruturais.

Nas palavras de Rezende (2012), os pilares dentro do conjunto da estrutura, são as peças de maior responsabilidade e diferente das lajes e vigas, em uma eventual ruptura seu processo de recuperação se torna mais complexo e com altos custos. Os estudos dos coeficientes de segurança e combinações de serviço foram desenvolvidos na disciplina de Sistemas Estruturais.

Partindo da especificação do projeto é montado o gabarito para a locação dos pilares, utilizando de linhas e pregos fixados no piso como eixos. A distribuição dos pilares na planta de locação, a posição onde irá nascer o pilar e o seu referenciamento foram desenvolvidos nas aulas práticas de Desenho Arquitetônico.

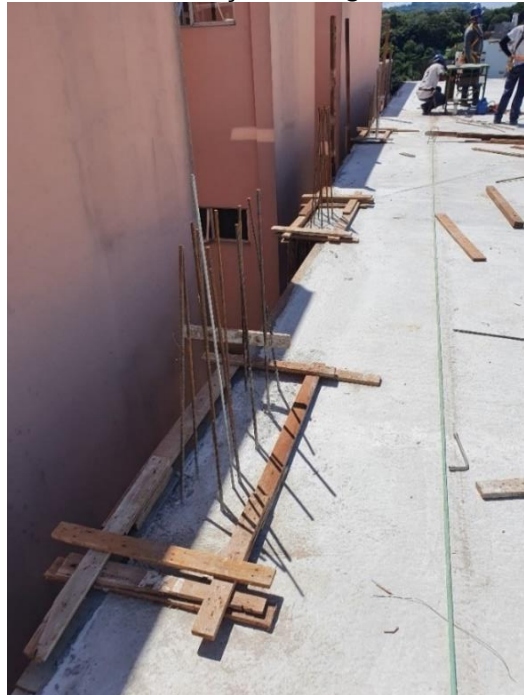
Para referenciar os pilares constituintes de um pavimento, usa-se dois eixos perpendiculares, que são transferidos do pavimento inferior para o pavimento superior (figura 84). A premissa dessa transferência de eixos é garantir o prumo de toda a estrutura, sem ocorrência de desalinhamentos, garantindo que o pilar do pavimento superior fique na exata posição do pavimento inferior. Conforme Maranhão (2000), a fixação dos elementos que formam o posicionamento dos pilares, inicia-se a partir das lajes já existentes, utilizando de gualdrões, posicionando-os de preferência no dia posterior a concretagem da laje (figura 85).

Figura 84 – Uso do prumo para transferência do eixo do pavimento inferior para o pavimento superior



Fonte: Próprio autor (2021).

Figura 85 – Instalação dos gualchos na laje



Fonte: Próprio autor (2021).

Segundo Maranhão (2000), os gualchos são confeccionados de madeira e

atuam como sistemas de auxílio para o prumo e esquadros das fôrmas para pilares, sempre bem fixado na laje atuando como gravata no pé do pilar (Figura 86).

Figura 86 – Gastalho confeccionado de madeira



Fonte: Próprio autor (2021).

Vivenciei o processo de locação dos pilares no pavimento, acompanhando a transferência e marcação dos eixos coordenados e a execução dos gastalhos na laje, esse processo foi realizado pelos carpinteiros acompanhado dos serventes e com participação efetiva do encarregado da obra.

Para uma boa qualidade na marcação dos gastalhos o local deve estar todo desobstruído, sem movimentação de materiais e pessoas até a finalização do processo de marcação, isso se aplica também para a transferência de eixos. Outro ponto importante é a limpeza da base do pilar, removendo toda e qualquer impureza que ali esteja depositada (figura 87).

Figura 87 – Base do pilar limpa



Fonte: Próprio autor (2021).

O gastalho deve seguir as dimensões do pilar a ser locado e com sua fixação concluída, instala-se a armadura do pilar e em seguida as fôrmas de fechamento, sendo conferido o prumo das faces para garantir a ausência de desvios em relação ao gastalho instalado.

2.2.3.2 Cobrimento da armadura no pilar

Em se tratando de durabilidade de uma estrutura de concreto armado, facilmente um dos fatores que mais influenciam é a conservação da sua armadura. Caso alguma barra de aço pertencente a estrutura de concreto armado, não se encontre na posição idealizada do projeto, representa uma grave ameaça a segurança da estrutura, podendo resultar em colapso quando gravemente afetada. Para exemplificar em números, Menezes e Azevedo (2009) afirmam que se um cobrimento efetivo se encontra com a metade do valor especificado em projeto, o início do processo de corrosão tem seu tempo reduzido em 75%, ou seja, seu processo de corrosão é antecipado em função desse cobrimento fora do

especificado. Ao mesmo tempo, quando a espessura do cobrimento é dobrada, obtém-se um aumento de 4 vezes da vida útil da estrutura.

Conforme Maran (2015), a corrosão nos aços de concreto armado é a patologia que demanda mais tempo de manutenção, originando vários defeitos aparentes e mesmo não comprometendo diretamente a capacidade portante da estrutura, afetam o seu bom funcionamento estrutural. A corrosão representa na estrutura de concreto armado como a manifestação patológica mais frequente, participando aproximadamente com 30% na relação de manifestações patológicas existentes. O estudo sobre patologias foram desenvolvidos na disciplina de Construção Civil I, para entender melhor as etapas de atuação nas edificações.

Segundo Mehta e Monteiro (2014), a melhor proteção a favor da armadura instalada em uma estrutura quanto aos ataques químicos, está relacionada a baixa permeabilização do concreto, situação proporcionada pela relação água/cimento e pela espessura do concreto. Por outro lado, aumentar o cobrimento não é a técnica correta a ser tomada para eliminar a possibilidade de ocorrência dessa patologia, visto que isso onera custos com o aumento do consumo de concreto e aumentando a sua seção, logo é necessário diminuir a altura do elemento comprometendo a estrutura.

A NBR 6118 (ABNT, 2014) apresenta 3 tabelas para análise conjunta a fim de definir a melhor adequação quanto a espessura e o tipo de concreto a ser aplicado na peça estrutural, considerando o ambiente no qual o projeto está inserido.

A tabela 7 trata da classificação ambiental e Maran (2015) destaca que, a interpretação não deve envolver somente a região ou entorno em que edificação está instalada, deve-se considerar também quanto a sua utilização, pois dependendo do seu processo produtivo, pode haver uma maior possibilidade de degradação da estrutura, elevando sua classe de agressividade ambiental.

