



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

MARLEY FRANCO RODRIGUES MOURA

ANÁLISE DE TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS DE UMA OBRA COMERCIAL
NA CIDADE DE PAU DOS FERROS-RN

PAU DOS FERROS – RN
2022

MARLEY FRANCO RODRIGUES MOURA

ANÁLISE DE TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS DE UMA OBRA COMERCIAL
NA CIDADE DE PAU DOS FERROS-RN

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural
do Semi-Árido como requisito para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof.^a Rafaely Angelica Fonseca
Bandeira– UFERSA.

PAU DOS FERROS – RN
2022

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

MM929 MOURA, MARLEY FRANCO RODRIGUES MOURA.
Á ANÁLISE DE TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS DE UMA
OBRA COMERCIAL NA CIDADE DE PAU DOS FERROS-RN /
MARLEY FRANCO RODRIGUES MOURA MOURA. - 2022.
84 f. : il.

Orientadora: Rafaely Angelica Fonseca
Bandeira.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2022.

1. Edificação. 2. Processos construtivos. 3.
Materiais. I. Fonseca Bandeira, Rafaely Angelica
, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Pau dos Ferros
Bibliotecária: Erlanda Maria Lopes da Silva
CRB: 1115

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

MARLEY FRANCO RODRIGUES MOURA

**ANÁLISE DE TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS DE UMA OBRA
COMERCIAL NA CIDADE DE PAU DOS FERROS-RN**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural
do Semi-Árido como requisito para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Civil.

Defendida em: 09/06/2022

BANCA EXAMINADORA

Rafaely Angélica
Fonseca Bandeira

Assinado de forma digital
por Rafaely Angélica
Fonseca Bandeira
Dados: 2022.06.15 08:02:54

Prof. Dra. Rafaely Angélica Fonseca Bandeira
Presidente

Fabíola Luana Maia Rocha

Assinado de forma digital por Fabíola Luana Maia Rocha
Dados: 2022.06.14 18:31:08 -03'00'

Fabiola Luana Maia Rocha

1º Examinador

JOSE HENRIQUE MACIEL DE
QUEIROZ:11173528466

Assinado de forma digital por JOSE HENRIQUE
MACIEL DE QUEIROZ:11173528466
Dados: 2022.06.13 10:34:01 -03'00'

José Henrique Maciel de Queiroz
2º Examinador

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me dado forças para chegar até este momento, como também por ter me abençoado com um lindo filho, no qual mudou totalmente a minha vida.

Agradeço aos meus pais, Aldeni e Cacilda, por todo amor, carinho, paciência, educação e ensinamentos dado ao longo da minha vida. Sou grato, em especial ao meu irmão, Arquimedes, por toda a parceria, apoio, companheirismo e conselhos que fizeram e fazem de mim uma pessoa melhor a cada dia. Externo minha gratidão a toda a minha família por sempre me guiarem pelo caminho certo da vida, em especial a Diógenes, Pablo Franco, Thais e vó Tereza. Aos meus amigos, Gustavo, Juciê, Carlos Eduardo, Davi, Mateus, Lucas Almeida, Gilmara, Herik e demais amizades, agradeço o apoio e confiança que depositaram na minha pessoa.

Agradeço a minha orientadora, Rafaely Bandeira, por aceitar orientar a elaboração deste trabalho, auxiliando e direcionando seus ensinamentos, demonstrando sempre segurança e objetividade.

RESUMO

A indústria da construção civil no Brasil apresenta desafios significativos quando se trata de produção industrial. É fato que ainda se constrói de forma tradicional, com muito trabalho manual e pouca mecanização e industrialização. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi verificar e analisar os processos construtivos de uma obra. É sabido que a escolha das técnicas construtivas tem influência direta na duração e custo da edificação. Outro fator que impacta diretamente na construção civil é o modo como as atividades são gerenciadas. Este estudo foi classificado como estudo de caso e contou com a colaboração de uma empresa de engenharia e da região de Pau dos Ferros-RN. Os dados foram coletados por meio de visitas periódicas ao local e consultas bibliográficas para entender melhor vários aspectos do projeto, tais como: técnicas usadas durante a execução do projeto; tipos de materiais utilizados; forma de gerenciar os processos. Analisou-se fatores diversos que influenciaram no processo construtivo.

Palavras-chave: Edificação; Processos Construtivos; Materiais.

ABSTRACT

The construction industry in Brazil shows results when it comes to industrial production. It is a fact that it is still built in a traditional way, with a lot of manual work and little mechanization and industrialization. In this sense, the objective of the work was to verify and analyze the constructive processes of a work. It is known that the choice of construction techniques has a direct influence on the duration and cost of the building. Another factor that directly impacts civil construction is the way activities are managed. This study was contracted as a collaborative study of a company and the region of Pau dos Ferros-RN. Data were carried to the project by such local works and historical references to understand the best aspects of the project; types of materials used; form of process management. Different factors that can influence the construction process are analyzed.

Keywords: Building; Constructive Processes; Materials.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Subsistemas construtivos	7
Figura 2- Critérios de escolha do subsistema estrutural	7
Figura 3 - Edificação em alvenaria convencional.....	9
Figura 4- Alinhamento de blocos	14
Figura 5- Encunhamento na alvenaria	15
Figura 6 - Execução de chapisco e ferro de amarração.....	16
Figura 7- Sondagem SPT	19
Figura 8 - Sapata isolada	20
Figura 9 - Estaca	20
Figura 10 - Alvenaria de vedação	22
Figura 11 - Modelos de blocos estruturais	22
Figura 12 - Blocos de concreto e suas variações	23
Figura 13 - Bloco cerâmico de vedação	23
Figura 14 - Cobertura em madeira	24
Figura 15 - Instalação do marco com a alvenaria	27
Figura 16 - Vista renderizada da edificação	29
Figura 17 - Local de armazenamento dos sacos de cimento	31
Figura 18 - Blocos de concreto	35
Figura 19 - Gabarito da obra	38
Figura 20 - Locação dos pilares e sapatas	39
Figura 21 - Armaduras da sapata	40
Figura 22 - Concretagem da sapata.....	40
Figura 23 - Detalhe executivo de sapata	41
Figura 24 - Projeto de fôrma do pavimento térreo	42
Figura 25 - Armação da caixaria de pilar	43
Figura 26 - Caixaria de viga	44
Figura 27- Viga aérea.....	44
Figura 28 - Apoio de madeira para ancoramento da linha guia	46
Figura 29 - Vergas e contravergas	47
Figura 30 - Assentamento de blocos.....	47

Figura 31 - Argamassa na lateral do bloco.....	48
Figura 32 - Impermeabilização do baldrame.....	51
Figura 33 - Eletroduto embutido na alvenaria.....	52
Figura 34 - Ponto máximo de subida do eletroduto.....	52
Figura 35 - Furo em viga com papel.....	53
Figura 36 - Projeto elétrico.....	54
Figura 37 - Caixas de passagem embutidas.....	54
Figura 38 - Valas escavadas do sumidouro e fossa séptica.....	56
Figura 39 - Projeto de água fria.....	56
Figura 40 - Projeto sanitário.....	57
Figura 41 - Furos para passagem de canos na viga baldrame.....	57
Figura 42 - Talisca.....	59
Figura 43 - Retração no revestimento.....	60
Figura 44 - Execução do reboco.....	60
Figura 45 - Janela com vão regularizado.....	62
Figura 46 - Assentamento de caixilho de janela.....	64
Figura 47 - Assentamento de caixilho de porta.....	65
Figura 48 - Cubetas plásticas.....	66
Figura 49 - Montagem do cimbramento metálico.....	66
Figura 50 - Linha guia de nivelamento das escoras.....	67
Figura 51 - Cobertura em telha ondulada de fibrocimento.....	69

LISTA QUADROS

Quadro 1 - Materiais e suas utilizações.....	30
Quadro 2 - Resumo das etapas da edificação	37
Quadro 3 - Tabela de portas	62
Quadro 4 - Tabela de janelas	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

SINAPI: Sistema Nacional de Pesquisa de Índices e Custos da Construção Civil

SPT: Standart Penetration Test

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	4
2 OBJETIVOS	5
3 REFERENCIAL TEÓRICO	6
5.1 SISTEMAS CONSTRUTIVOS	6
5.1 HISTÓRICO DO CONCRETO ARMADO.....	10
5.1 No BRASIL.....	11
5.2 SISTEMA CONSTRUTIVO EM ALVENARIA CONVENCIONAL	12
5.2.1 LAJES.....	12
5.2.2 VIGAS	13
5.2.3 PILARES	13
5.2.4 FUNDAÇÕES	13
5.2.5 ALVENARIA.....	14
5.2.6 ALVENARIA EM BLOCOS DE CONCRETO	16
5.3 ETAPAS DE OBRA DE UMA EDIFICAÇÃO.....	18
5.3.1 SERVIÇOS TÉCNICOS E PRELIMINARES	18
5.4.2 FUNDAÇÕES	19
5.4.2.1 TIPO DE FUNDAÇÕES.....	19
5.3.3 ESTRUTURA	20
FÔRMAS E ESCORAMENTO	21
ARMADURAS	21
CONCRETAGEM.....	21
5.3.3 ALVENARIA	22
5.3.4 COBERTURA.....	23
5.4.5 INSTALAÇÕES HIDRAULICAS.....	24
5.3.6 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	25
5.3.7 REVESTIMENTOS	25
5.3.8 PINTURA	26
5.3.9 ESQUADRIAS	26
4 METODOLOGIA	28
4.2 INSTRUMENTOS DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS.....	28
4.3 LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA PESQUISA	28
4.4 SELEÇÃO DA EMPRESA.....	29
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	30
5.1 MATERIAIS UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO DA EDIFICAÇÃO.....	30
5.1.2 CONCRETO SIMPLES.....	30
5.1.3 CIMENTO	31
5.1.4 AGREGADOS.....	32
5.1.5 ÁGUA	33
5.1.6 AÇO.....	33
5.1.7 BLOCO DE CONCRETO	34
5.1.8 ARGAMASSA	36

5.2 TÉCNICAS E PRÁTICAS CONSTRUTIVAS.....	37
5.2.1 MOVIMENTAÇÃO DE TERRA E LOCAÇÃO	37
5.2.2 FUNDAÇÃO	39
5.2.4 ALVENARIA.....	45
5.2.5 IMPERMEABILIZAÇÃO	49
5.2.6 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.....	51
5.2.7 INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS.....	55
5.2.8 REVESTIMENTO	58
5.2.9 ESQUADRIAS	61
5.2.10 LAJE NERVURADA	65
5.2.11 COBERTURA.....	68
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	72
7.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	73
REFERÊNCIAS.....	74

1 INTRODUÇÃO

No cenário de crise em que o país está inserido, as empresas buscam pela melhor maneira para reduzir custos e se manterem competitivas no mercado. Em destaque, as empresas do ramo da construção civil, em que apresentam um índice elevado de ineficiência nos processos e desperdícios (ALISSON, 2021).

Devido as imposições sobre os preços, mão de obra, regularização do mercado, maiores exigências do mercado, as empresas vêm buscando novas tecnologias que busquem minimizar os impactos além de ter uma ótica diferente sobre o planejamento e seus sistemas de construção (SILVA, 1999).

Como resultado, o estado da construção civil no país exige processos e soluções mais eficientes para reduzir os problemas associados à produção, execução, prazo de entrega e custos de obra (PAVESSI et al, 2017).

Para realizar a estimativa de custos, é necessário definir, ainda na fase de projetos, os métodos e sistemas construtivos a serem utilizados na execução no qual é levado em conta diversos fatores como: local do terreno, temperatura, função da edificação, etc. (XAVIER, 2008).

Existem diversos sistemas construtivos que podem ser implementados na construção de uma edificação. A qualidade e segurança do sistema escolhido está condicionado a cultura local, disponibilidade de materiais, tamanho da obra, entre outros (ALISSON, 2021).

No ramo da construção, a fundação de uma edificação pode ser executada de diversas maneiras, utilizando vigas baldrame e sapatas, estacas ou mesmo uma fundação em radier, já a superestrutura pode ser com pilares, vigas, lajes ou em alvenaria estrutural (ALISSON, 2021).

Na cobertura, podemos encontrar telhados feitos em telhas metálicas, coloniais, fibrocimento, podemos também observar o uso de platibandas ou telhado aparente. Portanto, fica claro a diversidade de métodos e sistemas construtivos que podem ser abordados na construção civil (ALISSON, 2021).

Logo, este trabalho buscará descrever e verificar os métodos e técnicas construtivas utilizados na construção de um prédio comercial, de acordo com os costumes locais, mostrando também as diversas etapas e como foram conduzidas ao longo do tempo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo geral verificar e descrever os materiais e as técnicas construtivas de uma obra comercial em andamento na cidade de Pau dos Ferros-RN.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar os materiais e técnicas utilizados na construção da edificação
- Analisar o processo de construção da edificação
- Identificar os critérios de desenvolvimentos da obra.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

5.1 SISTEMAS CONSTRUTIVOS

As edificações são um conjunto de sistemas construtivos que atuam em conjunto para garantir a funcionalidade e segurança dos ocupantes. Um bom projetista deve sempre escolher o melhor sistema construtivo baseado em diversos critérios, visando a eficiência na etapa de construção assim como a sustentabilidade (ABITANTE et al, 2017).

Para Sabbatini (apud VILLAR, 2005, p. 13) o sistema construtivo é “um processo construtivo de elevados níveis de industrialização e de organização, constituído por um conjunto de elementos e componentes inter-relacionados e completamente integrados pelo processo”.

Abitante et al (2017) diz que para um melhor entendimento do conceito de sistema construtivo é necessário definir o que é técnica, método e processo construtivo.

- a) Técnica construtiva para Abitante et al (2017), consiste no conjunto de práticas, ferramentas e equipamentos utilizados no processo de construção. Já Bastos (2019) diz que técnica construtiva são as operações e artifícios utilizados para facilitar as operações no processo construtivo, adaptando-se as condições particulares de cada obra através do uso de práticas e pequenas ferramentas já existentes ou improvisadas durante a construção.
- b) Método construtivo, segundo Abitante et al (2017), é a junção de várias técnicas construtivas para a execução de um determinado serviço, como por exemplo a execução de uma alvenaria, no qual é necessário aplicar técnicas de marcação de paredes, formas de aplicação de argamassa, etc. Bastos (2019) define como sendo o conjunto de preceitos que regulam as operações construtivas baseadas em determinadas normas vigentes.
- c) Abitante et al (2017) afirma que o processo construtivo é entendido como sendo o conjunto de métodos construtivos utilizados para a construção de uma edificação ou parte dela. Para Bastos (2019), o processo construtivo é simplesmente a sequência de ações realizadas no canteiro de obras para a execução de um determinado sistema.

Por fim, Abitante et al (2017) define o sistema construtivo como o conjunto dos processos construtivos necessário para a construção do edifício. No qual pode ser entendida como a execução completa da obra mediante a junção dos diversos materiais equipamentos e processos construtivos (BASTOS, 2019).

Segundo Abitante et al (2017), a edificação é, portanto, o sistema construtivo principal, no qual é subdividido em subsistemas variando de acordo com as características da obra. Na figura 01 é apresentado os principais subsistemas encontrados em obras:

Figura 1- Subsistemas construtivos



Fonte: Abitante et al (2017)

Guimarães (apud Weidle, 1995, p. 21), destaca quatro subsistemas de suma importância para o sistema construtivo: Subsistema estrutural, de cobertura, instalações e vedação. As estruturas abrangem desde a fundação que transmite os esforços da estrutura para o solo até a estrutura que suporta as cargas dos pavimentos. As vedações podem ser internas no qual tem função de dividir os ambientes da edificação ou externas para separar a parte interior do exterior. A cobertura é um elemento de vedação que visa proteger a edificação de intemperes que possam ocorrer. Por último, as instalações proveem o adequado funcionamento da edificação, podendo ser dividida em instalações elétricas, sanitárias, de abastecimento de água, etc.

Para Abitante et al (2017), de um modo geral, o sistema construtivo está ligado ao subsistema estrutural. Para a escolha de um subsistema construtivo adequado é necessário que se observe alguns critérios, no qual a figura 02 ilustra alguns.

Figura 2- Critérios de escolha do subsistema estrutural



Fonte: Abitante et al (2017)

Analisar bem cada um destes critérios é uma etapa importante a seguir, fazendo com que o projetista não tenha perdas na obra, além de valorizar a edificação e reduzir os impactos causados ao ambiente e sociedade (ABITANTE et al, 2017).

Segundo Pereira (2018), atualmente existem diversos sistemas construtivos para a execução de uma edificação. No Brasil, o sistema mais utilizado é o concreto armado com fechamento em alvenaria convencional. Este trabalho limita-se a análise deste tipo de sistema construtivo, por ser o mais empregado na região de estudo da obra.

O autor ainda afirma, que de um modo geral, a construção de edificações em concreto armado é composta basicamente de pilares, vigas e lajes em concreto armado. A alvenaria tem a função única de vedação e divisão dos ambientes internos e externos. Por não exigir uma obra de mão especializada, é o sistema mais empregado em obras. Como vantagem, este sistema tem de poder vencer grandes vãos, ampla disponibilidade de mão de obra, facilidade de adaptação ou mudanças em projetos, boa resistência a choques, vibrações e efeitos térmicos.

Porém, o concreto apresenta algumas desvantagens, sendo a grande dimensão de alguns elementos, necessidade de um grande número de formas e escoras para que o material atinja a resistência necessária. A figura 03 exemplifica uma construção em concreto armado.

Figura 3 - Edificação em alvenaria convencional



Fonte: Coelho, 2021

5.1 HISTÓRICO DO CONCRETO ARMADO

Séculos atrás, os materiais mais utilizados nas construções eram a pedra, madeira e as ligas metálicas. O uso da pedra e madeira é datado de pelo menos três mil anos atrás, ao passo que as ligas metálicas, como o ferro fundido, vêm de alguns séculos (CLÍMACO, 2016).

Um grande avanço ocorreu com o desenvolvimento dos chamados materiais aglomerantes, estes que ao entrar em contato com a água endurecem, que possibilita a formação do que hoje conhecemos como concreto. Como meio de reduzir o volume das peças estruturais e alcançar uma maior estabilidade física e química, como também reduzir custos, foi adicionado a mistura materiais inertes, denominados agregados graúdos e miúdos (CLÍMACO, 2016).

O cimento Portland, como conhecemos hoje, foi descoberto na Inglaterra por volta do ano de 1824. Antes disso, os romanos já utilizavam a cal hidráulica e o cimento pozolânico como um aglomerante (KAEFER, 1998).

Os primeiros relatos de um objeto feito em cimento armado surgiram em 1849, na França, no qual o francês Lambot construiu um barco em que foi apresentado oficialmente em 1855. O barco foi construído com argamassa junto a telas e fios. Embora a estrutura funcionasse, não alcançou sucesso comercial (KAEFER, 1998).

Da sua descoberta em diante, o concreto foi sendo cada vez mais utilizado na construção. Porém, era necessário encontrar uma forma de resolver o problema da baixa resistência a tração do concreto (CLÍMACO, 2016).

O primeiro a compreender a função das armaduras no concreto foi o francês Hennebique, em que o mesmo percebeu a necessidade de alocar outras armaduras, além da armadura reta de tração. Ele imaginou armaduras prolongadas, dobradas e em diagonais posicionadas na zona de compressão. Foi o primeiro a conceber as armaduras de estribo com a finalidade de absorver as tensões vindas da força cortante (VASCONCELOS, 1985).

Já os primeiros estudos sobre o dimensionamento de peças em concreto armado surgiram de um estudo publicado em 1902 pelo engenheiro e professor alemão E. Mörsch. Seus estudos foram baseados em experimentos e ensaios no qual deram origem as primeiras normas para o cálculo e execução do concreto armado. Um dos seus maiores feitos foi a chamada treliça de Mörsch, que apesar de ter surgido no século XX, ainda hoje é bem aceita para análises e estudos do concreto armado. (KAEFER, 1998).

Carvalho (2014), apresenta a seguir uma sequência cronológica dos fatos mais importantes do concreto armado:

- 1824: o cimento Portland é inventado por J. Aspdin

- 1855: o francês Lambot constrói um barco feito com argamassa e reforçado com ferro.
- 1861: o francês F. Coignet publica os princípios básicos para a construção em concreto armado.
- 1873: o americano W.E. Ward constrói uma casa em concreto armado na cidade de Nova York, que existe até os dias de hoje.
- 1900: a teoria do concreto armado é desenvolvida por Koenen, mais tarde, Mörsch aprofunda a teoria de Koenen através de numerosos ensaios. Os conceitos desenvolvidos por ambos ao longo de décadas para o desenvolvimento da teoria do concreto armado são válidos até hoje.
- 1904: é publicado, na Alemanha, as “Instruções provisórias para preparação, execução e ensaio de construções de concreto armado”

5.1.1 No Brasil

O desenvolvimento do concreto armado no Brasil teve início no ano de 1901, no Rio de Janeiro, com a construção de galerias de água, a construção de casas e sobrados começou por volta de 1904. A primeira ponte com 9 m de vão foi construída em 1908. Mais tarde, em 1910, foi construída uma ponte com 28 m de comprimento, em São Paulo.

Um dos edifícios mais antigos do Brasil data de 1907, foi o primeiro construído em São Paulo. Trata-se de uma edificação com três pavimentos erguida em cimento armado. O Brasil no passado já colecionou diversos recordes na indústria da construção com destaque para:

- i. Museu de Arte de São Paulo, com laje de 30 x 70 m (1969);
- ii. ponte Emílio Baumgart em Santa Catarina, com vão de 68 m (1930);
- iii. ponte Presidente Sodré em Cabo Frio, com arco de 67 m de vão (1926);
- iv. elevador Lacerda em Salvador, com altura de 73 m (1930);
- v. Ponte Colombo Salles em Florianópolis em 1975, a maior viga contínua protendida do mundo, com 1.227 m de comprimento, projeto estrutural de Figueiredo Ferraz.

5.2 SISTEMA CONSTRUTIVO EM ALVENARIA CONVENCIONAL

De acordo com Azevedo (1997), alvenaria convencional é constituído das estruturas de fundações, pilares, vigas e lajes em concreto que são moldadas por meio de moldes de madeira e com a vedação em blocos de tijolos cerâmicos ou de cimento não estruturais que são assentados com uso de argamassa.

As edificações erguidas com alvenaria de blocos são produzidas de formas lenta e requer um número grande de colaboradores no canteiro de obras. Este método apresenta algumas desvantagens tais como o grande desperdício de material, falta de padronização dos processos executivos, dificuldades na fiscalização e controle da qualidade dos serviços prestados, assim como a necessidade de um bom planejamento na parte de execução dos serviços (SANTIAGO, 2010).

A alvenaria convencional é um método bem tradicional, enraizado na cultura do país. Portanto, é o método mais utilizado na construção de casas e edifícios, pois utiliza materiais simples como cimento, areia, pedras, aço e blocos para vedação, porém, a mão de obra normalmente é pouco qualificada o que gera baixa produtividade (RAMALHO, 2003).

No sistema em alvenaria convencional, utiliza-se diversos componentes e processos. Tem-se o concreto, que é uma mistura homogeneizada formada por cimento, água, agregado graúdo e miúdo, assim como a alvenaria de vedação composta por tijolos, argamassa e revestimento (BASTOS, 2006). Por fim, o sistema construtivo em alvenaria convencional se divide em várias etapas, conforme é descrito nos itens a seguir

5.2.1 Lajes

Parizzoto (2017) explica que “em um sistema estrutural, as lajes são responsáveis por receber todo o carregamento de utilização da estrutura, como a circulação de pessoas, o peso dos móveis, do revestimento e até de paredes de divisórias de cômodos. As ações sobre esses elementos são, então, normais ao seu plano.

Existem diversos tipos de lajes, como por exemplo, lajes cogumelo, nervuradas, maciças e vários outros tipos de lajes pré-moldadas. A escolha de cada tipo de laje depende de diversos fatores, como a disponibilidade de material, fatores econômicos e de segurança (ARAÚJO, 2010).

5.2.2 Vigas

As vigas podem receber tanto o carregamento das lajes como de outras vigas que descarregam nela, pilares e paredes também podem transmitir esforços através de suas reações (PARIZZOTO, 2017).

