



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Universidade Federal de Ouro Preto  
Escola de Minas – Departamento de Engenharia Civil  
Curso de Graduação em Engenharia Civil

---



**Larissa Andrade de Oliveira**

**ESTRUTURA DE AÇO PARA TELHADO COLONIAL:  
ESTUDO DE CASO DE UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL  
DE MÉDIO PADRÃO.**

**Ouro Preto**

**2023**

Estrutura de aço para telhado colonial: estudo de caso de uma edificação residencial de médio padrão.

Larissa Andrade de Oliveira

Trabalho Final de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Engenheiro Civil na Universidade Federal de Ouro Preto.

Data da aprovação: 04/09/2023

Área de concentração: Estruturas

Orientador: Prof. D.Sc. Geraldo Donizetti de Paula – UFOP

Ouro Preto

2023

## SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

O48e Oliveira, Larissa Andrade de.  
Estrutura de aço para telhado colonial estudo de caso de uma  
edificação residencial de médio padrão. [manuscrito] / Larissa Andrade  
de Oliveira. - 2023.  
58 f.: il.: color., tab..

Orientador: Prof. Dr. Geraldo Donizetti De Paula.  
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola  
de Minas. Graduação em Engenharia Civil .

1. Construção metálica. 2. Telhados - Cobertura. 3. Construção civil. I.  
Paula, Geraldo Donizetti De. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III.  
Título.

CDU 624

Bibliotecário(a) Responsável: Maristela Sanches Lima Mesquita - CRB-1716



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Larissa Andrade de Oliveira**

### **Estrutura de aço para telhado colonial: estudo de caso de uma edificação residencial de médio padrão**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Civil

Aprovada em 04 de setembro de 2023

#### Membros da banca

DSc. Geraldo Donizetti de Paula - Orientador - Universidade Federal de Ouro Preto  
DSc. Jaime Florencio Martins - Universidade Federal de Ouro Preto  
MSc. Marcela Paula Grobério - Universidade Federal de Ouro Preto

Geraldo Donizetti de Paula, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 20/09/2023



Documento assinado eletronicamente por **Geraldo Donizetti de Paula, COORDENADOR(A) DE CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DAS CONSTRUÇÕES**, em 20/09/2023, às 20:50, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.ufop.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0592630** e o código CRC **7AC3CCFC**.

*Dedico este trabalho aos meus pais que  
nunca mediram esforços para que eu pudesse  
realizar o sonho de ser uma Engenheira Civil.*

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de começar expressando minha sincera gratidão a Deus, pois, com Sua graça, cheguei até aqui. Sem Ele, nada disso seria possível.

Aos meus pais, Mauro e Simone, agradeço por serem a minha fonte de amor, refúgio, alegria e tudo o que há de precioso na minha vida. Amo vocês infinitamente! Se alcancei este momento, foi por nós. À minha irmã, Letícia, meu amor e gratidão.

Aos meus avós, Ione, Manoel, Pedro e Tereza, que, mesmo lá do céu, são anjos que iluminam meu caminho e sei que vibram por cada conquista. Aos meus padrinhos, Luciene, Solange e William, agradeço pelas orações. Às famílias Andrade e Oliveira, agradeço pelos momentos maravilhosos que compartilhamos juntos.

À Escola de Minas e à Universidade Federal de Ouro Preto, pelo ensino público de qualidade. Viva a Escola de Minas! Agradeço também ao corpo docente da EM e DECIV, que não apenas instruiu, mas inspirou com sua competência e conhecimento. Um agradecimento especial ao meu orientador, Prof. D.Sc. Geraldo Donizetti de Paula, pelo apoio e contribuição inestimável para o meu crescimento acadêmico.

Aos amigos que fiz durante esta jornada em Ouro Preto, especialmente aos da Engenharia Civil, que compartilharam risadas e desafios, minha gratidão. Sem vocês, a caminhada teria sido muito mais difícil. Aos amigos de longa data e de Timóteo, obrigada pelo incentivo constante, força e presença, mesmo à distância.

Por fim, gostaria de expressar minha profunda gratidão às repúblicas Alquimia e Volúpia. Estes lugares se tornaram meu lar, onde pude amadurecer e me tornar uma mulher forte e corajosa. Além disso, tive o privilégio de conhecer pessoas ímpares que iluminaram minha vida com sua presença e tornaram minha jornada mais significativa.

Viva a universidade pública!

## RESUMO

As coberturas metálicas estão ganhando popularidade crescente na construção de residências. Isto é devido à sua versatilidade, durabilidade e eficiência. Essas estruturas são frequentemente fabricadas a partir de aço ou outros metais, oferecendo uma série de benefícios. As coberturas metálicas são altamente resistentes à corrosão e ao desgaste, tornando-as uma escolha duradoura para proteger as residências contra os elementos. Por sua leveza, facilita o transporte e a instalação das estruturas, reduzindo o tempo e os custos de construção. Ademais, são recicláveis, tornando-as uma opção ecológica e sustentável. Requerem pouca manutenção ao longo do tempo, economizando em custos de reparo e substituição. São uma solução atraente e eficaz para proteger residências, combinando durabilidade, eficiência e design versátil. Seu uso está se tornando cada vez mais comum na construção residencial devido aos seus inúmeros benefícios. Este trabalho apresenta um estudo detalhado sobre a utilização de estruturas de aço na construção de telhados coloniais em edificações residenciais de médio padrão. O estudo concentra-se em um caso específico de uma residência localizada no distrito de Mariana, Minas Gerais, Brasil, com ênfase na análise da estrutura metálica que suporta o telhado colonial.

Palavras-chaves: Estrutura Metálica; Edificação; Sistema de cobertura; Telhado.

## **ABSTRACT**

*Metal roofs are gaining increasing popularity in residential construction due to their versatility, durability, and efficiency. These structures are often made from steel or other metals, offering a range of benefits. Metal roofs are highly resistant to corrosion and wear, making them a long-lasting choice for protecting residences against the elements. Their lightweight nature facilitates the transportation and installation of the structures, reducing construction time and costs. Moreover, they are recyclable, making them an environmentally friendly and sustainable option. Requiring minimal maintenance over time, they save on repair and replacement costs. They provide an attractive and effective solution for protecting residences, combining durability, efficiency, and versatile design. Their use is becoming increasingly common in residential construction due to their numerous benefits. This work presents a detailed study on the use of steel structures in the construction of colonial-style roofs in medium-standard residential buildings. The study focuses on a specific case of a residence located in the district of Mariana, Minas Gerais, Brazil, with an emphasis on the analysis of the metal structure supporting the colonial roof.*

*Keywords: Metal Structure; Building; Roofing System; Colonial Roof.*



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Designação das partes do telhado.....	4
Figura 2 – Subsistemas do telhado.....	5
Figura 3 – Componentes do telhado colonial.....	6
Figura 4 - Elementos estruturais componentes dos telhados coloniais. ....	7
Figura 5 – Esquema de componentes do telhado.....	7
Figura 6 – Representação dos elementos da tesoura. ....	8
Figura 7 – Classificação dos telhados de acordo com as águas. ....	9
Figura 8 – Representações de estruturas de contraventamento. ....	11
Figura 9 – Modelos de telhas cerâmicas. ....	12
Figura 10 – Metodologia utilizada para o estudo da edificação residencial. ....	16
Figura 11 – Representação das águas na edificação em estudo. ....	17
Figura 12 – Planta de cobertura da edificação em estudo.....	18
Figura 13 – Implantação da edificação em estudo.....	18
Figura 14 – Representação do perfil U. ....	20
Figura 15 - Locação das bases da cobertura 01.....	21
Figura 16 - Locação das bases da cobertura 02.....	22
Figura 17 - Locação das bases da cobertura 03.....	22
Figura 18 – Representação isométrica da cobertura 01. ....	23
Figura 19 – Planta das terças da cobertura 01. ....	24
Figura 20 – Pórticos da cobertura 01.....	25
Figura 21 – Detalhamento do pórtico 01 da cobertura 01.....	25

Figura 22 – Representação isométrica da cobertura 02. ....	26
Figura 23 - Planta das terças da cobertura 02. ....	27
Figura 24 – Pórtico 02 e pórtico 03 cobertura 02. ....	27
Figura 25 – Pórtico 02 da cobertura 02. ....	28
Figura 26 - Pórtico 03 da cobertura 02. ....	29
Figura 27 - Representação isométrica da cobertura 02 ....	30
Figura 28 - Planta das terças da cobertura 03. ....	30
Figura 29 - Pórtico 04 da cobertura 03. ....	31
Figura 30 - Pórtico 05 da cobertura 03. ....	31
Figura 31 – Representação do pórtico 04 e pórtico 05 da cobertura 03. ....	32
Figura 32- Telhamento em execução na edificação estudada. ....	33

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coeficiente para inclinação do telhado conforme o tipo de telha.....	13
Tabela 2 – Relação de telha por metro quadrado.....	14
Tabela 3 – Detalhamentos dos perfis utilizados na cobertura da edificação. ....	19
Tabela 4 - Detalhamento das chapas e chumbador utilizados na cobertura da edificação. ....	20
Tabela 5 – Planilha de quantidades da cobertura em questão. ....	34
Tabela 6 – Orçamento para aplicação na cobertura da edificação. ....	34
Tabela 7 - Tabela SINAPI para vãos de 7 metros e uso de telhas cerâmicas. ....	36
Tabela 8 - Tabela SINAPI para vãos de 4 metros e uso de telhas cerâmicas. ....	37
Tabela 9 - Tabela SINAPI para vãos de 3 metros e uso de telhas cerâmicas. ....	38
Tabela 10 - Tabela SINAPI para telhas cerâmicas. ....	39
Tabela 11 - Tabela SINAPI para telhas metálicas. ....	40
Tabela 12 – Prazo para finalidade da cobertura da edificação. ....	40

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1	Objetivo .....	2
1.1.1	Objetivos Específicos .....	2
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>3</b>
2.1	Coberturas .....	3
2.1.1	Coberturas em estruturas metálicas .....	3
2.2	Telhados .....	4
2.3	Telhas .....	11
2.3.1	Telhas Cerâmicas .....	12
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>17</b>
4.1	Estudo de caso .....	17
4.1.1	Edificação.....	17
4.2	Sistema de cobertura.....	19
4.2.1	Cobertura 01 .....	23
4.2.2	Cobertura 02 .....	26
4.2.3	Cobertura 03 .....	29
4.3	Telhas .....	32
4.4	Custos .....	33

4.5	Planejamento.....	35
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES E SUGESTÕES .....</b>	<b>41</b>
5.1	Considerações finais .....	41
5.2	Sugestões para trabalhos futuros .....	41
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>43</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Historicamente, o setor da construção civil é artesanal. Os projetos de coberturas do tipo telhado em residências são executados, em grande maioria, com estrutura de madeira (FLACH, 2012).

Devido à alta na construção civil, o aumento do desmatamento e a rigurosidade das leis ambientais, tornou-se necessário a inovação nas obras e fez-se plausível, o desenvolvimento de novas técnicas que substituíssem materiais como a madeira, mas considerando sobretudo, um bom custo benefício (FLACH, 2012).

Sendo assim, a estrutura metálica é a aposta dos últimos anos, apesar de serem utilizadas em escala industrial desde 1750 e no Brasil desde 1812 (NOGUEIRA, 2009).

Portanto, o metal tem sido utilizado na construção civil e nota-se que este gera menos desperdícios, mais rapidez de execução e menos mão de obra, o que gera um custo/benefício melhor. Desta forma, o aço vem se destacando cada vez mais no mercado, não só de galpões, mas também em construções residenciais (RODRIGUES, 2006). Ademais, o metal é ligado ao desenvolvimento sustentável, visto que é totalmente reciclável (SANTOS, 2013).

A construção civil no Brasil cresce em confiabilidade e capacidade de produção (NAKAMURA, 2019). Neste cenário, é necessário um estudo minucioso de viabilidade de projeto (LUZ, 2019).

Para a execução do projeto de uma estrutura de cobertura, envolve-se diversas etapas como a definição do sistema estrutural, identificação e quantificação de ações, escolha de materiais, análise estrutural, dimensionamento das tipologias, detalhamento e especificações. O resultado final representa uma síntese de decisões que são tomadas, ao longo do desenvolvimento do projeto (MELO, 2011).

Em suma, com o avanço no desenvolvimento de programas computacionais, tornou possível a simulação do desempenho de diversas tipologias estruturais, antes de se tomar uma decisão final sobre a melhor solução a ser adotada. (BRASIL, 2008).

## **1.1 Objetivo**

O objetivo deste trabalho é a análise do uso do aço em estruturas de telhado colonial numa edificação residencial de médio padrão.