Tabela 7 – Classificação ambiental

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Frac	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana ^{a, b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a	Grande
		Industrial ^{a, b}	
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c}	Elevado
		Respingos de maré	

^{a)} Pode-se admitir um microclima com classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

^{b)} Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade relativa do ar menor ou igual a 65%, partes da estrutura protegidas de chuvas em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

^{c)} Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas

Fonte: NBR 6118 (ABNT, 2014).

A tabela 8 relaciona os valores de espessura de cobrimento, com uma tolerância de 10 mm de margem para uma eventual falha na execução. Para algumas situações em específico é permitido reduzir a espessura do cobrimento em até 5 mm para casos onde o concreto aplicado está uma classe de resistência superior a exigida na tabela 9 e no caso de uso de aço inoxidável, estendendo-se até em casos de disposição de um sistema de controle de qualidade, conforme NBR 6118 (ABNT, 2014).

Tabela 8 – Valor de espessura de cobrimento normalizado

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental			
		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 solo ^d	30		40	50
Concreto Protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

^b Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas por 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm.

^c Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

Fonte: NBR 6118 (ABNT, 2014).

Tabela 9 – Relação entre qualidade do concreto e classe de agressividade

Concreto ^a	Tipo ^{b,c}	Classe de agressividade do ambiente			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	$\leq 0,65$	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,45$
	CP	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,50$	$\leq 0,45$
Classe de concreto (NBR 8953)	CA	$\geq C20$	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C40$
	CP	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C35$	$\geq C40$

^a O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.

^b CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.

^c CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

Fonte: NBR 6118 (ABNT, 2014).

Para essas exceções, Maran (2015) ressalta o cuidado necessário para aplicação dessas tolerâncias fornecidas pela norma, a fim de não comprometer a durabilidade da estrutura de concreto armado.

Conforme apresentado na tabela 8, Mehta e Monteiro (2014) destacam o uso de espaçadores para atendimento da espessura de cobrimento exigido pela norma (Figura 88), com a função de manter o espaçamento entre a fôrma e a armadura durante a concretagem da estrutura.

Figura 88 – Aplicação do espaçador na armadura do pilar



Fonte: Próprio autor (2021).

A NBR 14931 (ABNT, 2004) recomenda a utilização dos espaçadores ou de dispositivo similar para garantir cobrimento da armadura especificado em projeto, referente sempre a armadura mais exposta (figura 89).

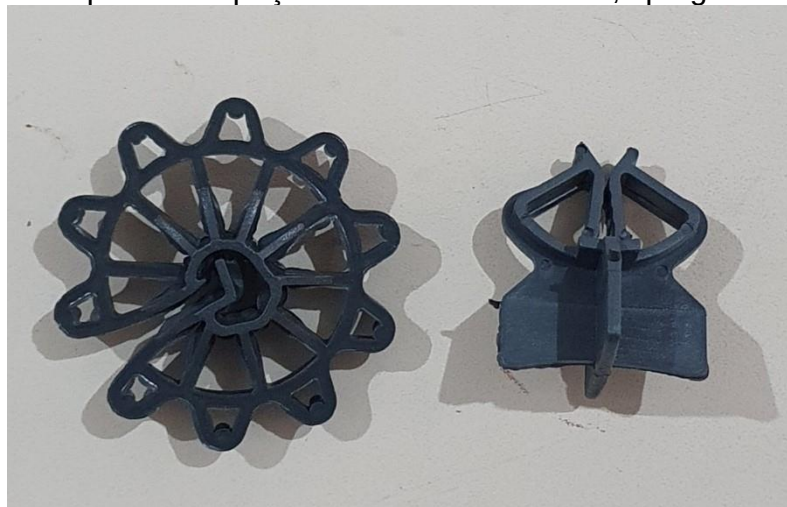
Figura 89 – Espaçador aplicado na armadura mais exposta do pilar



Fonte: Próprio autor (2021).

Os espaçadores podem ser constituídos de plástico, metal revestido de plástico e concreto ou argamassa com relação água/cimento menor ou igual 0,5, podendo este último com a vantagem de ser produzido na obra. Dentro dos modelos de espaçadores industrializados de plástico destacam-se, o espaçador tipo cadeirinha, o espaçador tipo garra e o espaçador tipo girassol (figura 90).

Figura 90 – Exemplos de espaçadores usados na obra, tipo girassol e tipo garra



Fonte: Próprio autor (2021).

Para concretagem dos pilares, eu presenciei o uso do espaçador tipo girassol, todos de fabricação plástica. Um cuidado com a aplicação dos espaçadores, é a conferência se todos estão com a mesma especificação, já que um mesmo modelo pode apresentar diferentes especificações de medidas, sendo essa diferença entre eles pouco perceptível, que podem comprometer o cobrimento da armadura no ponto onde possa ser instalado. Portanto, no almoxarifado do canteiro de obra, deve haver atenção no controle de armazenamento e a correta distribuição destes itens a fim de evitar a mistura ou a entrega incorreta. Acompanhei todo o controle da qualidade relativo ao cobrimento dos pilares, acompanhando a distribuição dos espaçadores por todos os pilares. No canteiro da obra foi possível participar da organização e controle do almoxarifado, atendendo o item 18.24 da NR18 estudado na disciplina de Higiene e Segurança do Trabalho, assunto muito bem explorado também na disciplina de Introdução à Engenharia Civil, abordando a estocagem dos materiais e as formas de distribuição.

Conforme Maran (2015), as normas estabelecidas não relacionam qual a quantidade de espaçadores devem ser aplicados em uma área determinada, não especifica o intervalo de aplicação entre eles e também não direcionam qual o melhor modelo para cada situação, ficando sob responsabilidade de quem aplica a atenção com essas observações. Cabendo a observação para utilização de espaçadores em maior quantidade para aço de menor diâmetro, devido a maior possibilidade de deformação, devendo assim ser mais apoiada e garantindo maior

estabilidade da armadura. O controle de qualidade deve atuar rigorosamente, assim como as outras etapas do processo, garantindo a correta disposição dos espaçadores e em consequência garantindo o cobrimento estabelecido no projeto.

2.2.3.3 Patologia em pilares

Por mais modernas que sejam as técnicas de construção, a ocorrência de patologias que comprometem as estruturas e geram problemas estéticos, ainda existem, podendo com o tempo avançar a deterioração da estrutura, impossibilitando assim a utilização da edificação.

