



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DA BAHIA
CENTRO DAS CIÊNCIAS EXATAS E DAS TECNOLOGIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE CUSTO E DESEMPENHO
TÉRMICO EM COMPOSIÇÕES DE SISTEMAS DE COBERTURA
EM BARREIRAS - BA**

AEDSON DA CÂMARA CARDOSO

BARREIRAS - BA

SETEMBRO – 2024

**ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE CUSTO E DESEMPENHO
TÉRMICO EM COMPOSIÇÕES DE SISTEMAS DE
COBERTURA EM BARREIRAS - BA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Engenharia Civil da Universidade
Federal do Oeste da Bahia como requisito à
obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Orientador: D.Sc Elier Pavón De La Fé

**BARREIRAS - BA
SETEMBRO - 2024**

**FICHA CATALOGRÁFICA PREPARADA PELA BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA DO
CENTRO DAS CIÊNCIAS EXATAS E DAS TECNOLOGIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL
DO OESTE DA BAHIA**

FICHA CATALOGRÁFICA

C268 Cardoso, Aedson da Câmara.

Análise da relação entre custo e desempenho térmico em composições de sistemas de cobertura em Barreiras -BA. / Aedson da Câmara Cardoso. – 2024.

92f.

Orientador: Prof. Dr. Elier Pavón de La Fé.

Monografia (Graduação) – Bacharelado em Engenharia Civil. Universidade Federal do Oeste da Bahia. Centro das Ciências Exatas e das Tecnologias. Barreiras, BA, 2024.

1. Transmitância térmica. 2.Custo. 3.Cobertura. 4.Telhado. I. La Fé, Elier Pavón de. II. Universidade Federal do Oeste da Bahia - Centro das Ciências Exatas e das Tecnologias. III. Título.

CDD 624

Biblioteca Universitária de Barreiras - UFOB

AEDSON DA CÂMARA CARDOSO

**ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE CUSTO E DESEMPENHO
TÉRMICO EM COMPOSIÇÕES DE SISTEMAS DE COBERTURA
EM BARREIRAS - BA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE
CURSO APRESENTADO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO OESTE DA BAHIA, COMO
REQUISITO À OBTENÇÃO DO GRAU DE
ENGENHEIRO CIVIL.

Aprovado em 04 de setembro de 2024

Banca Examinadora

Orientador:



D.Sc Elier Pavón De La Fé

Universidade Federal do Oeste Da Bahia

D.Sc Dennis Coelho Cruz

Universidade Federal do Oeste Da Bahia

D.Sc Kuelson Randello Dantas Maciel

Universidade Federal Do Oeste Da Bahia

*Dedico este trabalho primeiramente a Deus
e aos meus familiares.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente à Deus pela vida, pela saúde, força de vontade e por todas as oportunidades e bençãos que tive em minha jornada.

Ao meu pai Adelson e minha mãe Adalice, por todos ensinamentos, por todo carinho, apoio e cuidados que foram desprendidos a mim ao longo de toda minha vida.

Ao meu irmão Anderson, por seu companheirismo e suporte, que sempre me foi oferecido.

À minha esposa Emmila, por todo amor, carinho, compreensão, afeto e suporte que a mim foi cedido ao longo desses anos.

À minha filha Yllare, que desde o principio me fez ter consciência da grande responsabilidade de ser pai.

Ao meu afilhado, que considero como filho, Paulo Welson, por me deixar fazer parte de sua construção como cidadão e homem de bem.

À minha sogra Linete, por todos os conselhos e cuidado que teve pela minha pessoa.

À minha comadre Lilian, por ser tão protetora e cuidadora dos seus.

Ao Carlos Henrique, pelos momentos de alegria e brincadeiras na nossa rocinha.

Ao querido Pedro Paulo, por ser tão atencioso e carinhoso.

Aos meus queridos colegas de faculdade, que durante todo esse tempo foram uma força motivadora em busca dos nossos objetivos, dentre tantos, destaco: Nazildo, Uendel, Aleff, Iuan, Gabriel Souza, Wenison, Ícaro Camandaroba, Sarha Gusmão, Lucivânia, Anna Flávia, Lizandra Pereira, Gabriela Lopes e Daniela Lima.

À todos os professores da UFOB, que me fizeram uma pessoa mais consciente e contribuíram grandemente pela pessoa que sou hoje.

Ao meu querido avô José Tavares, em memória, por todo o carinho e acolhimento.

De forma muito especial, agradeço ao meu amado e querido filho, Adam, que desde o dia da sua chegada, vem me ensinando a cada dia, a maior, mais complexa e gratificante lição de todas, ser pai. Gratidão por sua vida!

Ao Centro das Ciências Exatas e das Tecnologias (CCET) da Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB), por ter proporcionado condições de desenvolver este trabalho.

RESUMO

Foi realizado no presente trabalho a análise da relação entre o custo e a transmitância térmica para 16 composições de sistemas de coberturas. Essas composições apresentaram uma transmitância térmica $U \leq 1,5 \text{ W/ (m}^2 \cdot \text{K)}$, correspondente ao desempenho térmico mínimo para o valor da absorvância maior que 0,4. Os valores da transmitância térmica foram obtidos do trabalho de Silva (2022). As coberturas com suas respectivas camadas de laje e forro foram modeladas no Autodesk Revit 2024 e orçadas por meio de tabelas de composição de custo não desonerado do SINAPI, com data de referência de setembro de 2023. O orçamento foi realizado através do preenchimento dos dados em uma planilha eletrônica (Excel) informando a categoria, a subcategoria, item, base, código, descrição do serviço, quantidade, unidade, valor unitário e o valor total sem BDI. Após a obtenção do custo total da composição da cobertura, calculou-se o custo por metro quadrado dividindo pela área (16 m^2) do protótipo modelado por Silva (2022). Com os valores dos custos por metro quadrado de cada grupo de cobertura e com os valores das transmitâncias térmicas obtidos do trabalho de Silva (2022), foi confeccionado gráficos de análise de transmitância térmica pelo custo por metro quadro para cada grupo de cobertura e um gráfico de análise de transmitância térmica pelo custo por metro quadro para todas as coberturas. Em uma análise comparativa dos custos de diferentes composições orçadas, verificou-se que a telha metálica com forro de gesso foi a opção mais econômica, enquanto a composição que incluía telha termoacústica, laje de concreto armado e forro de madeira apresentou o maior custo por metro quadrado. Para um mesmo grupo de cobertura (telha cerâmica, telha de fibrocimento, telha metálica e telha termoacústica), observou-se que, exceto no caso do grupo da telha termoacústica, há uma forte correlação, com um coeficiente de determinação (R^2) superior a 70%, entre o custo por metro quadrado e a transmitância térmica. À medida que o custo aumenta devido à adição de laje ou forro, variando o material do forro, a transmitância térmica tende a diminuir. Já para diferentes grupos de coberturas, quando analisados em conjunto, não existe uma relação significativa entre si. Nesse caso, não é possível traçar uma linha de tendência representativa do comportamento dos resultados. Onde foi possível obter soluções de baixa transmitância térmica e de baixo custo simultaneamente em comparação com outras composições de coberturas.