A NBR 6118:2014 diz que uma viga tem dimensão mínima de 12 cm da largura de sua seção transversal, salvo em casos excepcionais em que pode ser reduzida até 10 cm. Bastos (2017) afirma que engenheiros e arquitetos preferem que as vigas fiquem embutidas nas paredes de vedação para melhorar a estética da edificação. Com isso a largura da viga é definida muitas vezes de forma que atenda aos critérios de aparência e acabamento da edificação.

5.2.3 Pilares

A NBR 6118:2014 define as dimensões mínimas de seção para pilares, em que não podem ter uma de suas dimensões menor de 19 cm, exceto em casos excepcionais que podem ser reduzidos para 14 cm contanto que seja aplicado uma majoração de esforços.

Parizzoto (2017), diz que os pilares recebem as cargas das vigas e transmitem esses esforços entre eles até descarregarem nas fundações. Os pilares, juntamente com as vigas, formam os pórticos, que resistem às ações horizontais e verticais e garantem a estabilidade da estrutura.

5.2.4 Fundações

De acordo com Borges (2009), a parte de uma edificação que é responsável por transferir o seu peso para o solo chama-se fundação, e é a primeira etapa a ser construída em uma obra. O tipo, a forma e as dimensões dependem de fatores como as cargas a serem transferidas e do terreno onde a construção se apoiará. Assim, temos dois tipos básicos de fundação: Diretas e Profundas.

Segundo Parizzoto (2017) as fundações são classificadas em dois tipos:

- Fundações superficiais: transmitem as cargas por meio das tensões normais a superfície de contato inferior. No caso das sapatas, quanto maior for a reação na sapata maior vai ser a sua dimensão em contato com o solo.
- Fundações profundas: transmitem e equilibram as reações por meio das tensões tangenciais a superfície e pela ponta. Como a estaca, em que seu comprimento depende tanto do carregamento recebido como do solo em que está em contato.

Portanto, pode-se dizer que quando um terreno for firme o suficiente na superfície ou a pequena profundidade, emprega-se fundações diretas, já quando a firmeza do solo é encontrada em camadas mais profundas, empregamos fundações profundas (Borges, 2009).

5.2.5 Alvenaria

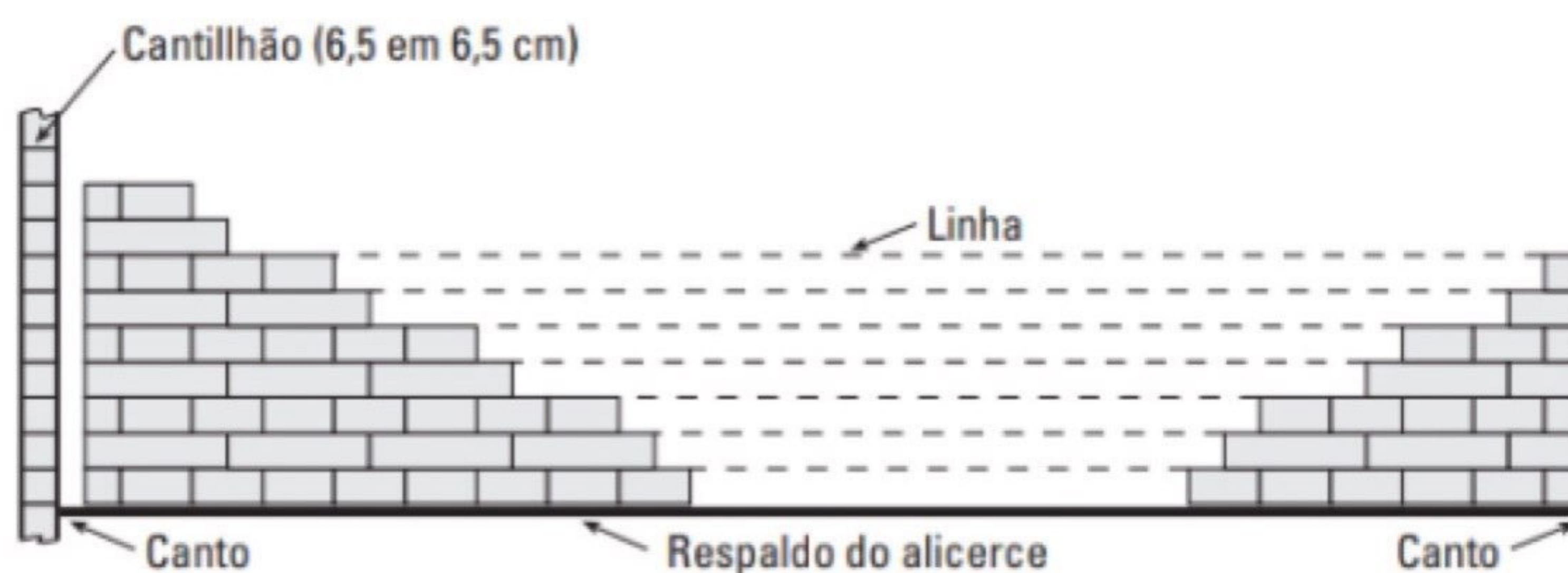
De acordo com Rodrigues (2010), a alvenaria é um conjunto de elementos da construção civil, caracterizados pela união de blocos fixados com argamassa, ou não, podendo ter função estrutural ou somente de vedação.

A vedação vertical protege o edifício de agente externos, além de dividir os ambientes, promovendo segurança e conforto dentro da edificação. Este processo de fechamento de vãos com paredes é comumente utilizado em obras por todo o país (THOMAZ, 2001).

Segundo Sabbatini (2001), a alvenaria tradicional tem como vantagem principal o seu excelente custo-benefício em relação aos outros materiais para vedação disponíveis no mercado, é um material econômico considerando os investimentos iniciais e de manutenção.

Em estruturas menores, senta-se os blocos nas fundações diretamente, seja em cima de um baldrame, alicerce ou em cima das vigas de concreto armado que prendem as sapatas da fundação. Seguindo a seleção de um modelo de assentamento, os blocos de canto podem ser assentados de forma a servir de suporte para uma linha que será traçada entre os blocos, com pregos colocados na argamassa das juntas com o objetivo de direcionar a colocação dos blocos da primeira fiada, que devem estar perfeitamente alinhados. (KLEIN e MARONEZI, 2013). A figura 04 mostra um exemplo:

Figura 4- Alinhamento de blocos



Fonte: Borges, 2009

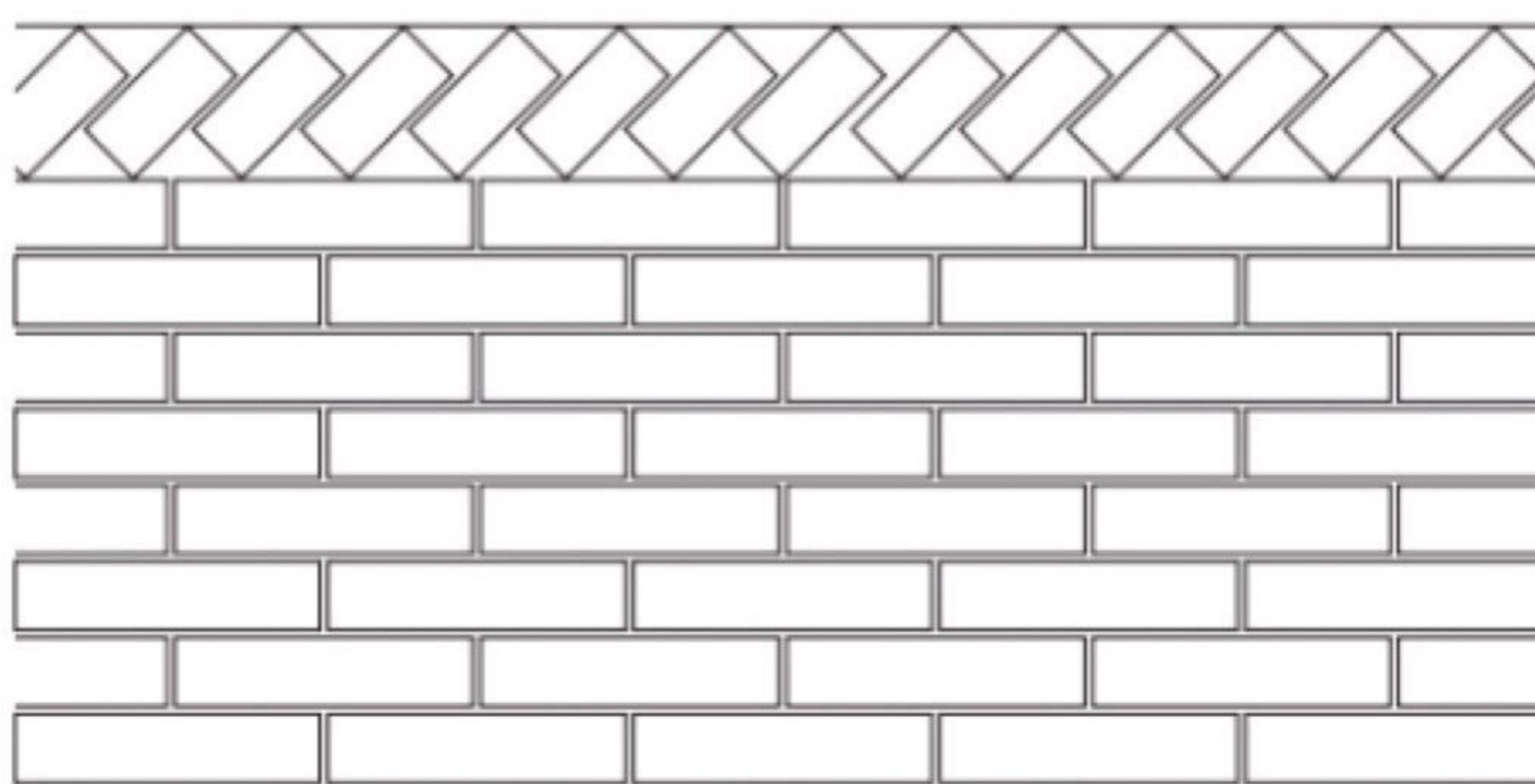
Por fim, segundo Bauer (1994), após completar a primeira fiada de alvenaria, verifica-se o nivelamento horizontal com ajuda do nível bolha, utilizando a régua de pedreiro como base de apoio, fazendo este procedimento em todos os cantos e cruzamentos. Em seguida, as guias prumada são levantadas com bastante cautela para que fiquem completamente verticais, no prumo, e com a colocação dos blocos para que as fiadas de cada junta não

sejam desencontradas. Como resultado, as fiadas seguintes podem ser assentadas uma a uma até atingirem a altura desejada.

Lordslemm Junior (2001), recomenda que a alvenaria seja interrompida abaixo das vigas ou lajes, deixando um espaço que servirá de ligação entre os elementos da alvenaria e os componentes estruturais (vigas ou lajes). Esta conexão é feita com materiais de construção e distribuições especiais. O principal objetivo da conexão é garantir que a alvenaria não seja solicitada quando a estrutura se deformar. A ligação também é denominada de encunhamento.

O encunhamento pode ser feito de duas maneiras: depois da secagem da argamassa da antepenúltima fileira, processo que pode durar até 7 dias, no qual os tijolos maciços devem ser colocados a 45 graus em relação as demais fileiras, e sempre com o uso de argamassa, como mostra a figura 05.

Figura 5- Encunhamento na alvenaria

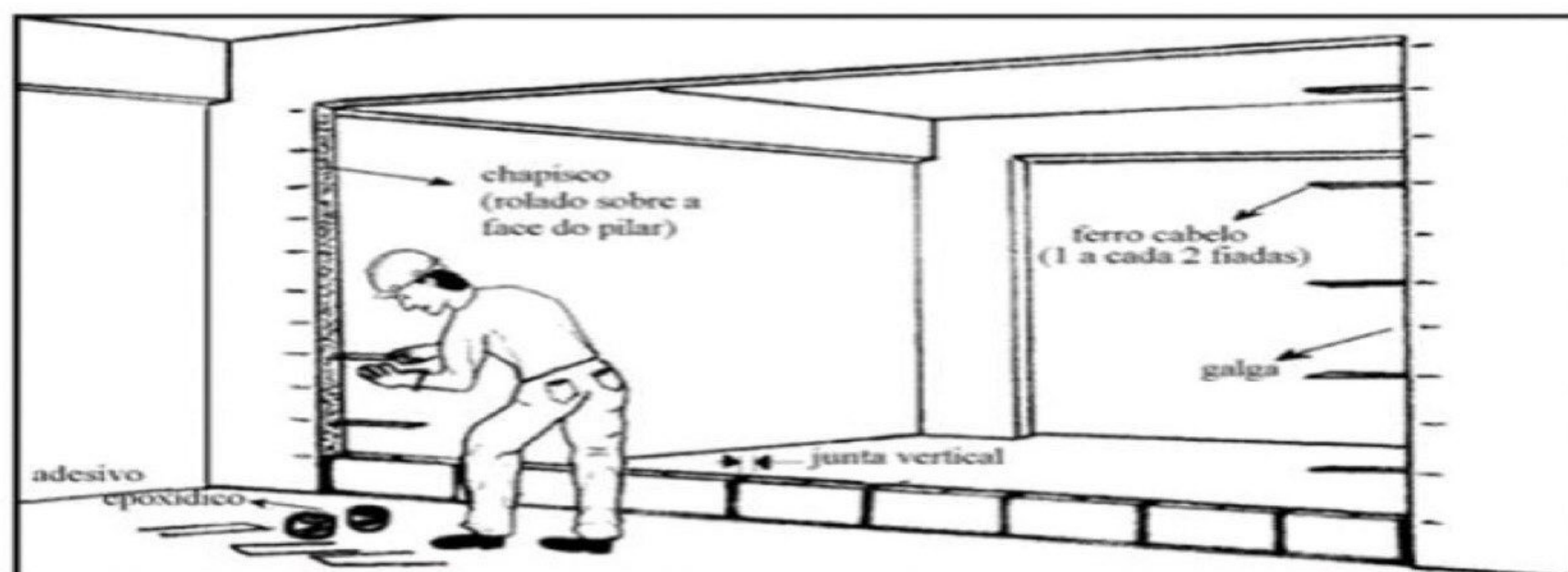


Fonte: Borges, 2009

Outro método é o uso de argamassa com "aditivo expensor", em que a construção é feita até a última fileira, e somente na junção da laje ou do fundo de viga é o enchimento usando a argamassa com aditivo expensor (YAZGI, 2013).

Para Borges (1996), no momento da construção, é fundamental que os blocos não sejam apenas amarrados entre si, mas também que sejam colocados de forma que fiquem presos aos materiais de concreto armado, bem como às vigas e pilares. Estas fixações e amarrações têm a opção de serem feitas com chapisco grosso feito de argamassa de cimento com areia (Figura 06), bem como ter de juntar cada duas fiadas de tijolos com a utilização de aço nos pilares e vigas, que pode ajudar a conectar a estrutura.

Figura 6 - Execução de chapisco e ferro de amarração



Fonte: CONSTRUCAOCIVILTIPS, 2016.

De acordo com Yazigi (2013), algumas recomendações devem ser seguidas na execução de alvenarias:

1. O assentamento dos blocos deve ser feito com juntas de amarração
2. A ligação da alvenaria com pilares pode ser efetuada com a utilização de barras de aço de $\Phi 5$ mm a $\Phi 10$ mm, distantes de 60 cm na altura e comprimento de 60 cm.
3. A alvenaria apoiada em alicerce deve-se ser assentada com no mínimo de 24 h após a impermeabilização.
4. Sobre o vão de portas e janelas deve-se colocar vergas e contra-vergas pré-moldadas ou moldadas in loco.
5. As vergas e contra-vergas deve exceder os vão em pelo menos 20 cm de cada lado.
6. No caso de haver a necessidade de rasgos na alvenaria para embutimento das instalações, só poderá ser iniciado após o encunhamento da alvenaria.

5.2.6 Alvenaria em blocos de concreto

Há esforços contínuos para modernizar e simplificar os métodos de construção mais antiquados. Como resultado, há sempre novos desenvolvimentos no campo. O tijolo comum

oferece uma garantia de salubridade para os ambientes em que é utilizado, característica que outros materiais não apresentam tão bem (BORGES, 2009).

O fato de absorver a umidade interna e permitir que ela passe para o exterior, esperando que o sol a evapore, torna a estrutura desprovida de umidade. Como resultado, parece não existir material melhor para alvenaria externa. Também tem a vantagem de facilitar o trabalho de encanadores e eletricitas, pois podem abrir rasgos para o embutimento de canos e conduítes sem estraga-las bem (BORGES, 2009).

Os blocos de concreto são compostos de cimento, areia e pedrisco. A mistura é colocada em fôrmas, prensadas e vibradas em máquinas especiais (prensas). Eles podem ser fabricados em larga escala em ambiente industrial, mas a construtora também pode comprar ou alugar as prensas e produzir seus próprios blocos (BORGES, 2009).

O autor elenca algumas vantagens e desvantagens da utilização dos blocos de concreto, como:

- a. Os blocos requerem menos mão de obra, resultando em uma economia de custos e tempo.
- b. O embutimento de tubulações posteriores fica mais difícil, porém, para sanar essa desvantagem, toda a instalação elétrica e hidráulica deve ser bem planejadas e pré-colocadas.
- c. Maior rapidez na execução
- d. Maior resistência

5.3 ETAPAS DE OBRA DE UMA EDIFICAÇÃO

Segundo Bastos (2019), uma obra pode apresentar uma lista de etapas de acordo com o empreendimento. É listado a seguir as principais e mais usuais.

1. Serviços técnicos e preliminares
2. Locação da obra
3. Fundação
4. Estrutura
5. Alvenaria
6. Impermeabilização
7. Cobertura
8. Instalações hidráulicas
9. Instalações elétricas
10. Revestimento
11. Esquadrias
12. Pintura
13. Acabamento

5.3.1 SERVIÇOS TECNICOS E PRELIMINARES

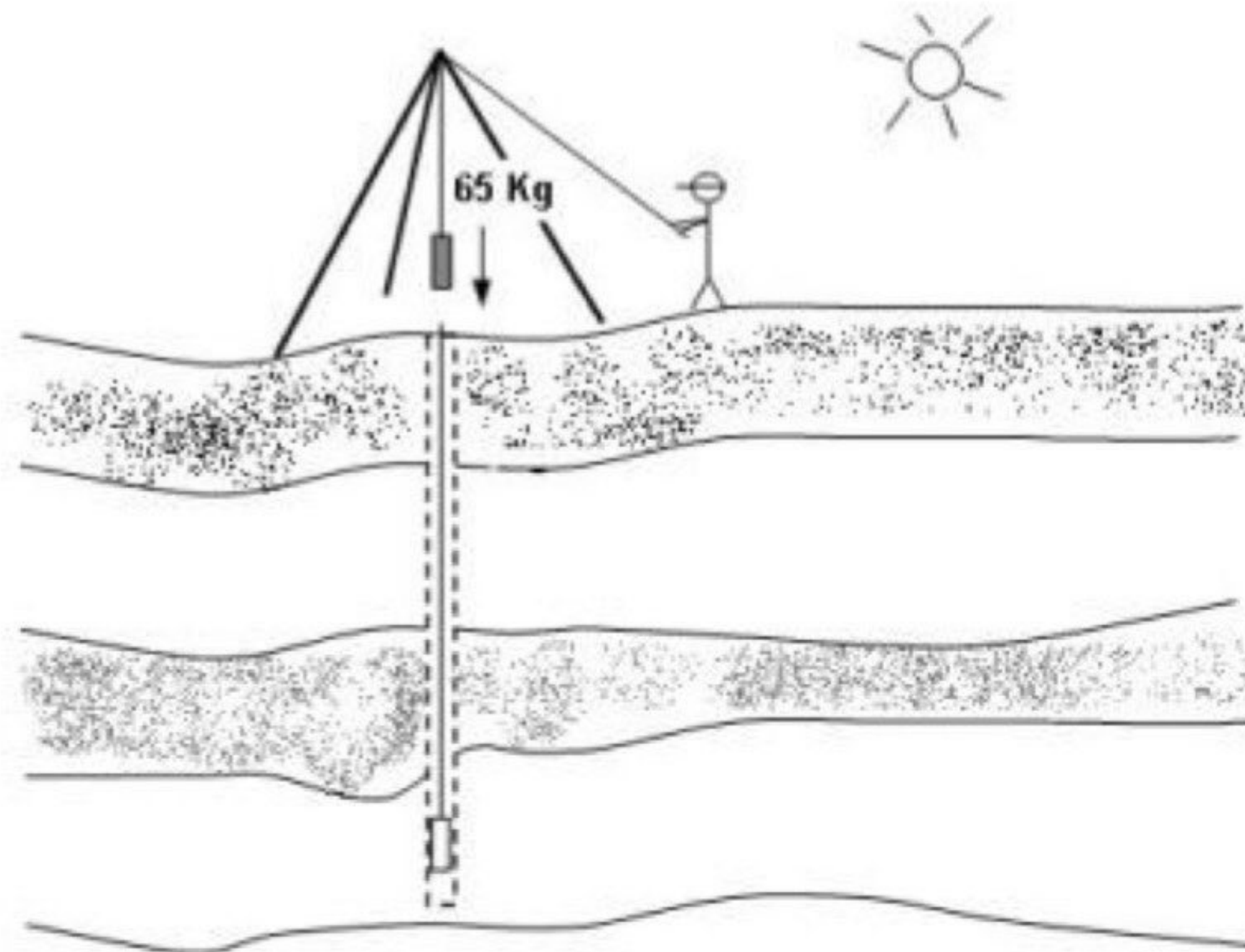
i. Escolha do local

Deve-se analisar o código de obras do município para obter as exigências de ocupação do terreno, como os recuos e a possibilidade de construir determinado tipo de estabelecimento, habitacional, comercial, entre outros, no local escolhido.

ii. Sondagem

Obter as informações do solo, como as suas camadas constituintes e profundidades na aplicação e dimensionamento de cargas do edifício. Comumente o serviço é constituído de perfuração a precursão do solo com a retiradas de amostras com amostrador metálico. De acordo com a resistência do solo a quantidade de golpes feito com uma queda com peso e altura padronizada em uma haste metálica, estima-se a capacidade de suporte do solo a cada metro de profundidade. A figura 07 ilustra como é realizado o ensaio SPT.

Figura 7- Sondagem SPT



Fonte: Bastos, 2019

iii. Projetos

Arquitetura, estrutural, instalações de incêndio, elétrico, hidrossanitário, entre outros, também deve-se prever especificações, orçamentos e cronogramas.