Segundo Oliveira (2013), o entendimento para patologia na construção civil são o estudo dos sintomas, as origens das falhas, as causas dos defeitos, a forma como se manifestam e suas consequências nas edificações, compondo o diagnóstico do problema.

Conforme Brink (2013), a ocorrência dessas patologias em sua maioria, ocorrem por falha humana em não seguirem as normas e procedimentos de construção, técnicas de construção ultrapassadas, baixa qualidade dos materiais utilizados, projetos mal elaborados, falta de qualificação da mão de obra e falta de manutenção da edificação. E normalmente a ocorrência dessas patologias, se apresentam nas etapas de concepção, execução e utilização. Na fase da concepção do projeto, as patologias podem originar do estudo preliminar, do anteprojeto ou da elaboração do projeto de execução. Já na fase de execução do projeto, destacam as patologias pela falta de técnica da mão de obra, qualidade dos materiais e erros dimensionais. E por fim, as patologias na fase da utilização da estrutura estão associadas a falta de manutenção e o uso inadequado da edificação.

Em resumo, a durabilidade de uma edificação está diretamente ligada ao ambiente onde foi executada, bem como a tecnologia utilizada e se essa edificação irá cumprir seu papel durante sua vida útil se sua integridade for mantida.

Sendo o concreto armado o material mais utilizado para as estruturas, a patologia está relacionada portanto aos seus componentes, devendo esses materiais atender as características, impedindo a ocorrência das falhas. Por isso a importância do controle tecnológico estudado na disciplina de Materiais de

Construção Civil.

Para a NBR 12655 (ABNT, 2006), o concreto para ser considerado não conforme, deve em seus ensaios possuir mais de 5% das amostras com seu fck menor que o projetado, ou seja, num projeto onde foi contratado um concreto com fck 30 MPa, se em sua amostragem for encontrado algum resultado inferior a 28,5 MPa e se essa amostragem representar 5% ou mais, o valor de resistência à compressão da peça estrutural está comprometido. O problema da não conformidade do fck do concreto estão relacionados a fatores como: o processo de dosagem na central dosadora, o transporte até a obra e o controle tecnológico. Para garantir o resultado dos concretos entregues na obra, eu vivenciei o recebimento de laudos técnicos dos ensaios à compressão dos corpos de provas extraídos durante as concretagem (figura 91), avaliando junto ao engenheiro da obra seus resultados.

Figura 91 – Ensaio à compressão do corpo de prova



Fonte: Próprio autor (2021).

Para as armaduras empregadas no concreto armado deve-se observar nos aços, defeitos superficiais, fissuras, limpeza, disposição e diâmetro conforme

indicado no projeto. É fundamental para eliminar e ou reduzir as patologias na estrutura de concreto armado, seguir as recomendações dos projetos e das normas. Outro papel importante do controle de qualidade realizado durante a conferência das armaduras dos pilares na qual eu tive participação efetiva.

Durante a execução de pilares as fôrmas podem ocasionar falhas no concreto, produzindo vazios, ondulações e deformações afetando a estrutura. A aplicação de fôrmas sujas (figura 92) e sem o uso de desmoldantes (figura 93) em sua superfície, também vão colaborar para o surgimento de patologias futuras. O acúmulo de sujeira nas fôrmas dificultam o perfeito encaixe entre elas, provocando falha na estanqueidade. Ao acompanhar as montagens de fôrmas dos pilares junto dos carpinteiros, observei a limpeza dessas fôrmas, sinalizando sempre quando ocorria a falta da limpeza.

Figura 92 – Fôrma de pilar limpa para instalação



Fonte: Próprio autor (2021).

Figura 93 – Aplicação de desmoldante nas fôrmas dos pilares



Fonte: Próprio autor (2021).

A mal vedação das frestas e juntas vão permitir o vazamento da nata de cimento, causando vazios na estrutura do pilar (figura 94). Para fechamento das juntas normalmente são utilizados sacos de cimentos, procedimento muito usado na construção civil. A montagem das fôrmas de pilares é um ponto importante que necessita de muita atenção, pois podem gerar deformações na peça concretada, causada pelo mal posicionamento da fôrma, a falta de escoramento ou fixação incorreta desse escoramento.

Figura 94 – Fresta na fôrma do pilar



Fonte: Próprio autor (2021).

Os vazios de concretagem (Figura 95), também conhecidos popularmente como brocas ou bicheiras se formam devido a segregação ou mal adensamento do concreto, tem o visual desagradável e afetam a resistência da estrutura. Como um exemplo de causa, podemos citar a concentração de aço em determinado ponto da armadura, esse excesso de aço realizado na concepção do projeto, dificulta ou impossibilita a passagem do adensador de concreto. Nos pilares dessa obra que eu acompanhei, não havia nenhuma armadura para pilares com grande concentração de aço. O tamanho do agregado graúdo também impede a acomodação na estrutura em função desse excesso de aço, nesse caso, durante o adensamento só passa a argamassa e o agregado graúdo não passa, formando os vazios na estrutura do pilar.

Figura 95 – Vazios formados no pilar



Fonte: Próprio autor (2021).

Para Oliveira (2013), a desagregação indica a ligação fraca dos agregados graúdos com seus aglomerantes, tendo como uma das suas causas relacionada ao processo de adensamento por meio de um adensador de concreto. O excesso de vibração, o tempo de vibração, a frequência que acontece e a forma de utilizar o vibrador de concreto vão colaborar para a formação dos vazios nos pilares de concreto. A utilização do vibrador de concreto deve respeitar a introdução da agulha e o mangote na posição vertical, posição essa que não deve ser maior que 45° de inclinação em relação a posição vertical. Ao acompanhar o processo de concretagem dos pilares junto com a equipe da obra e da concreteira, consegui colaborar para o correto uso do vibrador de concreto, sinalizando quanto a sua posição de uso e o tempo de vibração dentro da fôrma de concreto.