Palavras-chave: transmitância térmica; custo; desempenho térmico.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diferença entre o custo estimado e o custo realizado em função do grau de detalhamento do projeto. -----	19
Figura 2 – Planta de cobertura e elevação. -----	20
Figura 3 - Exemplo de cálculo do coeficiente de representatividade. -----	24
Figura 4 - Fenômenos ondulatórios da radiação solar sobre superfícies. -----	29
Figura 5 - Região da zona bioclimática 7. -----	29
Figura 6 - Carta bioclimática apresentando as normais climatológicas. -----	30
Figura 7 - Corte de uma parede esquematizando sinteticamente os fenômenos de troca de calor ocorridos em um dia quente em superfície opaca externa.-----	31
Figura 8 - Combinações possíveis para as soluções de cobertura. -----	35
Figura 9 - Telha cerâmica com laje de concreto e forro de gesso. -----	37
Figura 10 - Telha cerâmica com laje de concreto e forro de PVC.-----	38
Figura 11 - Telha cerâmica com laje de concreto e forro de madeira. -----	39
Figura 12 - Telha de fibrocimento com laje de concreto e forro de gesso.-----	39
Figura 13 - Telha de fibrocimento com laje de concreto e forro de PVC. -----	40
Figura 14 - Telha de fibrocimento com laje de concreto e forro de madeira. ----	40
Figura 15 - Telha metálica com forro de gesso.-----	41
Figura 16 - Telha metálica com forro de PVC. -----	42
Figura 17 - Telha metálica com forro de madeira.-----	42
Figura 18 - Telha metálica com laje de concreto e forro de gesso. -----	43
Figura 19 - Telha metálica com laje de concreto e forro de PVC. -----	43
Figura 20 - Telha metálica com laje de concreto e forro de madeira. -----	44
Figura 21 - Telha termoacústica. -----	44
Figura 22 - Telha termoacústica com forro de gesso. -----	45
Figura 23 - Telha termoacústica com forro de PVC.-----	45
Figura 24 - Telha termoacústica com laje de concreto e forro de madeira. -----	46
Figura 25 - Custo total de todas as composições orçadas. -----	79
Figura 26 - Gráfico do comportamento da transmitância térmica em relação custo para o grupo cerâmico. -----	80
Figura 27 - Gráfico do comportamento da transmitância térmica em relação ao custo para o grupo fibrocimento. -----	81

Figura 28 - Gráfico do comportamento da transmitância térmica em relação ao custo para o grupo telha metálica. -----	82
Figura 29 - Gráfico do comportamento da transmitância térmica em relação ao custo para o grupo telha termoacústica.-----	84
Figura 30 – Gráfico da relação da transmitância térmica em função do custo por metro quadrado. -----	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fator para cálculo de área de telhado. -----	21
Tabela 2 - Composição de insumos e de custo unitário. -----	22
Tabela 3 - Estratégias de condicionamento térmico passivo para a zona bioclimática 7. -----	30
Tabela 4 - Critérios e níveis de desempenho de coberturas quanto à transmitância térmica. -----	34
Tabela 5 - Composições de coberturas com desempenho térmico mínimo. -----	35
Tabela 6 - Orçamento para cobertura em telha cerâmica, laje de concreto armado e forro de gesso. -----	47
Tabela 7 - Tabela ABC para cobertura em telha cerâmica, laje de concreto armado e forro de gesso. -----	48
Tabela 8 - Orçamento para cobertura em telha cerâmica, laje de concreto armado e forro de PVC. -----	49
Tabela 9 - Tabela ABC para cobertura em telha cerâmica, laje de concreto armado e forro de PVC. -----	50
Tabela 10 - Orçamento para cobertura em telha cerâmica, laje de concreto armado e forro de madeira. -----	51
Tabela 11 - Tabela ABC para cobertura em telha cerâmica, laje de concreto armado e forro de madeira. -----	52
Tabela 12 - Orçamento para cobertura em telha de fibrocimento, laje de concreto armado e forro de gesso. -----	53
Tabela 13 - Tabela ABC para cobertura em telha de fibrocimento, laje de concreto armado e forro de gesso. -----	54
Tabela 14 - Orçamento para cobertura em telha de fibrocimento, laje de concreto armado e forro de PVC. -----	55
Tabela 15 - Tabela ABC para cobertura em telha de fibrocimento, laje de concreto armado e forro de PVC. -----	56
Tabela 16 - Orçamento para cobertura em telha de fibrocimento, laje de concreto armado e forro de madeira. -----	57
Tabela 17 - Tabela ABC para cobertura em telha de fibrocimento, laje de concreto armado e forro de madeira. -----	58
Tabela 18 - Orçamento para cobertura em telha metálica com forro de gesso. --	59
Tabela 19 - Tabela ABC para cobertura em telha metálica com forro de gesso. -	60
Tabela 20 - Orçamento para cobertura em telha metálica com forro de PVC. ---	61

Tabela 21 - Tabela ABC para cobertura em telha metálica com forro de PVC. --	62
Tabela 22 - Orçamento para cobertura em telha metálica com forro de madeira.	63
Tabela 23 - Tabela ABC para cobertura em telha metálica com forro de madeira. -----	64
Tabela 24 - Orçamento para cobertura em telha metálica, laje de concreto armado e forro de gesso. -----	65
Tabela 25 - Tabela ABC para cobertura em telha metálica, laje de concreto armado e forro de gesso. -----	66
Tabela 26 - Orçamento para cobertura em telha metálica, laje de concreto armado e forro de PVC. -----	67
Tabela 27 - Tabela ABC para cobertura em telha metálica, laje de concreto armado e forro de PVC. -----	68
Tabela 28 - Orçamento para cobertura em telha metálica, laje de concreto armado e forro de madeira. -----	69
Tabela 29 - Tabela ABC para cobertura em telha metálica, laje de concreto armado e forro de madeira. -----	70
Tabela 30 - Orçamento para telha termoacústica. -----	71
Tabela 31 - Tabela ABC para cobertura em telha termoacústica. -----	72
Tabela 32 - Orçamento para telha termoacústica com forro de gesso. -----	73
Tabela 33 - Tabela ABC para cobertura em telha termoacústica e forro de gesso. -----	74
Tabela 34 - Orçamento para telha termoacústica com forro de PVC. -----	75
Tabela 35 - Tabela ABC para telha termoacústica com forro de PVC. -----	76
Tabela 36 - Orçamento para telha termoacústica, laje de concreto armado e forro de madeira. -----	77
Tabela 37 - Tabela ABC para cobertura em telha termoacústica, laje de concreto armado e forro de madeira. -----	78
Tabela 38 - Variação da transmitância térmica e do custo por metro quadrado para o grupo cerâmico. -----	80
Tabela 39 - Variação da transmitância térmica e do custo por metro quadrado para o grupo fibrocimento. -----	81
Tabela 40 - Variação da transmitância térmica e do custo por metro quadrado para o grupo telha metálica. -----	83
Tabela 41 - Variação da transmitância térmica e do custo por metro quadrado para o grupo telha termoacústica. -----	84

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	14
1.2	JUSTIFICATIVA	15
1.3	OBJETIVOS	15
1.3.1	Geral	15
1.3.2	Específicos	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	ENGENHARIA DE CUSTOS	16
2.1.2	Graus de orçamento	17
2.1.3	Levantamento de quantitativo de materiais	19
2.1.4	Composição de custos.....	21
2.1.5	Tabela ABC.....	25
2.2	CONFORTO TÉRMICO	25
2.2.1	Escalas climáticas	27
2.2.2	Variáveis climáticas	27
2.3	DESEMPENHO TÉRMICO	31
3	MATERIAIS E MÉTODOS	35
3.1	GRUPO CERÂMICO	37
3.2	GRUPO FIBROCIMENTO	39
3.3	GRUPO TELHA METÁLICA	41
3.4	GRUPO TELHA TERMOACÚSTICA	44
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4.1	RESULTADOS DO GRUPO CERÂMICO	47
4.2	RESULTADOS DO GRUPO FIBROCIMENTO	52
4.3	RESULTADOS DO GRUPO TELHA METÁLICA	59
4.4	RESULTADOS DO GRUPO TELHA TERMOACÚSTICA	71
4.5	ANÁLISE DO CUSTO DE TODAS AS COMPOSIÇÕES	79
4.6	ANÁLISE DA TRANSMITÂNCIA TÉRMICA E DO CUSTO	79
4.6.1	Análise da transmitância térmica em relação ao custo por grupo de coberturas .	80

4.6.2	Análise da transmitância térmica e do custo de todos os grupos de coberturas ..	84
5	CONCLUSÃO	87
6	REFERÊNCIAS	89

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A indústria da construção civil desempenha um papel significativo no crescimento nacional, contribuindo não apenas para suprir habitações e promover infraestrutura, mas também gerar oportunidades de emprego para uma diversidade de profissionais, independentemente de seu nível educacional. Seu impacto abrange desde a geração de renda até o aprimoramento da qualidade de vida (MARCHIORI; CARVALHO, 2019).