### **1.1.1 Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos são:

- Realizar um estudo de caso em uma edificação residencial de médio padrão que adotou uma estrutura de aço em seu telhado colonial, analisando aspectos como desempenho estrutural, custos de construção e planejamento.
- Avaliar os aspectos técnicos envolvidos na escolha dos materiais e técnicas de construção adequados para a implementação de estruturas de aço em telhados coloniais, considerando requisitos de resistência, durabilidade e sustentabilidade.
- Desenvolver diretrizes práticas e recomendações para o planejamento, projeto e execução de telhados coloniais com estruturas de aço, visando orientar profissionais da construção na implementação bem-sucedida dessa tecnologia.
- Apresentar conclusões e recomendações finais com base na análise dos resultados obtidos, destacando os benefícios e desafios da utilização de estruturas de aço em telhados coloniais e seu potencial impacto na construção residencial de médio padrão.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Coberturas**

A NBR 15575 – Parte 5, define o sistema de cobertura como “ conjunto de elementos/componentes, dispostos no topo da construção, com as funções de assegurar estanqueidade às águas pluviais e salubridade, proteger demais sistemas da edificação habitacional ou elementos e componentes da deterioração por agentes naturais, e contribuir positivamente para o conforto termo acústico da edificação habitacional “.

Em função das necessidades básicas de segurança, saúde, higiene e economia, são estabelecidos requisitos mínimos de desempenho, chamado nível M, para os diferentes sistemas de coberturas. Este, deve ser considerado e estabelecido pelo interveniente e obrigatoriamente atender ao projeto e às suas premissas (NBR 15575-5 2013).

#### **2.1.1 Coberturas em estruturas metálicas**

A utilização de estruturas metálicas em edificações no Brasil teve início na segunda metade do século XIX, quando o ferro fundido começou a ser empregado em obras de engenharia civil. Posteriormente, o uso de aço se tornou ainda mais comum devido às suas propriedades vantajosas, como resistência, durabilidade e facilidade de fabricação (MIRANDA, 2020).

A execução da cobertura em aço não apenas é altamente prática e durável, mas também apresenta outra característica notável: o material é completamente reciclável. Isso significa que pode ser recolhido como sucata e reintroduzido nos fornos de fusão, onde pode ser transformado em novo aço, sem perda de qualidade. Esse aspecto ressalta a sustentabilidade e a eficiência do aço como material de construção, contribuindo para a redução do impacto ambiental e a conservação de recursos naturais (PINHEIRO, 2003).

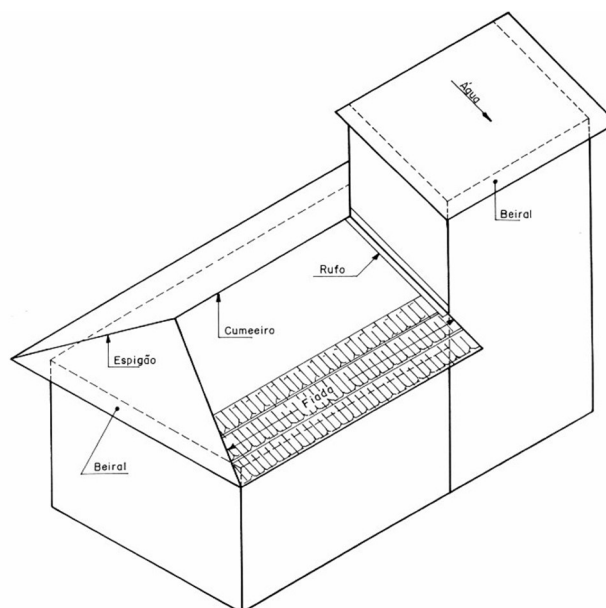


Outra vantagem significativa do uso do aço na estrutura de telhado reside na economia de tempo e no rápido retorno do investimento. Devido à sua facilidade de construção e montagem, o aço reduz consideravelmente o tempo de execução da obra. Isso não apenas garante que os prazos sejam cumpridos de forma confiável, mas também acelera o período de retorno sobre o investimento. A eficiência na construção proporcionada pelo aço pode resultar em economias substanciais de custos, tornando-o uma escolha atraente para muitos projetos de construção. (INSTITUTO DE ENGENHARIA, 2015).

## 2.2 Telhados

De acordo com a NBR 8039, o telhado, como ilustrado na Figura 1, é definido como “ parte da cobertura de uma edificação, constituída pelas telhas e peças complementares “.

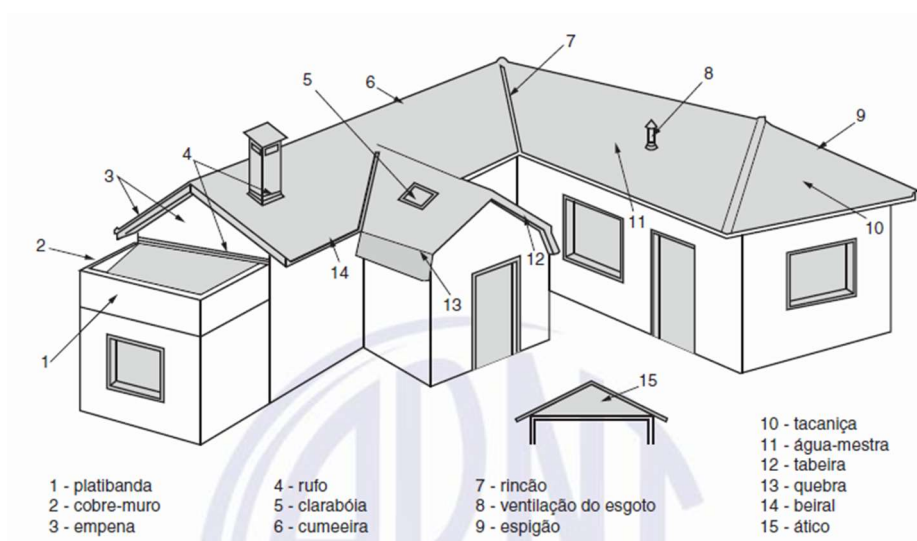
Figura 1 – Designação das partes do telhado.



Fonte: (ABNT, 1983).

As peças complementares do telhado, como identificado na Figura 2, permitem soluções dos detalhes construtivos. Eles são componentes ou elementos instalados no sistema de cobertura de um edifício para aprimorar a funcionalidade, a estética e a durabilidade do telhado. Ademais, desempenham papéis importantes na proteção contra intempéries, na eficiência energética, na segurança estrutural e no design arquitetônico da edificação como um todo (SILVA, 2004).

Figura 2 – Subsistemas do telhado.



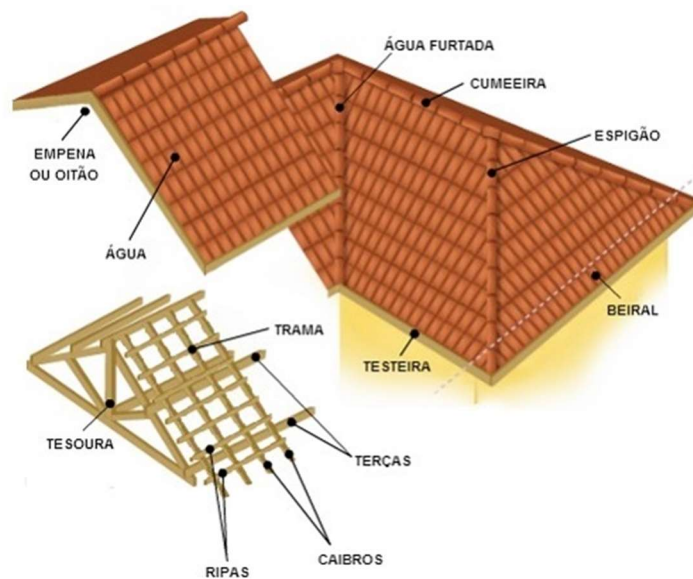
Fonte: (ABNT, 2013).

Entre as peças complementares, destaca-se o beiral que é a parte do telhado que se projeta para fora do alinhamento da parede. Além dele, outra peça é a cumeeira, que é a aresta horizontal delimitada pelo encontro das duas águas, geralmente localizada na parte mais alta do telhado (SILVA, 2004).

Já o espigão, tem como característica a aresta inclinada definida pelo encontro entre duas águas que formam um diedro convexo, ou seja, o espigão é um divisor de águas. O rincão ou água-furtada, é a aresta inclinada delimitada pelo encontro de duas águas que formam um diedro côncavo, isto é, um captador de águas. Por fim, o rufo é a peça complementar de arremate entre o telhado e uma parede (SILVA, 2004).

O telhado é conhecido popularmente como qualquer tipo de cobertura em uma edificação. Porém, ele é apenas uma categoria de cobertura e é classificado em estrutura principal, secundária e telhamento, como representado na Figura 3 (LUZ, 2019).

Figura 3 – Componentes do telhado colonial.



Fonte: (RAMOS, 2016).

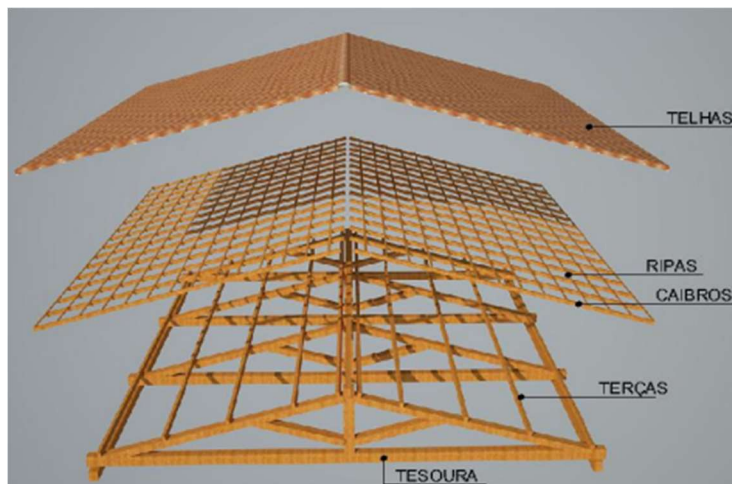
A estrutura principal de apoio tem a função de receber e distribuir adequadamente as cargas do trama ao restante do edifício e podem ser compostas por treliças, vigas ou pontaletes (HELLMEISTER, 1977).

A estrutura secundária ou trama é constituído pelas peças que recebem as telhas, quer sejam cerâmicas, de fibrocimento, de alumínio, ferro galvanizado, madeira ou outras. O trama se apoia sobre as tesouras e é composto por terças, ripas e caibros (HELLMEISTER, 1977);

O telhamento é constituído por telhas que podem ser fabricadas em diversos materiais e dimensões, tendo a função de vedação (CARDÃO, 1981).

Em suma, na Figura 4 está identificado os elementos estruturais componentes dos telhados coloniais.

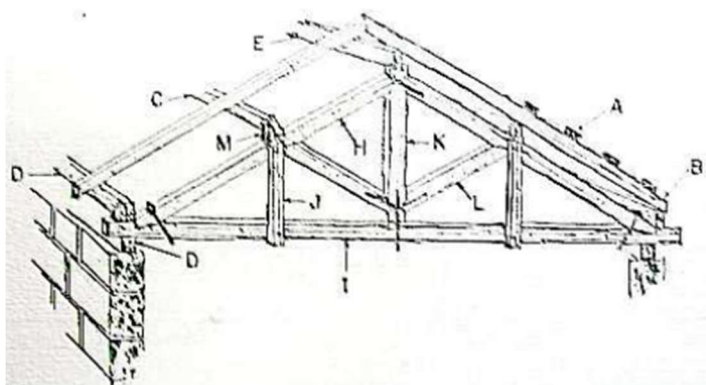
Figura 4 - Elementos estruturais componentes dos telhados coloniais.



Fonte: (MELO, 2011).

Para o melhor entendimento sobre as estruturas do telhado, observa-se na Figura 5 os componentes identificados por letras. São elas: ripas (A); Caibros (B); Terças (C); Frechal (D); Cumeeira ou terça de cumeeira (E); Tesoura (banzo inferior – I, ou superior - H), montante (J), pendural (K), diagonal (L); Chapuz (M) (SILVA, 2004).

Figura 5 – Esquema de componentes do telhado.



Fonte: (SILVA, 2004).

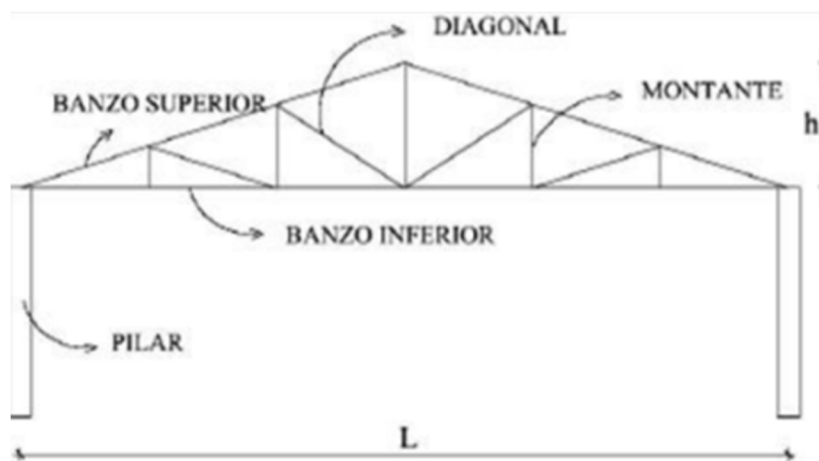
Como definição, as ripas são peças pregadas sobre os caibros, atuando como apoio para as telhas. Os caibros, são peças apoiadas sobre as terças, servindo de suporte para a ripas. As terças, são peças apoiadas sobre as tesouras, pontaletes, ou mesmo paredes, servindo de suporte para os caibros (SILVA, 2004).