Outra ação que pode causar a desagregação do concreto no pilar é a altura de lançamento do concreto, que segundo a NBR 14931 (ABNT, 2004), não é recomendado seu lançamento em alturas acima de 2 metros, essa ação provoca a chegada do agregado na base do pilar separado da argamassa, causando os vazios na peça estrutural. Como contramedida pode se usar funil para o lançamento ou abertura de janelas intermediárias na fôrma do pilar. Um erro na dosagem do

concreto, com adição de mais agregado ou pouco aglomerante, também possibilitam a geração das bicheiras nos pés dos pilares. Importante o entendimento sobre o processo de dosagem do concreto em central dosadora ensinado na disciplina de Materiais de Construção Civil e no seminário apresentado por mim na disciplina de Estradas II, relacionando a dosagem de concreto utilizado como revestimento em rodovias, onde eu me aprofundei no processo para a apresentação.

Em pilares são frequentes os problemas patológicos em suas armaduras causados pela interpretação errada do projeto, seja pela inversão da armadura ou troca da bitola do aço, seja pela deficiência de aço ou pela disposição do aço na armadura, bem como seu posicionamento dentro da fôrma. A alta concentração de aço em determinados pontos da armadura podem promover a exposição dessa armadura no pilar concretado, então é fundamental o uso de espaçadores para garantir o correto posicionamento do aço na armadura e dentro da fôrma. Eu verifiquei nos projetos de execução dos pilares fornecidos no meu estágio e todos eles relacionam a nota de cobrimento para pilares, com o cobrimento mínimo de 2,5 cm.

Todas essas possibilidades de formação de vazios nos pilares quando ocorridas vão promover ainda a exposição da armadura, ficando esse suscetíveis a corrosão (figura 96 e 97). A corrosão da armadura em pilares para Oliveira (2013), é a patologia mais frequente nessa estrutura de concreto armado, onerando altos custos de manutenção para a edificação. Outros fatores que contribuem para o aparecimento ou aceleração da ocorrência dessa patologia são a exposição dos pilares ao meio ambiente úmido e a atmosfera marinha. A disciplina de Química, foi embasamento para entender como ocorre o processo de reação da corrosão no aço, resultado da formação de uma célula de diferente potencial eletrolítico que através do meio aquoso se espalha no ambiente da armadura.

Figura 96 – Aço da armadura exposto



Fonte: Próprio autor (2021).

Figura 97 – Aço da armadura exposto



Fonte: Próprio autor (2021).

Portanto Brink (2013), relata que a maior parte das reações patológica em pilares podem ser evitadas com facilidade com a atenção necessária no emprego de

métodos executivos, na qualidade dos materiais, concretagem adequada e adoção de um programa de manutenção.

2.2.4 Alvenaria de vedação

2.2.4.1 Bloco cerâmico

A alvenaria de vedação é para muitos autores a alvenaria que é dimensionada para resistir as ações do seu próprio peso, afim de proteger a edificação de ações externas como ventos e chuvas e dentro de um projeto estruturado atuam na divisão de ambientes internos fazendo o fechamento dos vãos, tornando este processo o mais utilizado nas edificações. Essa alvenaria de vedação se encontram instaladas sobre vigas ou lajes, ou entre pilares. Na prática eu pude concluir o conhecimento que foi adquirido na disciplina de Sistemas Estruturais sobre o objetivo da alvenaria de vedação para separação e vedação de ambientes (figura 98).

Figura 98 – Instalação de blocos cerâmicos na alvenaria de vedação para separação de ambientes



Fonte: Próprio autor (2021).

Segundo Santos Júnior (2014), a soma de blocos unidos com argamassa, destinado a vedação de uma determinada área, resulta na alvenaria de vedação (figura 99). Muito praticado nas obras, os blocos que formam essas alvenarias de vedação são constituídos de argila, se apresentam de variados tamanhos, de fácil manuseio, podendo ficar aparentes ou receber algum tipo de revestimento. Para o assentamento dessa alvenaria, os pedreiros utilizaram blocos cerâmicos com espessuras de 09 e 14 cm e com 8 e 12 furos respectivamente.

Figura 99 – Blocos cerâmicos unidos formando a alvenaria de vedação



Fonte: Próprio autor (2021).

De acordo com a NBR 15270 (ABNT, 2005), o bloco cerâmico é um elemento que constitui a alvenaria de vedação, com formato de prisma e com uma diversificação nas suas dimensões sendo respeitadas por essa norma.

Fica evidenciado por Santos Júnior (2014), que o tijolo cerâmico do tipo vazado tem grande aplicação no fechamento das paredes na edificações, com uma média de 25 unidades para fechar 1 metro quadrado. São exemplos de blocos para aplicação na alvenaria de vedação: bloco de concreto simples, tijolo maciço cerâmico e blocos furados cerâmicos. No meu estágio eu presenciei o uso de dois

diferentes tamanhos de blocos furados cerâmicos 9x19x29 cm (figura 100) e 14x19x29 cm (figura 101) e dois diferentes tamanhos para bloco de concreto simples 9x19x39 cm (figura 102) e 14x19x39 cm (figura 103).

Figura 100 – Bloco cerâmico 9x19x29 cm



Fonte: Próprio autor (2021).

Figura 101 – Bloco cerâmico 14x19x29 cm



Fonte: Próprio autor (2021).

Figura 102 – Bloco concreto 9x19x39 cm



Fonte: Próprio autor (2021).

Figura 103 – Bloco cerâmico 14x19x39 cm



Fonte: Próprio autor (2021).

Na disciplina de Materiais de Construção Civil foi visto que o bloco cerâmico proporciona flexibilidade para os projetos arquitetônicos conseguindo atender diferentes tipos de edificações, devido a variedade do seu formato e tamanho. E na disciplina de Construção Civil I foi possível entender sobre o método construtivo da alvenaria de vedação e sobre a racionalização quanto ao uso da suas matérias primas, de modo que seja utilizado o máximo possível de blocos inteiros.

De acordo com Santos Júnior (2014), para a elevação da alvenaria de vedação deve-se seguir as etapas do processo conforme o projeto arquitetônico, iniciando os serviço de distribuição dos blocos cerâmicos sempre pelos cantos (figura 104), utilizando o prumo para alinhamento vertical dos blocos cerâmicos e com o uso de uma linha traçada entre os dois cantos já aplicado de blocos (figura 105), para obter um bom alinhamento horizontal, assentar o bloco cerâmico com sua face rente a linha traçada (figura 106), utilizando da colher de pedreiro para fazer o alinhamento final dos blocos cerâmicos. Eu acompanhei junto com o mestre de obras a locação das paredes de alvenaria de vedação, ajudando na fiscalização das medidas de projeto e com os pedreiros pude acompanhar o nivelamento dos blocos cerâmicos e conferência dos prumos dos blocos assentados.