A construção civil desempenha uma função fundamental na promoção do conforto humano, incluindo o conforto térmico, garantindo que as condições internas dos edifícios sejam adequadas, independentemente das condições climáticas externas (FROTA; SCHIFFER, 2001).

No contexto do sistema de cobertura, a parte do edifício residencial mais sujeita à radiação solar direta, desempenha um papel crucial na determinação da carga térmica transferida para os espaços internos. Isso, por sua vez, tem um impacto direto sobre o conforto térmico dos ocupantes e o consumo de energia necessário para operar sistemas de ventilação forçada e/ou condicionamento de ar artificial (LAMBERTS et al., 2016).

Segundo Frota e Schiffer (2001), as variáveis climáticas fundamentais que influenciam o conforto térmico, como temperatura, umidade, velocidade do ar e radiação solar incidente, estão intimamente ligadas a fatores locais, como o regime de chuvas, vegetação, permeabilidade do solo, recursos hídricos, topografia e outros elementos que podem ser impactados pela atividade humana.

Silva (2022), desenvolveu um estudo, com objetivo de examinar alternativas de coberturas em um modelo computacional destinado a cidade de Barreiras, Bahia, levando em consideração o desempenho térmico dessas coberturas. Utilizando simulações computacionais, a análise da carga térmica foi conduzida para um protótipo, variando os tipos de sistemas de cobertura, com o propósito de comparar como eles afetam o desempenho térmico. O software EnergyPlus foi empregado para realizar estas simulações.

O presente trabalho visa analisar os custos e desempenho térmico em 16 composições de sistemas de cobertura do trabalho realizado por (SILVA, 2022).

1.2 JUSTIFICATIVA

O ser humano é homeotérmico, mantendo sua temperatura corporal em torno de 37°C com uma pequena variação. O corpo funciona como uma máquina térmica, utilizando alimento como combustível para equilibrar o calor gerado com as perdas e ganhos de calor do ambiente (GOULART, 2014).

De acordo com Frota e Schiffer (2001), quando o corpo humano interage com o ambiente de forma eficiente em termos de trocas de calor, o indivíduo experimenta uma sensação de conforto térmico, o que resulta em sua máxima capacidade de trabalho. No entanto, se as condições ambientais geram sensações de frio ou calor, isso indica que o organismo está perdendo calor em excesso ou não está perdendo calor o suficiente para manter a homeotermia. Isso requer um esforço adicional que resulta em uma sobrecarga, diminuindo o desempenho no trabalho, e em condições extremas, podendo levar à perda completa da capacidade de realização do trabalho ou problemas de saúde.

É diante deste contexto que ressalta-se a importância deste trabalho, analisando os custos e desempenho térmico em composições de sistemas de cobertura, buscando viabilizar, na prática, a sua execução como proposta de soluções para o conforto e desempenho térmico, promovendo redução nos custos de refrigeração e ventilação, valorização do imóvel e sustentabilidade.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Geral

Analisar a relação entre custo e desempenho térmico de 16 composições de sistemas de cobertura.

1.3.2 Específicos

- Determinar o custo total de cada composição de cobertura por metro quadrado;
- Analisar o comportamento da transmitância térmica em relação ao custo por metro quadrado dentro de um mesmo grupo de coberturas;
- Analisar a variação da transmitância térmica em relação a variação do custo por metro quadrado ao se adicionar novas camadas de laje e/ou forro;
- Analisar o comportamento da transmitância térmica e do custo por metro quadrado para diferentes grupos de coberturas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ENGENHARIA DE CUSTOS

De acordo com Dias (2015), a engenharia de custos refere-se ao campo da engenharia que se dedica ao estudo dos métodos de projeção, alocação e controle dos recursos financeiros essenciais para a execução dos serviços que integram uma obra ou projeto, seguindo um plano de execução previamente definido.

A Engenharia de Custos é a área que desenvolve métodos e técnicas para estudar os custos de uma obra ou empreendimento, determinar o preço dessas intervenções e controlar os custos durante sua execução CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (2023).

Ao avaliar a quantidade total de materiais necessários para a construção de um metro quadrado de um edifício, estima-se que sejam consumidos aproximadamente uma tonelada de materiais (SOUZA, 2005).

Um orçamentista deve possuir um profundo entendimento dos serviços envolvidos, o que lhe permite otimizar a abordagem da obra, avaliar a complexidade das tarefas e, por conseguinte, calcular os custos de execução. No entanto, certos fatores imprevisíveis, como condições climáticas adversas, características do solo, disponibilidade de materiais, variações na eficiência dos trabalhadores e interrupções, podem influenciar o orçamento de forma imprecisa (MATTOS, 2019).

É evidente que o custo da obra em relação a localização dependerá de vários fatores, como o tipo de solo, a topografia, o clima, a disponibilidade de mão de obra especializada, a produtividade da equipe local, a logística necessária e os recursos disponíveis para a construção ou serviço (DIAS, 2015).

Conforme a CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (2023), o orçamento envolve a identificação, descrição, quantificação, análise e valoração de diversos elementos como mão de obra, equipamentos, materiais, custos financeiros e administrativos, impostos, riscos e margem de lucro desejada, visando prever o preço final de um empreendimento.

Segundo Mattos (2019), o processo de elaboração de um orçamento envolve a agregação dos custos diretos, ou seja, gastos diretamente relacionados às atividades de campo, como mão de obra, materiais e equipamentos, juntamente com os custos indiretos, despesas que não estão diretamente ligadas às atividades de campo, incluindo equipes de supervisão e apoio, despesas gerais do local de construção e encargos diversos. Além disso, são

acrescentados os valores referentes a impostos e margem de lucro, resultando no preço de venda final.

2.1.2 Graus de orçamento

Segundo Marchiori e Carvalho (2019), pode-se organizar a elaboração de um orçamento em seis grandes fases, sendo elas:

- 1º. **Análise dos projetos, documentações e condições de contorno:** não envolve cálculos, no entanto, é fundamental que os orçamentistas realizem uma avaliação minuciosa dos projetos, que englobam tanto os aspectos básicos quanto os executivos. Isso inclui uma abordagem abrangente dos projetos arquitetônicos e seus complementos, abrangendo elementos como estrutura, sistemas elétricos e hidrossanitários, telecomunicações, proteção contra descargas atmosféricas (SPDA), combate a incêndios, sistemas de ar-condicionado, entre outros;
- 2º. **Identificação e listagem de todos os serviços:** consiste em reunir e organizar todas as informações coletadas, o profissional responsável pelo orçamento deve elaborar um inventário dos serviços que constituirão o escopo do projeto;
- 3º. **Cálculo dos quantitativos em função das unidades de medição:** como exemplo, no contexto dos serviços de telhamento, é importante notar que a medida relevante para cálculos é a área do plano inclinado do telhado, não a sua projeção. Para determinar a quantidade de telhas necessárias nesse plano inclinado, é essencial empregar o conceito do Teorema de Pitágoras. Conforme este princípio, a área das telhas é o produto da hipotenusa pelo comprimento do telhado;
- 4º. **Cálculo dos custos unitários de cada serviço:** o método do Custo Unitário empregado na elaboração de orçamentos fundamenta-se na premissa de decomposição, uma vez que a avaliação exata do valor do projeto não é precisa. Dessa forma, a obra é fragmentada em componentes ou serviços, sendo cada componente avaliado e/ou atribuído ao seu respectivo custo. Posteriormente, a soma de todos esses custos culmina no montante total do orçamento;
- 5º. **Cotação de preços, equipamentos e encargos sociais e complementares:** a remuneração da mão de obra não se restringe apenas ao montante remunerado ao colaborador ao término de cada mês o que se deve contemplar como despesa concernente à mão de obra. Esse conjunto abrange encargos sociais, encargos complementares, encargos adicionais e adicionais de periculosidade; a consideração dos custos associados aos equipamentos é fundamental durante o processo de orçamentação, pois mesmo

quando inativos, tais equipamentos geram despesas, como a depreciação. Ignorar esses custos pode comprometer a capacidade da empresa de reinvestir o capital inicialmente alocado;

- 6º. **Cálculo do BDI (Benefícios e Despesas Indiretas), preço de venda e elaboração de relatórios:** o preço de venda do empreendimento engloba não somente os gastos diretos, mas também os custos indiretos, juntamente com o ganho do empreendedor. O ganho do empreendedor também pode ser interpretado como o lucro do construtor.