5.4.2 FUNDAÇÕES

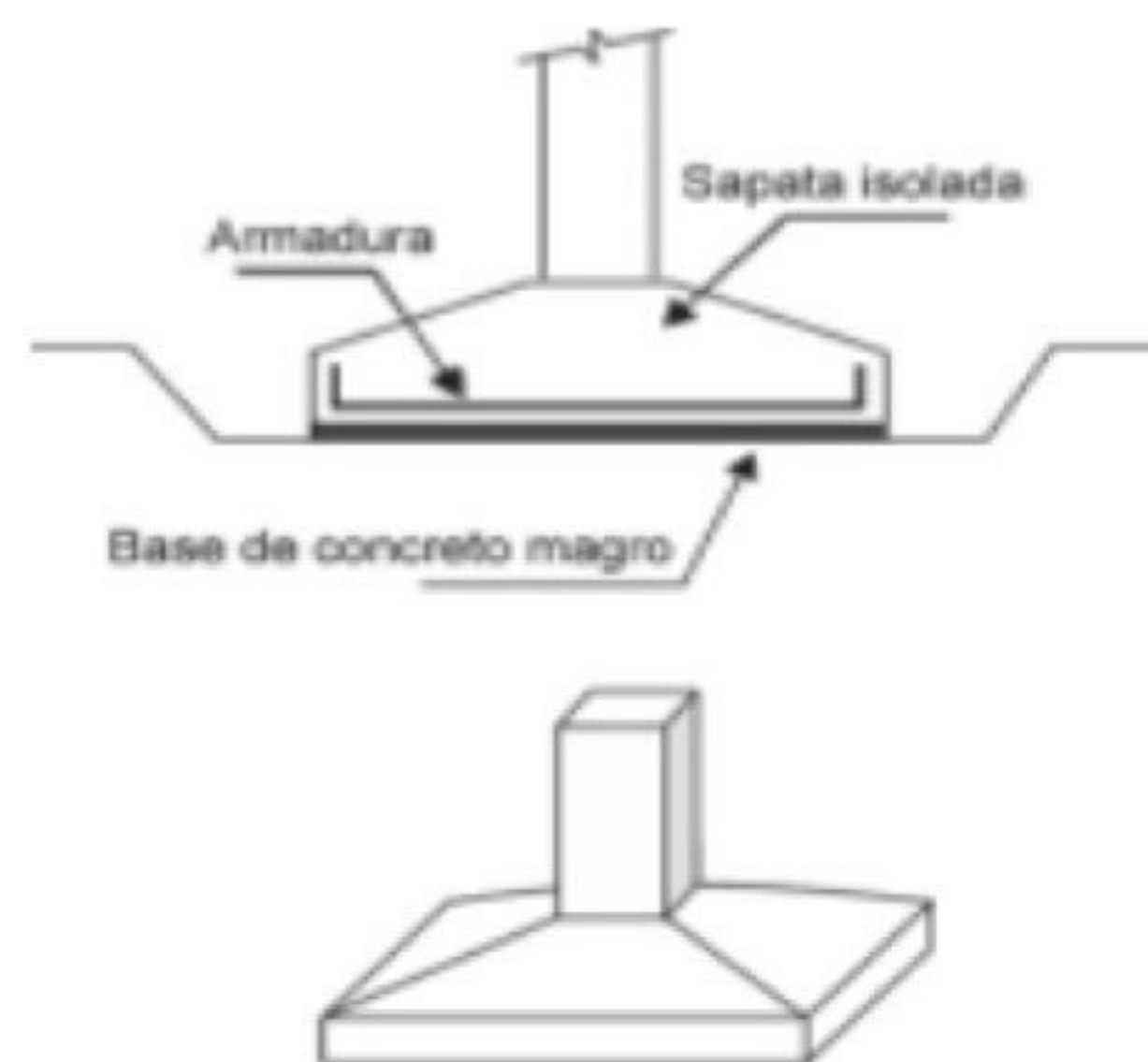
É a infraestrutura da edificação no qual é responsável suportar e transmitir toda a carga do edifício para o solo. Para uma escolha correta do tipo de fundação a adotar-se na obra é necessário ter conhecimento não só das cargas atuantes no solo, como também do perfil e características do solo que vai suportar os esforços. Com isso, as sondagens são realizadas para reconhecer o perfil geológico e verificar a presença de água nas diversas camadas do solo (SALGADO, 2018).

5.4.2.1 Tipos de fundações

A fundação pode ser:

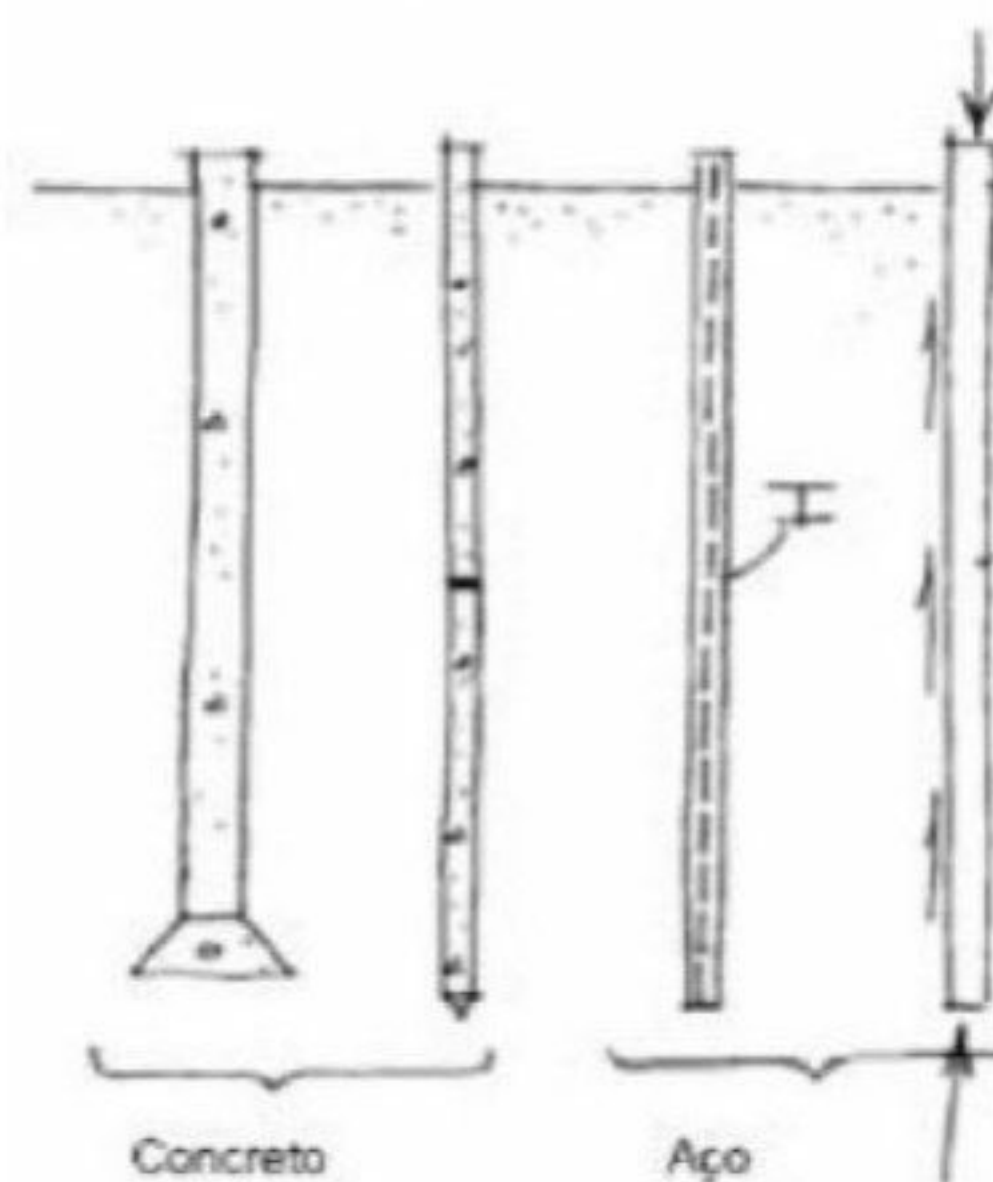
- Direta: Se o solo for firme a pequenas profundidades. As transmissões de carga são feitas diretamente pela base. Exemplo são as sapatas isoladas e corridas. A figura 08 ilustra um exemplo de sapata isolada;
- Indireta: Se o solo firme for encontrado a uma profundidade que elimine a execução de fundação direta. As transmissões de carga são preponderantes pela superfície lateral. Exemplos são estacas e tubulões. A figura 09 ilustra um exemplo de fundação profunda.

Figura 8 - Sapata isolada



Fonte: (Salgado, 2018).

Figura 9 - Estaca



Fonte: (Salgado, 2018).

5.3.3 ESTRUTURA

A estrutura pode ser definida como: Parte superior da edificação que suporta a carga dos diversos pavimentos e as transmite para a infraestrutura (BASTOS, 2019). As normas que direcionam a execução dos componentes estruturais são:

- NBR 6118/2014: "Projeto de estruturas de concreto - Procedimento".
- NBR 12655/2015: "Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento"
- NBR 15696/2009 – Formas e escoramentos para estruturas de concreto – Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos.

Serviços a serem feitos na parte de execução de estruturas:

- a) Formas e escoramento
- b) Armadura
- c) Concretagem

Fôrmas e escoramento

Para Salgado (2018), as formas são os elementos que na fase de execução são responsáveis por dar a forma definitiva do concreto quando este ainda está na sua forma plástica. É necessário que seja atendido alguns critérios para a garantia do acabamento assim como a estabilidade da peça a ser concretada.

Em média gasta-se 12 m^2 de madeira para cada m^3 de concreto, este parâmetro deve ser tomado apenas como base para cálculo aproximado de orçamento. A norma a ser obedecida para execução de formas é a NBR 15696/2009 – Formas e escoramentos para estruturas de concreto – Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos (BASTOS, 2019).

Na parte de escoramento com madeira deve-se estar atento com os apoios do terreno, emendas e escoras superiores a 3 metros devem ser travadas horizontalmente. O escoramento metálico permite uma execução mais fácil com total reaproveitamento (BASTOS, 2019).

Armaduras

As armaduras são os elementos responsáveis por dar resistência ao concreto na sua fase de execução, principalmente para combater os esforços de tração e flexão. Ela deve obedecer a certos critérios na fase de execução para garantir a resistência estrutural adequado do elemento a ser concretado (SALGADO, 2018).

Concretagem

Já é de conhecimento que o concreto é constituído da mistura de vários elementos. Durante o seu transporte, seja em carrinho de mão ou caminhão betoneira, existe o risco da segregação dos elementos constituintes causando a perda de qualidade do concreto. Para que o concreto chegue ao local de despejo com qualidade a peça a ser concretada já deve estar preparada com todos os equipamentos em perfeitas condições de uso (SALGADO, 2018).

Para Bastos 2019, uma sequência de concretagem pode ser definida como:

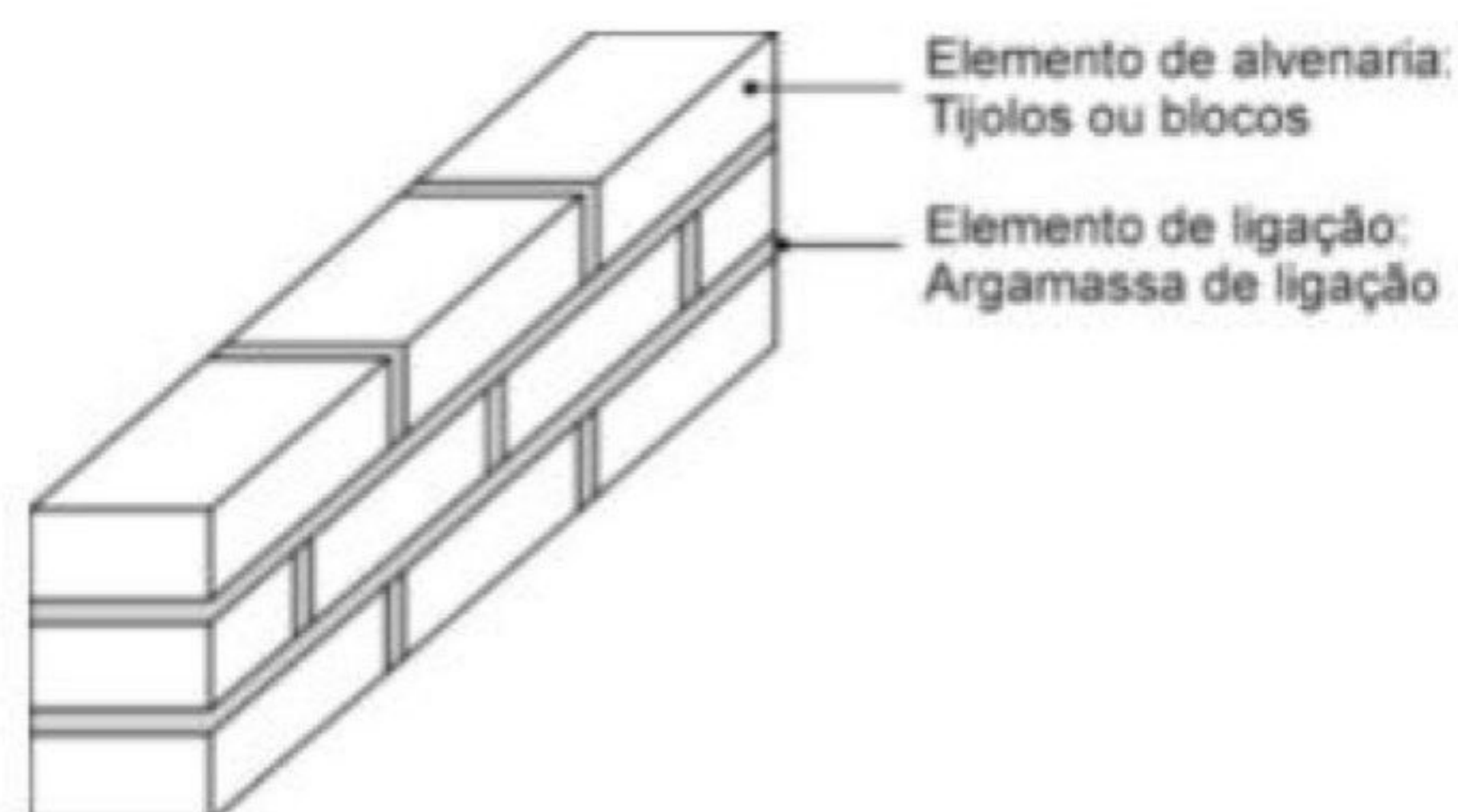
- A. Verificação e nivelamento das formas
- B. Umedecimento das formas
- C. Quaisquer buracos ou fendas que possam deixar o concreto vazar precisam ser fechados.
- D. A aplicação do concreto deve ocorrer no menor prazo possível.

- E. Verificar se toda a camada de concreto está sendo vibrada, bem como se estão sendo respeitados o tempo de vibração e as camadas de concretagem.

5.3.3 ALVENARIA

A vedação vertical é um subsistema do edifício formado por elementos que dividem os ambientes internos e externos e impedem a entrada de agentes indesejáveis como a chuva ou animais. A alvenaria pode ser entendida como um componente constituído da união de blocos ou tijolos e o elemento de ligação (argamassa), no qual forma um conjunto monolítico estável (SALGADO, 2018). Podemos ver um exemplo de alvenaria na figura 10.

Figura 10 - Alvenaria de vedação



Fonte: Salgado, 2018

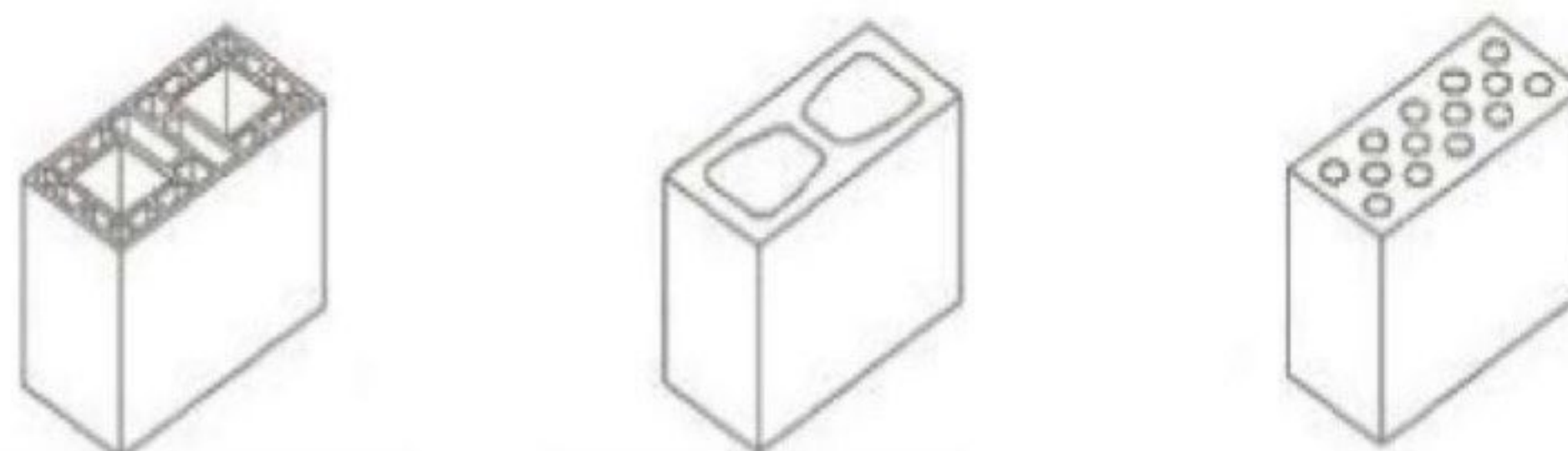
Bastos (2019) diz que a alvenaria pode ter algumas finalidades como:

- Vedação: Paredes externas e internas e divisas
- Estrutural: As paredes recebem cargas horizontais e verticais

O mesmo autor ainda apresenta alguns exemplos de blocos, como

- Bloco de concreto estrutural: Este tipo de bloco permite a passagem de instalações elétricas e hidráulicas de forma que fiquem embutidas no levantamento da alvenaria, a figura 11 exemplifica alguns tipos de bloco.

Figura 11 - Modelos de blocos estruturais

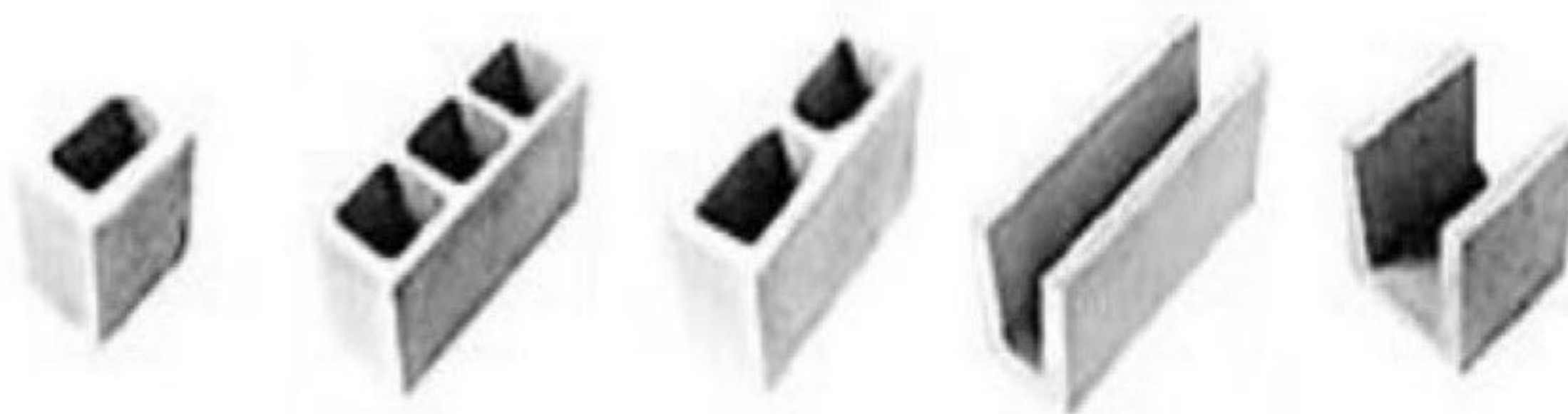


Fonte: Bastos, 2018

- Bloco de concreto de vedação: Utilizado em fechamento de vão de prédio estruturados. Os vãos modulados devem ser projetados em funções das

dimensões do bloco para evitar desperdício com o corte dos blocos na fase de execução.

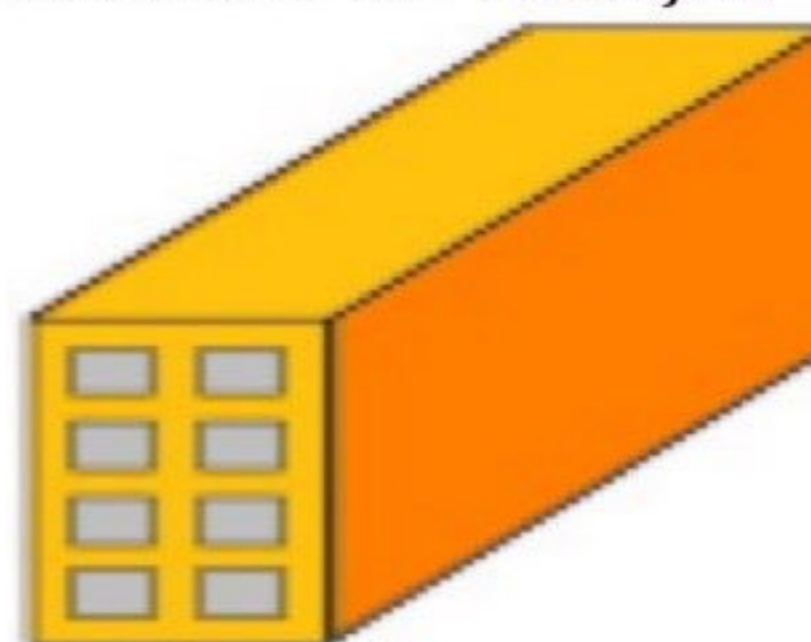
Figura 12 - Blocos de concreto e suas variações



Fonte: Bastos, 2019

- Bloco cerâmico de vedação: É o mais encontrado na construção de edificações. O seu manuseio e corte é mais fácil em relação aos blocos de concreto.

Figura 13 - Bloco cerâmico de vedação



Fonte: Bastos, 2019

5.3.4 COBERTURA

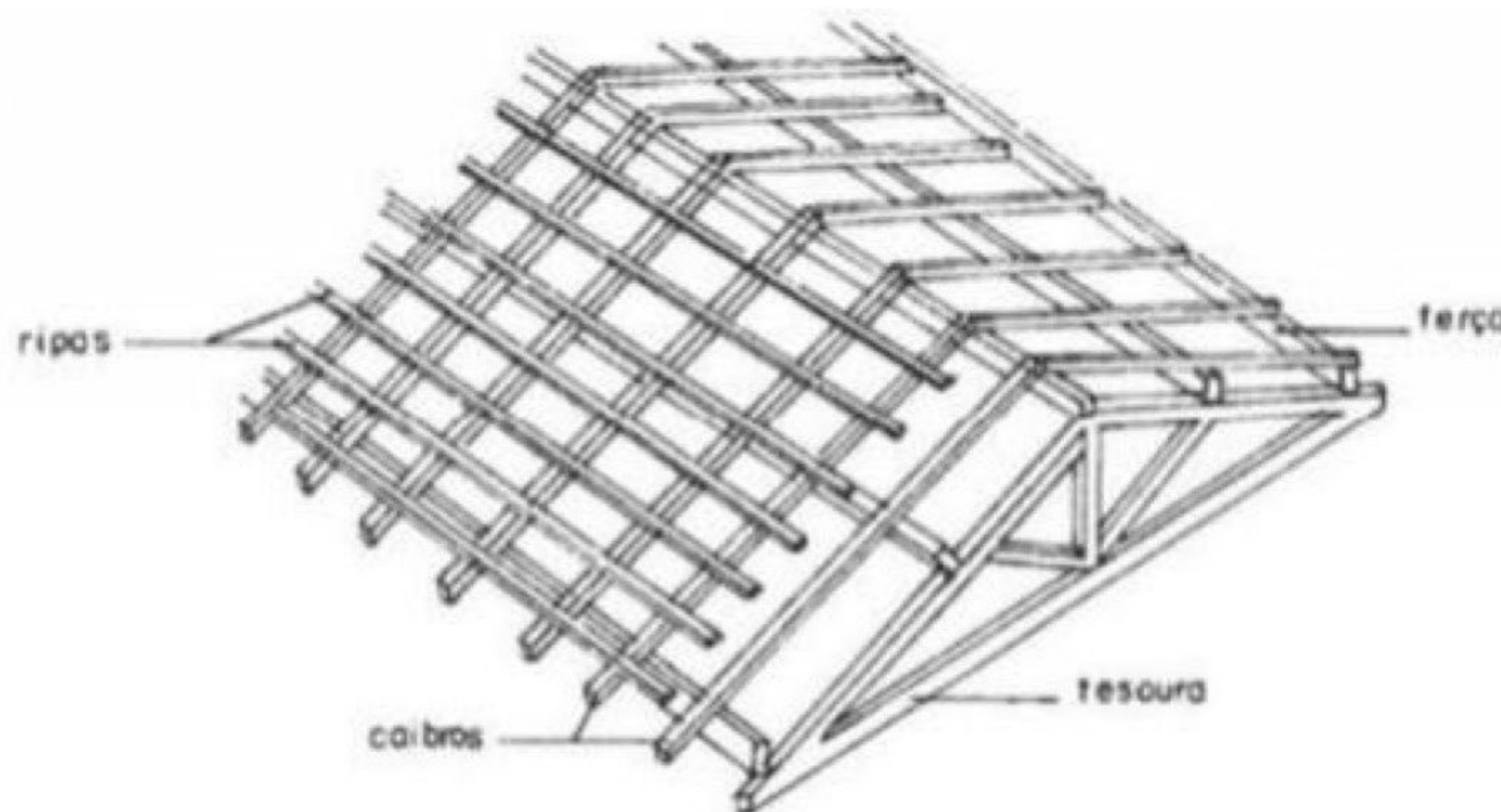
A cobertura é o elemento que tem como função proteger os ocupantes e itens do interior da obra contra as intemperes e ações da natureza. Os materiais cerâmicos são elementos com grande aceitação na execução de coberturas diante do mercado consumidor, principalmente em obras pequenas. Em obra de maiores dimensões a utilização de outros tipos de materiais se faz presente pela facilidade e rapidez na execução tendo também um bom custo-benefício (SALGADO, 2018).