Figura 104 – Blocos cerâmicos instalados pelos cantos



Fonte: Próprio autor (2021).

Figura 105 – Alinhamento horizontal dos blocos cerâmicos



Fonte: Próprio autor (2021).

Figura 106 – Alinhamento da face do bloco cerâmico



Fonte: Próprio autor (2021).

No processo de assentamento dos blocos cerâmicos deve-se atentar para o alinhamento para ocorrer o mínimo de ajuste, garantindo a regularização geométrica de aplicação dos blocos cerâmicos na alvenaria de vedação. Importante a conscientização dos pedreiros quanto aos prumos das paredes, esquadros e não menos importante a racionalização no uso dos blocos cerâmicos e demais materiais.

2.2.4.2 Argamassa de assentamento

A NBR 13281 (ABNT, 2005) define como argamassa, materiais com propriedades de endurecimento e aderência, resultante da mistura de um ou mais aglomerantes, agregado miúdo (areia) e água, podendo ainda conter ou não aditivo, a partir da homogeneização desses materiais, dentro de sua variedade de aplicação, pode ser aplicada como elemento que une tijolos ou blocos de uma alvenaria de vedação quando se tratando de argamassa de assentamento. Na disciplina de materiais de Construção Civil foi possível conhecer sobre as classificações e variedade de aplicação da argamassa de assentamento convencional.

Ambrozewicz (2012) também tem sua definição para argamassa de assentamento, descrevendo como um agente na função de absorver e dissipar as tensões uniformemente por toda a alvenaria, prevenindo a entrada de vento e água nas edificações. Afirmar ainda que para atingir uma boa resistência estrutural sua qualidade é um fator determinante, permitindo uma boa trabalhabilidade, assegurar boa aderência, manter sua durabilidade e resistência à compressão.

No mercado atual da construção civil a argamassa se destaca como um dos principais produtos que mais geram resíduos e por outro lado é o produto que apresenta mais inovações com o objetivo de melhorar o rendimento, evitando desperdícios, e minimizar o impacto ambiental. Na disciplina de Construção Civil I e II, foi possível conhecer através de seminários as novas propostas de tecnologias para o mercado.

Nesse contexto o desenvolvimento de novas tecnologias de variadas aplicações vem chegando ao mercado da construção civil, embalados pela necessidade de técnicas econômicas e práticas, junto desse cenário é que aparecem as argamassas poliméricas (figura 107), produto para substituir a argamassa convencional composta de cimento, areia e água.

Figura 107 – Embalagem de argamassa polimérica



Fonte: Próprio autor (2021).

Para Souza e Souza (2017), a argamassa polimérica é formada na sua maior parte por resinas sintéticas, minerais e aditivos, com grande resistência química e mecânica, podendo ser utilizadas em superfícies planas e inclinadas, com finalidade variável e atendendo casos específicos de impermeabilização, ambientes agressivos e recuperações estruturais. No Brasil a argamassa polimérica foi apresentada pela primeira vez para ser comercializada na FEICON (Feira Internacional da Construção) do ano de 2011, como a opção para assentamento de blocos cerâmicos, todavia desde esse início de comercialização as constantes dúvidas surgem sobre o atendimento das funções supracitadas da argamassa de assentamento convencional.

Conforme Rocha (2012), a argamassa polimérica passou por ensaios para verificar a viabilidade junto as normas brasileiras, avaliações importantes como aderência, estanqueidade, resistência à compressão, se estendendo até a resistência à ataques químicos. Os resultados se apresentaram satisfatórios em comparação as argamassas convencionais, tendo como exemplo valores próximos de 70% maiores no ensaio de resistência a compressão no comparativo entre a argamassa polimérica e a convencional. Esses resultados foram alcançados conforme especificações técnicas, com ensaios no seu estado fresco e endurecido e

em ambientes controlados.

A argamassa polimérica é comercializada pronto para uso no seu estado pastoso, trazendo praticidade para o processo. No meu estudo prático acompanhando o uso da argamassa polimérica, uma bisnaga contendo 3 kg do material assentou uma média de 37 blocos cerâmicos, atingindo uma média de 2 metros quadrados de alvenaria.

No primeiro momento é realizado a preparação da base, para não comprometer a aderência, recomendando-se, para eliminar os desníveis no piso do pavimento, e que a primeira fiada de blocos cerâmicos sejam assentadas usando a argamassa convencional (figura 108), deixando a base bem nivelada e no prumo. Os blocos cerâmicos devem estar livre de qualquer impureza, para não comprometer a aderência. Em seguida, foram aplicados dois cordões contínuos sobre a fiada de bloco cerâmico (figura 109) e feito o assentamento dos blocos seguintes, até atingir aproximadamente a altura de 1,5 metros de alvenaria para aguardar a secagem mínima da argamassa polimérica.

Figura 108 – Primeira fiada de bloco cerâmico assentado com argamassa convencional



Fonte: Próprio autor (2021).

Figura 109 – Aplicação dos cordões de argamassa polimérica



Fonte: Próprio autor (2021).

Para concluir toda a altura da alvenaria é necessário aguardar o tempo de cura do material que geralmente acontece entre 6 e 12 horas, atingindo sua resistência final a partir de 72 horas, levando em consideração as condições climáticas, os blocos cerâmicos úmidos também interferem no processo de cura da argamassa polimérica. Um ponto importante que eu observei foi quanto a pouca quantidade de resíduos gerados durante o processo, que foram as embalagens da argamassa polimérica e os cacos de tijolos cerâmicos.

Moreira, Vermelho e Zani (2017) relacionaram em sua pesquisa as vantagens e desvantagens no uso da argamassa polimérica para assentamento de blocos cerâmicos em alvenaria de vedação. Vantagens: redução da mão de obra; redução no resíduo gerado; redução nos custos; aumento da produtividade; simplificação da logística no canteiro de obra. Desvantagens: tratamento da mão de obra; resistência por parte da mão de obra; exigência de maior qualidade dos blocos cerâmicos; uso de argamassa convencional na primeira fiada de blocos cerâmicos.