É possível segmentar a obra ou projeto conforme apropriado e vantajoso para efeitos de orçamentação e gerenciamento. Esse desmembramento é denominado Estrutura Analítica de Projeto (EAP), que, de acordo com o PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (2017), consiste na "decomposição hierárquica do escopo total do trabalho a ser realizado pela equipe do projeto, visando atingir os objetivos do projeto e produzir as entregas necessárias" (MARCHIORI; CARVALHO, 2019).

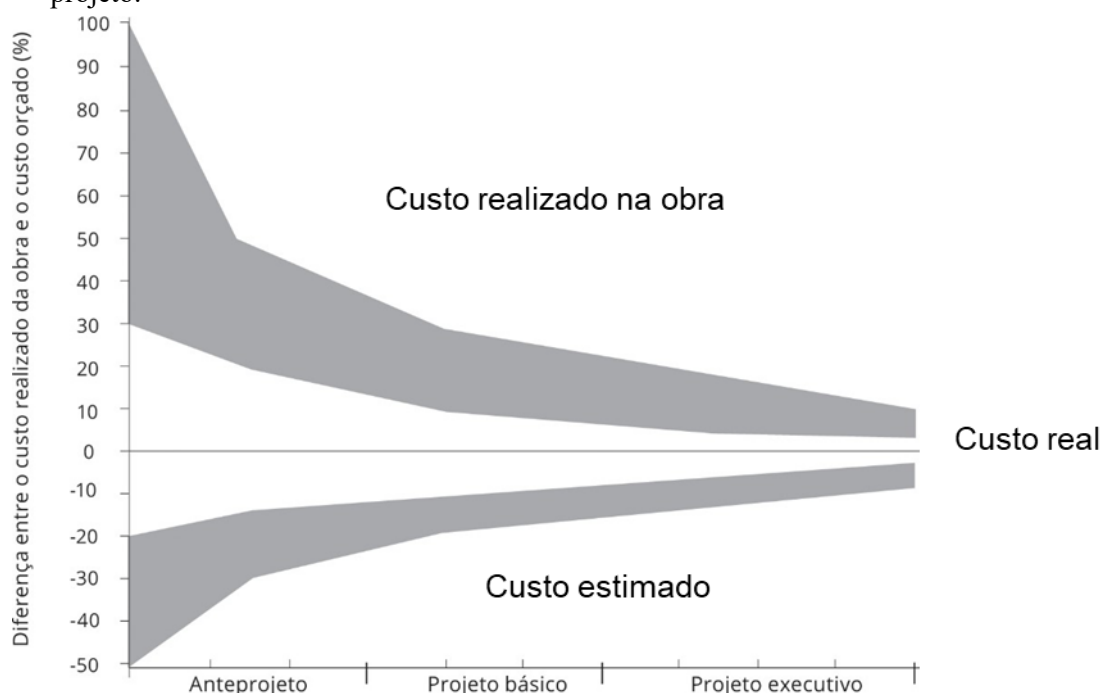
A EAP facilita o agendamento, a estimativa de custos, e o monitoramento e controle do trabalho planejado, além de ajudar as partes interessadas a visualizarem as entregas dos serviços em andamento (ENAP, 2014).

Segundo Marchiori e Carvalho (2019), não há um modelo fixo ou correto de EAP, cada orçamentista deve desenvolvê-la de acordo com as particularidades da obra. Essa ferramenta deve ser empregada como um instrumento gerencial para acompanhar a conformidade entre o planejado e o realizado em termos de custo e prazo.

Conforme ilustrado no gráfico da Figura 1, fica evidente que à medida que o nível de detalhamento no planejamento do projeto aumenta, a precisão das estimativas de custo também aumenta tanto para o custo realizado em obra quanto para o custo estimados através de composições representativas. Esse processo possibilita a elaboração de um orçamento baseado em análise detalhada, em oposição a uma estimativa grosseira (MATTOS, 2019).

Conforme Baeta (2012), a estimativa de custos é uma avaliação rápida ou paramétrica do empreendimento, utilizada especialmente nas fases iniciais do projeto para determinar a viabilidade econômica tanto do projeto básico quanto da obra.

Figura 1 - Diferença entre o custo estimado e o custo realizado em função do grau de detalhamento do projeto.



Fonte: Adaptado Mattos (2019, p.32) .

De acordo com Mattos (2019), o orçamento preliminar apresenta maior detalhamento em relação à estimativa de custos, uma vez que inclui a atribuição de custos a serviços específicos e a quantificação rápida de algumas quantidades, resultando em um nível de incerteza mais reduzido em comparação com a estimativa de custos.

Já o orçamento analítico ou detalhado é desenvolvido com base em uma composição de custos e uma pesquisa minuciosa de preços dos insumos, visando atingir um valor muito próximo do custo real, com uma margem de incerteza reduzida. Ele é elaborado a partir de especificações detalhadas e composições de custo (BAETA, 2012).

O orçamento analítico utiliza uma desagregação de custos unitários atribuídos a cada atividade na construção, levando em conta a quantidade de recursos como mão de obra, materiais e equipamentos envolvidos em sua realização. Além dos custos diretos das atividades, são inclusos no cálculo os custos indiretos, que englobam despesas como a manutenção do local de construção, equipes responsáveis por aspectos técnicos, administrativos e de apoio, bem como encargos e outros fatores (MATTOS, 2019).

2.1.3 Levantamento de quantitativo de materiais

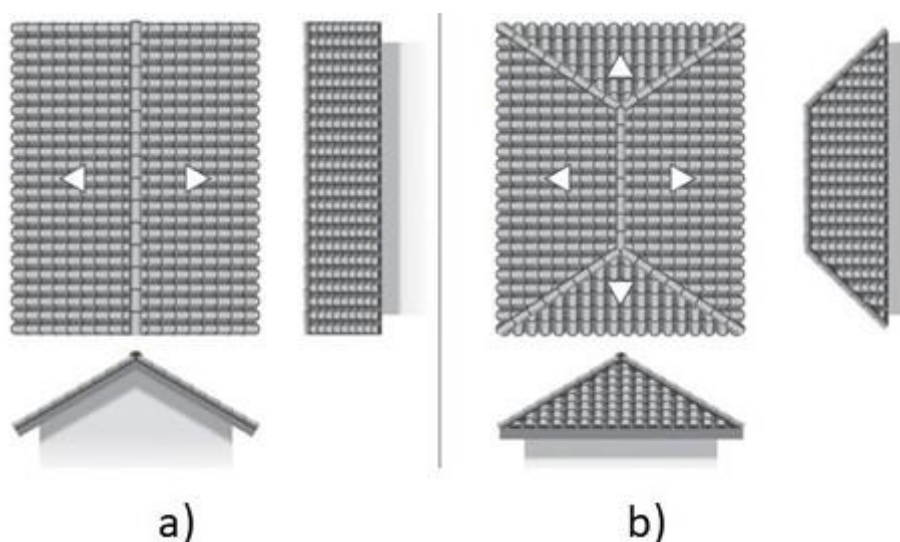
A elaboração do orçamento de uma construção demanda a compreensão dos diferentes tipos de atividades envolvidas. Adicionalmente, não se limita a identificar meramente tais

atividades, mas implica também na necessidade de determinar a quantidade específica a ser executada de cada uma (MATTOS, 2019).

De acordo com Dias (2015), ao analisar os custos dos materiais, é importante considerar além do fornecimento e dos tributos aplicáveis, também os custos logísticos relacionados à embalagem e transporte com no mínimo três fornecedores diferentes, devendo constar: descrição detalhada do item; preço de fornecimento, incluindo todos os tributos, frete e embalagem, por fornecedor; prazo de entrega, disponibilidade e condições de pagamento.