Em telhado de telhas cerâmicas ou de concreto, utilizar 15 a 16 telhas por metro quadrado, com inclinação mínima de 35%. O caimento mínimo para cobertura de fibrocimento com ondulação de 6mm e 8mm deve ser de 22 % (BORGES, 1998).

O madeiramento pode ser dividido em duas categorias: armação e trama. A armação do madeiramento é constituída por tesouras ou treliças, cantoneiras e escoras, entre outros. A peroba é o material mais utilizado por sua resistência ao apodrecimento e por não ser tão dura quanto o ipê, por exemplo.

Ao calcular e projetar uma tesoura, deve-se utilizar bitolas comerciais para evitar sobrecarregar a estrutura. Já a trama é formada por terças, caibros e ripas que ficam apoiados sobre a armação, no qual servem de apoio para as telhas (BORGES, 2009). A figura 14 ilustra o sistema de armação de uma cobertura.

Figura 14 - Cobertura em madeira



Fonte: Oliveira, 2012

5.4.5 INSTALAÇÕES HIDRAULICAS

Executado após a alvenaria as instalações de esgoto e sanitário são feitas por um encanador com base nas definições de projeto da obra (BASTOS, 2019). Os serviços de instalações hidráulicas podem ser executados na seguinte ordem:

- I. Ligação provisória de água e esgoto para a obra
- II. Execução de reservatórios inferior e superior de água para abastecimento da edificação
- III. execução das tubulações e conexões embutidas nas paredes e no solo
- IV. Instalação de metais e peças sanitárias

As instalações hidrossanitárias englobam diversos sistemas, como: água fria, pluviais, água quente e incêndio. Devem ser executadas de maneira a facilitar as manutenções e reparos futuros. A utilização de shafts é muito utilizado nas instalações sanitárias, porém o seu uso embutimento não é permitido nos pilares, vigas e lajes. A passagem das tubulações sobre laje e

vigas devem ser previamente definidas no projeto estrutural, para evitar perdas de resistência das peças (AZEVEDO, 2004).

5.3.6 INSTALAÇÕES ELETRICAS

É nessa fase que são instalados os condutores, eletrodutos, luminárias e outros dispositivos elétricos. Todos devem ser dimensionados corretamente por um profissional capacitado e habilitado. Esta etapa começa com a ligação provisória para a obra, segue para a instalações e embutimentos de eletrodutos e das caixas na alvenaria e termina com a passagem das fiações pelos eletrodutos e sua ligação nas tomadas e interruptores (BASTOS, 2019).

A fiação aérea passa por eletrodutos fixados na laje ou também podendo ser embutido na estrutura no momento da concretagem. Por fim, deve ser adicionado os dispositivos e seus acabamentos na caixa de interruptores, tomadas e quadros (OLIVEIRA, 2012).

5.3.7 REVESTIMENTOS

Para Salgado (2018), todas as construções estruturais ou de vedação, precisam de um meio que proteja das intemperes que ao longo do tempo podem ocasionar danos. Esse meio de proteção da construção chama-se revestimento. O autor diz que há diversos tipos de revestimentos, mas os tradicionalmente aplicados a construções residenciais são os de argamassa, cerâmicos e de pedra. Com o passar do tempo novas técnicas e materiais vão sendo descobertos e é necessário sempre estar atento para este ponto.

De acordo com Azevedo (2004), existem vários tipos de argamassa, cada um com seu conjunto de funções: Argamassa de aderência, que é usada para chapisco; argamassa de regularização, que é usada no emboço; e argamassa de acabamento, que é usado no reboco.

O autor ainda diz que o objetivo do chapisco é promover a adesão da superfície. Pode ser aplicado diretamente em blocos cerâmicos ou elementos estruturais de concreto, proporcionando condições de aspereza em superfícies muito lisas e de baixa porosidade. O chapisco é utilizado para preparar essas superfícies, criando aderência suficiente para receber as camadas de revestimento remanescentes. Já o reboco tem a finalidade de regularizar a superfície, dada a natureza irregular da parede de alvenaria, assim como atuar como camada protetora contra a umidade.

A utilização de apenas duas camadas de revestimento é cada vez mais comum, sendo a primeira (chapisco) essencial para melhor adesão, e a segunda (emboço) preparada com areia média peneirada, sarrafeada e alisamento final com espuma. Este procedimento é conhecido como reboco de massa única ou reboco paulista. Se o emboço for apenas sarrafeado, temos uma superfície pronta para aplicação de cerâmicas, massa corrida ou gesso (SALGADO, 2018).

Para os revestimentos cerâmicos, Salgado (2018), diz que são utilizados na maioria das vezes em áreas sujeitas a presença de água, como áreas de serviço, cozinhas e banheiro, mas nada impede de ser utilizado em outros ambientes. A sua execução precisa de bastante cuidado, pois o controle das juntas é de extrema importância para obter a absorção das movimentações térmicas e estruturais. Em outros tempos o assentamento era feito com argamassa cimento, cal e areia, preparados no local, contudo atualmente é executado com o emprego de argamassa feitas em fábrica, bastando adicionar água.

5.3.8 PINTURA

Uma das etapas finais da obra é a pintura, e é uma das mais caras. A execução dessa parte fica por conta de um empreiteiro especializado, cujo preço dependerá dos materiais utilizados, mão de obra e equipamentos (BASTOS, 2019).

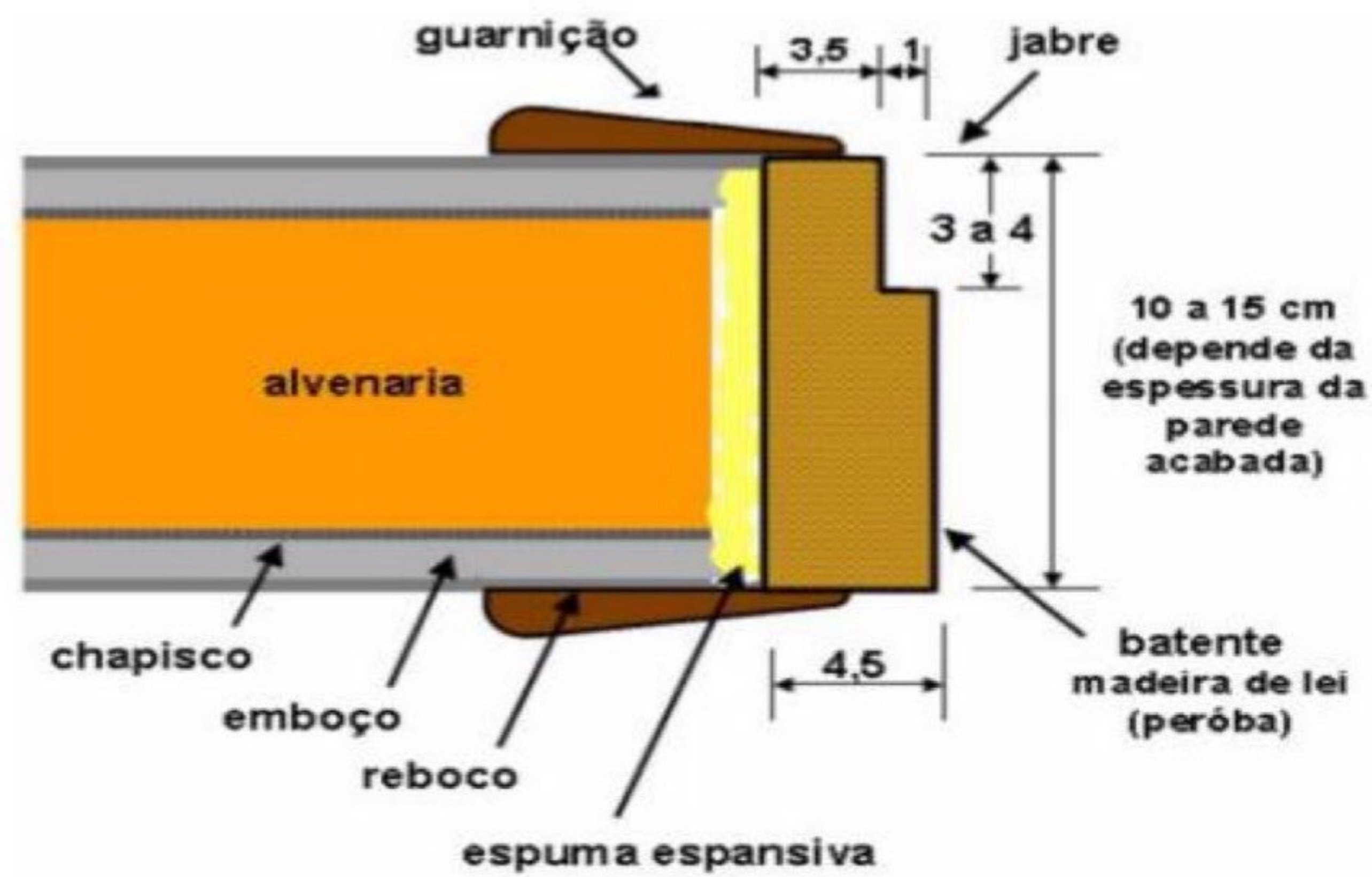
Uma das principais funções da pintura é impedir que a umidade entre em contato com os elementos construtivos evitando a proliferações de fungos e bactérias no interior dos ambientes devido a formação de mofo (SALGADO, 2018).

5.3.9 ESQUADRIAS

Bastos (2019), diz que a escolha do tipo de esquadrias a ser instaladas nos vãos vai depender da disponibilidade do material no mercado, como madeira, alumínio, pvc, etc. Os principais critérios para a escolha são a estética, durabilidade, preço e funcionalidade. Suas principais funções são a iluminação, ventilação, isolamento e acesso.

Os componentes do sistema portas convencional (figura 15) formam um sistema funcional, com os seguintes elementos: batente ou marco, guarnição, folha ou folhas e ferragem. O batente é um componente fixo que se instala junto ao vão da parede. O batente tem um rebaixo na sua superfície onde é fixado a folha, que é conhecido por jabre. O alizar consiste no acabamento da porta, que é instalado entre o marco e a alvenaria, e a espuma expansiva, que auxilia na fixação do marco na alvenaria, com o objetivo de eliminar folgas e evitar que o marco empene (POZZOBON, 2007).

Figura 15 - Instalação do marco com a alvenaria



Fonte: Pozzobon, 2007

Salgado (2018), diz que em termos de prumos e níveis, a instalação dos caixilhos de esquadrias e janelas deve ser extremamente criteriosa. É importante lembrar que os caixilhos são um aspecto importante na finalização de uma obra e, como tal, merecem atenção redobrada, pois um erro pode levar a correções difíceis.

4 METODOLOGIA

4.1 Classificação da pesquisa

Este trabalho surgiu através da estratégia do estudo de caso de Yin (2001). Segundo o autor, a estratégia de estudos de caso é indicada para estudos organizacionais e gerenciais. Esta estratégia pode ser definida da seguinte maneira:

“[...] a essência de um estudo de caso, a principal tendência em todos os tipos de caso, é que ela tenta esclarecer uma decisão ou um conjunto de decisões: o motivo pelo qual foram tomadas, como foram implementadas e com quais resultados.” (SCHRAMM, 1971, p.31).

Yin (2001), ainda avalia o estudo de caso como sendo uma investigação empírica que analisa um fenômeno contemporâneo dentro do contexto da vida real, em especial quando as fronteiras entre o fenômeno e os contextos não estão claras.

Sendo assim, por meio do estudo de caso, com o auxílio dos dados coletados, buscou-se descrever e apresentar os materiais e técnicas construtivas bem como avaliar como elas afetam na maneira de promover a qualidade e gestão da obra.

4.2 Instrumentos de coleta e análise de dados

As informações necessárias para este estudo foram coletadas ao longo de 11 meses em que o autor estagiou na empresa responsável pela construção da edificação. Por todo esse período, foi feito o acompanhamento semanal, sendo dedicadas 5 horas diárias. O autor foi sempre guiado pelas orientações do engenheiro responsável de como proceder e analisar os fatos cotidianos da obra. Através do contato diário com os colaboradores, foi-se ganhando entendimento sobre como cada fase da obra era executada. Sendo assim, as informações a respeito das técnicas construtivas foram sendo coletadas.

Por meio de conversas e entrevistas com o engenheiro, foi gerado o conhecimento sobre a maneira em que a obra era gerida assim como os procedimentos que levavam a se obter a qualidade dos serviços prestados. Por fim, os materiais e métodos construtivos foram registrados por meio fotográfico afim de se dar um entendimento mais amplo.

4.3 Localização e descrição da pesquisa

A edificação está localizada na cidade de Pau dos Ferros – RN. Sendo caracterizada por um ambiente corporativo, possuindo área total do terreno de 410,40 m², correspondendo a

387,97 m² de área edificada dispostos em três pavimentos, sendo eles com 157,76 m², 157,76 m² e 72,45 m² respectivamente. Conta ainda com 223,84 de área permeável e taxa de ocupação correspondente a 161,70 m². A mesma possui ainda área de socialização ao ar livre, local de higienização, atendimento ao cliente, diretorias, salas de criação, recepção, espaço de convivência, áreas livres em seu interior, escritório, depósitos, garagens, entre outros. A imagem da edificação em projeto pode ser visualizada na figura 16.

Figura 16 - Vista da edificação



Fonte: Projeto arquitetônico, 2022

4.4 Seleção da empresa

A escolha da empresa e obra, que serve de base para este estudo de caso, deu-se pelos seguintes critérios: O autor estagiar na empresa, o que facilitou o acompanhamento das etapas construtivas, pela localização da obra, para facilitar o acesso e pela sua relevância dentro do contexto da construção civil da região.

A empresa responsável pela execução é uma empresa de engenharia da cidade de Pau dos Ferros-RN. A mesma atua no ramo da construção civil há 3 anos na elaboração de projetos estruturais, execução e regularização de obras.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Materiais utilizados na construção da edificação

O processo construtivo em alvenaria convencional demanda uma grande quantidade de materiais e insumos, tanto para a construção da estrutura em concreto armado quanto para a vedação dos ambientes. A falta de padronização e a qualidade muitas vezes deficiente na produção dos materiais, aliado com a grande quantidade em que são utilizados, faz com que o controle no recebimento dos insumos seja um fator de grande importância.

Para garantir uma boa fabricação dos materiais, é necessário inspecionar os insumos no momento da entrega, fazendo também o armazenamento correto em locais adequados, seguindo as boas práticas e o sistemas de gestão de qualidade.

Contudo, por serem materiais de baixo nível de industrialização, tem pouco valor agregado. Com isso, tem-se poucos cuidados na utilização dos mesmos, gerando altas quantidades de resíduos na obra, e na maioria das vezes, o controle de qualidade e armazenamento é deixado de lado. A seguir, o quadro 01 resume os materiais e suas utilizações na obra.

Quadro 1 - Materiais e suas utilizações

Concreto simples	Fabricação das peças estruturais
Cimento	Fabricação de concreto e argamassas
Agregados	Fabricação de concreto e argamassas
Água	Fabricação de concreto e argamassas
Aço	Montagem das armaduras
Bloco de concreto	Execução da alvenaria
Argamassa	Assentamento de blocos e execução dos revestimentos

Fonte: Autor, 2022

5.1.2 Concreto simples

Para a fabricação das peças do sistema estrutural comum (Sapatas, vigas, pilares e laje) da obra foi utilizado concreto com resistência de 25 Mpa e traço 1:2:3. A resistência foi previamente calculada e especificada em projeto.

Segundo o Sinapi (2021), o traço para concreto com $Fck = 25 \text{ Mpa}$, preparado mecanicamente com betoneira de 400 L, é: 1:2,3:2,7 (Em massa seca de cimento/areia média/brita 1).

Aço, água, agregado miúdo, agregado graúdo, cimento e ar são os principais componentes do concreto armado. Outros compostos, como pozolanas ou sílica ativa, bem como diversos aditivos químicos, podem ser adicionados para dar características adicionais ao concreto (GONÇALVES, 2015).

5.1.3 Cimento

Nas primeiras fases da obra foi utilizado o cimento de alta resistência inicial, pois esse tipo traz a vantagem de poder fazer uma desforma rápida dos elementos concretados, ganhando muita produtividade e tempo para acompanhar o cronograma.

Já para a produção do chapisco, reboco e no assentamento dos blocos de alvenaria, o cimento utilizado foi o Portland comum com adição de escoria, especificamente o CP II-E, a utilização desse tipo é versátil e aplicável a todas as fases da obra.

Os sacos eram armazenados em locais protegidos do sol e chuva, e sempre em cima de suportes de madeira, como mostra a figura 17:

Figura 17 - Local de armazenamento dos sacos de cimento



Fonte: Autor, 2022

Há diversos tipos de cimentos disponíveis no mercado, cada qual com uma aplicação específica, Milito (2009), traz alguns tipos de cimentos e seus empregos na construção:

- cimento Portland comum: concreto armado em ambientes não agressivos, lançamento de pequenos volumes ou grandes volumes, concreto protendido ou pré-moldado;
- cimento Portland de alta resistência inicial: para descimbramento a curto prazo;
- cimento de moderada e alta resistência a sulfatos: estruturas em contato com sulfatos, estruturas em meios ligeiramente ácidos, concreto massa;
- cimento Portland de alto forno: recomendável para estruturas em meios ácidos ou sujeitas a ataque de sulfatos e/ou ácidos, aplicável a concreto massa;
- cimento Portland pozolânico: recomendável para concreto massa e para uso com agregados reativos com álcalis, aplicável a estruturas sujeitas a ataques ácidos fracos ou de sulfatos.

A principal causa da deterioração do cimento é a umidade, que é absorvida pelo cimento e o hidrata pouco a pouco, reduzindo suas propriedades aglomerantes. O cimento hidratado é facilmente identificável. Ao espremê-lo entre os dedos, você verá que ele não está completamente pulverizado. Você também notará a presença de torrões e seixos, que indicam outras fases de hidratação. Para tanto, Milito (2009) traz algumas recomendações e cuidados:

Para armazenar o cimento é preciso, antes de tudo, mantê-lo o mais longe possível de ambientes úmidos e, segundo evitar armazená-lo em altitudes muito elevadas, pois o cimento ainda pode se hidratar.

Para evitar a deterioração do cimento, é recomendável:

- Não exceder em mais de 10 sacos empilhados, salvo quando o tempo de armazenamento for no máximo de 15 dias, assim pode-se atingir 15 sacos;
- As pilhas devem estar a 30 cm do piso, sobre suportes de madeira, a 50 cm do teto e a 30 cm das paredes.

5.1.4 Agregados

Na construção da edificação, buscava-se não variar a compra dos agregados graúdos e miúdos de muitos fornecedores, pois a aquisição desses materiais em diversos fornecedores pode acarretar na variação da granulometria dos agregados, no qual a homogeneidade e a resistência mecânica do concreto podem ser prejudicadas. A troca de fornecedor só era feita em casos de aumento significativos de preços.

Sempre, na chegada dos materiais, verificava-se a quantidade entregue. Esta tarefa era feita para evitar prejuízos e falta de material na obra. Conferido o material, o armazenamento era realizado em locais próximos a obra.

Para Gonçalves (2015), a função primária dos agregados é preencher as lacunas entre os aglomerados de cimento, permitindo o endurecimento da massa sem a adição de grandes quantidades de cimento. As partículas de cimento se ligam às partículas agregadas ao longo de sua expansão, resultando em um composto rígido. O uso de agregados na massa confere outras propriedades ao concreto, como redução da retração da pasta de cimento, melhor trabalhabilidade da massa e aumento da resistência quando exposto a altas temperaturas.

Segundo Milito (2009), se recebermos granulometria mais fina que o material utilizado na primeira dosagem, precisaremos de uma quantidade maior de água para manter o mesmo nível de produtividade, resultando na redução da resistência mecânica. Caso ocorra a inversão, haverá excesso de água para a mesma trabalhabilidade, aumentando a resistência pela redução do fator água/cimento, o que será desnecessário porque se tornará antieconômico, além de causar redução de finos, o que prejudicará seu coeso e capacidade de reter água em seu interior, causando exsudação do mesmo.

5.1.5 Água

O fornecimento de água limpa, nos primeiros dias de obra, era feito por meio de caminhões pipa que abasteciam caixas de água instaladas no canteiro de obra, após certo tempo, foi instalado o fornecimento de água pela rede de distribuição da concessionária da cidade.

A importância da água no concreto armado é visível em seu processo de fabricação. Sem este componente, a reação do cimento e endurecimento do mesmo seriam impossíveis. A água permite que ocorram reações químicas, conhecidas como reações de hidratação, que garantem a resistência e durabilidade do concreto. A NBR 6118 especifica os níveis aceitáveis de substâncias estranhas na água. A água potável é a mais recomendada para o uso em concreto armado (GOLNÇALVES, 2015).

Se a água suja dentro de certos limites não tem consequências danosas para o concreto simples, não se pode dizer o mesmo para o concreto armado, onde a presença de cloretos pode causar corrosão, bem como manchas e eflorescências superficiais (MILITO, 2009).

5.1.6 Aço

O aço é um material de extrema importância para a obra em concreto armado. Além de desempenhar suas funções, já discutidas anteriormente, esse produto pode impactar diretamente nos custos da obra, pois é um material caro e muito utilizado. Os aços adquiridos para obra eram

entregues em vergalhões de 12 m. Armazenava-se as barras sobre o próprio solo do canteiro de obras, sem qualquer cuidado para evitar sua corrosão. Os cortes para a fabricação das armaduras eram realizados no local em que estavam, já para a armação das peças, era improvisado um local dentro do canteiro com suportes para fazer as dobras e amarrações dos vergalhões.

O aço é uma liga metálica composta principalmente de ferro e carbono. A principal diferença entre ele e o ferro fundido é a quantidade de carbono, que varia entre 0,008 % e 2,11% nas ligas de aço, mas é superior a 2,11% nas ligas de ferro fundido (FREITAS, 2006).

Segundo Milito (2009), os aços estruturais fabricados nacionalmente podem ser classificados em três grupos:

- Aços de dureza natural laminados a quente: utilizados a muito tempo no concreto armado. São os mais utilizados, como o CA60 e CA50. Hoje em dia possuem saliências para aumentar a aderência quando em contato com o concreto.
- Aços encruados a frio: obtidos por tratamento a frio do aço comum. O aço é encruado a frio por torção combinado com tração.
- Aços para concreto protendido: São aços duros que pertencem ao grupo de aços protendidos. Geralmente são encontrados em fios isolados ou formando uma cordoalha.

O autor ainda traz a recomendação para realizar o armazenamento em meios medianamente agressivos em que as barras devem ser alocadas sobre travessas de madeira, protegidas por pedras britadas e posteriormente cobertas com lonas plásticas.

5.1.7 Bloco de concreto

Os blocos podem ser fabricados no canteiro de obras utilizando-se fôrmas para a fabricação ou podem comprados de uma fábrica e levados a obra. Na construção da edificação em estudo, os blocos eram fornecidos de uma fábrica local. As entregas feitas em quantidades múltiplas de mil. Armazenava-se nos locais mais próximos de onde estava sendo executado as alvenarias. Na figura 18 é mostrado os blocos para a construção das alvenarias.

Figura 18 - Blocos de concreto



Fonte: Autor, 2022

O bloco de concreto é um componente industrial que é fabricado com equipamentos que vibram e prensam os componentes utilizados em sua fabricação. Esses blocos possuem passagens suficientes para o uso de eletrodutos sem o corte e desperdício do material. Blocos de concreto simples para alvenaria de vedação devem atender ao disposto na ABNT NBR 6136 (2007) – Blocos de vazados de concreto simples para alvenaria de vedação (SANTOS, 2014).