Como apresentado, os resultados da argamassa polimérica superam a argamassa convencional em vários aspectos, se apresentando como um processo prático e limpo com ganhos significativos. Aspectos que justificam o uso da argamassa polimérica em substituição da argamassa convencional. Na engenharia civil a abertura para novas tecnologias ainda encontram muita resistência, na

disciplina de Introdução a Engenharia Civil assim como em outras disciplinas nos é apresentado sempre novos processos e novas tecnologias, cabendo a nós engenheiros permitir a essas novas experiências a fim de otimizar nosso processo ainda ultrapassado.

2.2.4.3 Argamassa de revestimento interno

As argamassas de revestimento desempenham um papel muito importante na construção civil em vários sentidos, esse sistema de revestimento tem como principais funções a proteção da alvenaria, estanqueidade, a regularização de superfícies e função estética. Na disciplina de Introdução a Engenharia Civil nos é apresentado sobre o sistema de revestimento, sua importância para a edificação e suas mais variadas funções. Um grande fator de influência direta na qualidade da argamassa de revestimento é granulometria dos agregados, item importante para o controle tecnológico estudado na disciplina de Materiais de Construção Civil.

Para Souza (2012), o processo de produção da argamassa de revestimento deve obedecer cuidadosamente a dosagem dos materiais de modo obter uma mistura homogênea, que alcancem as características mecânicas e de durabilidade. O traço de uma argamassa é a definição da quantidade exata dos constituintes que formam essa argamassa, traduzindo a proporção em volume de aglomerante e agregado miúdo, variando de acordo com o local de aplicação final. Na disciplina de Materiais de Construção Civil, podemos entender melhor sobre a formação dos traços e a importância que eles tem na dosagem das argamassas, principalmente na relação água e cimento.

Conforme Ambrozewicz (2012), independente do local de aplicação, a argamassa de revestimento será aplicada sobre uma superfície ou substrato formando um conjunto uniforme para atender a uma das suas funções. A rugosidade desse substrato é importante para atender a aderência da argamassa, sendo necessário preparar a base para a aplicação da argamassa, a rugosidade dessa área permite maior contato com a argamassa aplicada, potencializando as condições de aderência. Essa preparação da base engloba ainda operações como: regularização de furos e rasgos, remoção de resíduos, correção de irregularidades, lavagem e umedecimento da superfície.

Para Carasek (2010), é com o intuito de melhorar a aderência desse substrato, que rotineiramente se usa o chapisco (figura 110), visando fornecer a essa base uma textura para favorecer a adesão necessária. Além da regularização e textura, o chapisco vai contribuir para impermeabilização da alvenaria e regularizar o potencial de sucção do substrato. Para isso a dosagem do chapisco deve ser mais rica em cimento, usualmente com traço na ordem de 1:3 (cimento:areia) em volume, com alta fluidez e areia com características granulométricas formadas por grãos grossos (areia média grossa).

Figura 110 – Aplicação de chapisco no substrato



Fonte: Próprio autor (2021).

Segundo NBR 13281 (ABNT, 2005), o chapisco deve ser lançado na alvenaria consideravelmente úmida, formando uma camada de revestimento com espessura média de 5mm, com o tempo de cura recomendável de 3 dias.

A NBR 13529 (ABNT, 1995) define o reboco como a camada do revestimento de superfície lisa e contínua que vai receber o acabamento final ou o revestimento decorativo. Neste caso que eu acompanhei o revestimento foi aplicado diretamente sobre o chapisco, sem a necessidade do emboço (figura 111).

Figura 111 – Aplicação do reboco



Fonte: Próprio autor (2021).

Nessa situação, Carasek (2010) descreve o reboco com a dupla função, devendo atender as necessidades do emboço, com as etapas de corte, sarrafeamento e acabamento, executadas após a aplicação do revestimento na alvenaria. O reboco deve ser aplicado após 3 dias da execução do chapisco, considerando umidecer toda a área que irá receber o revestimento, com um traço na ordem de 1:2:6 (cimento:cal:areia) em volume, usando de taliscas para nivelamento da camada de argamassa com espessura média variando de 1,5 a 2 cm para áreas internas. Após o lançamento da argamassa, ela vai perder água para a camada anterior e perde sua característica de plasticidade, porém se mantém fixa na alvenaria, é nesse momento que se executa o sarrafeamento (figura 112). Por fim efetua-se o alisamento da camada com o objetivo de dificultar a perda de água da argamassa para o ambiente, evitando o aparecimento de fissuras no revestimento.

Figura 112 – Sarrafeamento do reboco



Fonte: Próprio autor (2021).

Na disciplina de Construção Civil I e II é aprofundado sobre o sistema de revestimento e fica esclarecido as suas principais funções e características. Sendo assim, para o sistema de revestimento de argamassa as características do substrato e do meio ambiente importante são tão importantes quanto as características da argamassa.

3 AUTOAVALIAÇÃO

3.1 Autoavaliação do aluno Eduardo Henrique de Carvalho

A vivência a qual eu realizei foi de grande relevância para mim, pois pude adquirir muitos conhecimentos em certas áreas da Engenharia Civil, como a parte de quantitativo de materiais e orçamento qual eu me interessei, juntamente com a vida acadêmica nas aulas presencial e online, que me ajudou a compreender melhor sobre acompanhamento de obra. Compreendi de perto sobre vários aspectos que foram de grande interesse da minha parte. Vivi experiências únicas que levarei por toda minha trajetória de engenheiro civil, as quais me ajudaram a crescer não só como pessoa, mas também na área profissional.

Mesmo com a dificuldade das aulas online e comunicação com o grupo, a troca de ideias foi de grande importância e de um amadurecimento enorme no meio estudantil. Pude observar que no meio profissional existe discussões sobre determinados assuntos da vida profissional, e que no final das contas todos tem o direito de darem suas opiniões sobre certos assuntos.

No entanto o estágio tem um papel indispensável para o autoconhecimento e aperfeiçoamento de um graduando em Engenharia Civil.

3.2 Autoavaliação do aluno Thiago Maia Gomes

Diante dessa oportunidade ímpar no período do estágio, foi notável o meu desenvolvimento profissional e pessoal e na certeza que ainda tenho muito a desenvolver nesse caminho próspero que eu escolhi. A progressão é contínua e muito foi motivada pelos desafios diários, as metas propostas, os erros, os acertos, tudo colaborando para que a conclusão dessa etapa fosse grandiosa. Não podendo deixar de relacionar os colaboradores da empresa que também proporcionaram esse desenvolvimento, compartilhando dos seus conhecimentos em cada conversa, esclarecendo dúvidas em cada observação e cada atividade realizada em conjunto, podendo superar os obstáculos e atingir os resultados como um time. A sensação de poder trabalhar com profissionais da área que você escolheu, multiplicando conhecimento, realizando aquilo que é prazeroso, aquilo que traz os brilhos nos olhos é de um valor imensurável, potencializando minha escolha acadêmica.