A análise de quantitativos de materiais necessários para a cobertura envolve a subdivisão em componentes de estrutura de madeira e revestimento de telhado. Ao realizar os cálculos, é essencial levar em conta a inclinação de cada parte do telhado geralmente expressa em porcentagem. A Figura 2 a) representa um telhado de duas águas e a Figura 2 b) representa um telhado de quatro águas, (MATTOS, 2019).

Figura 2 – Planta de cobertura e elevação.



Fonte: PINI (2017), apud Mattos (2019, p.54)

Uma vez que as dimensões do telhado frequentemente são determinadas em uma projeção horizontal com base na planta baixa, torna-se essencial calcular a área verdadeira do telhado, que corresponde à área ao longo do comprimento. Esse cálculo pode ser efetuado multiplicando-se a área projetada horizontalmente pelo coeficiente indicado na Tabela 1, que varia de acordo com a inclinação percentual do telhado (MATTOS, 2019).

Tabela 1 - Fator para cálculo de área de telhado.

Inclinação (%)	Graus	Fator
0%	0	1
5%	2,86	1,001
10%	5,71	1,005
15%	8,53	1,011
20%	11,31	1,020
25%	14,04	1,031
30%	16,70	1,044
35%	19,29	1,059
40%	21,80	1,077

Fonte: Mattos (2019).

2.1.4 Composição de custos

A composição de custos consiste em atribuir os custos associados à realização de um serviço ou atividade, de forma detalhada por insumo, seguindo critérios previamente definidos. Nesse processo, são elencados os diversos insumos envolvidos na execução do serviço, acompanhados de suas quantidades e custos individuais e totais (MATTOS, 2019).

A determinação do custo unitário de cada serviço é desenvolvida mediante a elaboração de composições de custos unitários específicos para as diferentes fases da construção. Nesse procedimento, estabelece-se o montante financeiro associado à realização de uma unidade de serviço, considerando todos os elementos requeridos para a sua execução (MARCHIORI; CARVALHO, 2019).

Conforme Dias (2015), a composição de custos unitários é estabelecida com base nos serviços a serem executados. Cada custo de serviço é obtido através do uso de composições unitárias de custo, que relacionam o consumo de materiais, mão-de-obra e equipamentos necessários para executar uma unidade específica do serviço.

O uso de composições de qualquer tabela de custos requer conhecimentos de engenharia e experiência em construção para ajustá-las adequadamente às premissas técnicas da obra (BAETA, 2012).

De acordo com Mattos (2019), a composição de custos unitários envolve a elaboração de uma tabela que lista os insumos envolvidos na realização de uma única unidade do serviço, acompanhados dos seus custos individuais e totais, como ilustrado na Tabela 2. Essa tabela é composta por cinco colunas que detalham os elementos essenciais do processo.

Tabela 2 - Composição de insumos e de custo unitário.

Insumo	Unidade	Índice	Custo unitário (R\$)	Custo total (R\$)
Armador	h	0,10	13,45	1,35
Ajudante	h	0,10	7,88	0,79
Aço CA-50	kg	1,10	3,60	3,96
Arame recozido nº 18	0,03	7,50	0,23	
Total				6,32

Fonte: Mattos (2019).

Em que:

- Insumo: consiste em cada elemento, seja material, mão de obra ou equipamento, que desempenha um papel direto na realização do serviço;
- Unidade: corresponde à métrica utilizada para quantificar um insumo específico. Essa medida pode variar dependendo do tipo de insumo: para materiais, podem ser utilizadas unidades como kg, m³, m², m ou unidades individuais; para mão de obra, a unidade é padronizada como hora (homem-hora); e para equipamentos, é expressa em horas de funcionamento (horas de máquina);
- Índice: se refere à proporção ou frequência com que cada insumo está presente na realização de uma única unidade do serviço;
- Custo unitário: é o valor associado à aquisição ou utilização de uma única unidade do insumo em questão;
- Custo total: refere-se ao valor total do insumo dentro da composição de custos unitários. Esse valor é calculado multiplicando o índice de utilização pelo custo unitário do insumo. A soma dos valores nessa coluna resulta no custo total unitário do serviço.

O valor do insumo é determinado através de pesquisa de mercado e/ou pela utilização de preços de referência, como é o caso do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção (Sinapi) (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2023).

O Sinapi é uma ferramenta do Governo Federal brasileiro com o papel de alocação de recursos, sobretudo no âmbito do setor público, possuindo alcance em todo o território nacional, abrangendo os 27 estados da Federação. A coleta de preços é predominantemente focada nas capitais e áreas metropolitanas dos estados (MARCHIORI; CARVALHO, 2019).

Segundo o que Baeta (2012) discutiu, os maiores desvios entre o que se prevê gastar e o que realmente custa em uma construção acontecem principalmente por causa da imprecisão na determinação dos coeficientes de produtividade, devido à variação de como as pessoas trabalham.

Os indicadores do Sinapi abrangem tanto os períodos produtivos quanto os não produtivos. São incluídos na contagem os intervalos improdutivos relacionados a situações como treinamento da equipe, preparação e mudança de tarefas, deslocamentos dentro do canteiro, entre outros. No entanto, não são levados em conta no cálculo os períodos relacionados a circunstâncias extraordinárias (como greves e acidentes de trabalho), esforços de retrabalho, efeitos de condições climáticas adversas e ineficiências resultantes de problemas graves de gestão do projeto (MARCHIORI; CARVALHO, 2019).

Os índices demonstram uma relação inversa com a produtividade, quanto menor o índice maior a produtividade. Isso é ilustrado ao comparar dois cenários, onde um índice de 0,10 h/kg, como exemplificado na Tabela 2, está associado a uma produtividade de 10,0 kg/h, enquanto um índice de 0,15 h/kg resulta em uma produtividade diminuída para 6,67 kg/h (MATTOS, 2019).

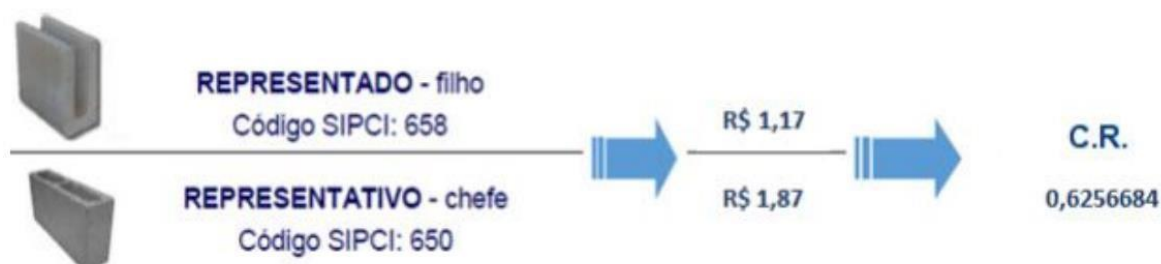
Segundo Mattos (2019), a compreensão e a habilidade de utilizar índices detêm um significado substancial, uma vez que eles permitem a exposição da eficiência tanto da força de trabalho quanto do maquinário, assim como o consumo dos materiais estipulados no planejamento; proporcionam um critério para contrastar o planejado com o efetivamente executado; delimitam a fronteira em que a operação se converte em deficitária; possibilitam a identificação de discrepâncias; e auxiliam o gestor na definição de metas de desempenho para as equipes.

Enquanto a determinação do consumo de materiais essenciais para uma tarefa pode ser calculada de forma matemática a partir dos desenhos, devido às suas dimensões precisas, a avaliação da eficiência da mão de obra é um procedimento baseado em observação prática e influenciado por diversos fatores, como experiência, nível de compreensão da atividade, supervisão, motivação, entre outros. Portanto, é essencial que a produtividade seja constantemente avaliada no campo e comunicada ao departamento de orçamentação (MATTOS, 2019).