A principal característica de uma alvenaria, que normalmente utiliza blocos de concreto classe C, é que ela deve suportar seu próprio peso. Já na alvenaria estrutural usa blocos de classes específicas A ou B, que, além de suportarem o próprio peso, também devem suportar outras cargas e ações (PRESTO, 2021)

Na maioria das vezes, as alvenarias de vedação utilizam blocos classe C e servem para dividir ambientes sem ter que suportar cargas adicionais. Ao contrário da alvenaria estrutural, a sustentação estrutural é fornecida por outros elementos estruturais como pilares e vigas. Como resultado, é comum que os blocos utilizados tenham mais opções de tamanho para melhor conectar as diversas estruturas (PRESTO, 2021)

Segundo Santos (2014), além dos blocos e meio-blocos, existem outros tipos de componentes complementares que compõem as alvenarias de vedação, cada um com sua função, como a canaleta U, que permite a construção de cintas de amarrações, vergas e

contraergas, a canaleta J, meio bloco de amarrações, compensadores, e outros que podem ser especificados.

5.1.8 Argamassa

A argamassa utilizada para assentamento dos blocos deve estar de acordo com as indicações da NBR 13281. Pode ser preparada no local ou industrializada. É recomendado o uso de argamassa mista composta por cal, areia, água e cimento. O cimento confere a mistura estanqueidade das juntas, melhor aderência e resistência mecânica.

Segundo a Votorantim (2021), a argamassa deve ser preparada próxima à área de trabalho, porém protegida da chuva, sol e vento. A temperatura da água de mistura deve estar entre 18 e 25 graus Celsius. A quantidade de água potável indicada na embalagem de cada argamassa deve ser adicionada a um recipiente limpo e seco. A água deve estar livre de resíduos, graxa, óleos, ou material particulado.

5.2 TÉCNICAS E PRÁTICAS CONSTRUTIVAS

As etapas das práticas a serem descritas, estão resumidas na tabela a seguir:

Tabela 2 - Resumo das etapas da edificação

Movimentação de terra e locação	Terraplanagem
	Locação e montagem do gabarito
Fundação	Execução de sapatas
Fôrmas	Montagem das fôrmas de pilares e vigas
Alvenaria	Execução das alvenarias em blocos de concreto
Impermeabilização	Impermeabilização dos baldrames
Instalações elétricas	Instalação e montagem dos componentes eletricos
Instalações hidrossanitárias	Instalação e montagem dos componentes hidraulicos
Revestimento	Execução dos revestimentos argamassados
Esquadrias	Regularização e execução das esquadrias
Laje nervurada	Montagem da laje nervurada
Cobertura	Montagem da cobertura

Fonte: Autor, 2022

5.2.1 Movimentação de terra e locação

Após ter concluído toda a parte burocrática para dar início a obra, foi utilizada uma retro escavadeira para terraplanagem com o intuito de deixar o canteiro de obras homogeneizado e livre de vegetações, para que assim se tenha um ambiente adequado para começar os trabalhos de locação e armação dos gabaritos.

Com isso, foi iniciada a construção do gabarito (figura 19), em que foi utilizado sarrafos, pontaletes de madeira, pregos e linhas de náilon. O gabarito estava distante de 1,5m das linhas

de paredes do contorno da edificação. Optou-se por deixar a 30 cm do nível da rua, medida em que seria executado o piso.

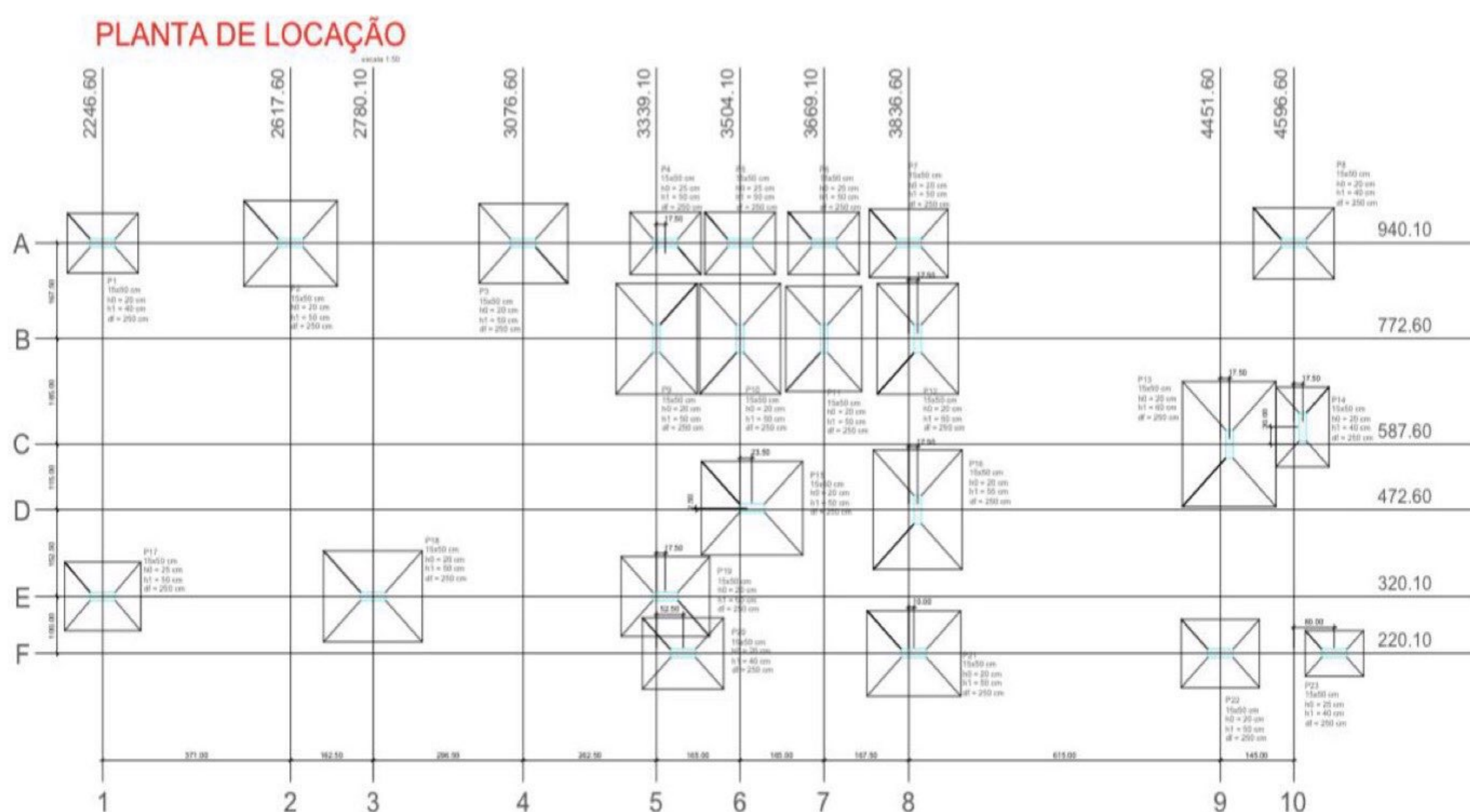
Após ser instalado o madeiramento do gabarito, foi definido o alinhamento dos elementos construtivos. Assim, segue-se para a locação dos pilares definidos em projeto (figura 20). A escavação das valas foi realizada por meio de uma retro escavadeira, pois a profundidade prevista em projeto alcançava 2,5 m de profundidade.

Figura 19 - Gabarito da obra



Fonte: Autor, 2022

Figura 20 - Localização dos pilares e sapatas



Fonte: Projeto estrutural da obra, 2022

5.2.2 Fundação

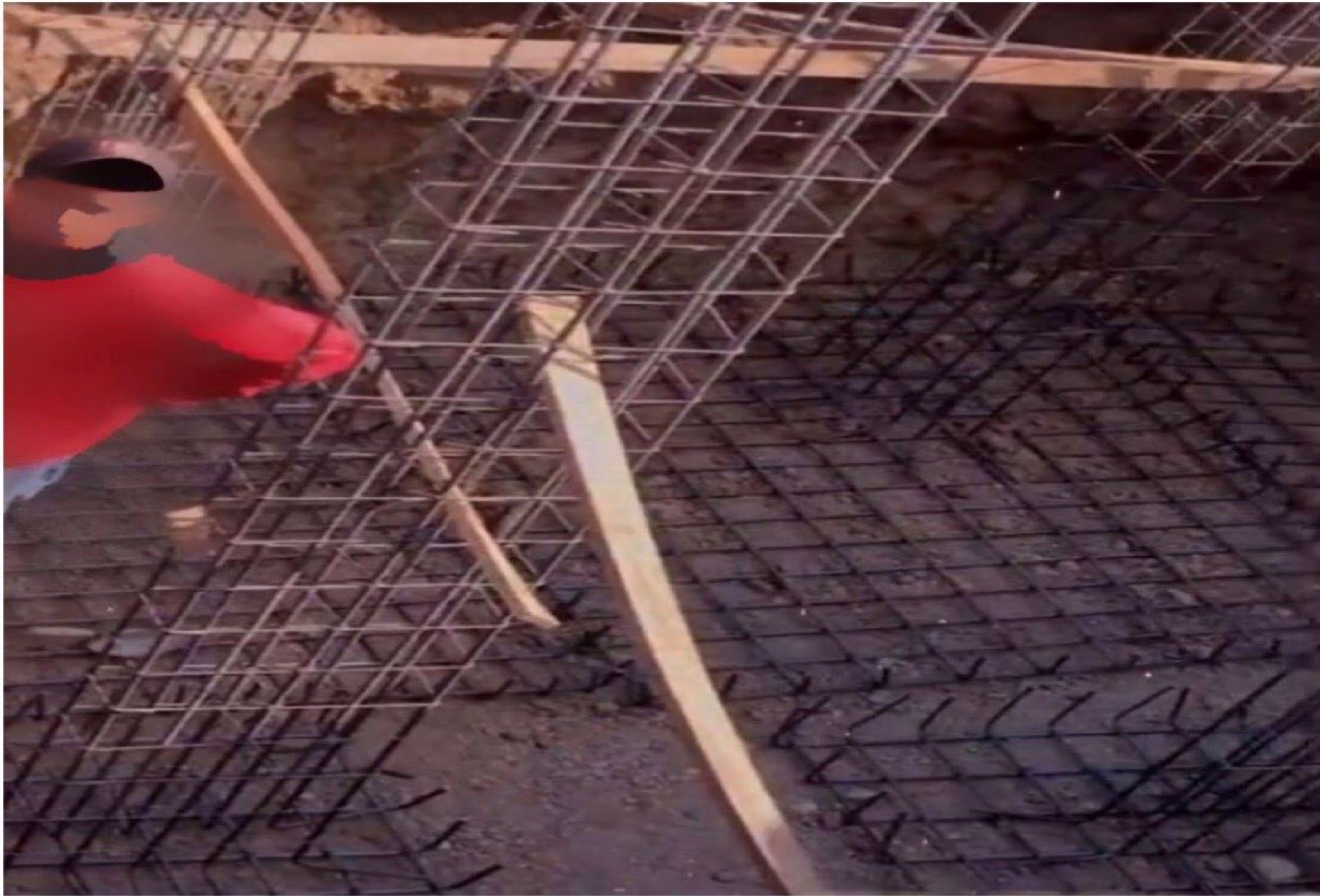
A fundação definida em projeto foi a sapata isolada (figura 23); para o projeto de fundações não foi realizado nenhum tipo de sondagem no terreno, pois, o engenheiro, possuía conhecimento das características e capacidades resistente dos solos da região. No terreno da obra em estudo, o mesmo afirmou que conhecia bem aquele solo, pelo motivo de ter executado duas obras vizinhas ao local.

Na execução das sapatas, primeiramente foi feito um apiloamento do fundo das valas, logo em seguida, despejado um lastro de concreto magro de 5 cm. Antes de colocar as armaduras da sapata, foi distribuído vários pedaços de tijolos, no qual os colaboradores usualmente chamam de “cocada”, para que houvesse um cobrimento mínimo da armadura.

A próxima etapa foi a colocação da armadura da sapata e o nivelamento do arranque do pilar. Para garantir o prumo colocava-se sarrafos de madeira no qual ficavam engastados ao solo, como podemos ver na figura 21. Posteriormente as fôrmas eram colocadas para receber a concretagem.

Além das armaduras, foi adicionado pedras nas sapatas, fazendo um misto entre concretagem comum e concreto ciclópico. Na figura 23, é ilustrada o projeto para execução da sapata e a figura 22 mostra a sapata recém concretada com adição de pedras.

Figura 21 - Armaduras da sapata



Fonte: Autor, 2022

Figura 22 - Concretagem da sapata



Fonte: Autor, 2022

Figura 23 - Detalhe executivo de sapata



Fonte: Projeto estrutural da obra, 2022

De acordo com Salgado (2018), para a escolha adequada do tipo de fundação é necessário conhecer não somente os esforços atuantes da estrutura, como também as características do solo. Com isso, faz-se necessário a realização de sondagens com a finalidade de obter tais características e a presença de água.

Para a execução das sapatas, Salgado (2018), traz alguns procedimentos a seguir:

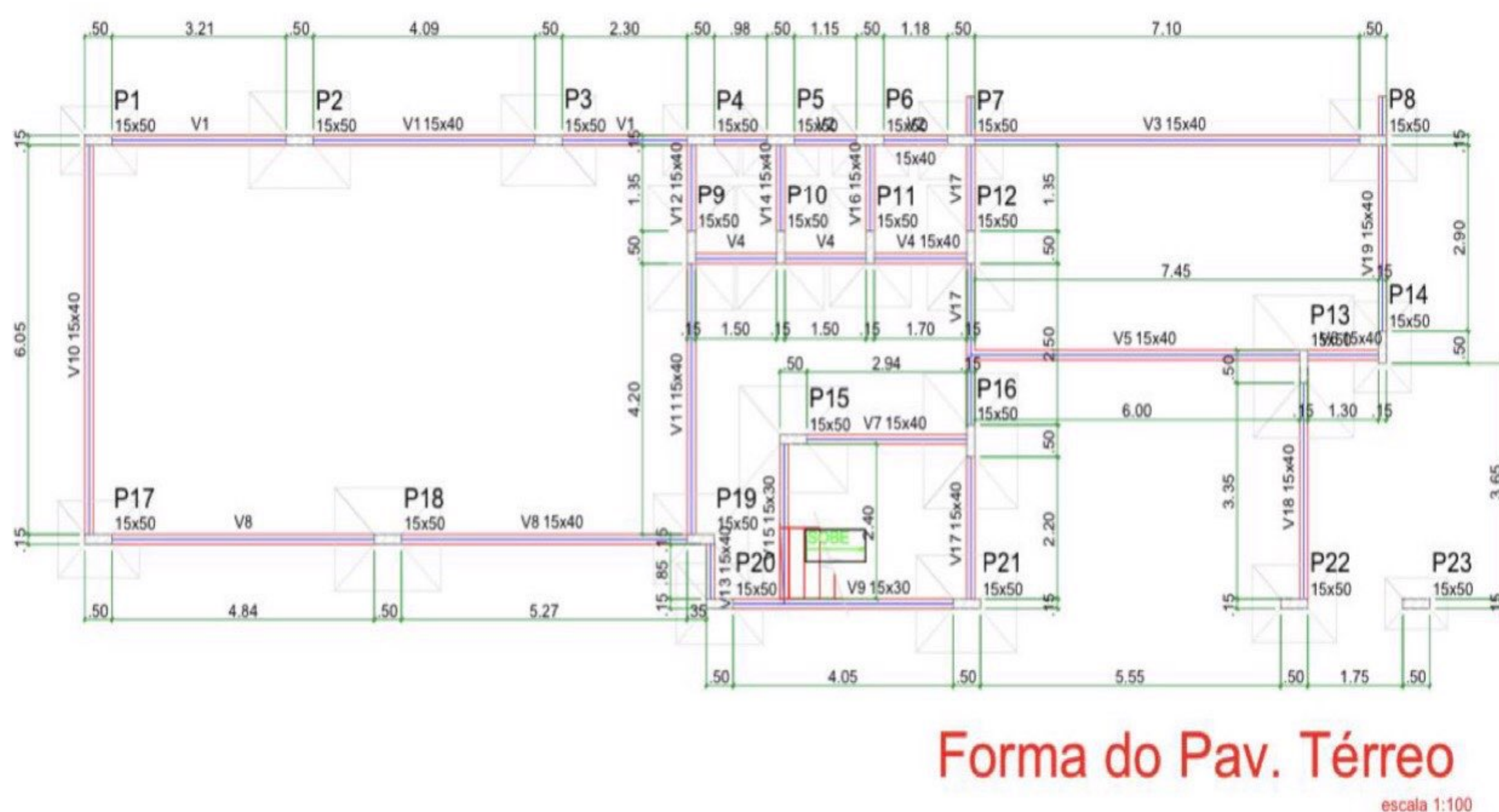
- As escavações devem ter largura compatível com as atividades de execução das formas;
- As escavações devem ter largura compatível com as atividades de execução das formas;
- Deve-se fazer uma camada de concreto magro de pelo menos 5 cm de espessura sobre o solo apilado, ultrapassando pelo menos 5 cm de cada lado da sapata, com a finalidade de regularizar a superfície;
- Colocar calços sob a armadura para garantia do recobrimento;

Em fundações, segundo Naguisa Tokudome (2009), é uma prática comum o emprego de pedras de mão, também chamadas de matacão ou pedra marroada. Essa técnica é conhecida como concreto ciclópico, no qual se trata de um concreto convencional com adição de pedras. O método construtivo e o controle tecnológico são similares ao processo convencional, porém não é usual o emprego da armadura na estrutura.

5.2.3 Fôrmas

As fôrmas são de fundamental importância na execução de uma obra, pois são elas que dão o formato definitivo ao concreto após sua cura quando ainda em condição de plasticidade. Na edificação em estudo, os elementos estruturais foram projetados com poucas variabilidades de dimensões. A padronização faz com que se tenha uma praticidade e ganho de tempo na execução, assim como uma grande economia. Na figura a seguir, podemos observar o projeto de fôrma da edificação, com todas as cotas e dimensões previstas.

Figura 24 - Projeto de fôrma do pavimento térreo



Fonte: Projeto estrutural da obra, 2022

Normalmente, para a produção das fôrmas, são comprados painéis de madeira compensada com dimensões de 2,2m x 1,1m nos fornecedores locais. A partir disso, o marceneiro corta os painéis de acordo com as medidas dos elementos a serem concretados.

Na região da cidade de Pau dos Ferros, há um vício construtivo muito comum no qual, quando possível, a própria alvenaria é utilizada como fôrma no intuito de se ter uma maior economia.

Na execução das fôrmas de pilares, é colocada a caixaria no entorno da armadura, após isso, a caixaria é travada por meio das gravatas que consiste na amarração de sarrafos de madeira ajustados em dois dos lados do pilar e conectados por meio do uso de arame recozido ou por

espaguete, por fim, é tirado o prumo da caixa e escorado com madeiras. Na figura 25, podemos ver a armação da caixa de um pilar.

Figura 25 - Armação da caixa de pilar



Fonte: Autor, 2022

Já para as vigas, a armadura é apoiada sobre a alvenaria, sendo assim, a caixa é utilizada somente nas laterais. O travamento segue de modo semelhante aos pilares, com diferença da necessidade de realizar furos na alvenaria com o objetivo de fazer a passagem dos espaguete, para assim travar os sarrafos, como é mostrado na figura 26. Na execução das chamadas vigas aéreas, é necessário instalar as fôrmas de fundo, que são sustentadas por escoras e travadas do mesmo modo. Isso por que nesses locais não há a passagem de alvenaria abaixo da viga, como podemos ver na figura 27.

Figura 26 - Caixaria de viga



Fonte: Autor, 2022

Figura 27- Viga aérea



Fonte: Autor, 2022

De acordo com Milito (2009), a exatidão e rigidez das fôrmas e seus escoramentos são necessários para garantir que uma estrutura ou qualquer outra peça específica seja executada de acordo com o projeto e da forma correta.

Geralmente, a execução das fôrmas é delegada aos mestres de obra ou encarregados da carpintaria. Esses procedimentos resultam em um alto consumo de materiais e mão de obra, fazendo um serviço empírico, fôrmas podem ficar superdimensionadas ou subdimensionadas.

A fôrma geralmente é o caminho crítico no ciclo de execução estrutural (forma, armação e concreto), respondendo por cerca de metade do tempo de execução do empreendimento. Como resultado, seu ritmo dá o tom para o restante das atividades, e possíveis atrasos. A montagem das formas é responsável por 60% das horas de trabalho para a execução estrutural, com os 40% restantes gastos em armação e concretagem (MILITO, 2009).

5.2.4 Alvenaria

As técnicas de execução de alvenaria variam muito de pedreiro para pedreiro, como também o tipo de bloco a ser utilizado. Diferente dos blocos cerâmicos, os de concreto tem uma forma diferente de assentamento, pois são maiores, mais pesados e são vazados. Na região do alto oeste potiguar, não é muito comum a utilização deste tipo de bloco, por isso, é necessária uma mão de obra qualificada e com experiência.

O processo de execução da alvenaria em blocos de concreto é iniciado com o assentamento de um bloco inteiro em uma das extremidades e completada a fiada de blocos. A fiada superior é começa com o meio bloco e assim sucessivamente, intercalando as fiadas com o meio bloco e o bloco inteiro. Faz-se isso para dar rigidez a alvenaria.

A cada fiada é aferido o prumo dos blocos e passado uma linha guia até a outra extremidade para que os blocos não saiam desalinhados. Para a passagem da linha guia, é realizado o ancoramento (figura 28) com um pedaço de madeira e dois pregos que ficam apoiados sobre o bloco.

Figura 28 - Apoio de madeira para ancoramento da linha guia



Fonte: Autor, 2022

Uma das vantagens do bloco de concreto é a pouca utilização de argamassa de assentamento, em que no sentido horizontal é colocada somente nas bordas do bloco (figura 30), enquanto na lateral é adicionado apenas dois filetes de argamassa, como mostra a figura 31. Tinha-se a disposição para a execução os blocos de concreto comum de dimensões 14 cm x 19 cm x 39 cm, blocos canaletas e o meio bloco.

A amarração da alvenaria nos pilares e vigas eram feitos no momento da concretagem destes elementos. A literatura recomenda o uso de ferros de espera ou tela de amarração, porém, em toda a região é utilizado dessa técnica.

Nas paredes onde seriam instaladas janelas e portas, as vergas e contravergas eram feitas como cintas de amarração, no qual era utilizado blocos canaleta em toda a extensão da alvenaria, acima e imediatamente abaixo dos vãos abertos, como mostra a figura 29. Por dentro dos blocos canaleta era adicionado uma barra de Φ 10 mm e concretado em seguida.

Por fim, a última fiada de alvenaria era executada com os blocos canaleta, com o fundo virado para cima. Com isso, podia-se apoiar a viga sobre os blocos, para posteriormente ser feita a montagem das caixarias.

Figura 29 - Vergas e contravergas



Fonte: Autor, 2022

Figura 30 - Assentamento de blocos



Fonte: Autor, 2022

Figura 31 - Argamassa na lateral do bloco



Fonte: Autor, 2022

Para a aplicação das alvenarias, dispomos de uma variedade de elementos que podem ser utilizados na execução das paredes. Os mais comuns são os tijolos de barro, blocos cerâmicos e blocos de concreto, etc. Cada tipo tem seu próprio conjunto de características que se aplicam a diferentes situações, mas todos compartilham algumas características em comum, como armazenamento, assentamento, nivelamento, prumo e considerações estruturais.

Na construção da obra em específico, utilizou-se o bloco de concreto, em que este, segundo Salgado (2018), é fabricado com pedrisco, areia e cimento. Eles podem ser fabricados para assumir duas funções, estrutural ou de vedação. Para a execução de vergas e viga, é fabricado o bloco do tipo canaleta. É fornecido ainda o meio bloco, com a finalidade de evitar cortes na execução da alvenaria.

Quando a alvenaria é empregada para resistir cargas, é chamada de alvenaria resistente ou auto portante, pois além do próprio peso, ela suporta outros tipos de carga. Já quando não é dimensionada para suportar pesos além do próprio, é denominada alvenaria de vedação.

Marinoski (2011), traz algumas etapas e observações importantes na execução de alvenarias:

- Primeiramente faz-se a limpeza da base onde será apoiada a alvenaria
- Define-se a altura das fiadas de alvenaria no pilar com o auxílio de um nível de mangueira ou com caibro. Após, estica-se as linhas de náilon a cada fiada.