Deixo claro que há muito para aprender e me qualificar, o mercado, os profissionais, as tecnologias estão em constantes mudanças e saber se adaptar e se permitir ao novo e um novo aprendizado a cada dia é um ato que contribui para o seu próprio crescimento, fomenta sempre seus anseios profissionais para que a carreira seja de sucesso.

Nunca deixe de lado seus valores, busque sempre multiplicá-los e sempre verifique se os valores da empresa estão associados aos seus, isso colabora muito para o sucesso na parceria entre a empresa e o profissional. Saiba escutar, pratique o respeito, tenha orgulho do seu trabalho, multiplique conhecimento, aprenda e seja grato, não é a fórmula do sucesso, mas torna o seu dia mais agradável. Por fim, a empresa, todo o time e a vivência na obra, contribuiu significativamente para minha formação de engenheiro civil e acredito ter contribuído também para o processo deles.

4 CONCLUSÃO

Eu, Eduardo Henrique de Carvalho, acredito que o desenvolvimento deste trabalho foi essencial para mim, ajudando-me em meu aperfeiçoamento para minha vida no mercado de trabalho, e abrangendo diversos conhecimentos que valeram muito para o meu aprendizado. Ocorreram diversos imprevistos que não imaginava que poderia acontecer, mas no final tudo deu certo. Com ajuda de profissionais capacitados que contribuíram no tempo que realizei minha vivência, alcancei meu objetivo, o qual foi agregar meus conhecimentos como futuro engenheiro civil, e ampliar minha visão com tudo o que acontece no mercado e campo de trabalho. Observei que grandes são os obstáculos no nosso dia a dia, mas com o decorrer do tempo somos capazes de superar e solucionar qualquer problema. Foi de grande relevância a elaboração deste portfólio. De início achei complicado, porém foram se passando os dias passei a entendê-lo mais e pude solucionar de uma forma clara e ampla. É um trabalho que me fez aprofundar cada vez mais nas áreas a qual eu escolhi, obtendo um ótimo resultado de conhecimento. No mais, apenas tenho gratidão de tudo o que aconteceu durante essa vivência, e levarei para sempre.

Foi através dessa experiência que eu, Thiago Maia Gomes, consegui me situar melhor na engenharia civil, foi com essa vivência no canteiro de obra que me proporcionou a integração entre teorias desenvolvidas na sala de aula com a aplicação prática no ambiente de trabalho, possibilitando adquirir mais conhecimento, entender melhor a realidade do profissional da construção civil e do mercado de trabalho. Permitiu ter mais propriedade sobre a atuação do engenheiro civil na edificação de um prédio, suas responsabilidades com o planejamento e controle físico financeiro da obra, a importância na gestão da mão de obra e a atenção com o mercado. Esse portfólio não teria o mesmo valor agregado sem a colaboração de todo o time, os aprendizados diários foram imprescindíveis para a conclusão dessa etapa e para a minha formação como engenheiro civil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMBROZEWICZ, P. H. L. **Materiais de Construção**. São Paulo: Pini, 2012.
- ASSAF NETO, A. **Finanças corporativas e valor**. São Paulo: Atlas, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR. 14931**: Execução de estruturas de concreto. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122**: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11682**: Estabilidade de encostas. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12118**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria: Método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13281**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13529**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14931**: Execução de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-1**: componentes cerâmicos: Parte 1: blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – terminologia e requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2005
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-3**: Componentes cerâmicos: Parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15961-1**: Alvenaria estrutural–Blocos de concreto, Parte 1: Projeto. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16522**: Alvenaria de blocos de concreto – Métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738**: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739:** Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8041:** Tijolo maciço cerâmico para alvenaria forma e dimensões. Rio de Janeiro: ABNT, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 67:** Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR, 7212:** Execução de concreto dosado em central. Rio de Janeiro: ABNT, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR. 15696:** Formas e escoramento para estruturas de concreto. Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

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

BARBOSA, R. A. et al. Análise comparativa de métodos de obtenção do módulo de elasticidade para concreto preparado com areias natural e artificial. **Ciência & Engenharia**. [S.l.], v. 24, n. 1, p. 151-161, 12 fev. 2016. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia.

BRAGA, D. B.; FRANCO, L.R.H.R. Revolucionando as técnicas de aprendizagem da engenharia com o EAD. In: **World Congress on Engineering and Technology Education**, São Paulo, 2004, p.1083-1087.

BRANDSTETTER, M. C. G. de O.; SANTOS, F. C. dos; CARASEK, H. Avaliação das melhorias obtidas por meio da implantação do projeto de alvenaria de vedação. **Ambiente Construído**. [S.l.], v. 13, n. 3, p. 79-98, 2013.

BRIK, E. M. J.; MOREIRA, L. dos P.; KRÜGER, J. A. Estudo das patologias em estruturas de concreto provenientes de erros em ensaios e em procedimentos executivos. In: **ENCONTRO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA DOS CAMPOS GERAIS**, 8. Campos Gerais, 2013.

CARASEK, H. Argamassas. In: ISAIA, G. C. **Materiais de construção civil**. 2. ed. vol. 1. São Paulo: IBRACON, 2010. v 1.

CARDOSO, R. S. **Orçamento de obras em foco:** Um novo olhar sobre a engenharia de custos. São Paulo: Pini, 2009.

CARVALHO, M. P. de; MOTA, K.M. Análise de custos e formação de preço de venda: estudo aplicado em uma indústria de ração. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Custos**, 26., Curitiba, nov. 2019.

CARVALHO, R.C.; FIGUEIREDO FILHO, J.R. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado**: segundo a NBR 6118:2003. São Carlos: EdUFSCar, 2013

CLÍMACO, J. C. T. S. **Estruturas de concreto armado**: fundamentos de projeto, dimensionamento e verificação. 2 ed. Brasília: UNB: Finatec, 2008.

DIMIBU. **Galeria de obras**. 2021. Disponível em: <https://dimibu.com.br/galeria-de-obras/>. Acesso em: 06 jun. 2021.