Com o intuito de facilitar a representação dos diversos composição representativa no SINAPI, é escolhido um insumo representativo, o qual está intrinsecamente vinculado aos demais insumos representados. A seleção desse insumo é baseada em sua frequência significativa nas composições, além de considerar a viabilidade de coleta de preços e salários em nível nacional. O preço do insumo representativo é mensalmente obtido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), enquanto os insumos representados têm seus preços derivados de um coeficiente de representatividade, calculado pela relação entre o preço do insumo representado e o preço do insumo representativo. A Figura 3 apresenta exemplo de

cálculo para geração de coeficiente de insumo representado (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2023).

Figura 3 - Exemplo de cálculo do coeficiente de representatividade.



Fonte: CEF (2023, pg.63)

Ao acessar os relatórios disponibilizados pela Caixa Econômica Federal (2023), o usuário encontra informações sobre a origem dos preços de cada insumo por localidade. Vale destacar a relevância da notação apresentada no cabeçalho do relatório de insumos como meio de orientação e compreensão das informações disponíveis, sendo elas:

- C: Correspondente a preço coletado pelo IBGE adotado para o mês de referência do relatório, quando todos os itens utilizados na composição têm preço coletado pelo IBGE ou Coletado CAIXA;
- CR: Correspondente a preço obtido por meio do coeficiente de representatividade do insumo;
- AS: Correspondente a preço atribuído com base no preço do insumo para a localidade de São Paulo (devido à impossibilidade de definição de preço para localidade em função da insuficiência de dados coletados).

Os salários dos insumos de mão de obra no contexto do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) estão sujeitos à incidência de Encargos Sociais, os quais são determinados por uma metodologia específica estabelecida para o SINAPI, expressos em percentuais e calculados de maneira específica para cada estado. A Caixa Econômica Federal divulga mensalmente dois tipos de relatórios de preços: (i) desonerados, que levam em consideração os efeitos da desoneração da folha de pagamentos da construção civil, excluindo a incidência de 20% dos custos com INSS no cálculo dos Encargos Sociais; (ii) não desonerados, que consideram a parcela de 20% de INSS nos Encargos Sociais (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2023).

Na elaboração de orçamentos, é fundamental considerar as informações detalhadas contidas nos cadernos técnicos das composições do SINAPI, uma vez que a decisão de adoção

dessas referências não deve depender exclusivamente da descrição superficial, mas sim de uma compreensão mais aprofundada do conteúdo técnico disponibilizado (CEF, 2023).

Conforme a CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (2023), os itens não inclusos no SINAPI são os seguintes:

- Elaboração de projetos e serviços topográficos;
- Mobilização e desmobilização de canteiro;
- Complementos como: jardins, muros, arrimos e outros não citados explicitamente;
- Remoção de material relativo à escavação do terreno e remoção de entulho;
- Ligações definitivas de água, energia elétrica e esgoto sanitário (fossa/sumidouro);
- Serviços para adequação do projeto às leis e norma de acessibilidade;
- Administração local;
- BDI (Benefícios e Despesas Indiretas);
- taxas e emolumentos.

2.1.5 Tabela ABC

A tabela ABC é uma ferramenta de análise do orçamento que se apresenta como um relatório em forma de lista ordenada por custo decrescente. Ela possui duas variações: a tabela ABC de insumos e a tabela ABC de serviços (MATTOS, 2019).

A curva ABC ou tabela ABC, originada nas teorias econômicas de Vilfredo Pareto, propõe uma classificação de informações que leva em conta a importância dos materiais, fundamentada nas quantidades utilizadas e em seu valor (DIAS, 2015).

Conforme Mattos (2019), os insumos podem ser classificados em faixas A, B e C, com a faixa A representando aqueles que correspondem a 50% do custo total, ou seja, os insumos acima do percentual acumulado de 50%. A faixa B engloba os insumos entre os percentuais acumulados de 50% e 80% do custo total, enquanto a faixa C inclui todos os demais insumos.

De acordo com Dias (2015, p.42) “os primeiros 20% dos itens da lista serão responsáveis por aproximadamente 80% da margem de lucro da empresa.”

2.2 CONFORTO TÉRMICO

O conforto térmico pode ser definido como “o estado da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico” (ASHRAE apud LAMBERTS et al 2014).

Diante do aumento constante do consumo de energia em todo o mundo, é evidente a crescente preocupação de várias nações com as implicações ambientais desse cenário. Portanto,

torna-se crucial incorporar considerações climáticas ao planejar a utilização de recursos naturais na construção civil (CARVALHO, 2018).

A neutralidade térmica, segundo Lamberts et al (2011), representa um equilíbrio harmônico no qual o corpo humano mantém sua temperatura constante ao garantir que o calor produzido pelo metabolismo seja efetivamente trocado com o ambiente circundante, evitando tanto o acúmulo excessivo quanto a perda descontrolada de calor.

No cotidiano, a maioria das pessoas passa a maior parte do tempo em ambientes fechados, seja no trabalho, na residência ou realizando diversas atividades. Portanto, o ambiente desempenha um papel fundamental na vida das pessoas, afetando a produtividade, o bem-estar e o consumo de energia (LABEEE, 2023).

Uma forma eficaz de alcançar o conforto térmico é adotar estratégias passivas, que não dependem de energia elétrica, promovendo o bem-estar dos usuários e contribuindo para a eficiência energética do edifício (GOULART, 2014).

As condições de temperaturas extremas, ventilação inadequada e alta umidade podem provocar desconforto aos usuários, resultando em sonolência, alterações nos batimentos cardíacos e aumento da sudorese (KOWALTOWSKI, 2011).

Segundo Mueller (2007), a orientação dos ambientes e janelas em relação à radiação solar e aos ventos, juntamente com fatores como quantidade, tamanho e localização de janelas, propriedades dos materiais, resistência térmica, capacidade térmica, cores das envoltórias e vegetação ao redor, influenciam o ganho de calor nos edifícios. No entanto, mesmo com medidas para minimizar esse ganho, ainda há calor gerado internamente por pessoas, equipamentos e iluminação, o que exige a aplicação de estratégias passivas e ativas de resfriamento.

Quando o ambiente está muito quente ou a atividade física aumenta a produção de calor do corpo, a temperatura da pele sobe, os vasos sanguíneos se dilatam e transportam calor para a superfície da pele, facilitando a perda de calor por radiação, convecção ou evaporação do suor. A ventilação ajuda a renovar o ar saturado de umidade da pele, substituindo-o por ar menos saturado. Em ambientes muito úmidos, a evaporação do suor se torna mais difícil. Em contraste, quando o ambiente é mais frio que o corpo, ocorre uma maior perda de calor, levando à contração dos vasos sanguíneos para reduzir o fluxo de sangue e a perda de calor por radiação e convecção. Para compensar a perda de calor, o corpo ativa mecanismos automáticos, como arrepios e calafrios, para gerar mais calor (RUAS, 1999).

2.2.1 Escalas climáticas

Na escala climática do macroclima é observado a insolação, temperaturas, ventos e chuvas de uma grande região, como uma cidade ou conjunto de cidades. O mesoclima leva em consideração aspectos locais em regiões com extensões equivalentes à de um bairro, sendo analisado a presença de vegetação, obstáculos para ventilação, a topografia e o número de edificações próximas. Já o microclima se refere à escala do edifício, sendo possível a realização de modificações climáticas no processo de construção por meio de utilização de materiais adequados, adaptação arquitetônica em relação ao sol, áreas verdes ou permeáveis etc. (CARVALHO, 2018).

Uma concentração urbana não necessariamente reflete as mesmas condições climáticas do macroclima regional em que está localizada. Essas variações estão diretamente ligadas ao tamanho e aos principais setores de atividade do centro urbano e podem ser quantificadas através de uma comparação com o clima da área rural circundante (FROTA; SCHIFFER, 2001).

Segundo Lamberts et al., (2016), as mudanças locais na radiação solar, temperatura do ar, umidade e vento são observadas no mesoclima e no microclima. Uma cidade de grande porte pode modificar as condições de mesoclima devido à poluição que produz ou ao desmatamento descontrolado, por exemplo. Já o microclima está intimamente ligado à escala das edificações e de seu entorno imediato, sendo influenciado pelos efeitos das outras escalas climáticas e pela intervenção direta na propriedade onde a edificação está situada.