O frechal, são peças colocadas no topo das paredes, com a função de distribuir as cargas da tesoura, vigas principais ou quaisquer elementos de sustentação. A cumeeira ou terça de cumeeira correspondem à parte mais alta do telhado (SILVA, 2004).

O chapuz é geralmente em forma triangular, que serve de apoio lateral para a terça. Os pontaletes são peças dispostas verticalmente, tais como pilares curtos sobre os quais se apoiam as vigas ou as terças e a mão francesa são dispostas de forma inclinada, a fim de travar a estrutura (SILVA, 2004).

As tesouras tratam-se da estrutura principal de apoio, com formato de treliça que serve de apoio para a trama. As barras das tesouras recebem designações próprias, tais como banzo (inferior ou superior), montante, pendural, diagonal, como representado na Figura 6 (SILVA, 2004).

Figura 6 – Representação dos elementos da tesoura.



Fonte: (CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO, 2018).

O banzo superior e inferior são os principais elementos da treliça e formam um conjunto de barras que a limitam superiormente e inferiormente. A diagonal são as barras que têm o eixo coincidente com a diagonal do painel. O painel é compreendido entre os dois alinhamentos dos montantes. O montante são as barras verticais da treliça. (CORDEIRO e SILVA, 2021)

Os telhados existem em vários formatos, mas todos, de uma forma geral, são constituídos pela composição de planos inclinados. Normalmente a inclinação das águas de um telhado correspondem às necessidades climáticas da região no qual é construído e para diferentes inclinações são utilizados tipos diversos de telhas (PEREIRA, 2016).

Em se tratando de coberturas, dependendo da inclinação do telhado, a disposição dos montantes e das diagonais pode dar origem a treliças que apresentam maior ou menor eficiência, em termos de consumo de material (MELO, 2011).

A inclinação é a relação entre a superfície de uma água e a linha horizontal da construção (MELO, 2011). Entretanto, também são utilizadas inclinações projetadas a partir da estética que o telhado proporcionará (PEREIRA, 2016).

Segundo Guerra (2010), os telhados ainda podem ser classificados quanto a sua forma, conforme ilustrado na Figura 7.

Figura 7 – Classificação dos telhados de acordo com as águas.



Fonte: (IDEAL CONSULTORIA JUNIOR, 2022)

O telhado simples ou de uma água possui uma só vertente que cobre uma pequena área edificada, formando um plano inclinado que encaminha a água para uma das fachadas (GUERRA, 2010).

O telhado de duas águas possui a cobertura inclinada e é composto por duas superfícies planas, podendo ter declividades iguais ou distintas, unidas por uma linha central denominada cumeeira ou distanciadas por uma elevação (GUERRA, 2010);

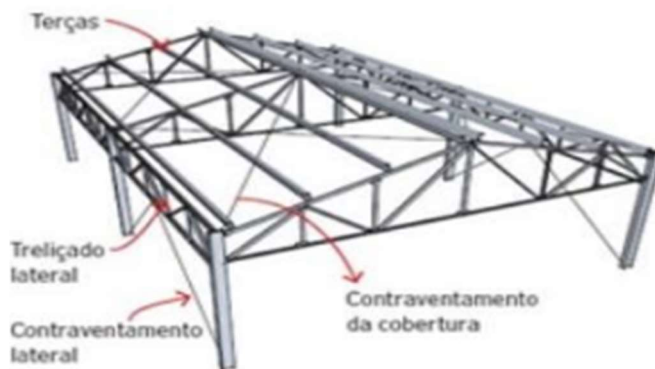
Já o telhado com quatro águas, é caracterizado por coberturas de edificações quadriláteras de formas regulares ou irregulares, cujas vertentes se intersectam definindo uma cumeeira e quatro rincões (GUERRA, 2010);

Por fim, o telhado de múltiplas águas é determinado por superfícies poligonais quaisquer, onde a determinação do número de águas é pelo processo do triângulo auxiliar (GUERRA, 2010).

As ações sobre uma estrutura devem seguir rigorosamente as definições contidas nas normas regulamentadoras. Desta forma, assegura o projeto contra erros de dimensionamento e possíveis consequências negativas (LUZ, 2019).

A principal carga acidental ao qual a estrutura do tipo telhado está sujeita é a força do vento. Em alguns casos, a ação do vento sobre a estrutura solicita um elemento na direção não contida no plano do mesmo, necessitando-se do emprego de uma estrutura secundária auxiliar que terá a função de resistir a esse esforço. Esta estrutura é chamada de contraventamento, ilustrada na Figura 8 (LOGSDON, 2002).

Figura 8 – Representações de estruturas de contraventamento.



Fonte: (PINI, 2011).

### 2.3 Telhas

Para cobrir a estrutura de suporte do telhado, podem ser utilizados diferentes tipos de telhas, a depender dos materiais utilizados e do processo de fabricação. Dentre os tipos mais conhecidos e comumente utilizadas estão as telhas cerâmicas, de concreto, de alumínio, de fibrocimento ou cimento amianto e poliestireno (SILVA, 2004).

As telhas cerâmicas e as de fibrocimento são as mais utilizadas no Brasil. Já aquelas produzidas em chapa de aço corrugado, ou por alumínio, são de aplicação quase restrita às indústrias. Ademais, as telhas galvanizadas, pouco utilizadas atualmente, são encontradas em obras rústicas, depósitos e abrigo para animais (MOLITERNO, 2010).

Por fim, as telhas em madeira são mais utilizadas em países europeus. Entretanto, as telhas de madeira que são utilizadas no Brasil, são como chapas de compensado, mas onduladas e em geral, recobertas por fina camada de material metálico. (MOLITERNO, 2010).

Neste trabalho, o estudo de caso é feito em uma edificação residencial executada com estrutura metálica e telha predominantemente cerâmica, contando com uma parte de telha metálica trapezoidal.



### 2.3.1 Telhas Cerâmicas

As telhas cerâmicas são um tipo popular de material de cobertura devido à sua durabilidade, estética e resistência ao fogo. Existem vários tipos de telhas cerâmicas disponíveis no mercado, cada uma com características específicas, como ilustrado na Figura 9 (PEREIRA, 2018). Elas são produzidas em formatos para encaixe, que apresentam em suas bordas saliências e reentrâncias que permitem o ajuste entre elas (MELO, 2011).

Figura 9 – Modelos de telhas cerâmicas.



Fonte: (PEREIRA, 2018).

As telhas cerâmicas convencionais são as tradicionais, feitas de argila cozida em fornos a altas temperaturas. Elas possuem várias formas, como planas, romanas, francesas e portuguesas, e estão disponíveis em uma ampla gama de cores e acabamentos esmaltados ou naturais (PEREIRA, 2018).

As telhas com acabamento esmaltado possuem uma camada de esmalte vitrificado em sua superfície. Isso proporciona uma variedade de cores vivas e brilhantes, além de torná-las resistentes a manchas e mais fáceis de limpar (PEREIRA, 2018).

Algumas opções de telhas cerâmicas encontradas no mercado são as telhas da cor vermelha ou branca. A vermelha é o resultado da mistura de três argilas, sendo uma forte, uma mais resistente e outra com a função de dar liga. Já a branca, cuja

argila em seu estado natural é preta, ganhou espaço devido à cor e à capacidade de absorver menos calor (ENGENHARIA, 2004).

É fundamental enfatizar que todas as telhas, independentemente da cor, podem desenvolver mofo ao longo do tempo, o que resulta em uma aparência envelhecida. Para prevenir esse problema, é suficiente aplicar um impermeabilizante líquido, como silicone, nas peças antes da instalação. (ENGENHARIA, 2004).

As telhas cerâmicas do tipo capa e canal têm um formato de meia cana. Elas são produzidas por meio do processo de prensagem e se destacam por suas peças côncavas que repousam sobre as ripas, enquanto as peças convexas repousam sobre os canais. Dentro dessa categoria, há subdivisões, incluindo os tipos colonial, paulista e plana (SILVA, 2004).

A telha do tipo colonial utiliza um único modelo de peça tanto para os canais quanto para as capas. No caso do tipo paulista, as capas são ligeiramente mais estreitas. Por outro lado, o tipo plan se destaca por suas formas retas e distintas, conferindo ao telhado características arquitetônicas únicas. (SILVA, 2004).

É importante seguir as normas regulamentadoras e as especificações adequadas para a inclinação do telhado, dependendo do tipo de telha e da altura do edifício. A Tabela 1 abaixo fornece as inclinações padrão recomendadas de acordo com o tipo de telha.

Tabela 1 - Coeficiente para inclinação do telhado conforme o tipo de telha.

TIPO DE TELHA	INCLINAÇÃO MÍNIMA (%)	INCLINAÇÃO MÁXIMA (%)
Paulista	20	25
Colonial	20	30
Portuguesa	30	45
Plan	20	30
Romana	30	45
Francesa	32	40

Fonte: (AUTORA, 2023)

Ademais, é possível prever a quantidade de telha por metro quadrado de acordo com o tipo da telha, como representado na Tabela 2.

Tabela 2 – Relação de telha por metro quadrado.

<b>TIPO DE TELHA</b>	<b>TELHA/M<sup>2</sup></b>
Paulista	28
Colonial	17
Portuguesa	16
Plan	26
Romana	17
Francesa	18

Fonte: (AUTORA, 2023)

### **3 METODOLOGIA**

Neste trabalho, foi conduzido o estudo da cobertura de uma edificação residencial de médio padrão, que foi executada utilizando estrutura metálica. Pode-se analisar aspectos como detalhamento do projeto, custos, planejamento e execução da obra.

A edificação é recente e durante o processo de construção, foi acompanhado o processo desde a fabricação dos perfis metálicos até a instalação dos acessórios complementares do telhado pela autora.

Tal envolvimento direto proporcionou um conhecimento aprofundado de todos os aspectos envolvidos na criação dessa estrutura, tornando o estudo mais completo e rico em informações práticas.

A pesquisa se concentrará em analisar como a escolha do aço como material estrutural influencia a resistência às intempéries, a manutenção e o custo. Ademais, irá identificar os fatores-chave que afetam a aceitação do uso de estruturas de aço em telhados coloniais pela indústria da construção civil, visando fornecer informações para a adoção mais ampla e eficaz dessa tecnologia.

A Figura 10 ilustra as principais áreas de estudo relacionadas à cobertura da edificação residencial.

Figura 10 – Metodologia utilizada para o estudo da edificação residencial.



Fonte: (AUTORA, 2023).

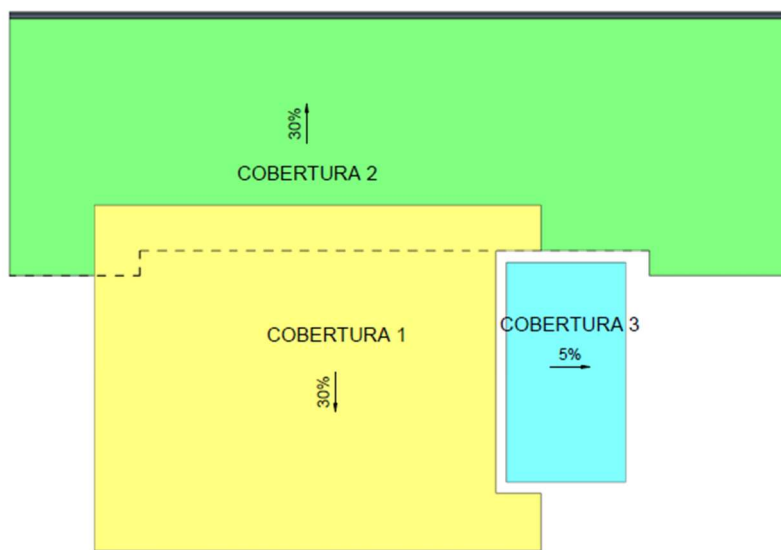
## 4 RESULTADOS

### 4.1 Estudo de caso

#### 4.1.1 Edificação

A edificação escolhida para este estudo de caso está localizada no distrito de Mariana, estado de Minas Gerais, Brasil. Trata-se de uma residência de dois pavimentos construída com alvenaria convencional. O telhado da residência é suportado por uma estrutura metálica composta por três águas, que chamaremos de "Cobertura 01", "Cobertura 02" e "Cobertura 03", como ilustrado na Figura 11.