- Em seguida, é fixado os dispositivos de amarração das alvenarias, que podem ser o ferro espera ou tela de amarração.
- Então, inicia-se o assentamento dos blocos de extremidades, e os intermediários
- É importante ressaltar que o ponto mais alto define a cota da primeira fiada.
- A segunda fiada é iniciada com meio bloco, e as demais vão sendo alternadas sucessivamente.
- Verifica-se o prumo, nível e alinhamento entre as fiadas.
- Ao topo da alvenaria, executar o respaldo que pode ser feito com o uso de argamassa expansiva ou encunhamento de tijolos maciços fixados a 45°.
- No caso da utilização de argamassa expansiva, é ideal ser deixado um espaçamento de 2 a 3 cm.

Para evitar fissurações nos vãos de portas e janelas, que surgem pelo acumulo de tensões concentradas nos cantos e no meio do vão dos caixilhos, Salgado (2018), indica a execução de vergas, contravergas e cintas de amarração. Esse reforço tem como função dar suporte as movimentações.

O autor traz a definição de cada elemento, como:

- Verga: “elemento estrutural executado acima dos vãos dos caixilhos”.
- Contraverga: “elemento estrutural executado acima dos vãos dos caixilhos”.
- Cinta de amarração: “essa cinta é uma viga de seção reduzida executada sobre o respaldo da alvenaria com a finalidade de solidarizar as alvenarias numa só estrutura”.

As vergas e contravergas devem ultrapassar 40 cm de cada lado do vão, e quando o vão for superior a 1,20 m, as vergas devem ser dimensionadas como vigas armadas.

Se a altura das paredes for superior a três metros, deve-se instalar o cintamento intermédio de vigas para absorver as tensões laterais a que as paredes estão expostas. Acima de cinco metros, as paredes devem ser calculadas como alvenaria estrutural.

5.2.5 Impermeabilização

A impermeabilização foi realizada nas vigas baldrame e no alicerce dos muros. O tipo de impermeabilização utilizado foi a emulsão asfáltica, muito utilizado na região. Foi aplicado nas laterais e na parte superior das vigas (figura 32). Vale ressaltar que antes da impermeabilização, foi feita a limpeza dos elementos, para que ficasse livre de sujeiras e assim não prejudicasse a aplicação do produto.

Um ponto importante foi a atenção para a não impermeabilização na face superior da viga, onde nascia os arranques dos pilares. Passar a manta asfáltica nesses pontos poderia prejudicar a aderência do concreto na base dos pilares.

Segundo Salgado (2018), impermeabilização é todo revestimento que tenha como função promover a estanqueidade da água ou qualquer outro elemento fluídico. A presença indesejável da água pode causar alguns problemas na edificação, como:

- umidade em pisos;
- presença de umidade nas paredes perto do piso;
- presença de umidade nas estruturas executadas ao nível do solo.

O autor ainda traz algumas classificações dos impermeabilizantes.

1. Rígido: São impermeabilizantes que não têm capacidade de trabalhar com a estrutura principal do edifício. Como aditivos, atuam no sistema capilar, impedindo a infiltração de água por todos os orifícios. São misturados com concretos e argamassas para o assentamento de alvenaria e elementos de revestimento;
2. Semiflexíveis: São revestimentos impermeabilizantes constituídos por materiais com dilatação e flexibilidade. Os produtos são normalmente bicomponentes prontos para uso que devem ser bem misturados antes do uso;
3. Flexíveis: Possuem em sua composição materiais que alteram as propriedades elásticas do produto, por causa da adição de polímeros e elastômeros em que podem absorver grande movimentação estrutural. São divididos em mantas e emulsões.

Figura 32 - Impermeabilização do baldrame



Fonte: Autor, 2022

5.3.6 Instalações elétricas

Dispor de um projeto elétrico (figura 36) na obra é um fator relevante, pois dá aos usuários finais conforto e segurança. Porém, para evitar falhas, prejuízos financeiros e acidentes elétricos, o técnico precisa estar atento na execução do projeto e nas instalações.

As instalações elétricas em alvenaria de blocos devem ser bem projetadas e previstas com antecedência, pois ela será totalmente embutida nos mesmos.

Na edificação, antes da execução das cintas de amarração, os eletrodutos eram embutidos nos blocos. Assim, evitava-se o corte e desperdício de material em etapas futuras. Na figura 33, podemos ver como ficava o alojamento dos eletrodutos.

Foi tomado o cuidado para que as caixas de passagens fossem sentadas alinhadas, aferindo o nível de todas. Havia também, o cuidado de deixa-las afastadas de 1,5 cm da alvenaria, para que na fase de reboco não fossem cobertas pela argamassa. A figura 37, ilustra como foram instaladas as caixas de passagem.

Figura 33 - Eletroduto embutido na alvenaria



Fonte: Autor, 2022

Outra preocupação que se tinha era a que altura os eletrodutos chegavam. Na obra, foi implantado o sistema de eletrocalha para levar a fiação até os pontos elétricos, nesse sentido, era necessário que os eletrodutos subissem apenas até a parte inferior da laje, como mostra a figura 34, a partir desse ponto, os fios seguiriam pelas eletrocalhas que eram instaladas posteriormente.

Figura 34 - Ponto máximo de subida do eletroduto



Fonte: Autor, 2022

Esta etapa traz um detalhe interessante no que se diz respeito a falta de material. Na concretagem da viga superior, que recebe a laje, em ausência de eletrodutos para embutir, é colocado um pedaço de saco de cimento molhado, como mostra a figura 35. O objetivo é deixar um orifício no elemento concretado, para posteriormente retirar o saco e introduzir o eletroduto.

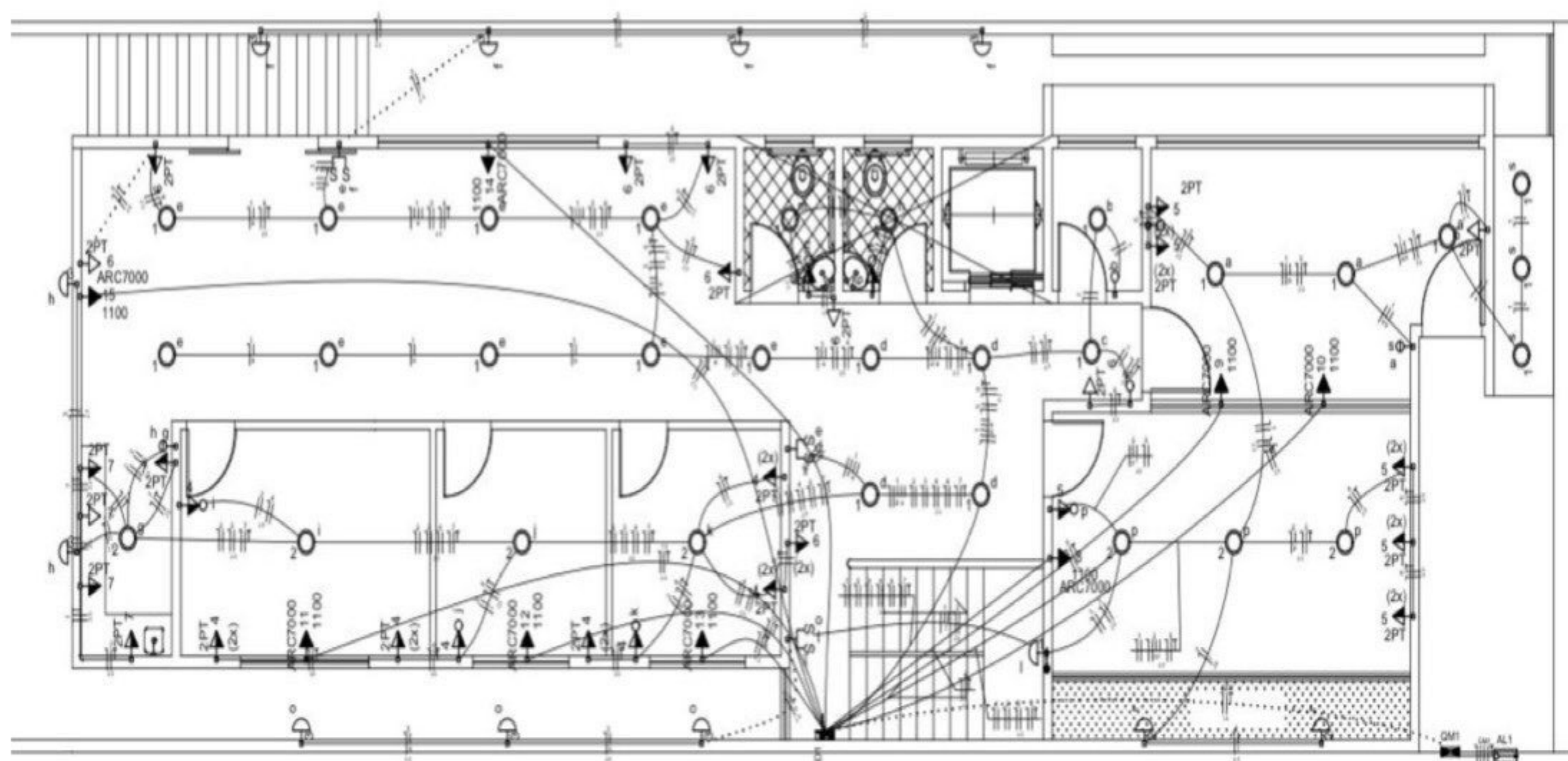
Figura 35 - Furo em viga com papel



Fonte: Autor, 2022

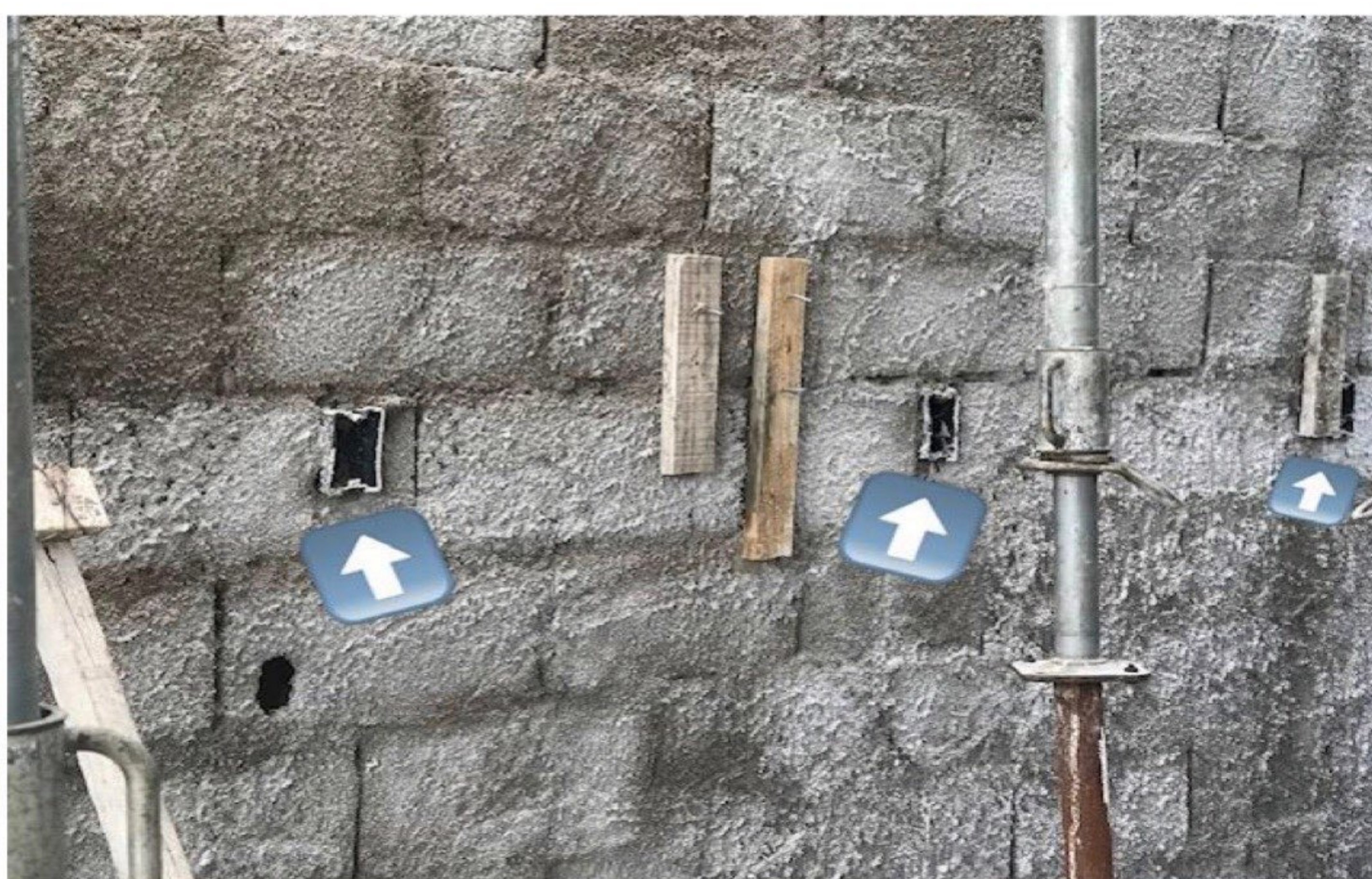
Na passagem dos condutores elétricos pelos eletrodutos havia uma certa dificuldade, pois não foi deixado o fio guia nas tubulações, e pelo o fato dos condutores terem uma bitola pequena, ficava inviável tentar inseri-los em uma entrada e retirar na outra. Para resolver esse problema, utilizava-se uma pequena pedra amarrada a um fio de náilon que era inserida pela parte superior da tubulação e retirada na parte inferior. Assim, conseguia-se ter uma guia para que fosse feita a passagem dos fios elétricos pelos condutores.

Figura 36 - Projeto elétrico



Fonte: Projeto elétrico da obra, 2022

Figura 37 - Caixas de passagem embutidas



Fonte: Autor, 2022

Para Salgado (2019), o conforto moderno não existe sem o valor da energia elétrica. Ao mesmo tempo em que proporciona conforto, também pode causar danos físicos e financeiros; danos físicos porque estaremos expostos a choques elétricos, que podem resultar em ferimentos leves ou até mesmo em morte; e prejuízos financeiros porque uma instalação defeituosa pode resultar em perda de corrente elétrica e queima de dispositivos elétricos. Como resultado, todos os cuidados são mínimos. O instalador deve estar atento ao que faz e o técnico precisa ter cuidado na execução do projeto e das instalações.

Os materiais mais comuns, utilizados nas instalações elétricas são:

- Fio flexível e rígido
- Fita isolante
- Caixa de passagem
- Eletrodutos rígidos e flexíveis

Na instalação de tomadas e interruptores embutidos são utilizados as caixas de passagem tanto na alvenaria quanto no teto. Essas caixas são interligadas por eletrodutos com diâmetro especificado em projeto.

Salgado (2019), traz algumas orientações quanto a instalação de caixas de passagem em alvenarias:

- As caixas devem estar no prumo. Se não estiverem, os espelhos de acabamento dos elementos de comando também vão ficar desalinhados depois de colocados.
- As caixas devem estar no prumo. Se não estiverem, os espelhos de acabamento dos elementos de comando também vão ficar desalinhados depois de colocados.
- Evitar o fechamento ou estrangulamento das caixas quando da sua colocação, isso pode comprometer a fixação dos elementos de comando.
- Na instalação dos eletrodutos, deixar fio guia (normalmente arame galvanizado) para facilitar a instalação dos condutores.

O autor ainda traz alguns cuidados na instalação de eletrodutos e caixas que vão receber concreto. Durante a concretagem, podemos ter a movimentação de equipamento, o lançamento do concreto e seu adensamento. Nessas atividades, os eletrodutos podem ser danificados, devendo ser instalados as conexões adequadas. Por segurança, só é permitida a colocação de eletrodutos rígidos. Quando o concreto for receber revestimento, ficar atento para as caixas de passagens ficarem rentes ao revestimento.

5.2.7 Instalações hidrossanitárias

Para a realização correta das instalações hidrossanitárias, é interessante que a obra disponha de um projeto de água fria e sanitário. Isso é necessário para que todos os pontos de consumo sejam atendidos com suficiência, assim como o diâmetro e comprimento das tubulações sejam instalados corretamente. Nas figuras 39 e 40 é mostrado o projeto de água fria e instalações sanitárias, respectivamente. Ter conhecimento dos locais de passagem dos encanamentos é de suma importância na execução das vigas e alvenarias, em que, a partir disso, seja dimensionado e previsto furos e embutimentos nos elementos.

Seguindo o projeto de água fria, na obra foi deixado a passagem das tubulações nas vigas baldrame (figura 41), já no projeto de instalações sanitárias, foi realizada a escavação das valas

da fossa séptica e sumidouro (figura 38). Esse processo iniciou-se com a demarcação dos locais e dimensões (definidas em projeto) das valas com pó de cal. Em seguida, com o uso de pá e picarete, começou-se a escavação da fossa séptica.

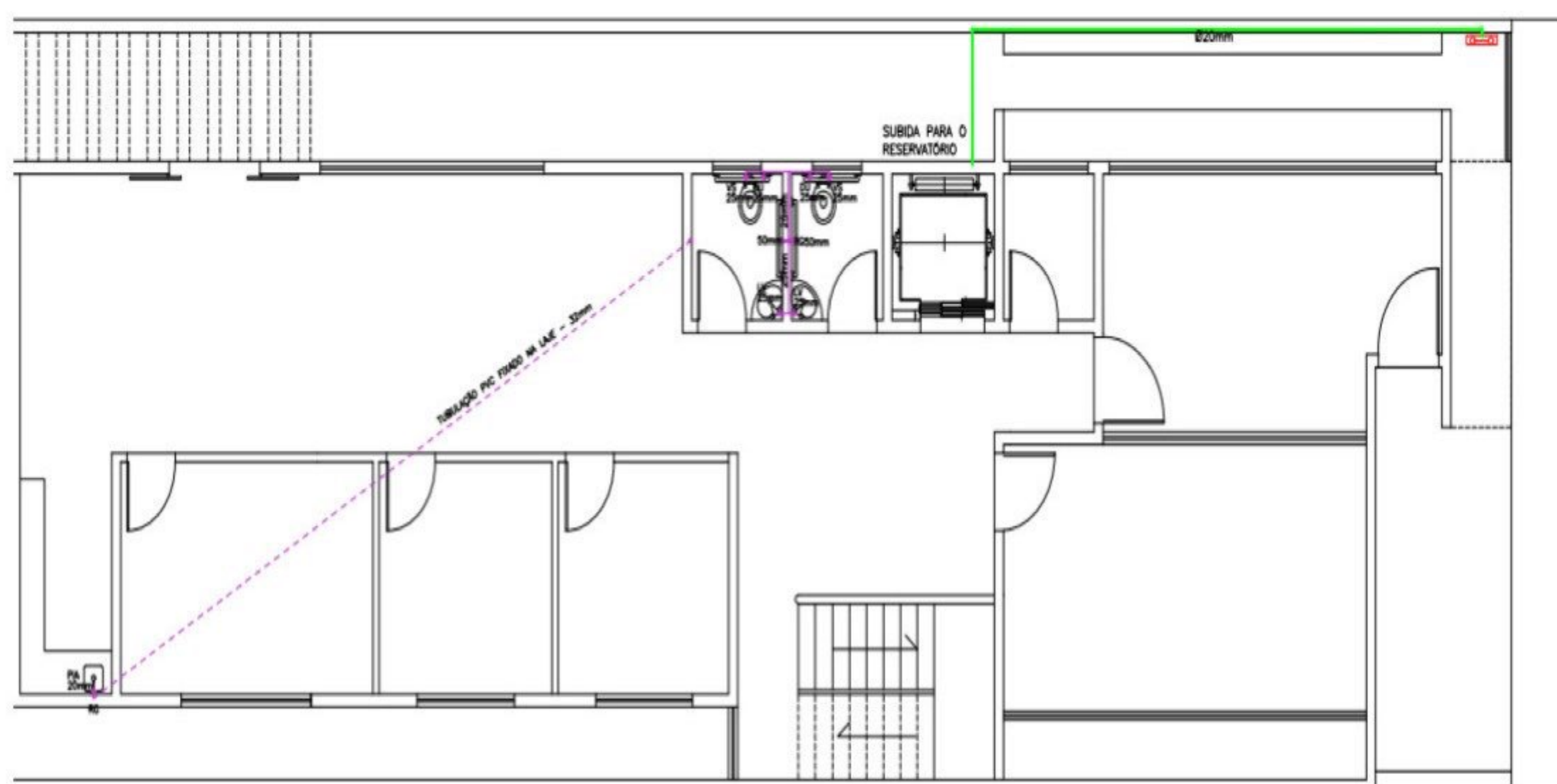
Figura 38 - Valas escavadas do sumidouro e fossa séptica



Fonte: Autor, 2022

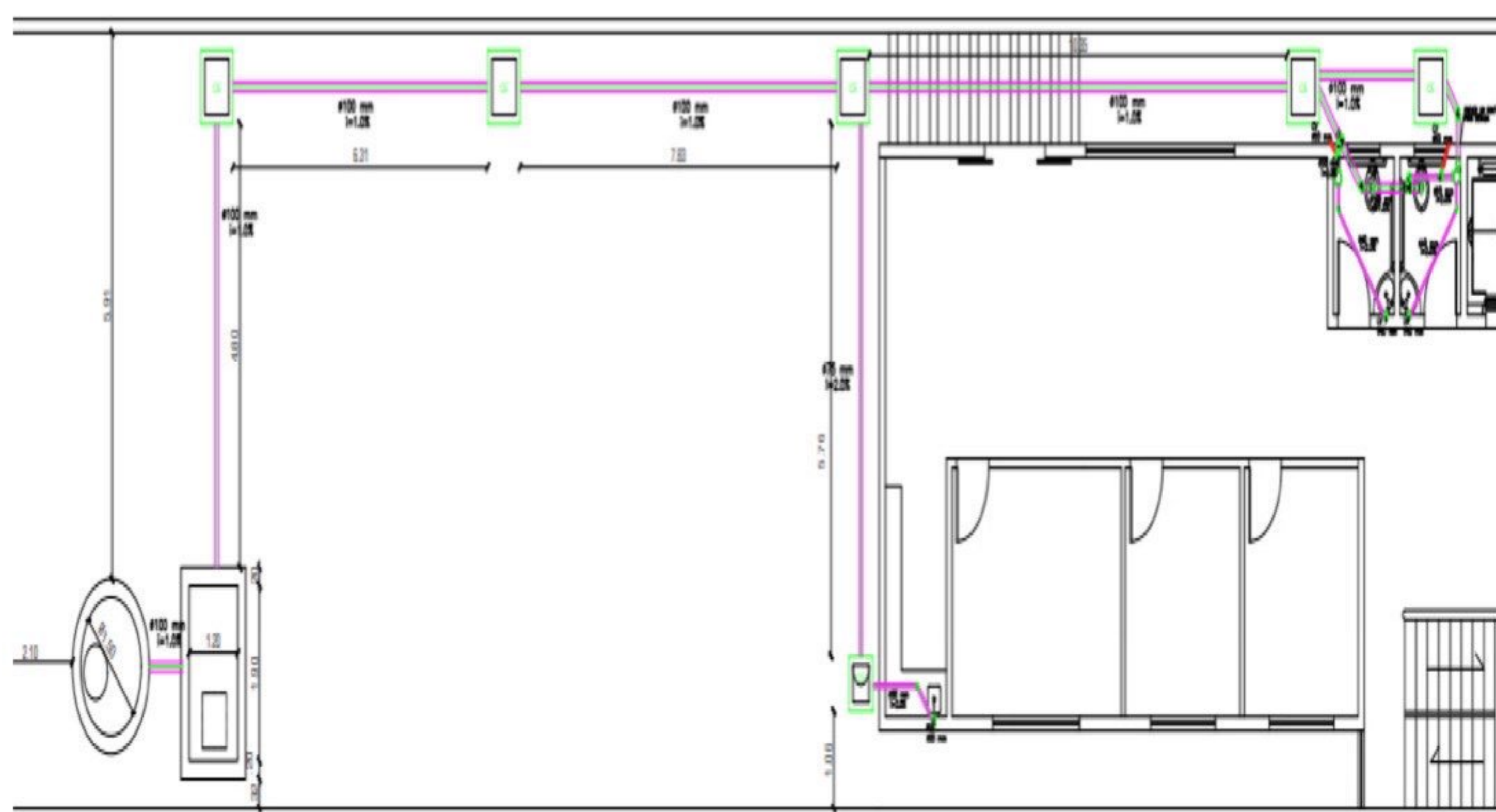
Logo nos primeiros metros, foi encontrado água, que dificultava a escavação. Com isso, o colaborador responsável pela escavação interrompia o serviço enquanto outros colaboradores retiravam a água com o auxílio de baldes, seguia-se assim até atingir as profundidades necessárias. Quando se encontrava blocos de pedra, era feito a quebra com marretas, talhadeiras ou pontaletes.