2.2.2 Variáveis climáticas

Ao discutir o clima, é comum focalizar na temperatura do ar, comumente referida como temperatura de bulbo seco, uma vez que ela é amplamente divulgada. Essa medida está intrinsecamente relacionada aos padrões de fluxo de massas de ar e à influência da radiação solar na região (LAMBERTS et al. 2014). No Brasil adotamos como medida o grau Celsius (°C) (CARVALHO, 2018).

A velocidade do ar, medida em metros por segundo, é influenciada por diversos fatores, incluindo a distribuição da pressão atmosférica ao longo das estações, o movimento de rotação da Terra, as variações diárias de temperatura no solo e nos mares, bem como a topografia da região em questão (GIVONI, 1992).

A umidade relativa do ar, expressa em porcentagem (%), corresponde ao volume de gotículas de água presente na atmosfera em relação à capacidade máxima de retenção de umidade, dependente da temperatura vigente. Essa medida reflete a influência da evaporação

proveniente de fontes como lagos, rios e mares, juntamente com a evapotranspiração das plantas, que inclui a transpiração vegetal (CARVALHO, 2018).

A umidade atmosférica é determinada pela relação entre a quantidade de vapor d'água presente no ar úmido e a quantidade de vapor d'água que o ar saturado pode conter a uma dada temperatura e pressão. Esse vapor se origina a partir da evaporação da água, um processo que envolve a transformação do estado líquido para o estado gasoso, sem que haja alteração na temperatura do líquido (LAMBERTS et al., 2016).

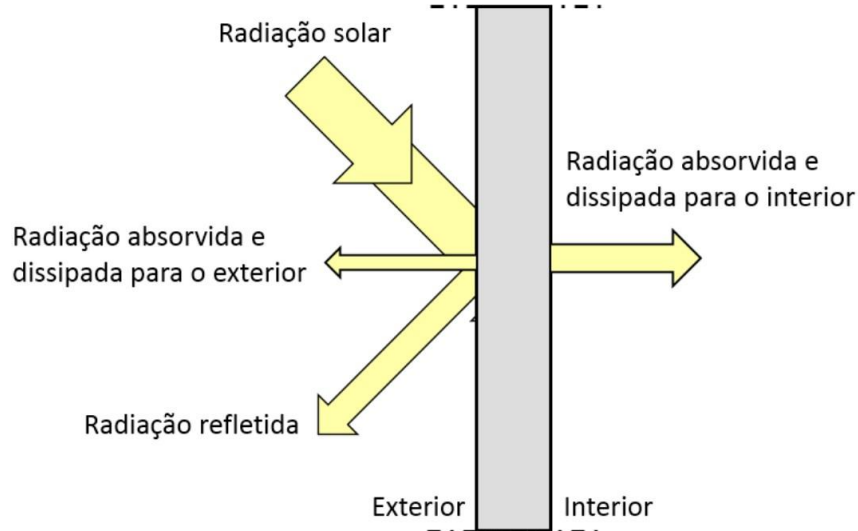
De acordo com Carvalho (2018), a radiação solar é uma forma de energia eletromagnética originária dos raios solares, é capaz de se propagar tanto no vácuo, como no espaço, quanto na matéria, incluindo a atmosfera terrestre. Essa radiação pode ser categorizada em duas formas principais, a direta e a difusa, ambas mensuradas em Watts por metro quadrado (W/m^2).

A radiação solar incidente na Terra, segundo Lamberts et al. (2016), é composta por duas componentes principais, a direta, que atinge a superfície diretamente, e a difusa, que é resultado do espalhamento da luz pelas nuvens e partículas atmosféricas, refletindo na abóbada celeste e nas nuvens antes de retornar à superfície terrestre. Em condições de céu nublado, a radiação difusa pode superar a radiação direta, enquanto em um céu claro e sem nuvens, a radiação direta predomina.

A energia radiante incidente sobre uma superfície opaca, parte dela é refletida e parte é absorvida, totalizando a radiação recebida. Em superfícies expostas à radiação solar, ocorre uma troca de calor devido às diferenças entre as temperaturas externa e interna (DORNELLES; RORIZ, 2007).

Quando uma onda eletromagnética atinge uma superfície opaca, como paredes e coberturas, conforme ilustrado na Figura 4, parte da energia será refletida e/ou absorvida. A quantidade total de radiação que incide sobre a superfície é composta pela soma das parcelas absorvidas e refletidas. A capacidade de absorção dessa energia pela superfície é influenciada por uma característica do material, conhecida como absorvância, que pode ser referenciada na norma NBR 15220 – 1 de 2005 (CARVALHO, 2018).

Figura 4 - Fenômenos ondulatórios da radiação solar sobre superfícies.



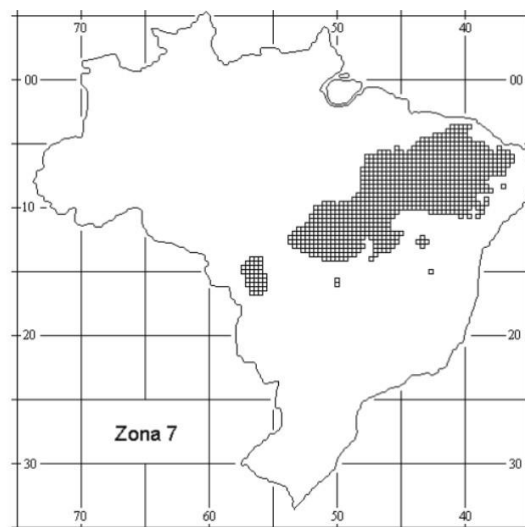
Fonte: adaptada Frota; Schiffer (2001, p.42) apud Carvalho (2018).

A bioclimatologia na arquitetura tem como objetivo alcançar o conforto interno dos edifícios por meio de estratégias passivas, aproveitando recursos naturais como ventilação, iluminação natural e radiação solar (CARVALHO, 2018).

“A bioclimatologia estuda as relações entre o clima e o ser humano. Como forma de tirar partido das condições climáticas para criar uma arquitetura com desempenho térmico adequado (LAMBERTS et al., 2016).”

De acordo com o anexo A, da NBR 15220 – 3 de 2005, a zona bioclimática 7 representada pela Figura 5, predominantemente presente nas regiões Centro-Oeste e Nordeste, onde se localiza a cidade de Barreiras Bahia, é caracterizada por um clima quente (CARVALHO, 2018).

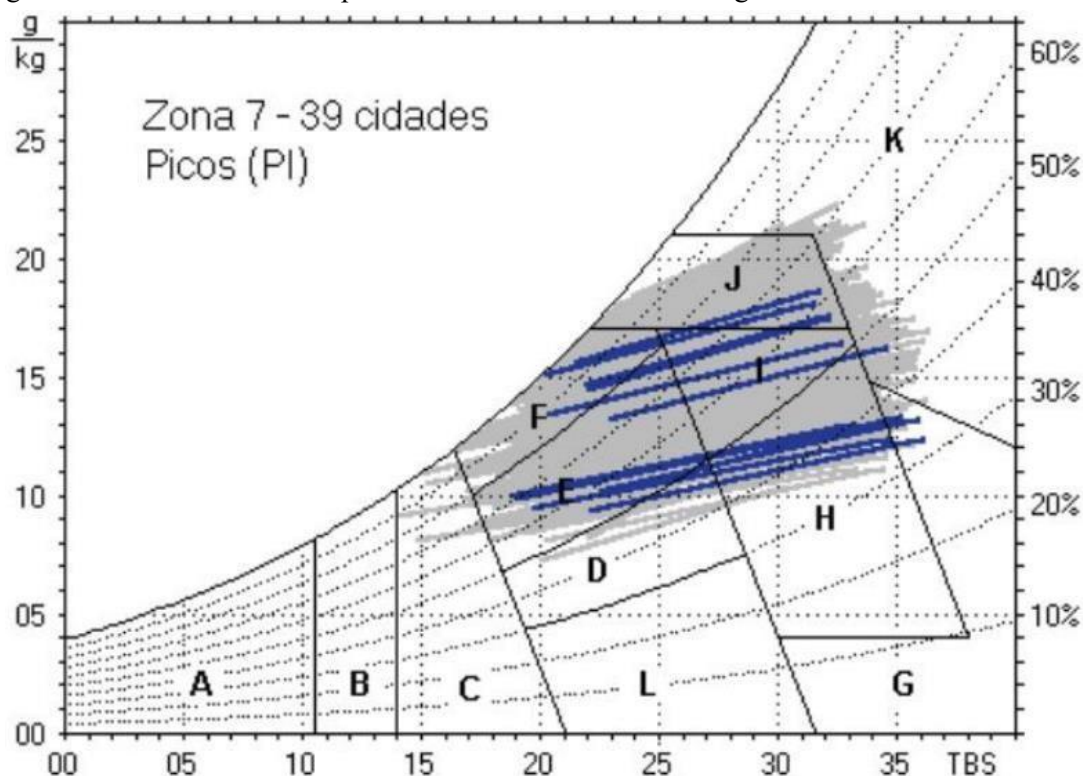
Figura 5 - Região da zona bioclimática 7.