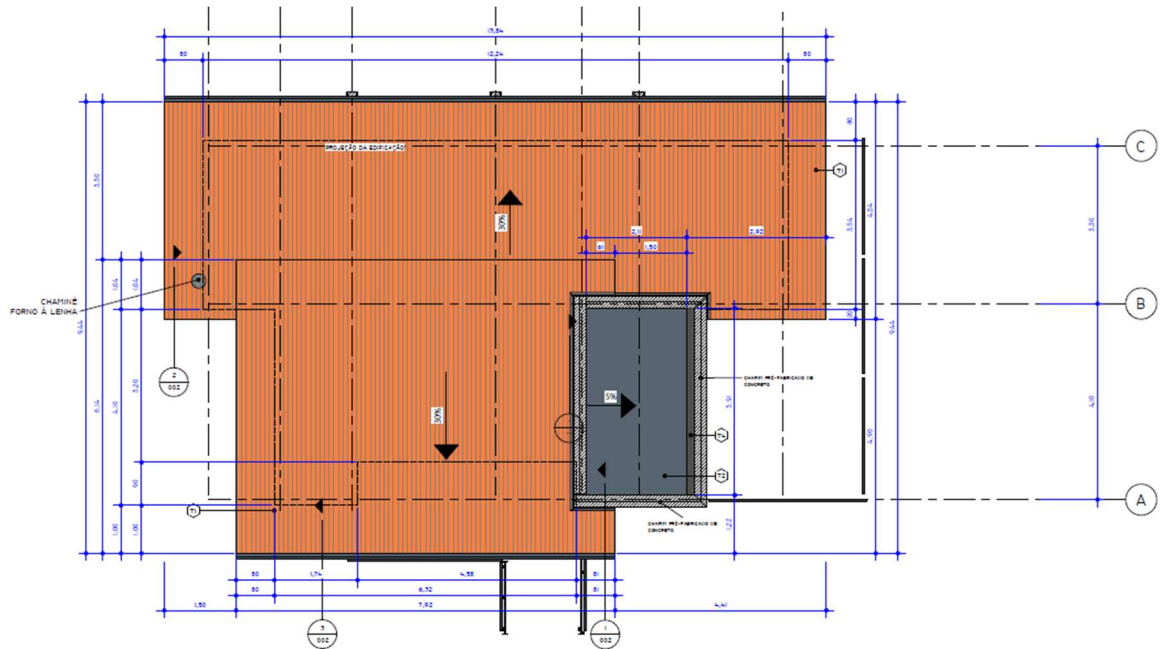
Figura 11 – Representação das águas na edificação em estudo.



Fonte: (ARQUIVO PESSOAL, 2023).

O revestimento do telhado é principalmente constituído por telhas cerâmicas coloniais na tonalidade vermelha, com exceção da cobertura da caixa d'água, que utiliza telhas metálicas trapezoidais simples, conforme ilustrado na Figura 12

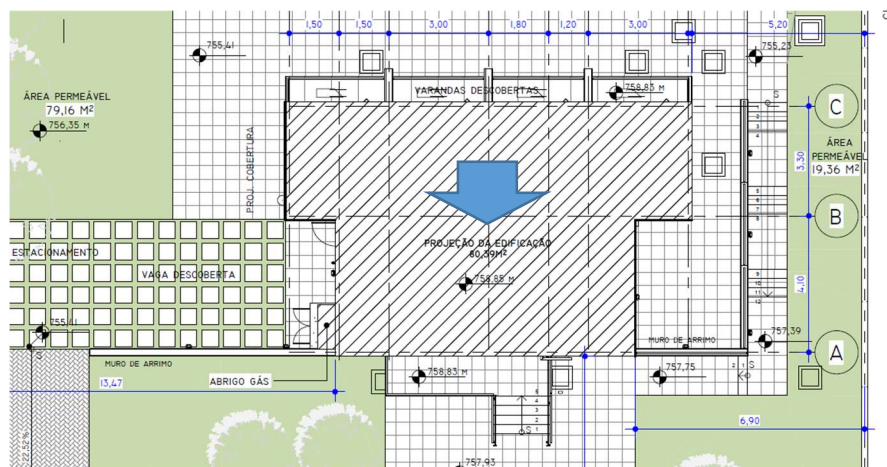
Figura 12 – Planta de cobertura da edificação em estudo.



Fonte: (ARQUIVO PESSOAL, 2023).

A área projetada desta edificação totaliza 80,39 metros quadrados, como ilustrado na Figura 13.

Figura 13 – Implantação da edificação em estudo.



Fonte: (ARQUIVO PESSOAL, 2023).

## 4.2 Sistema de cobertura

A estrutura metálica que suporta o telhado da residência é composta por três diferentes seções, que foram identificadas como "Cobertura 01", "Cobertura 02" e "Cobertura 03". De acordo com o projeto, essa estrutura metálica possui um peso total de 2165,35 kg, considerando tanto os perfis metálicos quanto as chapas usadas como base. Todos os perfis desta edificação são de aço ASTM A36. A Tabela 3 fornece uma descrição detalhada de cada perfil, incluindo suas dimensões, peso e a área específica onde estão instalados.

Tabela 3 – Detalhamentos dos perfis utilizados na cobertura da edificação.

QUANTITATIVO DE MATERIAIS DETALHADOS - COBERTURA EDIFICAÇÃO 80,39 M²							
NOME	PERFIL	UNIDADE	COMPRIMENTO UNITARIO (M)	COMPRIMENTO TOTAL (M)	MASSA UNITARIA (KG)	MASSA TOTAL (KG)	LOCALIZAÇÃO
P01	Ue 100x50x17x2	8,00	0,75	6,00	2,60	20,80	COBERTURA 01
P02	Ue 100x50x17x2	8,00	1,28	10,24	4,40	35,20	COBERTURA 01
P03	Ue 100x50x17x2	8,00	1,81	14,48	6,20	49,60	COBERTURA 01
P04	Ue 100x50x17x2	14,00	0,64	8,96	2,20	30,80	COBERTURA 02
P05	Ue 100x50x17x2	14,00	1,05	14,70	3,60	50,40	COBERTURA 02
P06	Ue 100x50x17x2	14,00	1,45	20,30	5,00	70,00	COBERTURA 02
T01	Tubo 50x50x2	6,00	7,92	47,52	24,30	145,80	COBERTURA 01
T02	Tubo 50x50x2	2,00	2,96	5,92	9,10	18,20	COBERTURA 01
T03	Tubo 50x50x2	15,00	7,12	106,80	21,80	327,00	COBERTURA 01
T04	Tubo 50x50x2	13,00	13,84	179,92	42,40	551,20	COBERTURA 02
T05	Tubo 50x50x2	1,00	12,89	12,89	39,50	39,50	COBERTURA 02
T06	Tubo 50x50x2	2,00	2,50	5,00	7,70	15,40	COBERTURA 02
T07	Tubo 50x50x2	2,00	2,30	4,60	7,00	14,00	COBERTURA 02
T08	Tubo 50x50x2	1,00	0,44	0,44	1,30	1,30	COBERTURA 02
T09	Tubo 50x50x2	3,00	0,55	1,65	1,70	5,10	COBERTURA 02
T10	Tubo 50x50x2	8,00	3,90	31,20	12,00	96,00	COBERTURA 03
T.I01	Tubo 70x50x2	1,00	7,92	7,92	28,90	28,90	COBERTURA 01
T.I02	Tubo 70x50x2	1,00	13,84	13,84	50,40	50,40	COBERTURA 02
V01	Ue 100x50x17x2	8,00	6,44	51,52	22,30	178,40	COBERTURA 01
V02	Ue 100x50x17x2	8,00	4,77	38,16	16,50	132,00	COBERTURA 02
V03	Ue 100x50x17x2	6,00	4,31	25,86	14,90	89,40	COBERTURA 02
V04	Ue 100x50x17x2	4,00	3,88	15,52	13,40	53,60	COBERTURA 03
V05	Ue 100x50x17x2	6,00	2,11	12,66	7,30	43,80	COBERTURA 03
TOTAL		153,00	104,67	636,10	344,50	2046,80	-

Fonte: (AUTORA, 2023).

Ao longo de toda estrutura, foram utilizados nos pilares e vigas duplo UE 100 x 50 x 17 x 2,00, as terças dispõem-se de tubo quadrado 50 x 50 x 2,00 e terças de testeira e complemento tipo 1, é composta por tubo retangular 70 x 50 x 2,00.

O termo "Perfil UE" se refere a um tipo de perfil metálico usado na construção civil e na fabricação de estruturas. São perfis formado a frio e comumente usados para criar vigas e colunas em uma variedade de aplicações, incluindo edifícios, pontes e outras estruturas (COSTA, 2012).



Esses perfis, têm uma forma que se assemelha à letra "U" de cabeça para baixo, como representado na Figura 14. Essa forma, confere aos perfis a alta resistência e capacidade de suporte de carga. Eles são fabricados em diferentes tamanhos e espessuras, o que permite que sejam escolhidos de acordo com as necessidades específicas de um projeto (COSTA, 2012).

Figura 14 – Representação do perfil U.



Fonte: (COSTA, 2012)

Nesta edificação, foram utilizados chumbadores de expansão que são um tipo de ancoragem mecânica que se efetua através de um componente metálico conhecido como "parabolt". Este dispositivo é um chumbador mecânico de expansão que se fixa ao concreto através da aplicação de torque ou força de impacto, promovendo a expansão do chumbador e, assim, assegurando sua fixação no substrato (OLIVEIRA, 2019). Além disso, bases quadradas são usadas para ancorar a estrutura de forma segura. Na Tabela 4, são apresentados os detalhes das bases e dos chumbadores utilizados.

Tabela 4 - Detalhamento das chapas e chumbador utilizados na cobertura da edificação.

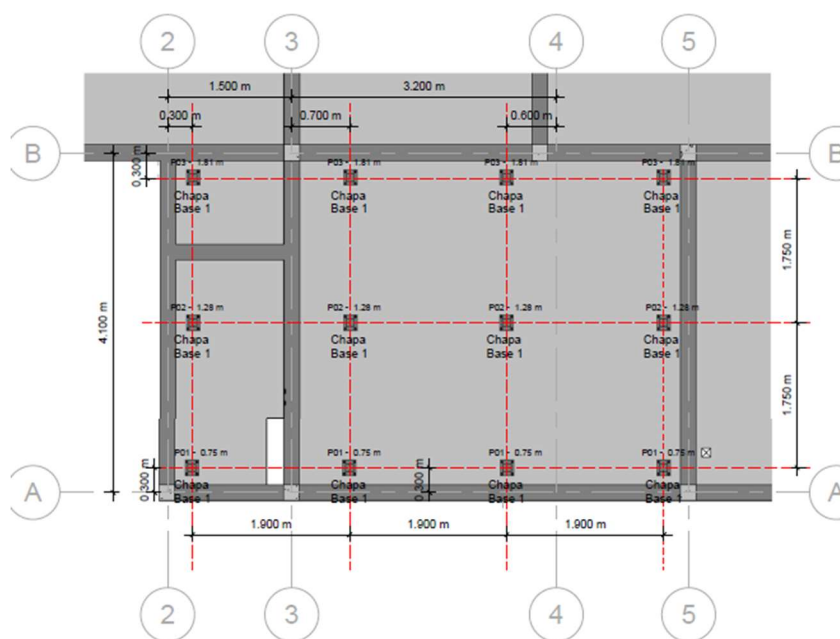
QUANTITATIVO DE CHAPAS E CHUMBADORES - COBERTURA EDIFICAÇÃO 80,39 M <sup>2</sup>				
UNIDADE	COMPRIMENTO (MM)	LARGURA (MM)	ESPESSURA (MM)	MASSA TOTAL (KG)
97,00	50,00	50,00	0,80	1,52
4,00	70,00	70,00	0,80	0,09
6,00	100,00	100,00	0,80	0,38
14,00	104,00	104,00	0,80	0,92
37,00	190,00	190,00	12,70	115,64
TOTAL				118,55
UNIDADE	ITEM			
148,00	CHUMBADOR EXPANSÃO CBA C/PRISIONEIRO 1/2"			

Fonte: (AUTORA, 2023)

As chapas empregadas também são feitas de aço ASTM A36. As espessuras variam de acordo com a finalidade: para as "tampas" dos elementos, é utilizada chapa #22 / 0,80 mm, para os suportes das calhas, a chapa é do tipo #14 / 1,95 mm e para as bases, chapas de ½ polegada.

O projeto de localização de bases de cobertura desempenha uma função fundamental na construção civil e na arquitetura, garantindo a correta colocação das bases que sustentam a cobertura de uma edificação. Ele determina com precisão a localização exata onde as bases da cobertura serão instaladas em relação a um sistema de coordenadas definido, como representado em relação a cobertura 01 na Figura 15.

Figura 15 - Localização das bases da cobertura 01.



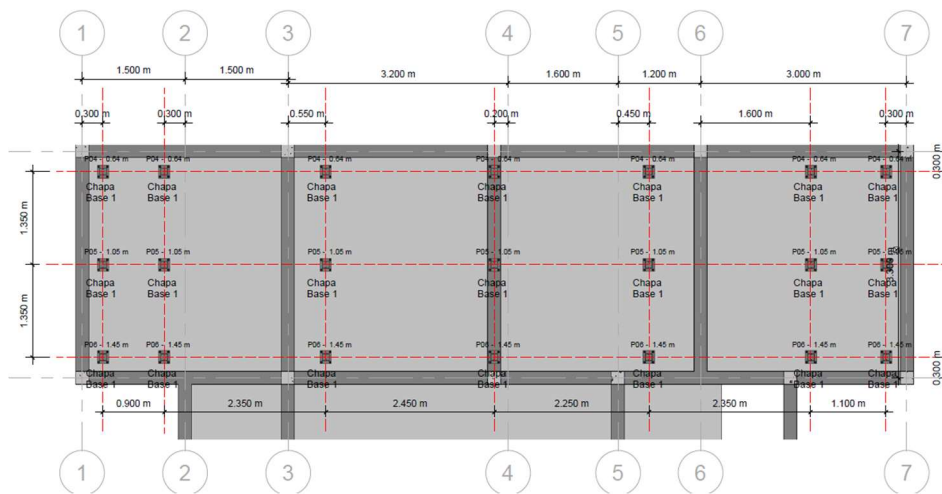
Fonte: Fonte: (ARQUIVO PESSOAL, 2023).