Figura 39 - Projeto de água fria



Fonte: Projeto de água fria da obra, 2022

Figura 40 - Projeto instalações sanitárias



Fonte: Projeto de instalações sanitárias da obra, 2022

Figura 41 - Furos para passagem de canos na viga baldrame



Fonte: Autor, 2022

Para Salgado (2018), os materiais hidráulicos são os mais diversos possíveis. Numa instalação residencial, pode-se destacar o amplo uso das tubulações e conexões em PVC nos mais variados diâmetros que são soldáveis com acessórios especiais ou rosqueados.

Nas ligações entre as peças de PVC nas instalações de água fria, considerando o fato de estarem sob pressão, a maioria das ligações é feita através de adesivo especial para PVC, e nos pontos de consumo tenha uma conexão soldável e com rosca para que assim sejam ligados os aparelhos hidráulicos.

Já para as instalações de esgoto sanitário, por estarem submetidos apenas a pressão atmosférica as ligações são executadas apenas por anéis de vedação, sendo optativo o uso de adesivos.

Nas instalações embutidas em alvenaria, o correto posicionamento das tubulações hidráulicas deve obedecer a um único critério, ou seja, devem estar na vertical ou horizontal em relação aos registros e pontos de abastecimento de água. Isso é significativo porque, após a conclusão do revestimento da parede, poderemos determinar a posição das tubulações com relativa certeza, usando apenas os pontos de tomada ou de controle água como referência (SALGADO, 2018).

5.2.8 Revestimento

Nos revestimentos das paredes externas, primeiramente é aplicado o chapisco para obter-se uma maior aderência da camada posterior. Era respeitado um tempo de cura de pelo menos 24h. Um ponto importante sobre essa etapa é que todas as sobras de argamassa ao fim do expediente, eram transformadas em chapiscos para serem aplicadas nas paredes, evitando assim desperdícios.

Na fase do reboco, inicialmente é colocado duas taliscas nas extremidades da parede. Como a espessura recomendada pelo engenheiro era de 1,5 cm, essas duas taliscas iniciais eram assentadas a 1,5 cm da face da parede, então, essas duas taliscas eram ligadas por uma linha guia e assim era adicionadas outras a cada 2 m. Na parte inferior da parede eram assentadas mais taliscas e conferidas tirando o prumo.

Após instaladas todas as taliscas necessárias, é assentado a argamassa de reboco por toda a parede, em seguida é feito as guias, que consiste em sarrafejar o revestimento até as extremidades da régua atingirem as taliscas, formando uma espécie de faixa na argamassa, ligando as taliscas, como mostra a figura 42. Ao final do nivelamento é retirado os pedaços cerâmicos e preenchido com argamassa.

Para manter a espessura do reboco em 1,5 cm, é importante que a parede esteja bem alinhada e aprumada. Na obra em estudo, verificou-se que algumas paredes necessitaram de uma camada de até 4 cm, para deixar o acabamento final de acordo com o especificado no projeto.

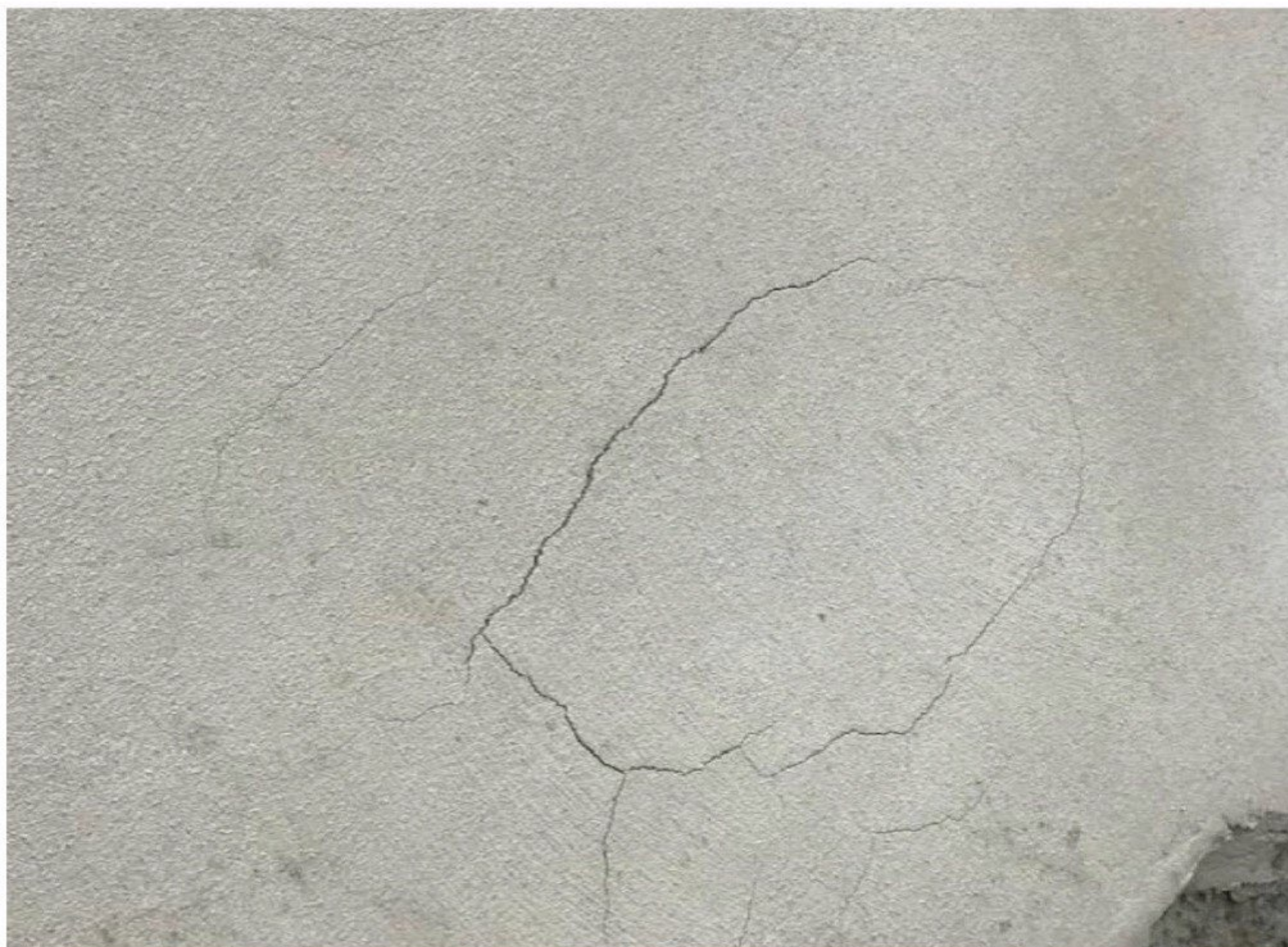
O acabamento final é feito umedecendo levemente todo o reboco com a utilização de uma broxa e fazendo a regularização com uma desempenadeira ou espuma, sempre com movimento circulares. Vale salientar que em alguns pontos do revestimento foi observado a ação de retração (figura 43), ficando aparente microfissuras.

Figura 42 – Talisca



Fonte: Autor, 2022

Figura 43 - Retração no revestimento



Fonte: Autor, 2022

Figura 44 - Execução do reboco



Fonte: Autor, 2022

Os revestimentos são realizados para proporcionar às alvenarias maior resistência ao choque ou abrasão, impermeabilizá-las, torna as paredes mais higiênicas (laváveis), ou melhoram as qualidades de isolamento térmico e acústico.

Os revestimentos internos e externos devem ser compostos por uma camada ou camadas que sejam sobrepostas contínuas e uniformes. O uso de cimento deve, idealmente, diminuir, sendo a primeira camada a mais significativa. As superfícies devem estar perfeitamente acabadas, apumadas ou niveladas, e de textura uniforme, bem como ter boa aderência entre as camadas e o substrato. Os revestimentos externos também devem ser resistentes às variações de temperatura e umidade (MILITO, 2009).

O chapisco trata-se de um revestimento rustico realizado em alvenaria, pedra ou paramentos de concreto com o objetivo de facilitar revestimentos posteriores proporcionando uma pega maior. É uma argamassa de cimento com areia média ou grossa, no qual é feito sem peneirar no traço (MILITO, 2009).

As taliscas são pequenos pedaços de madeira ou cerâmica que proporcionam um nível de quando assentados com a argamassa do emboço. Ao instalar taliscas nas paredes, é necessário traçar uma linha da parte superior da parede até a parte inferior da parede.

A distância entre a linha e a superfície da parede deve estar na faixa de 1,5cm. Para emboço, as taliscas devem ser assentadas sobre uma camada de argamassa de cimento e cal para o emboço, fazendo com que a superfície superior esteja faceando a linha. Outras na parte inferior (a 30cm do piso) e intermediárias devem ser posicionadas com base em sua colocação na parte superior da parede, com auxílio de um prumo (MILITO, 2009).

Por fim, as guias são compostas por faixas de argamassa que se estendem por toda a altura da parede e são instaladas em cima de cada linha de talisca pré-determinada. Depois de lançada, a argamassa deve ser comprimida com uma colher de pedreiro e depois sarrafeada, apoiando-se nas taliscas superiores e inferiores ou intermediárias (MILITO, 2009).

5.2.9 Esquadrias

A execução das esquadrias, é iniciada logo no levantamento das alvenarias, em que se deve deixar as aberturas das portas e janelas especificadas em projeto. Para receber a instalação dos componentes da esquadria, é necessário que os vão sejam ajustados e nivelados.

Esse procedimento é feito fixando duas réguas de pedreiro em ambos os lados da alvenaria, com ajuda de ganchos de ferro feitos na obra. A partir disso, é feita a regularização com argamassa, atentando-se para deixar o acabamento final com as dimensões de projeto. A figura 45 mostra o acabamento de uma janela da obra.

Na edificação, serão instalados diversos tipos de esquadrias fabricados em vários materiais. Nos quadros 03 e 04, podemos ver as dimensões, tipos e materiais escolhidos para cada esquadria.

Figura 45 - Janela com vão regularizado



Fonte: Autor, 2022

Quadro 03 - Quadro de portas

PORTAS				
NOME	LARG.	ALT.	TIPO	MATERIAL
P1	1.00	2.10	GIRO	MADEIRA/ VIDRO
P2	0.75	2.10	GIRO	ALUMÍNIO
P3	0.90	2.10	GIRO	MADEIRA
P4	0.80	2.10	GIRO	MADEIRA/ VIDRO
P5	1.40	2.10	GIRO (0.70 * 2)	MADEIRA
P6	0.70	2.10	GIRO	MADEIRA
P7	1.50	2.10	GIRO (75 * 2)	MADEIRA
P8	1.15	2.10	CORRER	VIDRO
P9	5.00	2.50	SUBIR	ALUMINIO
P10	1.20	2.10	GIRO	MADEIRA

Fonte: Projeto da obra, 2022

Quadro 04 - Quadro de janelas

JANELAS					
NOME	LARG.	ALT.	PEIT.	TIPO	MATERIAL
J1	0.80	0.30	1.80	CORRER	ALUMÍNIO E VIDRO
J2	2.15	0.30	1.80	CORRER	ALUMÍNIO E VIDRO
J3	1.60	0.30	1.80	CORRER	ALUMÍNIO E VIDRO
J5	1.90	1.00	1.10	CORRER	ALUMÍNIO E VIDRO
J6	4.05	1.00	1.10	FIXA	ABERTURA C/ BRISES
J7	2.70	1.00	1.10	FIXA	ABERTURA C/ BRISES
J8	7.05	5.75	0.20	PELE DE VIDRO	ALUMÍNIO E VIDRO
J9	4.35	2.90	0.05	PELE DE VIDRO	ALUMÍNIO E VIDRO
J10	3.70	1.00	1.10	CORRER	ALUMÍNIO E VIDRO
J11	0.85	2.90	0.05	GIRO	ALUMÍNIO E VIDRO

Fonte: Projeto arquitetônico da obra, 2022

As esquadrias são componentes arquitetônicos que garantem proteção contra luz natural e água. Com a sua evolução, as esquadrias deixaram de ser apenas protetoras e passaram a desempenhar o papel de decoração de fachada (MILITO, 2009).

As portas compõem-se de um batente que é à peça fixa na alvenaria, onde a folha será colocada pelas dobradiças. A folha é uma parte móvel que veda o vão deixado pelo batente e, por fim, a guarnição, que é um acabamento colocado entre o batente e a alvenaria para esconder eventuais falhas (MILITO, 2009).

Com exceção das varandas, as janelas devem sempre comunicar com o mundo exterior. O modelo da esquadria deve ser adequado ao clima local e os materiais utilizados para sua construção devem absorver pouco calor (MILITO, 2009).

Mesmo que as janelas possuam aberturas para passagem de ar, devem ser totalmente vedadas à passagem de água. Com isso, dispositivos que garantam a estanqueidade da água entre os perfis e as partes fixas ou móveis, como os drenos nos perfis que compõem a travessa inferior, devem ser planejados, permitindo que a água escorra e seja liberada no ambiente externo (MILITO, 2009).

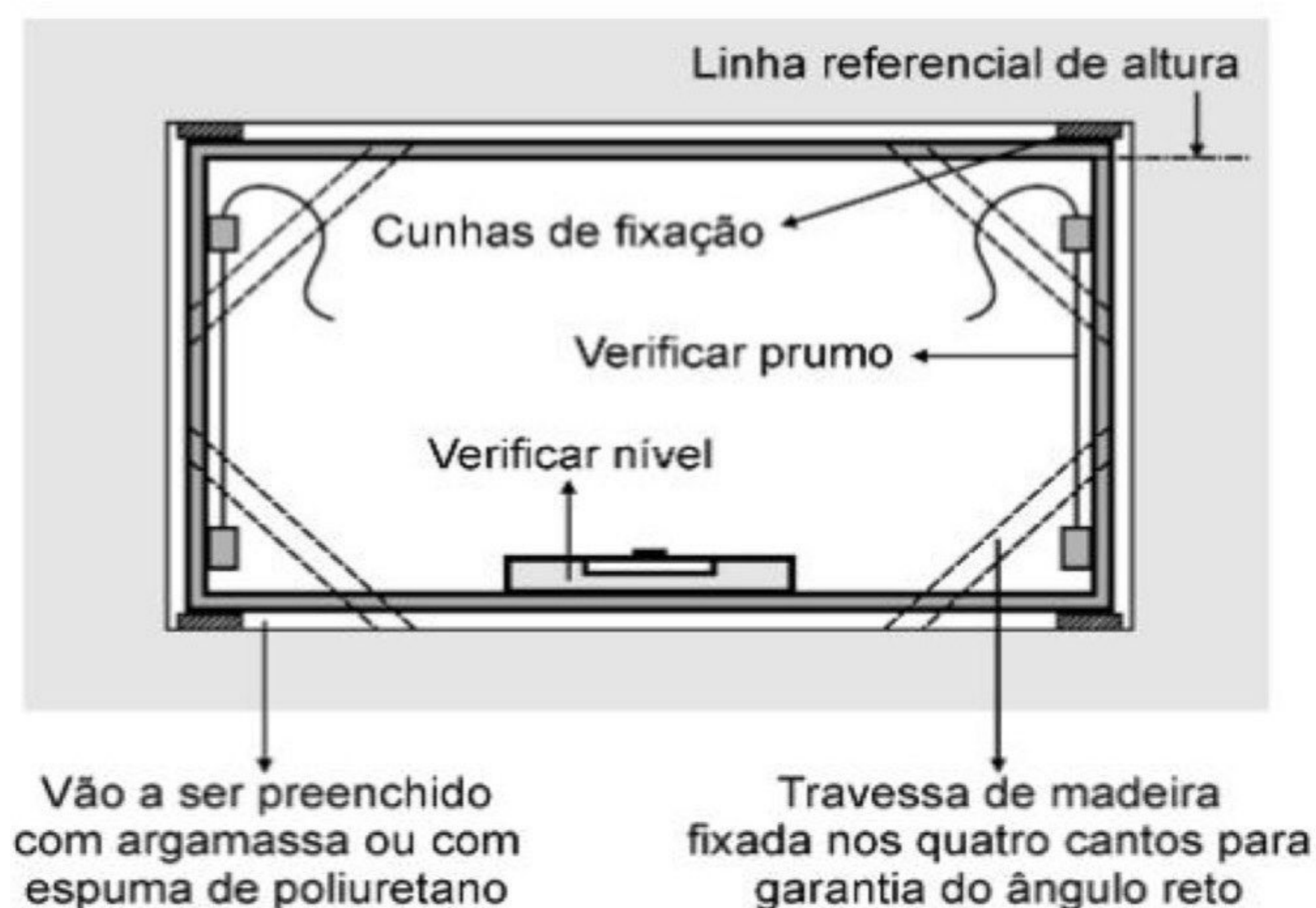
De acordo com Salgado (2018), em termos de prumos e níveis, a instalação dos caixilhos de portas e janelas deve ser extremamente criteriosa. É importante lembrar que os caixilhos são um aspecto importante da finalização de uma obra e, como tal, merecem atenção redobrada, pois um erro pode levar a correções difíceis.

Salgado (2018), ainda traz algumas observações sobre os cuidados na hora da instalação dos tipos mais comuns de caixilhos:

- Caixilhos de madeira: Nunca devem ser encunhados nos meios dos vãos dos montantes e travessas. Podem sofrer torção e flexão, dificultando o seu funcionamento. Podem sofrer manchas em contato com argamassas e concreto.
- Caixilhos de alumínio e PVC: Podem sofrer manchas em contato com argamassas e concreto.
- Caixilhos de vidro: Os requadros dos vãos devem ser perfeitos para promover o correto encaixe das peças

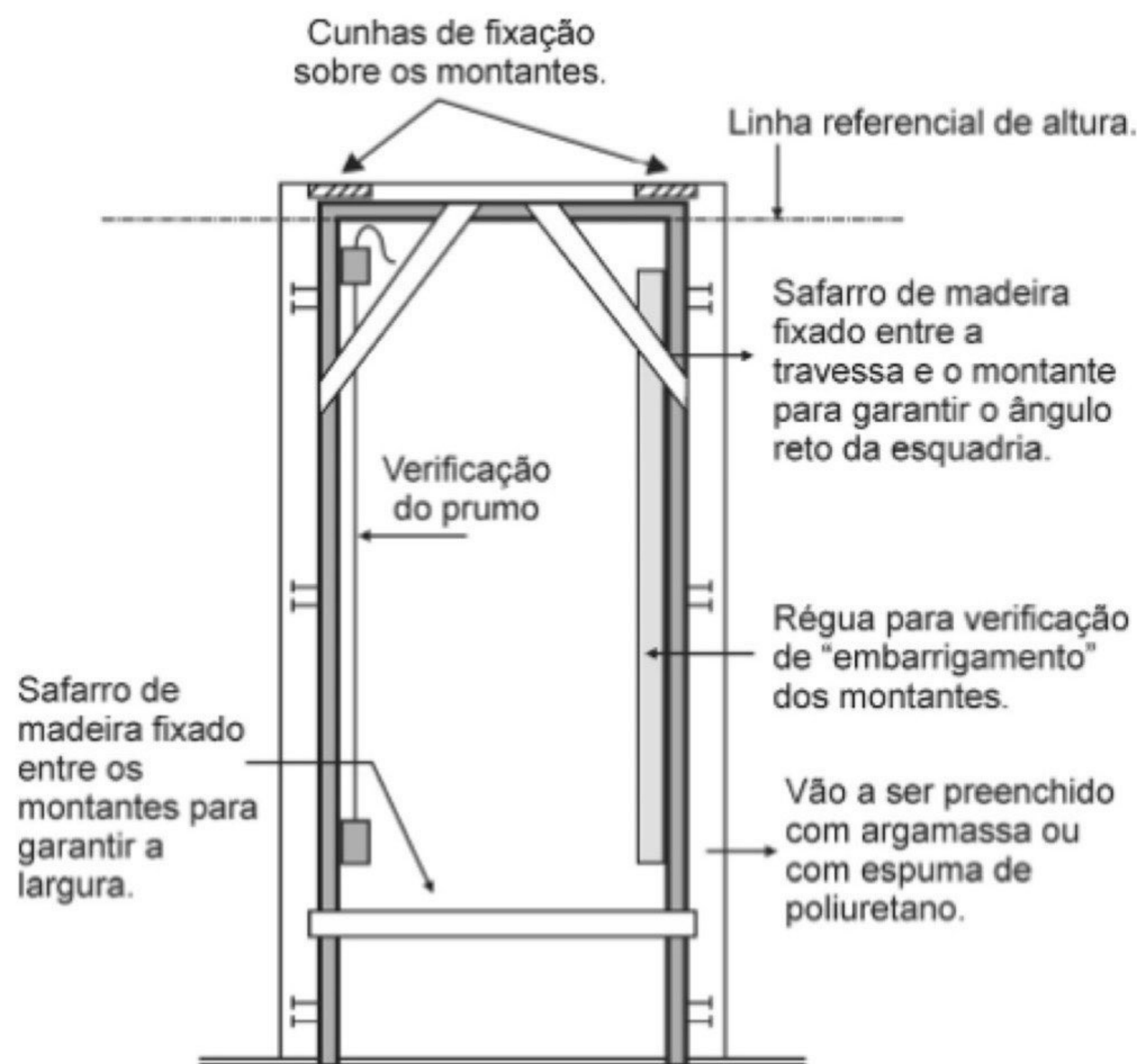
Na figura 46, Salgado (2018), demonstra o esquema básico para o assentamento de um caixilho de janela, na figura 47, é apresentado para portas.

Figura 46 - Assentamento de caixilho de janela



Fonte: Salgado, 2018

Figura 47 - Assentamento de caixilho de porta



Fonte: Salgado, 2018

5.2.10 Laje nervurada

A laje definida em projeto foi a nervurada bidirecional. Esse tipo foi primeiro a ser instalado em Pau dos Ferros-RN. Então, de início houve certas dificuldades na sua instalação, pois era um tipo de laje que fugia totalmente dos padrões já aplicado em obras da cidade

Os materiais para a instalação deste tipo de laje consistem basicamente de cubetas plásticas (figura 48), e cimbramentos metálicos (Figura 49).