EL DEBS, M. K. **Concreto pré-moldado**: fundamentos e aplicações. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

FIGUEIREDO FILHO, J. R.; CARVALHO, R. C. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado**: segundo a NBR 6118. 3. ed. São Carlos: EdUFSCar, 2007.

FREZATTI, F. **Orçamento empresarial**: planejamento e controle gerencial. São Paulo: Atlas, 2009.

FUSCO, P.B. **Técnica de armar as estruturas de concreto**. 2. ed. São Paulo: Pini; 2013.

HABITISSIMO. **União sapata, pilar e viga alavanca**. [Entre 2009 e 2021]. Disponível em: https://fotos.habitissimo.com.br/foto/uniao-sapata-pilar-e-viga-alavanca_1380653. Acesso em: 06 jun. 2021.

HACKBARTH, B. F. **Avaliação de problemas estruturais de uma edificação de concreto armado moldado in loco com propostas de solução**. 2006. TCC (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2006.

INSTITUTO DE ENGENHARIA. **NORMA TÉCNICA IE – N° 01/2011**: Norma Técnica para elaboração de orçamento de obras de construção civil. São Paulo, 2011. Disponível em: <https://www.institutodeengenharia.org.br/site/wp-content/uploads/2017/10/arqnot7629.pdf>. Acesso em: 20 maio 2021.

KALIL, R. **Redes de infra-estrutura urbana**: gestão de programas e projetos na cidade de Passo Fundo de 2005 a 2007. 2008. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2008.

LOPES, A. B. **Aplicações analíticas na construção civil**: investigações e um estudo de caso na gestão de custos. 2020. Dissertação (Mestrado em Tecnologias,

Gestão e Sustentabilidade) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu, 2020.

LOPES, R.; MANTUANO NETTO, R. **Detalhes construtivos visando à prevenção de fissuras em alvenarias de vedação e alvenarias estruturais**. São Paulo: [s.n.], 2012.

MAPA DA OBRA. **Sapata corrida**: uma fundação versátil e econômica. 2018. Disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br/negocios/sapata-corrida/>. Acesso em: 06 jun. 2021.

MARAN, A. P. **Análise da influência da distribuição de espaçadores na garantia da espessura de cobertura especificada em lajes de concreto armado**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

MARANHÃO, G. M. **Fôrmas para concreto**: subsídios para a otimização do projeto segundo a NBR 7190/97. São Carlos: USP, 2000.

MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, J. M. **Concreto**: microestrutura, propriedades e materiais. 2. ed. São Paulo: IBRACON, 2014.

MENDES JÚNIOR, Ricardo Mendes; FUSCO, Rafael. Projeto carona solidária na UFPR. **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção**. [S.l.], v. 1, n. 1, p. 136-143, 2013.

MENEZES, L. F.; AZEVEDO, M. T. **Análise da influência do cobrimento das armaduras na durabilidade das estruturas de concreto armado**. Salvador: Universidade Católica de Salvador, 2009.

MESEGUER, A. G. **Controle e garantia de qualidade na construção**. São Paulo: Pini, 1994.

MOLITERNO, A. **Caderno de muros de arrimo**. São Paulo: Blucher, 1994.

MOREIRA, A. A. A.; VERMELHO, L. C.; ZANI, M. C. Estudo da argamassa polimérica de assentamento de blocos e tijolos segundo aspectos técnicos, econômicos, mercadológicos e de clima organizacional. **Revista Espacios**. Grande Vitória, v. 38, n. 53, p. 14-28, jul. 2017.

MOTTER, D.C. **Fiscalização de obras públicas**: proposta de check-list e recomendações para o controle tecnológico do concreto em obras públicas. 2010. Monografia (Especialista em Construção de Obras Públicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

NASCIMENTO, P.L.S. **A importância do controle tecnológico do concreto.** 2012. TCC (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

OLIVEIRA, D.F. **Levantamento de causas de patologias na construção civil.** 2013. TCC (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

PEREIRA, Caio. **Sapatas de fundação.** 2019. Escola Engenharia. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/sapatas-de-fundacao/>. Acesso em: 06 jun. 2021.

REBELLO, Y. C. P. **Fundações:** guia prático de projeto, execução e dimensionamento. São Paulo: Zigurate, 2008.

RIZZATTI, E. *et al.* Análise Numérica da Influência da Geometria dos Blocos Cerâmicos em Parede Estruturais. **Engenharia Estudo e Pesquisa.** [S.l.], v. 11, n. 1, p. 27-35, jan./jun. 2011.

ROCHA, R. S. **Avaliação e comparação das propriedades mecânicas de uma argamassa pronta não cimentícia para alvenaria com e sem função estrutural frente às argamassas convencionais.** 2012. TCC (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2012.

SALGADO, J. C. P. **Técnicas e práticas construtivas para edificação.** 3. ed. rev. São Paulo: Érica, 2014.

SANTOS JÚNIOR, L. V. dos *et al.* **Projeto e execução de alvenarias:** fiscalização e critérios de aceitação. São Paulo: Pini, 2014.

SANTOS, R. E. A cultura do concreto armado no Brasil: educação e deseducação dos produtores do espaço construído. In: **Anais do IV Congresso Brasileiro de História da Educação.** Goiânia: Universidade Católica de Goiânia, 2006.

SANTOS, R. F. C. dos. **Sistema monolítico e alvenaria de blocos cerâmicos:** estudo comparativo como elementos de vedações internas para edificações. 2014. TCC (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

SOUZA, M. H. de; SOUZA, R. A. de. Análise das propriedades de uma argamassa de reparo de base acrílica. **Revista Técnico-Científica do CREA.** Paraná, ed. especial, p. 1-10, set. 2017.

SOUZA, V. A. L. **Estudo do comportamento de materiais não convencionais utilizados como revestimento de paredes, visando a redução da carga térmica.** 2012. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e controle da produção:** Teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2000.

VARGAS, R. J. S. **Dimensionamento e detalhamento de elementos de fundações em concreto armado.** 2020. TCC (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

VELLOSO, D. de A.; LOPES, F. de R. **Fundações:** fundações profundas. vol. 2. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

YSHIBA, J. K.; FERNANDES JÚNIOR, J. L. F. Modelos estatísticos para previsão de desempenho de pavimentos. **Acta Scientiarum Technology.** [S.l.], v. 27, n. 2, p. 175-181, jul./dez. 2005.