Além disso, as bases são essenciais para garantir a estabilidade e a segurança da edificação. A localização precisa das bases ajuda a evitar erros de construção,

como desalinhamentos ou desvios em relação ao projeto, que podem resultar em retrabalho e custos adicionais.

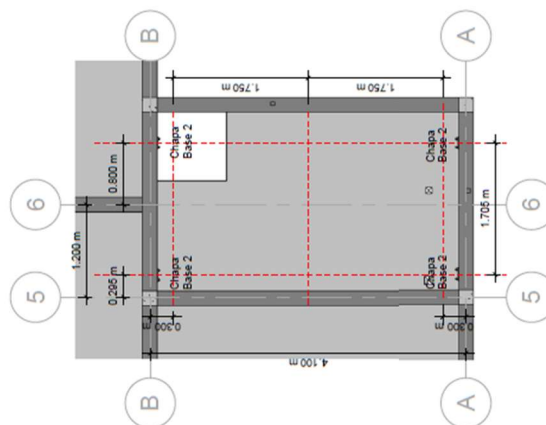
Na Figura 16 e Figura 17, estão representados os projetos das locações das bases cobertura 02 e cobertura 3 respectivamente.

Figura 16 - Locação das bases da cobertura 02.



Fonte: Fonte: (ARQUIVO PESSOAL, 2023).

Figura 17 - Locação das bases da cobertura 03.

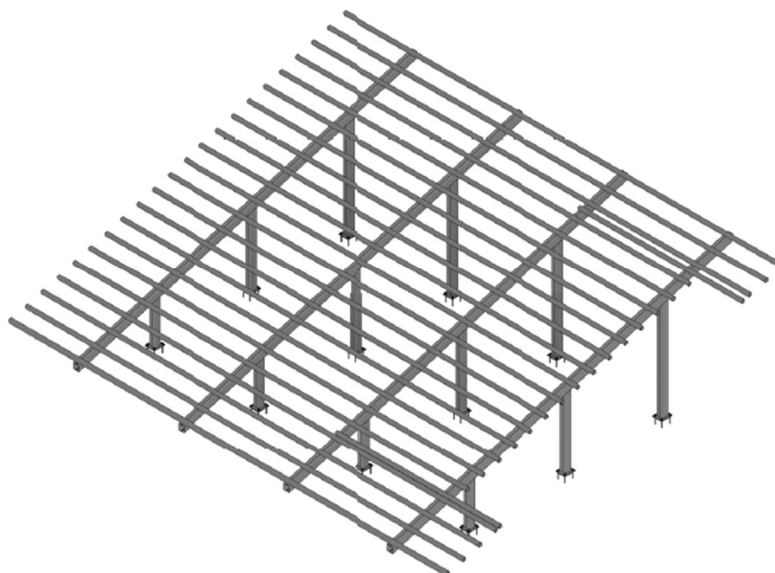


Fonte: (ARQUIVO PESSOAL, 2023).

#### 4.2.1 Cobertura 01

A cobertura 01, que pode ser observada na Figura 18 em sua representação isométrica, corresponde à cobertura frontal da residência, em referência a rua. Esta cobertura possui uma inclinação de 30%, uma água e é revestida com telhas cerâmicas coloniais na cor vermelha. A estrutura que a suporta tem um peso total de 803,90 kg, sem contar com o peso das bases.

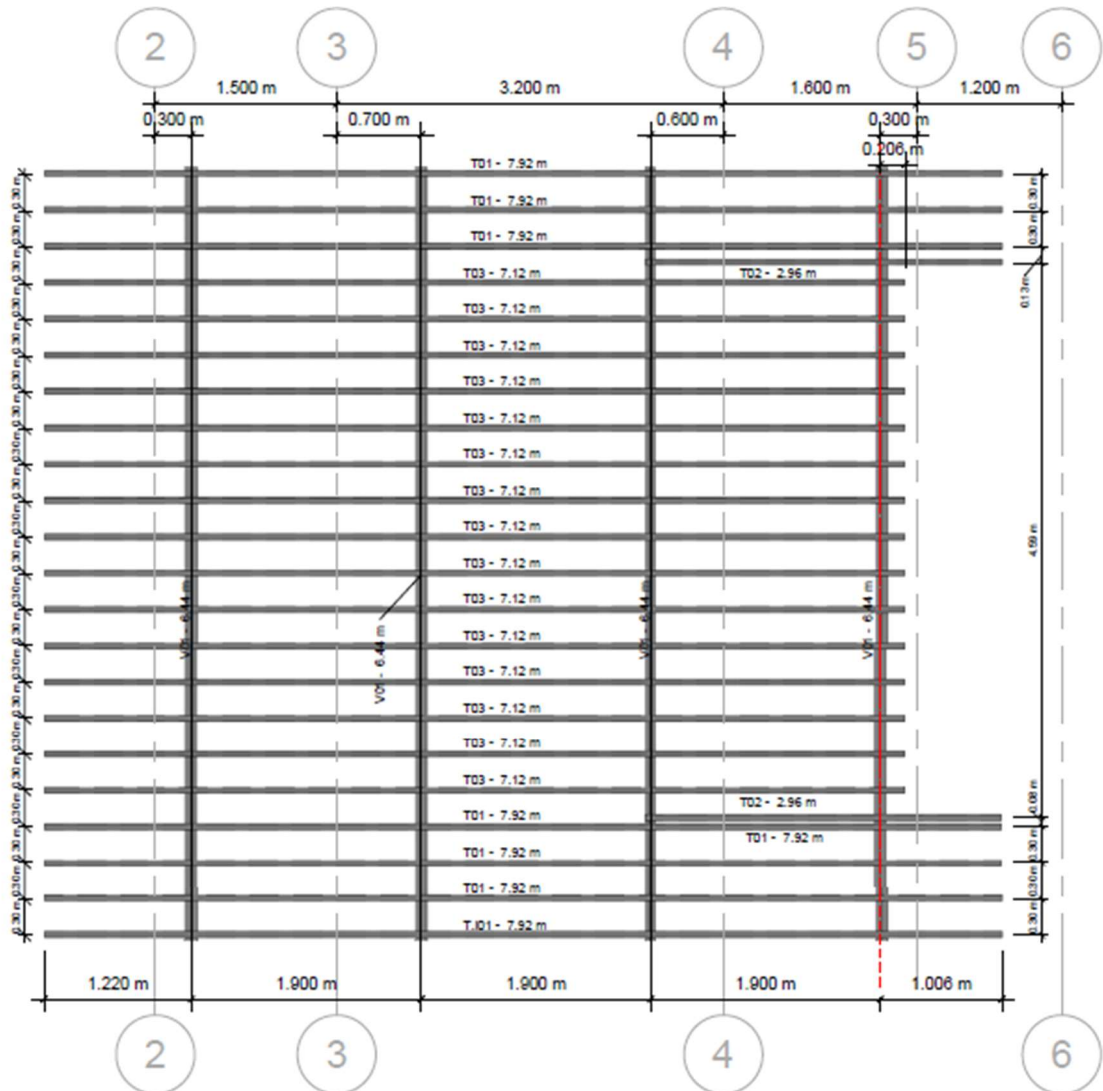
Figura 18 – Representação isométrica da cobertura 01.



Fonte: (ARQUIVO PESSOAL, 2023).

A estrutura é composta por terças de comprimentos diferentes: T01, T02 e T03. A distância padrão entre a T01 e T02 é de 0,30 metros, enquanto a distância entre T02 e T03 varia dependendo da posição, podendo ser 0,08 e 0,13 metros. Possui uma terça de testeira e complemento. Ademais, possui quatro vigas iguais, identificadas como V01, de comprimento 6,44 metros, com espaçamento de 1,9 metros entre elas e variado com a extremidade, conforme ilustrado na Figura 19.

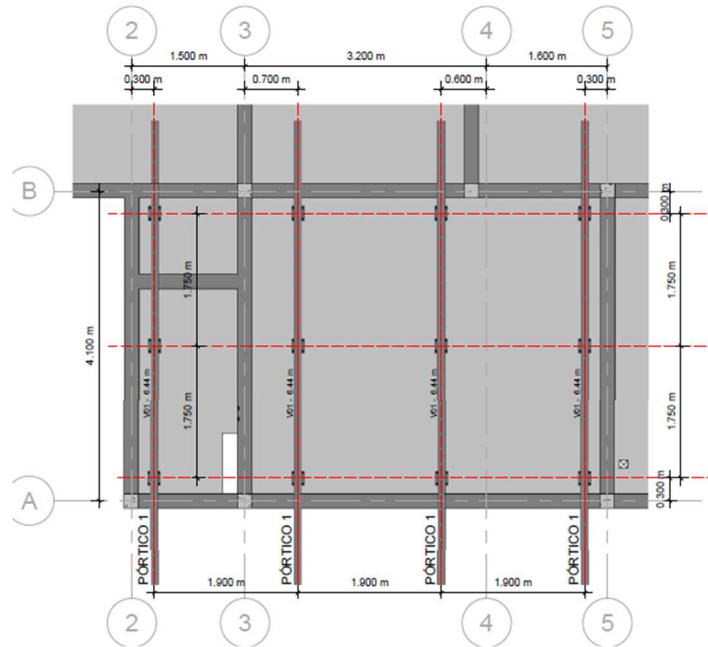
Figura 19 – Planta das terças da cobertura 01.



Fonte: (ARQUIVO PESSOAL, 2023).

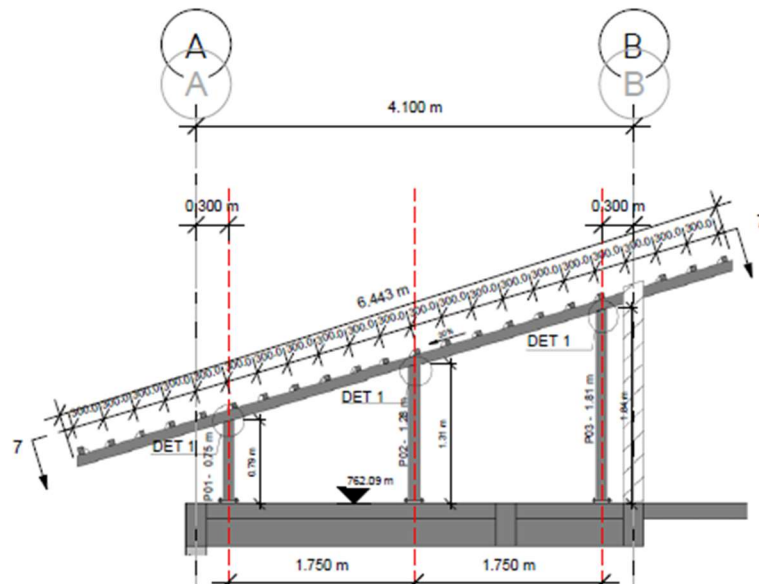
Os pilares da cobertura 01 consistem em três elementos: P01, P02 e P03. Esses pilares têm alturas variáveis, o que junto com as terças, criam uma configuração de pórtico, identificado como pórtico 01 conforme representado na Figura 20 e detalhado na Figura 21.

Figura 20 – Pórticos da cobertura 01.



Fonte: (ARQUIVO PESSOAL, 2023).

Figura 21 – Detalhamento do pórtico 01 da cobertura 01.

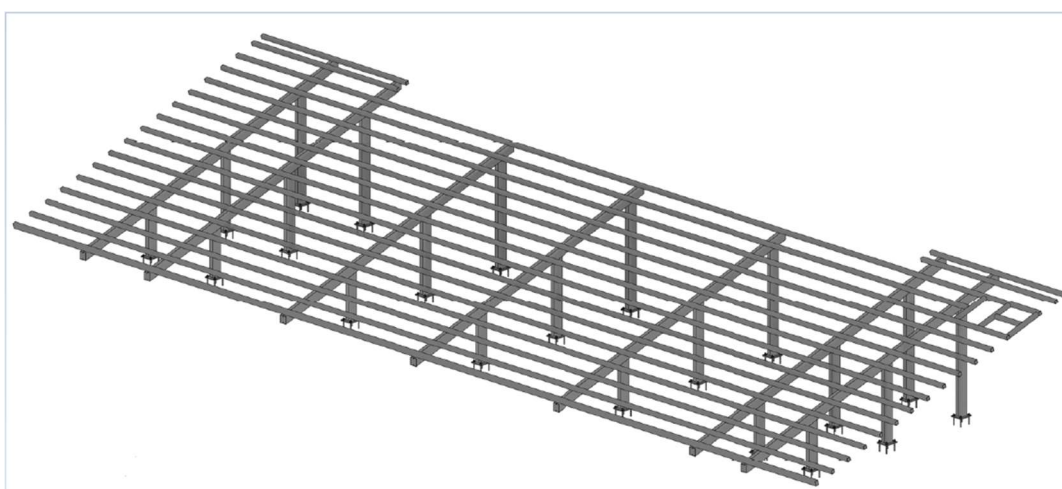


Fonte: (ARQUIVO PESSOAL, 2023).