Figura 48 - Cubetas plásticas



Fonte: Autor, 2022

Figura 49 - Montagem do cimbramento metálico



Fonte: Autor, 2022

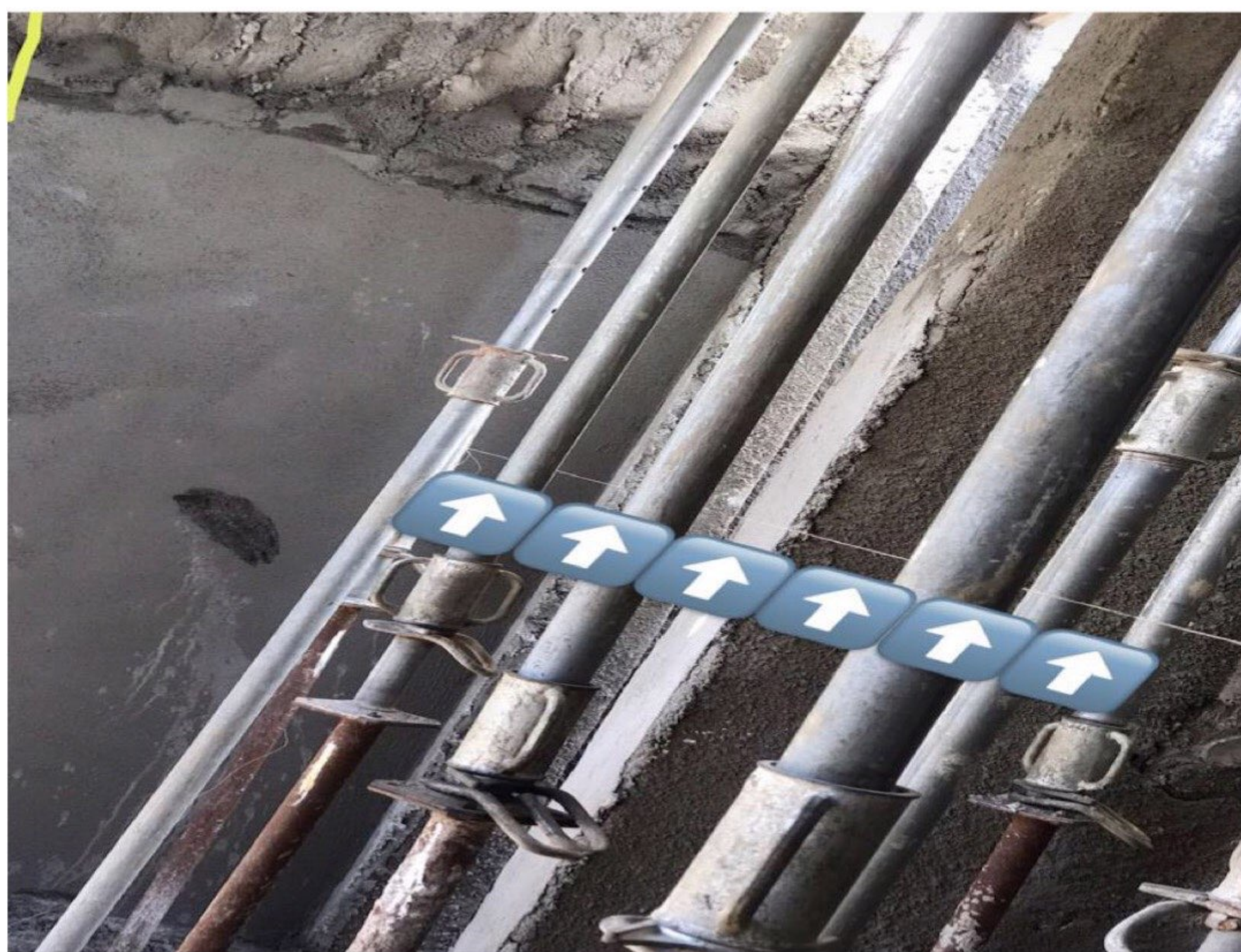
Para a montagem da laje, a empresa responsável fornece o projeto das disposições das cubetas, assim como dos cimbramentos metálicos. A instalação se inicia com o levantamento das escoras metálicas, seguido pela fixação das longarinas e transversinas metálicas sobre aquelas. Logo, as cubetas são colocadas lado a lado com o espaçamento definido no projeto.

Com isso, segue-se para o nivelamento da laje, no qual é escolhido um ponto da mesma e verificado a altura do pé direito, definido em projeto, então, segue-se para a transferência de tal nível para todos os outros pontos da laje, assim as escoras são ajustadas de acordo com a necessidade. Essa transferência de nível é feita com a ajuda da mangueira de nível e uma linha guia que percorre todo o alinhamento das escoras, como podemos ver na figura 50.

Após a montagem e o nivelamento de todas as peças, basta colocar os vergalhões entre os espaços das fôrmas. Por fim, inicia-se a concretagem. Vale ressaltar que antes da concretagem, é passado um produto a base de óleo vegetal em todas as cubetas, para que seja possível realizar a desforma.

O acabamento final da laje é feito com pequenos reparos com argamassa nos alvéolos e escarificações em possíveis sobras de concreto. Posteriormente, toda a laje vai receber uma camada de pintura final.

Figura 50 - Linha guia de nivelamento das escoras



Fonte: Autor, 2022

Segundo a Atex (2017), as lajes são edificações horizontalmente planas que são responsáveis pela cobertura, forro ou piso de uma edificação, e são sustentadas por vigas e pilares, dividindo os pavimentos do empreendimento. A laje é um componente fundamental de qualquer estrutura. Ela repassa seus esforços para as vigas e estruturas de apoio. Devido ao seu tamanho menor do que as outras duas dimensões, elas são comumente chamadas de estruturas bidimensionais.

A NBR 6118:2014 define laje nervura como: “Lajes nervuradas são as lajes moldadas no local ou com nervuras pré-moldadas, cuja zona de tração para momentos positivos esteja localizada nas nervuras entre as quais pode ser colocado material inerte.

As lajes nervuradas são constituídas por um conjunto de vigas que se cruzam e são mantidas unidas pela mesa. A presença de espaços vagos na região entre as nervuras, criado pelas fôrmas instaladas nas escoras, é uma diferença visual significativa entre a laje nervurada e a maciça. Os espaços vazios tornam torna a obra mais leve, o que não compromete a estrutura. Isso porque o concreto retirado da região tracionada não cumpre função estrutural. As nervuras são conectadas pela capa de concreto, muitas vezes conhecida como mesa de compressão (ATEX, 2017).

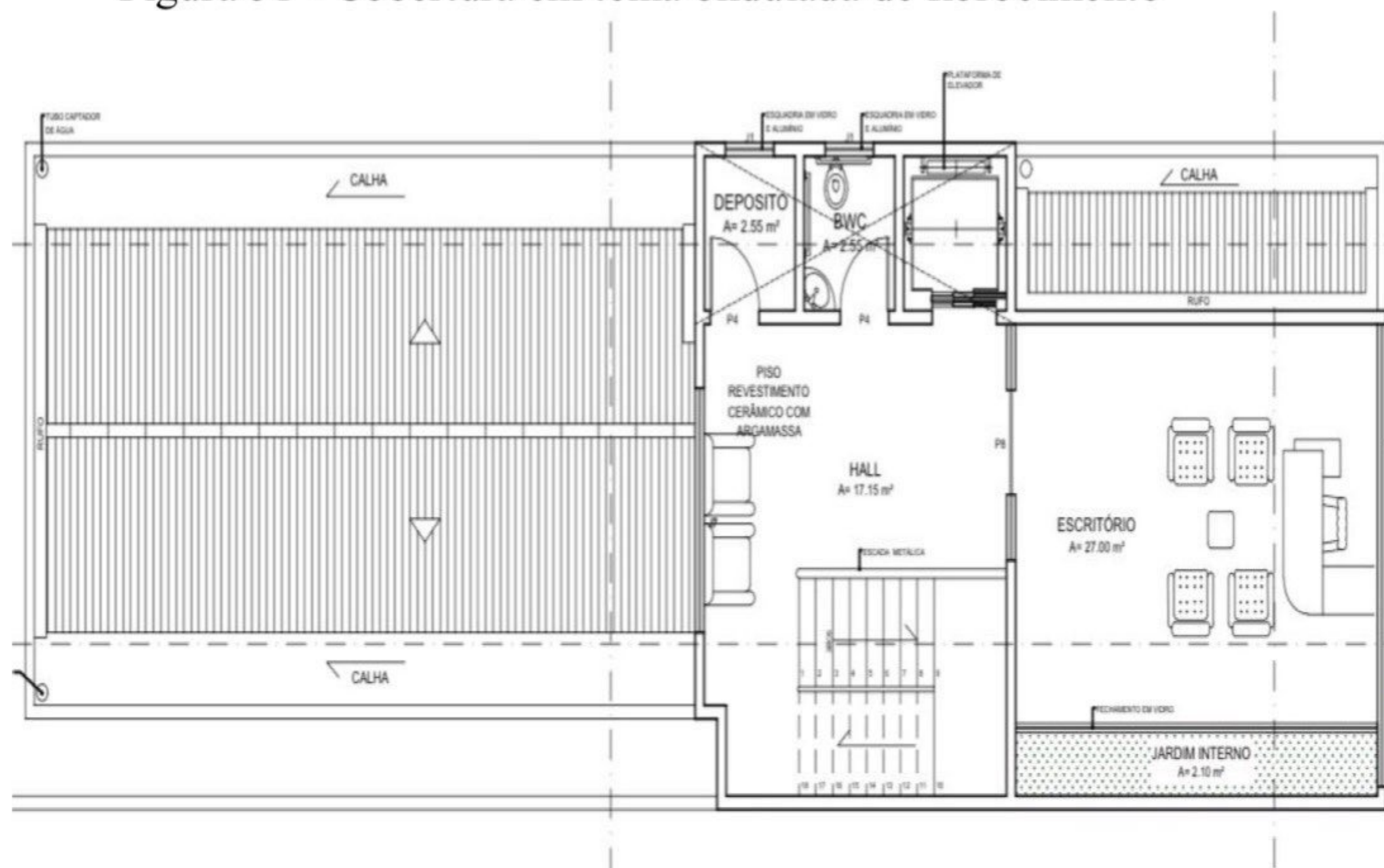
5.2.11 Cobertura

A cobertura de uma obra é uma das últimas partes a ser executada e tem como finalidade proteger seu conteúdo das intemperes e ações da natureza. Há diversos tipos de materiais, técnicas, tipos de acabamentos e formas de coberturas para se optar na hora de projetar uma edificação.

Sendo assim, definiu-se para a obra em estudo, a cobertura em telhas onduladas de fibrocimento. Essa escolha se deu pela versatilidade na instalação e o interessante custo-benefício que esse tipo de material oferece.

Acrescentado as telhas, há outros elementos que também fazem parte da cobertura, como as calhas, condutores e rufos. Todos esses elementos devem ser instalados conforme o projeto, para que assim seja garantido a proteção da edificação. Na figura a seguir, podemos observar parte do sistema de cobertura da obra.

Figura 51 - Cobertura em telha ondulada de fibrocimento



Fonte: Projeto arquitetônico da obra, 2022

Ao projetar uma edificação, a definição do tipo de cobertura a ser adotado deve ser uma das primeiras preocupações. Em virtude das várias opções disponíveis no mercado, a escolha do sistema de cobertura vai depender do tipo de edificação, as vantagens e desvantagens de cada sistema e a disponibilidade dos materiais na região também é levado em conta (HAYRTON FILHO, 2020).

Coberturas com telhas fibrocimento está entre as mais utilizadas, principalmente na cobertura de edificações comerciais, industriais, rurais e populares, o que se deve principalmente ao baixo custo. Elas são fabricadas em uma variedade de formas, tamanhos e espessuras (HAYRTON FILHO, 2020).

As telhas podem ser montadas em estruturas de madeira, metal ou concreto e são fixadas com acessórios especiais fornecidos pelos fabricantes. Parafusos, grampos revestidos de zinco, massa de vedação e cordões de vedação são usados nessa fixação. As aberturas e fechamentos devem ser realizados de acordo com os projetos que atendem aos requisitos normativos, atentando-se ao uso racional do material, de modo a obter uma proteção contra intempéries e segurança; a correta estanqueidade e a estética agradável (HAYRTON FILHO, 2020).

O autor apresenta ainda algumas características das telhas de fibrocimento: apresentam-se em diversos tamanhos e formatos; são duráveis; podem ser pintadas para melhorar a estética ou o desempenho térmico do revestimento; acompanham conjunto de peças complementares para instalação e acabamento; alguns modelos podem ser utilizados para fechamento lateral; são resistentes a intempéries, assim não sofrem com atmosferas corrosivas.

Segundo o catálogo da Imbralit Telhas e Caixas D'água (2020), para o arremate entre duas águas as telhas de fibrocimento podem ser instaladas com inclinações variando de 5° a 30°, assim a instalação é feita de acordo com as necessidades de projeto.

Para a durabilidade e manutenção das coberturas, alguns cuidados na execução devem ser observados. Assim, Salgado (2018), lista alguns:

- Para estruturas de madeira: Usar peças sem nós ou lascas; usar madeiras com bitolas uniformes; utilizar o madeiramento em estado seco; a madeira exposta a intemperes deve ser aplicado tratamento impermeabilizante.
- Para estruturas metálicas: As peças, antes de serem instaladas, devem ter recebido pinturas e tratamento anticorrosivo; não instalar materiais que apresentem ferrugem.
- Cuidados gerais: Não fazer manutenção no telhado em dias chuvosos; na instalação de telas de fibrocimento atentar-se para o aperto dos parafusos, no intuito de evitar riscos de rompimento da telha; prestar atenção no alinhamento das telhas no momento da execução.

Por fim, Hayrton Filho (2020), ressalta que quando se trata de cobertura, a única coisa que não falta são dúvidas. Um bom projeto deve ser construído com telhas de alta qualidade que tenham resistência suficiente para evitar complicações, proporcionar conforto e prolongar o período de manutenção. A escolha de qual telha será utilizada na obra é o primeiro passo para garantir uma boa cobertura.

6.2 Critérios de desenvolvimento e qualidade da obra

Para obter um bom desempenho na construção de uma edificação é necessário seguir as normas estabelecidas pelos órgãos competentes. É buscado fazer a entrega de uma obra dentro do prazo, com conforto térmico e acústico e durabilidade.

Para finalizar uma edificação com segurança e conforto, é necessário que se esteja atualizado sobre as mudanças ou modificações das normas, aliado a isso, a busca pela qualidade deve ser persistente, devendo sempre ficar atentando ao surgimento de novos materiais. A compra das matérias primas para a obra, também deve ser de boa qualidade, a estocagem correta, também é um fator importante, evita que se tenha perdas e estragos da matéria prima. Assim, é garantida a durabilidade da estrutura, bem como o conforto para os usuários.

Uma melhoria na produtividade e aumento de padrão do empreendimento é alcançada através de um bom gerenciamento de obra. No ramo da construção civil, é ideal que o responsável faça vistorias frequentes e acompanhe todas as etapas construtivas, afim de evitar que seus funcionários cometam erros substanciais, atrasos e desperdícios, garantindo assim, que

tudo fique dentro dos padrões. No tocante a qualidade da mão de obra, sempre que possível, contratar o melhor profissional disponível, desse modo é gerada uma garantia de execução dos serviços com qualidade e eficiência.

Todos esses parâmetros são adquiridos com experiência, estudos e apreço pelo serviço prestado. Assim, cada profissional, vai, ao longo do tempo, adquirindo seus padrões de desenvolvimento e qualidade.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo geral verificar e descrever os materiais e técnicas construtivas utilizados na construção de uma edificação. Para tal, o próprio autor, sendo estagiário no local de estudo, acompanhou todo o processo de construção, para assim conseguir atingir os objetivos propostos.

Primeiramente, apresentou-se os materiais que foram utilizados no canteiro de obras. Ficou claro como eram utilizados e armazenados em cada etapa da obra. A bibliografia acrescentou as diferentes classificações dos materiais, suas funções e importâncias. Assim, o controle e a correta estocagem de cada material são de extrema importância na garantia de qualidade na produção da matéria prima necessária para a construção da edificação, evitando-se falhas e desperdícios de materiais

Posteriormente, foram descritas as técnicas construtivas, no qual foi mostrado o processo construtivo de cada fase da construção. A literatura apresentou os meios mais adequados para a execução de cada serviço, mas eles não são necessariamente os mais eficientes quando colocados em prática.

Foi constatado que muitas das técnicas estão alinhadas com a literatura. Isso demonstra o fato de muitos colaboradores, mesmo com baixo nível de escolaridade, executam seus serviços de maneira correta e eficiente, dando segurança e qualidade nos serviços prestados.

Porém, a não linearidade construtiva com os estudos apresentados passa-se de ser um indicador da má qualidade ou ineficiência na execução. Pois, cada trabalhador traz consigo uma carga de experiências sobre como executar cada etapa na obra. Eles usam e abusam da criatividade para concluir seus serviços. Alguns métodos são mais eficientes e adequados, outros menos. Por fim, todos esses meios são válidos desde que se atenda as exigências do responsável pela edificação.

Ao final, ter controle sobre os processos construtivos é muito importante para que o meio de trabalho seja produtivo. Avaliar quais tarefas podem ser adiantadas, quais técnicas construtivas são adequadas, quais processos são mais produtivos, são itens que dão uma maior qualidade na produção.

7.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A fim de dar continuidade aos processos desta pesquisa, sugere-se como complemento deste trabalho:

- a) Avaliar quantitativamente a eficiência na gestão de empreendimentos;
- b) Analisar de forma criteriosa os impactos financeiros das técnicas construtivas não alinhadas com a literatura;
- c) Elaborar procedimentos de análise e relatórios para os processos construtivos de uma parede de vedação, do início ao fim;

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. M. **Curso de concreto armado**. 3ª edição. Rio Grande: DUNAS, 2010. 395 p

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

ALEXANDRE, Alisson Batista da Silva. **Estudo comparativo do custo final de edificação em função da variação de técnicas construtivas**. 2021. 77 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil, 2021.

ATEX. **Laje**: mas afinal, o que são as lajes nervuradas. 2017. Disponível em: <https://atex.com.br/pt/o-que-ver-as-lajes-nervuradas/>. Acesso em: 25 maio 2022. content/uploads/2015/12/MATRIX_1203_ASSENTAMENTO_ESTRUTURAL_7_Mpa_rev_01_05_11_2018.pdf. Acesso em: 25 maio 2022

BASTOS, Pedro Kopschitz Xavier. **CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS**. Juiz de Fora: UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA– Departamento de Construção Civil, 2019. 139 p. Apostila.

BASTOS, P. S. **Vigas de concreto armado**. Bauru: Universidade Estadual Paulista – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, 2017. 57 p. Apostila.

BAUER, L A Falcão. **Materiais de construção**. 5ª edição. Rio de Janeiro: RJ. LTC/Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1994. 935p.

BORGES, Alberto de Campos. **Prática das pequenas construções**, volume I. Alberto de Campos Borges. – 9. ed. rev. e ampl. Por José Simão Neto, Walter Costa Filho. – São Paulo: Blucher, 2009.

BORGES, A. C. **Prática das Pequenas Construções**, 8a edição, volume I. Editora Edgard Blucher. São Paulo, 1996

Clímaco, João Carlos Teatini de Souza. **Estruturas de concreto armado: fundamentos de projeto, dimensionamento e verificação** / João Carlos Teatini de Souza Clímaco. – 3. Ed. – Rio de Janeiro: Elsevier; Brasília, DF: Ed. UnB, 2016

COELHO, Beatriz. **Método de abordagem**: saiba como escolher o melhor para sua pesquisa. Saiba como escolher o melhor para sua pesquisa. 2021. Disponível em: <https://blog.mettzer.com/74edacã-de-abordagem/>. Acesso em: 09 abr. 2021

FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; CASTRO, Renata Cristina Moraes. **Projeto de Steel Framing**: Arquitetura. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Siderurgia, Centro Brasileiro da Construção em Aço. 2006.

GIONGO, S. J. **Concreto armado: projeto estrutural de edifícios**. Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos. Departamento de Engenharia de Estruturas EESC. 2007.

GUIMARÃES, Andrei Hammes. **Análise da viabilidade técnica e econômica de diferentes sistemas construtivos aplicados às habitações de interesse social de Florianópolis**. 2014. 290 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014. Cap. 6. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/127116/TCC%20Andrei%20Guimar%20c3%a3es.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 01 abr. 2022.

GONÇALVES, Eduardo Albuquerque Buys. **Estudo das patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações** / Eduardo Albuquerque Buys Gonçalves – Rio de Janeiro: UFRJ/ ESCOLA POLITÉCNICA, 2015.

HAYRTON RODRIGUES DO PRADO FILHO (São Paulo). Revista AdNormas. **O uso de telhas de fibrocimento sem amianto**. 2020. Disponível em: <https://revistaadnormas.com.br/2020/09/01/o-uso-de-telhas-de-fibrocimento-sem-amianto>. Acesso em: 31 maio 2022.

HOFFMANN, L. G.; BRESSIANI, L.; FURLAN, G. C.; THOMAZ, W. de A. **Alvenaria estrutural**: um levantamento das vantagens, desvantagens e técnicas utilizadas, com base em uma pesquisa bibliográfica nacional. Anais do III Seminário de Pós Graduação em Engenharia Urbana, 7 e 8 novembro 2012

IMBRALIT TELHAS E CAIXAS D'ÁGUA. **Catálogo Técnico**: fibrocimento sem amianto. Criciúma - SC: Wt Publicidade, 2020. 18 p. Disponível em: https://more.ufsc.br/relatorio_tecnico/inserir_relatorio_tecnico. Acesso em: 02 jun. 2022.

KAEFER, Luís Fernando. **A Evolução do Concreto Armado**. São Paulo: Unesp, 1998. 43 p. Disponível em: <https://wwwp.feb.unesp.br/lutt/Concreto%20Protendido/HistoriadoConcreto.pdf>. Acesso em 02 jun. 2022.

LORDSLEEM JR, Alberto Casado. **Execução e inspeção de alvenaria racionalizada**. 2 ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2001.

Yazigi, Wild. **A técnica de edificar**/Walid Yazigi - 13. ed. rev. e atual.-São Paulo: Sinduscon, 2013.

MARINOSKI, Deivis. **Alvenarias**: conceitos, alvenaria de vedação, processo executivo. Florianópolis: Departamento de Arquitetura e Urbanismo, 2011. Color. Disponível em: https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/Aula%20-%20Alvenarias_%20introducao+vedacao.pdf. Acesso em: 27 maio 2022.

MILITO, José Antônio de. **Técnicas de construção civil e construção de edifícios**. 2009. Disponível em: <http://www.demilito.com.br/prefacio-ver.pdf>. Acesso em: 25 maio 2022.

NAGUISA TOKUDOME. Cimento Itambé. **Concreto ciclópico**. 2009. Disponível em: <https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinza/concreto-ciclopico/>. Acesso em: 27 maio 2022.

PRESTO: BLOCOS E PISOS DE CONCRETO (São Paulo). **QUAL A DIFERENÇA ENTRE UM BLOCO DE CONCRETO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO E ESTRUTURAL?** 2021. Disponível em: <https://www.presto.ind.br/noticia/qual-a-diferenca-entre-um-bloco-de-concreto-para-alvenaria-de-vedacao-e-estrutural?> -. Acesso em: 25 maio 2022.

Parizotto, Liana. **Concreto armado [recurso eletrônico]** / Liana Parizotto. – Porto Alegre: SAGAH, 2017.

PEREIRA, Caio. **Principais tipos de sistemas construtivos utilizados na construção civil**. [S.l.: s.n.], 2018. Disponível em: Acesso em: 29 mai. 2018.

PAVESSI, Dante; PFUTZRENREUTER, Andréa Holz; KUHN, José Augusto. **Estudo comparativo dos sistemas construtivos Light Steel Frame e de placas monolíticas de poliestireno expandido**. XIII FÓRUM AMBIENTAL, Tupã, p. 50-58, jul. 2017.

RAMALHO, Márcio A.; CORRÊA, Marcio RS. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo: Pini, 2003.

Salgado, Júlio César Pereira. **Técnicas e práticas construtivas para edificação** / Júlio César Pereira Salgado. – 4. Ed. – São Paulo: Érica, 2018.

SANTIAGO, A.K.; RODRIGUES, M. N.; OLIVEIRA, M.S. de. **Light Steel Framing como alternativa para a construção de moradias populares**. In: CONSTRUMETAL. 4ª edição, 2010, São Paulo. Congresso Latino-Americano da Construção Metálica

SANTOS, R. F. C. dos. **Sistema Monolítico e Alvenaria de Blocos Cerâmicos** – Estudo comparativo como elementos de vedações internas para edificações. Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2014.

SINAPI. **Cadernos Técnicos do grupo: produção de concreto em obra**. Produção de concreto em obra. 2021. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-lote1-habitacao-fundacoes-estruturas/SINAPI_CT_PRODUCAO_CONCRETO_05_2021.pdf. Acesso em: 27 maio 2022.

Silva, Cláudio Oliveira. **Manual de Desempenho – Alvenaria com Blocos de Concreto** /Cláudio Oliveira Silva, Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, Associação Brasileira da Indústria de Blocos de Concreto – Bloco Brasil. São Paulo, 2014

SILVA, Maria Angela. **A Inevitável Lógica da Qualidade**. Revista Qualidade na Construção. 1999, pág 24-26.

Thomaz, E. et al. **Código de práticas nº: alvenaria de vedação em blocos cerâmicos** / Ercio Thomaz... [et al.l. – São Paulo: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do estado de São Paulo, 2009 – (Publicação IPT; 2011)

Votorantin Cimentos. **ARGAMASSA MATRIX 1203 – ASSENTAMENTO ESTRUTURAL 7 Mpa**: argamassa de assentamento estrutural. 2021. Disponível em: <https://www.votorantincimentos.com.br/wp>

XAVIER, Ivan. **Orçamento, planejamento e custos de obras**. São Paulo: FUPAM, 2008. 167p.

Yazigi, Walid. **A técnica de edificar** / Walid Yazigi. – 18. Ed. – São Paulo: Blucher, 2021. 864 p.

.