#### 4.2.2 Cobertura 02

A Cobertura 02, retratada na Figura 22 em sua representação isométrica, engloba a área traseira da residência, com relação a rua. Essa cobertura apresenta uma inclinação de 30%, uma água e é coberta por telhas cerâmicas coloniais vermelhas. A estrutura que sustenta essa cobertura tem um peso total de 1049,50 kg, sem contar com os pesos das bases.

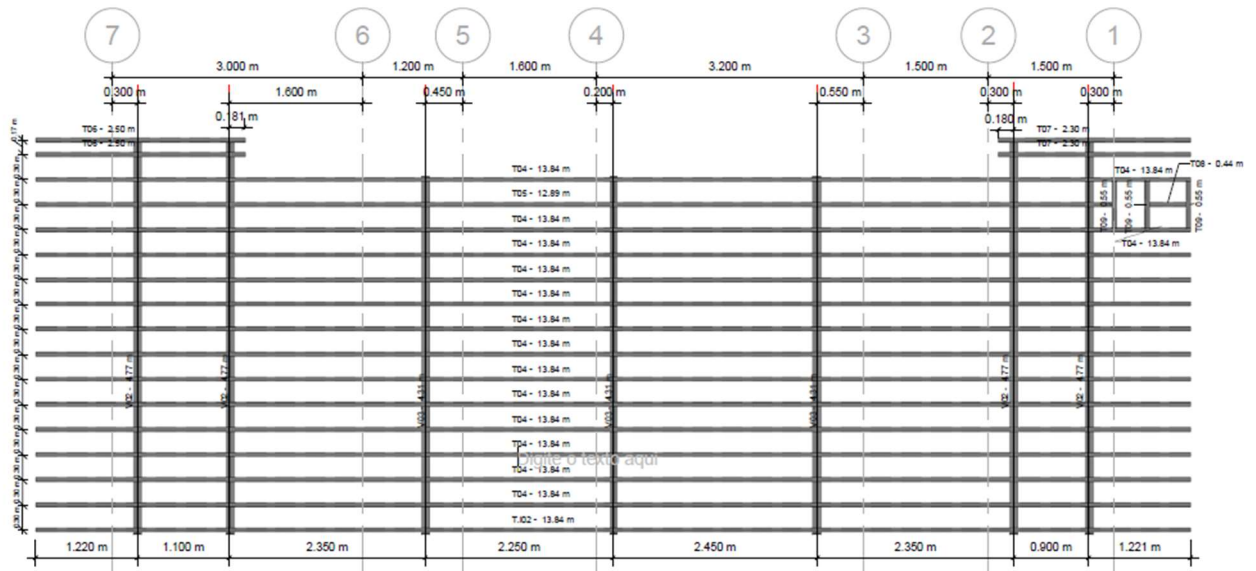
Figura 22 – Representação isométrica da cobertura 02.



Fonte: (ARQUIVO PESSOAL, 2023).

A estrutura é composta por terças de comprimentos diferentes: T04, T05, T06, T07, T08 e T09. Possui uma terça de testeira e complemento. Ademais, possui sete vigas, identificadas como quatro unidades de V02 com comprimento 4,77 metros e três unidades de V03 com comprimento 4,31 metros como ilustrado na Figura 23.

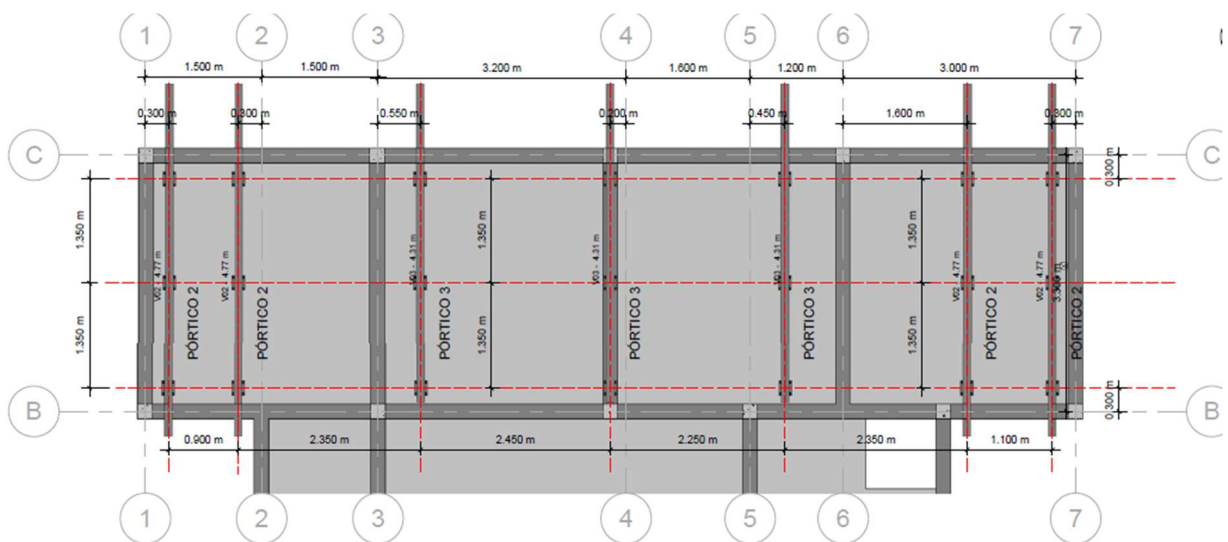
Figura 23 - Planta das terças da cobertura 02.



Fonte: (ARQUIVO PESSOAL, 2023).

A Cobertura 02 é sustentada por dois pórticos, identificados como pórtico 02 e pórtico 03, representados na Figura 24.

Figura 24 – Pórtico 02 e pórtico 03 cobertura 02.

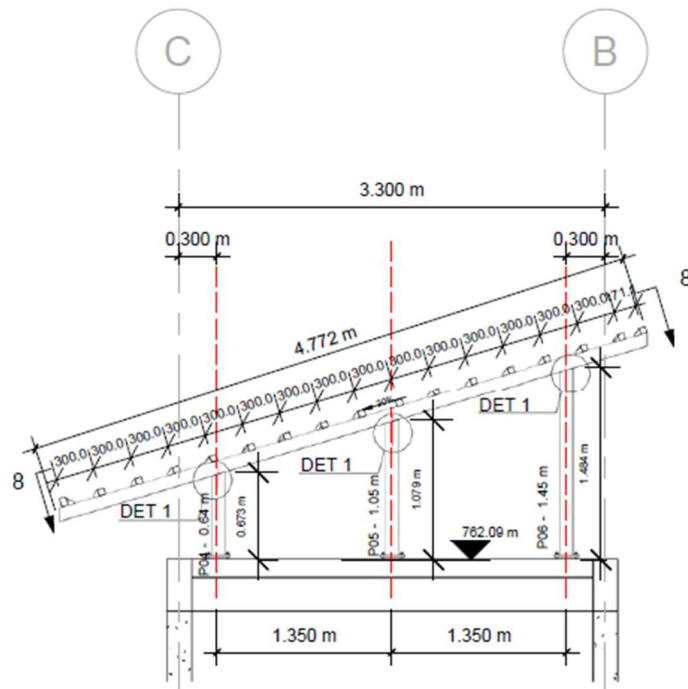


Fonte: (ARQUIVO PESSOAL, 2023).



O Pórtico 02 é composto pelas vigas e pilares das extremidades da cobertura e têm um comprimento referente a 4,772 metros, conforme ilustrado na Figura 25.

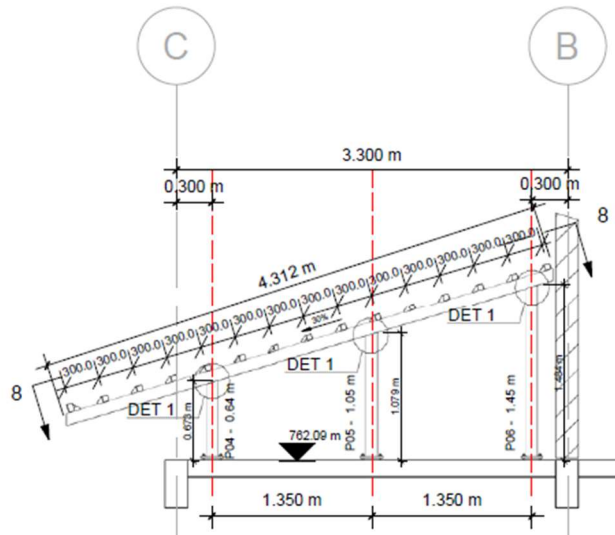
Figura 25 – Pórtico 02 da cobertura 02.



Fonte: (ARQUIVO PESSOAL, 2023).

O Pórtico 03 é composto pelas vigas e pilares do meio da estrutura e têm um comprimento referente a 3,300 metros, conforme ilustrado na Figura 26. Nota-se que o pórtico 02 é maior que o pórtico 03 devido ao tamanho das vigas que fazem parte do sistema estrutural.

Figura 26 - Pórtico 03 da cobertura 02.

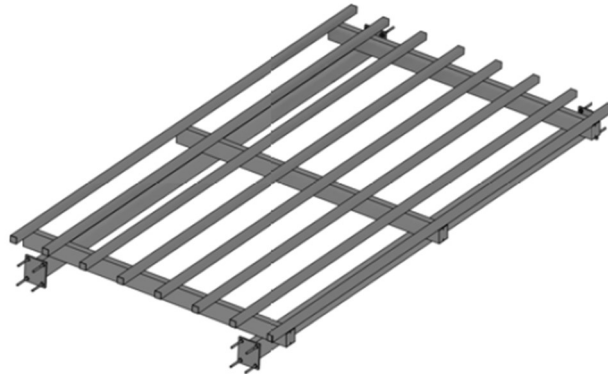


Fonte: (ARQUIVO PESSOAL, 2023).

#### 4.2.3 Cobertura 03

A Cobertura 03, conforme ilustrada na Figura 27 em seu desenho isométrico, abriga a caixa d'água da residência, localizada na parte frontal da casa. Essa cobertura possui uma inclinação de 5% e é composta por uma única água, sendo revestida com telhas metálicas trapezoidais simples. A estrutura que sustenta essa cobertura tem um peso total de 193,40 kg, excluindo-se o peso adicional das bases.

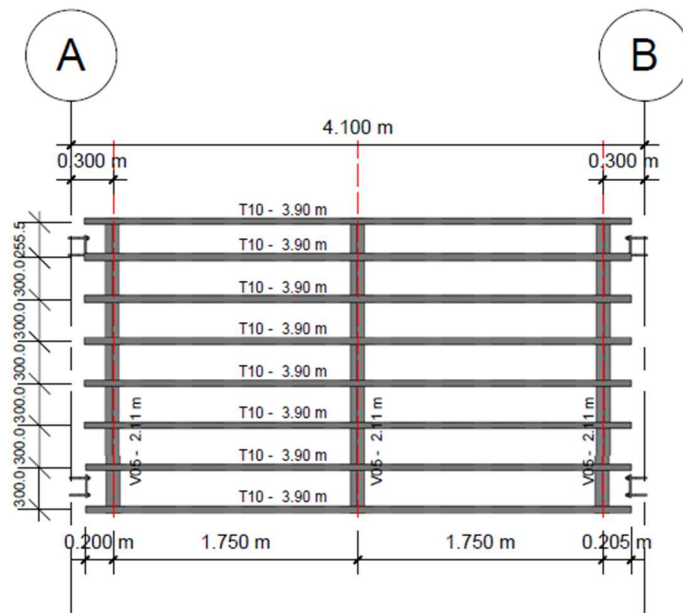
Figura 27 - Representação isométrica da cobertura 02



Fonte: (ARQUIVO PESSOAL, 2023).

A estrutura é composta pela terça T10 e pela viga V05, conforme a Figura 28.

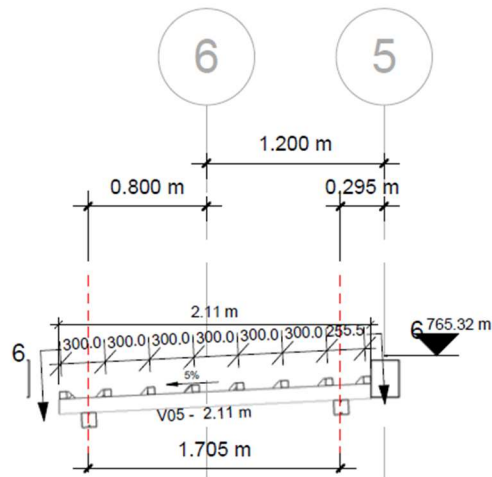
Figura 28 - Planta das terças da cobertura 03.



Fonte: (ARQUIVO PESSOAL, 2023).

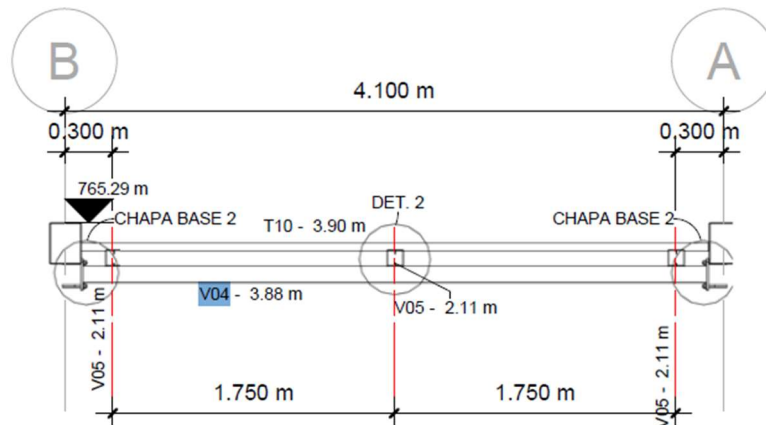
A Cobertura 03 é sustentada por dois pórticos, identificados como pórtico 04, que está detalhado na Figura 29 e pórtico 05, detalhado na Figura 30. Ambos os pórticos estão representados na Figura 31.

Figura 29 - Pórtico 04 da cobertura 03.



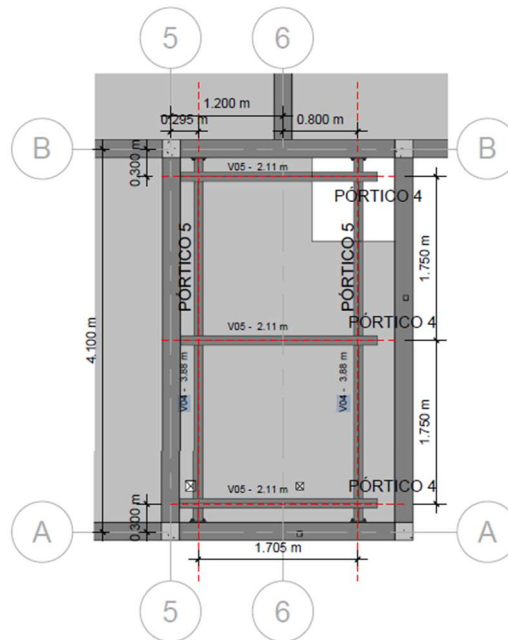
Fonte: (ARQUIVO PESSOAL, 2023).

Figura 30 - Pórtico 05 da cobertura 03.



Fonte: (ARQUIVO PESSOAL, 2023).

Figura 31 – Representação do pórtico 04 e pórtico 05 da cobertura 03.



Fonte: (ARQUIVO PESSOAL, 2023).

### 4.3 Telhas

Nesta edificação, foram utilizadas telhas cerâmicas vermelhas, resinadas e no modelo colonial conforme a Figura 32, além de telhas metálicas trapezoidais simples, conforme discutido anteriormente. As telhas cerâmicas vermelhas são frequentemente escolhidas por suas propriedades estéticas e tradicionais, enquanto as telhas metálicas trapezoidais simples são conhecidas pela durabilidade e praticidade.

Figura 32- Telhamento em execução na edificação estudada.



Fonte: (ARQUIVO PESSOAL, 2023).

A escolha de telhas metálicas para cobrir a caixa d'água em vez de telhas cerâmicas tem relação com a durabilidade, já que são resistentes à corrosão, o que é importante para proteger a caixa d'água ao longo do tempo. Ademais, está ligada diretamente à manutenção visto que essas requerem menos manutenção do que telhas cerâmicas.

#### **4.4 Custos**

Para a elaboração do orçamento desta obra, foram seguidos diversos procedimentos. No contexto específico desta edificação, a equipe de engenharia técnica da construtora responsável realizou a compilação de todos os dados quantitativos, bem como dos materiais e atividades relacionados à cobertura em estudo. Esses dados foram organizados em uma planilha conhecida como "planilha de quantidades".

A planilha de quantidades é essencialmente uma lista que associa os preços unitários com as quantidades necessárias de cada item, representada na Tabela 5. Os preços unitários são obtidos a partir das tabelas de composição de preços para

orçamentos e, em seguida, multiplicados pelo BDI, benefícios e despesas indiretas da empresa, que corresponde a um acréscimo de 33% sobre o custo direto.

Tabela 5 – Planilha de quantidades da cobertura em questão.

COBERTURAS - FORNECIMENTO E MONTAGEM				
ITEM	UNIDADE	VALOR TOTAL	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
ENGRADAMENTO METÁLICO PARA COBERTURA	KG	2.167,47	49,84	R\$ 108.026,70
COBERTURA EM TELHA CERÂMICA COLONIAL	M2	109,00	211,08	R\$ 23.007,72
COBERTURA EM TELHA METÁLICA TRAPEZOIDAL EM AÇO GALVANIZADO PINTADA 1 FACE EM PÓ OU PINTADA COIL COATING E=0.8MM	M2	8,00	621,71	R\$ 4.973,68
RUFO EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO #14/1,95MM, DIMENSÕES DE ACORDO COM PROJETO	M	8,52	683,94	R\$ 5.827,17
CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO #14/1,95MM, PERFIL U, DIMENSÕES DE ACORDO COM PROJETO	M	21,76	676,07	R\$ 14.711,28

Fonte: (AUTORA, 2023).

A cobertura da edificação estudada para o cliente final, tem o valor de R\$ 156.546,56, contando com o engradamento até os acessórios complementares. A construtora responsável pela construção, também é responsável pelo fornecimento de material, já embutido neste preço total da cobertura. Na Tabela 6, temos o valor de compra de material para esta edificação.

Tabela 6 – Orçamento para aplicação na cobertura da edificação.

QUANTITATIVO DE MATERIAIS DETALHADOS - COBERTURA EDIFICAÇÃO 80,39 M²				
ORÇAMENTO 01				
NOME	PERFIL	MASSA TOTAL (KG)	VALOR (/KG)	VALOR TOTAL
P01	Ue 100x50x17x2	20,80	R\$ 8,60	R\$ 178,88
P02	Ue 100x50x17x2	35,20	R\$ 8,60	R\$ 302,72
P03	Ue 100x50x17x2	49,60	R\$ 8,60	R\$ 426,56
P04	Ue 100x50x17x2	30,80	R\$ 8,60	R\$ 264,88
P05	Ue 100x50x17x2	50,40	R\$ 8,60	R\$ 433,44
P06	Ue 100x50x17x2	70,00	R\$ 8,60	R\$ 602,00
T01	Tube 50x50x2	145,80	R\$ 8,60	R\$ 1.253,88
T02	Tube 50x50x2	18,20	R\$ 8,60	R\$ 156,52
T03	Tube 50x50x2	327,00	R\$ 8,60	R\$ 2.812,20
T04	Tube 50x50x2	551,20	R\$ 8,60	R\$ 4.740,32
T05	Tube 50x50x2	39,50	R\$ 8,60	R\$ 339,70
T06	Tube 50x50x2	15,40	R\$ 8,60	R\$ 132,44
T07	Tube 50x50x2	14,00	R\$ 8,60	R\$ 120,40
T08	Tube 50x50x2	1,30	R\$ 8,60	R\$ 11,18
T09	Tube 50x50x2	5,10	R\$ 8,60	R\$ 43,86
T10	Tube 50x50x2	96,00	R\$ 8,60	R\$ 825,60
T.101	Tube 70x50x2	28,90	R\$ 8,60	R\$ 248,54
T.102	Tube 70x50x2	50,40	R\$ 8,60	R\$ 433,44
V01	Ue 100x50x17x2	178,40	R\$ 8,60	R\$ 1.534,24
V02	Ue 100x50x17x2	132,00	R\$ 8,60	R\$ 1.135,20
V03	Ue 100x50x17x2	89,40	R\$ 8,60	R\$ 768,84
V04	Ue 100x50x17x2	53,60	R\$ 8,60	R\$ 460,96
V05	Ue 100x50x17x2	43,80	R\$ 8,60	R\$ 376,68
TOTAL		2046,80	-	R\$ 17.602,48

Fonte: (AUTORA, 2023).

#### **4.5 Planejamento**

Da mesma forma que a engenharia técnica se organiza, o setor de planejamento se reúne com os engenheiros de produção para coordenar a programação da obra. Esta programação inclui a determinação da duração da atividade, a quantidade de mão de obra necessária, tudo estabelecido com base no índice de planejamento que tem como referência a tabela SINAPI.

A tabela SINAPI, que significa Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil, é uma ferramenta utilizada no Brasil para o acompanhamento de preços e custos relacionados à construção civil. Ela é mantida pela Caixa Econômica Federal (SINAPI, 2023).

A principal finalidade da tabela SINAPI é fornecer informações detalhadas sobre os custos de materiais, mão de obra, equipamentos e serviços relacionados à construção civil em todo o país (SINAPI, 2023). Isso ajuda a padronizar os orçamentos e estimativas de custos para projetos de construção, garantindo maior transparência e consistência nos preços praticados na indústria da construção.

Na construtora, as horas de trabalho por dia já levando em conta o intervalo para o almoço e eventuais perdas resulta em 7,33 horas por dia. Este valor é utilizado nos cálculos do planejamento.

Sendo assim, para a fabricação da estrutura metálica da cobertura 01, serão necessários 8 dias para a fabricação, conforme os cálculos baseados no índice. Os dados para esse cálculo foram retirados do SINAPI, como demonstrado na Tabela 7.



Tabela 7 - Tabela SINAPI para vãos de 7 metros e uso de telhas cerâmicas.

**CADERNO TÉCNICO**

Classe: COBE - COBERTURA

Tipo: 0291 - ESTRUTURA METALICA

**1. COMPOSIÇÃO ANALÍTICA DE SERVIÇO**

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.COBE.ETMM.103/01	FABRICAÇÃO E INSTALAÇÃO DE TESOURA INTEIRA EM AÇO, VÃO DE 7 M, PARA TELHA CERÂMICA OU DE CONCRETO, INCLUSO IÇAMENTO. AF_12/2015	UN
Código SIPCI		Situação
92590		ATIVO
Vigência: 12/2015 Última Atualização: 04/2023		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	4777	CANTONEIRA ACO ABAS IGUAIS (QUALQUER BITOLA), ESPESSURA ENTRE 1/8" E 1/4"	ATIVO	KG	34,94000
I	10997	ELETRODO REVESTIDO AWS - E7018, DIAMETRO IGUAL A 4,00 MM	ATIVO	KG	0,37800
I	40598	PERFIL UDC ("U" DOBRADO DE CHAPA) SIMPLES DE ACO LAMINADO, GALVANIZADO, ASTM A36, 127 X 50 MM, E= 3 MM	ATIVO	KG	82,08000
C	88278	MONTADOR DE ESTRUTURA METÁLICA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	2,13300
C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,49200
C	92256	INSTALAÇÃO DE TESOURA (INTEIRA OU MEIA), EM AÇO, PARA VÃOS MAIORES OU IGUAIS A 6,0 M E MENORES QUE 8,0 M, INCLUSO IÇAMENTO. AF_07/2019	ATIVO	UN	1,00000

Fonte: (SINAPI, 2023)

O cálculo para as três coberturas foi efetuado levando em consideração a presença de 6 montadores de estrutura metálica e 2 serventes. Portanto, apenas ajustando os coeficientes para o vão correspondente à cobertura 02, conforme a Tabela 8, estima-se que serão necessários 16 dias para a fabricação da estrutura metálica.

Tabela 8 - Tabela SINAPI para vãos de 4 metros e uso de telhas cerâmicas.

**CADERNO TÉCNICO**

Classe: COBE - COBERTURA

Tipo: 0291 - ESTRUTURA METALICA

**1. COMPOSIÇÃO ANALÍTICA DE SERVIÇO**

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.COBE.ETMM.100/01	FABRICAÇÃO E INSTALAÇÃO DE TESOURA INTEIRA EM AÇO, VÃO DE 4 M, PARA TELHA CERÂMICA OU DE CONCRETO, INCLUSO IÇAMENTO. AF_12/2015	UN
Código SIPC		Situação
92584		ATIVO
Vigência: 12/2015 Última Atualização: 04/2023		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	4777	CANTONEIRA ACO ABAS IGUAIS (QUALQUER BITOLA), ESPESSURA ENTRE 1/8" E 1/4"	ATIVO	KG	16,64000
I	10997	ELETRODO REVESTIDO AWS - E7018, DIAMETRO IGUAL A 4,00 MM	ATIVO	KG	0,23400
I	40598	PERFIL UDC ("U" DOBRADO DE CHAPA) SIMPLES DE ACO LAMINADO, GALVANIZADO, ASTM A36, 127 X 50 MM, E= 3 MM	ATIVO	KG	51,30000
C	88278	MONTADOR DE ESTRUTURA METÁLICA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	1,42200
C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,32800
C	92255	INSTALAÇÃO DE TESOURA (INTEIRA OU MEIA), EM AÇO, PARA VÃOS MAIORES OU IGUAIS A 3,0 M E MENORES QUE 6,0 M, INCLUSO IÇAMENTO. AF_07/2019	ATIVO	UN	1,00000

Fonte: (SINAPI, 2023)

A cobertura 03, por sua vez, mantém o mesmo índice da cobertura 02, conforme ilustrado na Tabela 9. Devido ao seu tamanho consideravelmente menor em comparação com as outras coberturas, o seu tempo de fabricação será de apenas 3 dias.

Tabela 9 - Tabela SINAPI para vãos de 3 metros e uso de telhas cerâmicas.

Classe: COBE - COBERTURA

Tipo: 0291 - ESTRUTURA METALICA

**1. COMPOSIÇÃO ANALÍTICA DE SERVIÇO**

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.COBE.ETMM.099/01	FABRICAÇÃO E INSTALAÇÃO DE TESOURA INTEIRA EM AÇO, VÃO DE 3 M. PARA TELHA CERÂMICA OU DE CONCRETO, INCLUSO IÇAMENTO. AF_12/2015	UN
Código SIPC1		Situação
92582		ATIVO
Vigência: 12/2015 Última Atualização: 04/2023		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	4777	CANTONEIRA AÇO ABAS IGUAIS (QUALQUER BITOLA), ESPESSURA ENTRE 1/8" E 1/4"	ATIVO	KG	12,98000
I	10997	ELETRODO REVESTIDO AWS - E7018, DIAMETRO IGUAL A 4,00 MM	ATIVO	KG	0,23400
I	40598	PERFIL UDC ("U" DOBRADO DE CHAPA) SIMPLES DE AÇO LAMINADO, GALVANIZADO, ASTM A36, 127 X 50 MM, E= 3 MM	ATIVO	KG	41,04000
C	88278	MONTADOR DE ESTRUTURA METÁLICA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	1,42200
C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,32800
C	92255	INSTALAÇÃO DE TESOURA (INTEIRA OU MEIA), EM AÇO, PARA VÃOS MAIORES OU IGUAIS A 3,0 M E MENORES QUE 6,0 M, INCLUSO IÇAMENTO. AF_07/2019	ATIVO	UN	1,00000

Fonte: (SINAPI, 2023)

No que diz respeito ao telhamento, foi alocada uma equipe composta por 2 telhadistas e 1 servente para ambos os modelos de telha. No caso das telhas cerâmicas, considerando uma média de 17,75 unidades por metro quadrado, prevemos que serão necessários 5 dias para concluir todo o trabalho. Os índices de produtividade dos colaboradores estão detalhados na Tabela 10.

Tabela 10 - Tabela SINAPI para telhas cerâmicas.

SINAPI - Caderno Técnico do Serviço - Telhamento para Cobertura

**CADERNO TÉCNICO**

Classe: COBE - COBERTURA

Tipo: 0074 - TELHAMENTO COM TELHA CERAMICA

**1. COMPOSIÇÃO ANALÍTICA DE SERVIÇO**

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.COBE.TELH.009/01	TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA DE ENCAIXE, TIPO PORTUGUESA, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	M2
Código SIPC	Situação	
94195	ATIVO	
Vigência: 06/2016 Última Atualização: 07/2019		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	7175	TELHA DE BARRO / CERAMICA, NAO ESMALTADA, TIPO ROMANA, AMERICANA, PORTUGUESA, FRANCESA, COMPRIMENTO DE *41* CM, RENDIMENTO DE *16* TELHAS/M2	ATIVO	UN	17,74900
C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,25300
C	88323	TELHADISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,08200
C	93281	GUINCHO ELÉTRICO DE COLUNA, CAPACIDADE 400 KG, COM MOTO FREIO, MOTOR TRIFÁSICO DE 1,25 CV - CHP DIURNO. AF_03/2016	ATIVO	CHP	0,02400
C	93282	GUINCHO ELÉTRICO DE COLUNA, CAPACIDADE 400 KG, COM MOTO FREIO, MOTOR TRIFÁSICO DE 1,25 CV - CHI DIURNO. AF_03/2016	ATIVO	CHI	0,03330

Fonte: (SINAPI, 2023)

Por fim, no caso da telha metálica, considerando os índices fornecidos pela SINAPI conforme demonstrado na Tabela 11, estimamos que será necessário 1 dia para a sua instalação.

Tabela 11 - Tabela SINAPI para telhas metálicas.

Classe: COBE - COBERTURA  
 Tipo: 0076 - TELHAMENTO COM TELHA METALICA

**1. COMPOSIÇÃO ANALÍTICA DE SERVIÇO**

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.COBE.TELH.027/01	TELHAMENTO COM TELHA DE AÇO/ALUMÍNIO E = 0,5 MM, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO IÇAMENTO. AF_07/2019	M2
Código SIPCI		Situação
94213		ATIVO

Vigência: 06/2016 Última Atualização: 07/2019

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	7243	TELHA TRAPEZOIDAL EM AÇO ZINCADO, SEM PINTURA, ALTURA DE APROXIMADAMENTE 40 MM, ESPESSURA DE 0,50 MM E LARGURA UTIL DE 980 MM	ATIVO	M2	1,16600
I	11029	HASTE RETA PARA GANCHO DE FERRO GALVANIZADO, COM ROSCA 1/4" X 30 CM PARA FIXAÇÃO DE TELHA METALICA, INCLUI PORCA E ARRUELAS DE VEDAÇÃO	ATIVO	CJ	4,15000
C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,09700
C	88323	TELHADISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,09100
C	93281	GUINCHO ELÉTRICO DE COLUNA, CAPACIDADE 400 KG, COM MOTO FREIO, MOTOR TRIFÁSICO DE 1,25 CV - CHP DIURNO. AF_03/2016	ATIVO	CHP	0,00090
C	93282	GUINCHO ELÉTRICO DE COLUNA, CAPACIDADE 400 KG, COM MOTO FREIO, MOTOR TRIFÁSICO DE 1,25 CV - CHI DIURNO. AF_03/2016	ATIVO	CHI	0,00130

Fonte: (SINAPI, 2023)

Em resumo, contando que não haja nenhum atraso, essa cobertura foi planejada para ser concluída em 32 dias, conforme a Tabela 12.

Tabela 12 – Prazo para finalidade da cobertura da edificação.

COBERTURAS - FABRICAÇÃO E MONTAGEM					
ITEM	UNIDADE	VALOR TOTAL	UNIDADE/M²	RENDIMENTO POR DIA	DIAS PARA FINALIZAÇÃO
ENGRADAMENTO METÁLICO PARA COBERTURA 01	KG	803,01	-	-	7,95
ENGRADAMENTO METÁLICO PARA COBERTURA 02	KG	1049,50	-	-	15,58
ENGRADAMENTO METÁLICO PARA COBERTURA 03	KG	193,40	-	-	2,87
COBERTURA EM TELHA CERÂMICA COLONIAL	M2	109,00	17,75	130,10017	4,9
COBERTURA EM TELHA METÁLICA TRAPEZOIDAL EM AÇO GALVANIZADO PINTADA 1 FACE EM PÓ OU PINTADA COIL COATING E=0,8MM	M2	8,00	1,17	8,55	0,1
DIAS TOTAIS PARA FINALIZAÇÃO DA COBERTURA:					31,39

Fonte: Autora, 2023

## **5 CONSIDERAÇÕES E SUGESTÕES**

### **5.1 Considerações finais**

Este estudo detalhado sobre a utilização de estruturas de aço para telhados coloniais em edificações residenciais de médio padrão revelou insights valiosos sobre uma alternativa inovadora e eficaz na construção civil. Ao longo deste trabalho, exploramos a fundo os benefícios, desafios e considerações técnicas associados a essa abordagem, com foco especial em um estudo de caso localizado em Mariana, Minas Gerais, Brasil.

Uma das principais descobertas é a crescente popularidade das estruturas de aço em telhados coloniais, devido à sua durabilidade excepcional, eficiência na construção e versatilidade de design. A resistência ao desgaste e à corrosão, aliada à reciclabilidade do aço, torna-o uma escolha sustentável e ecológica. Além disso, a leveza do material facilita o transporte e a instalação, resultando em economia de tempo e custos.

Ao analisar o estudo de caso em Mariana, observamos como a estrutura metálica se mostrou confiável na prática, garantindo a segurança e estabilidade do telhado colonial. Também destacamos a importância da inclinação adequada, bem como a integração de acessórios complementares.

Este estudo oferece uma visão abrangente e prática da aplicação bem-sucedida de estruturas de aço em telhados coloniais. A utilização crescente dessas tecnologias promete continuar transformando a paisagem da construção civil, tornando-a mais sustentável e eficiente.

### **5.2 Sugestões para trabalhos futuros**

Sugere-se o seguinte conjunto de possíveis trabalhos futuros:

- Análise numérica e dimensionamento da estrutura metálica: Realizar uma análise detalhada e o dimensionamento da estrutura metálica proposta no

estudo de caso, com o objetivo de confirmar sua viabilidade técnica como solução em aço.

- Desenvolvimento de estrutura de madeira: Projetar uma estrutura de madeira que se adeque ao projeto arquitetônico apresentado no estudo de caso, assegurando a viabilidade técnica dessa solução em madeira.
- Avaliação de custos da estrutura de madeira: Realizar uma avaliação minuciosa dos custos associados à implementação da estrutura de madeira proposta, com o intuito de determinar qual oferece a melhor viabilidade econômica para a cobertura do telhado colonial, considerando as opções em aço e madeira.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto e execução de telhados com telhas cerâmicas tipo francesa - Procedimento: NBR 8039. Rio de Janeiro, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Edificações habitacionais — Desempenho Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas: NBR 15575-5. Rio de Janeiro, 2013.

BRASIL, D. Técnicas de Recuperação e Reforço Estrutural com Estruturas de Aço. 85 p. Projeto Final Graduação. Faculdade de Engenharia Civil. Área de Concentração: Estruturas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

CALIL JUNIOR, Carlito; MOLINA, Júlio Cesar. Coberturas em estruturas de madeira: exemplos de cálculo. 2010.

CARDÃO, C. Técnica da construção. São Paulo: Blucher. 1981.

COSTA, A. A. R. Estudo da flambagem local de perfis U enrijecidos em situação de incêndio, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1843/BUBD-A39GKT>>.

CBCA – Centro Brasileiro da Construção em Aço. Estudo de Sistemas Construtivos nas Obras Brasileiras. Rio de Janeiro, 2019.

CORDEIRO, E. R.; SILVA, K. C. D., 2021. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/28498/1/analiseestruturalcoberturamet alica.pdf>>.

ENGENHARIA, I. D. Construção do começo ao fim , p. 85-92, 2004.

FLACH, R. S. Estruturas para telhados : análise técnica de soluções, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/65439>>.

GUERRA, J.; MAGALHÃES, B.; GOMES, M.; & FONSECA, R. Materiais de construção II: coberturas. São Paulo, 2010.



HELLMEISTER, J. C. Estruturas de madeira. São Carlos: Universidade de São Paulo, 1977.

IDEAL CONSULTORIA JUNIOR, 2022. Disponível em: <<https://www.idealjr.com/post/conheca-os-diferentes-tipos-de-telhados-para-a-sua-casa>>.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Cobertura com estrutura de madeira e telhados com telhas cerâmicas: manual de execução. São Paulo: Sinduscon-SP, 1988.

LOGSDON, N. Estruturas de madeira para coberturas, sob a ótica da NBR 7190/1997. 2002. Trabalho de conclusão de curso. Cuiabá: Departamento de Engenharia Florestal – Universidade Federal de Mato Grosso.

NOGUEIRA, G.; S. Avaliação de soluções estruturais para galpões compostos por perfis de aço formados a frio. 175f. Dissertação de Mestrado em Construção Metálica. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2009.

MELO, M. V. S. Avaliação do desempenho de soluções estruturais em aço para telhados coloniais. 2011. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Civil) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/jspui/handle/123456789/2722>>

MIRANDA, D. W. S., 2020. Disponível em: <<http://repositorio.unim.edu.br/jspui/handle/123456789/206>>.

MOLITERNO, A. Caderno de Projeto de Telhados em Estruturas de Madeira, 4 edição,. São Paulo (SP): Editora Edgard Blücher LTDA, 2010. 269p.

NAKAMURA, J. Tendências da construção civil. Buildin: Construção & informação. 2019. Disponível em: <https://www.buildin.com.br/tendencias-da-construcao-civil-2/>.

LUZ, P. P. V. Estudo da viabilidade econômica de telhados residenciais em estrutura de aço e de madeira. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2019.

OLIVEIRA, B. N. ANÁLISE TEÓRICA E EXPERIMENTAL DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DE CHUMBADOR DE EXPANSÃO ANCORADO EM DIFERENTES TRAÇOS DE CONCRETO, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.unisc.br/jspui/bitstream/11624/2612/1/Bruno%20Nagel%20Oliveira.pdf>>.

PEREIRA, C. Telhados. Escola Engenharia, 2016. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/telhados/>.

PEREIRA, Caio. Tipos de telhas para telhados. Escola Engenharia, 2018. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-telhas-para-telhados/>.

PINHEIRO, M. Construção Sustentável - Mito ou Realidade? Lisboa, 2003.

PINI. “Galpões metálicos para uso gerais”. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenhariacivil/171/artigo287855-2.aspx>>

RAMOS, A., 2016. Disponível em: <<https://engenhariae.com.br/editorial/colunas/conheca-as-partes-que-formam-um-telhado>>.

SILVA, A. J. D. C. E. Cobertura. [S.l.]: [s.n.], 2004.

SINAPI, 2023. Disponível em: <[https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-afetadas-lote1-habitacao-fundacoes-estruturas/SINAPI\\_CT ESTRUTURA TRAMA COBERTURA\\_04\\_2023.pdf](https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-afetadas-lote1-habitacao-fundacoes-estruturas/SINAPI_CT ESTRUTURA TRAMA COBERTURA_04_2023.pdf)>.