Fonte: NBR 15220 – 3 (ABNT, 2005).

As estratégias apropriadas para essa zona, como ilustrado na Figura 6 e Tabela 3, não incluem recomendações para o inverno, dada a natureza quente do clima (CARVALHO, 2018).

Figura 6 - Carta bioclimática apresentando as normais climatológicas.



Fonte: NBR 15220 – 3 (ABNT, 2005).

Segundo Rivero (1986), a ventilação desempenha um papel multifuncional, incluindo a purificação do ambiente através da troca de ar, a redução da temperatura de superfícies e a melhoria do conforto térmico, seja por meios naturais ou forçados.

Tabela 3 - Estratégias de condicionamento térmico passivo para a zona bioclimática 7.

Estação	Estratégias de condicionamento térmico passivo
Verão	H) Resfriamento evaporativo e massa térmica para resfriamento J) Ventilação seletiva (nos períodos quentes em que a temperatura interna seja superior à externa)

Fonte: NBR 15220 – 3 (ABNT, 2005).

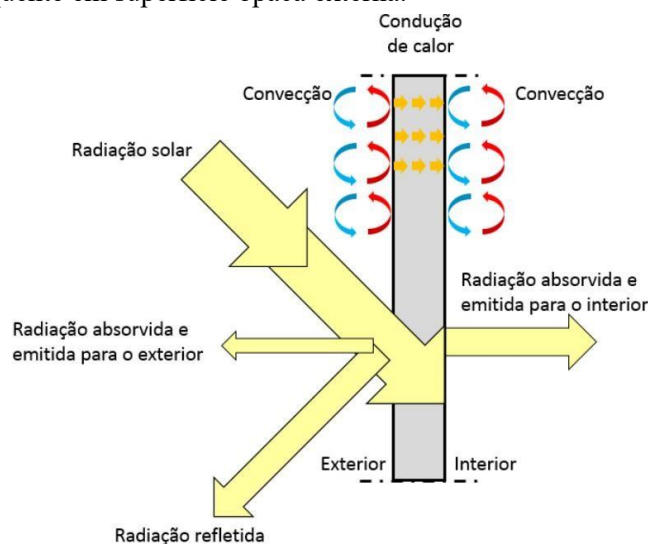
A inércia térmica desempenha um papel crucial na construção, permitindo que os materiais armazenem calor e o liberem de forma gradual, contribuindo assim para a estabilidade da temperatura interna do ambiente ao absorver calor durante o dia e liberá-lo durante a noite (CARVALHO, 2018).

Nas estratégias de resfriamento na construção, a utilização de paredes espessas como uma fonte de massa térmica é comum. No entanto, para evitar o acúmulo indesejado de calor,

é fundamental manter aberturas pequenas e sombreadas, além de garantir uma ventilação noturna eficaz para dissipar o calor acumulado e permitir a entrada de ar noturno mais frio (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

O mecanismo de troca de calor pode se dar por condução, radiação e convecção, conforme mostrado na Figura 7. A troca de calor por condução ocorre quando há diferença de temperatura entre dois corpos sólidos que se tocam. A troca de calor por radiação ocorre entre dois corpos que não se tocam e a troca de calor por convecção ocorre quando há diferença de temperatura entre dois corpos que se tocam, sendo pelo menos um deles fluido (CARVALHO, 2018).

Figura 7 - Corte de uma parede esquematizando sinteticamente os fenômenos de troca de calor ocorridos em um dia quente em superfície opaca externa.



Fonte: adaptada Frota e Schiffer (2001, p.42) apud Carvalho (2018).

2.3 DESEMPENHO TÉRMICO

As normas que abordam o desempenho térmico no Brasil são a NBR 15220 (2005) e a NBR 15575 (2013). O Quadro 1 apresenta algumas definições principais presentes na parte 1 da NBR 15220 essenciais para compreendermos a norma NBR 15575.

Quadro 1 - Definições de grandezas físicas relativas à transmitância térmica e capacidade.

Grandeza	Definição	Símbolo	Unidade
Absortância à radiação solar	Quociente da taxa de radiação solar absorvida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície.	α	-
Condutividade térmica	Propriedade física de um material homogêneo e isotrópico, no qual se verifica um fluxo de calor constante, com densidade de 1 W/m ² , quando submetido a um gradiente de temperatura uniforme de 1 Kelvin por metro.	λ	$\frac{W}{m \cdot K}$
Resistencia térmica de elementos e componentes	Quociente da diferença de temperatura de elementos e componentes verificada entre as superfícies de um elemento ou componente construtivo pela densidade de fluxo de calor, em regime estacionário.	R	$\frac{m^2 \cdot K}{V}$
Resistência térmica total	Somatório do conjunto de resistências térmicas correspondentes às camadas de um elemento ou componente, incluindo as resistências superficiais interna e externa.	RT	$\frac{m^2 \cdot K}{V}$
Transmitância térmica	Inverso da resistência térmica total	U	$\frac{W}{m^2 \cdot K}$
Capacidade térmica	Quantidade de calor necessária para variar em uma unidade a temperatura de um sistema.	C	$\frac{J}{K}$

Fonte: adaptado da NBR 15220 (ABNT 2005, p. 2-3) apud Carvalho (2018).

Segundo Carvalho (2018), o grau de absortância à radiação solar (α) emerge como um fator crucial para o conforto térmico, influenciando na escolha de materiais com cores claras em climas quentes e cores escuras em climas frios. A transmitância térmica e a capacidade

térmica são igualmente aspectos importantes a serem considerados na gestão eficaz do calor em elementos de construção.

A absorvância à radiação solar é um parâmetro adimensional que varia de zero a um, representando a capacidade de uma superfície em absorver a radiação solar, com valores mais próximos de um indicando uma maior capacidade de absorção. A escolha de cores mais escuras para as superfícies pode ter um impacto significativo no desempenho térmico de uma edificação, especialmente em climas que não sejam frios (ARAÚJO, 2018).

Dornelles e Roriz (2007) realizaram testes laboratoriais com espectrofotômetro em várias amostras de tintas de diferentes marcas e descobriram que tintas com cores aparentes semelhantes apresentavam diferenças significativas nas absorvâncias totais. Isso demonstrou que a absorvância e a refletância das tintas não dependem apenas das cores visíveis, mas também de sua composição química.

Segundo Goulart (2014), para reduzir a necessidade de resfriamento nas edificações, revestimentos frios têm sido sugeridos como uma solução para minimizar o calor. Esses materiais, também conhecidos como refletivos ou seletivos, possuem altas refletâncias e altas emitâncias que é a capacidade de uma superfície emitir radiação por unidade de área (ABNT NBR 15220 - 1, 2005).

Dornelles e Caram (2012) estudaram as alterações na refletância de 20 amostras de tintas após três e cinco meses de exposição ao tempo. Após um processo de limpeza, a maioria das amostras recuperou sua refletância solar quase ao nível inicial, embora houvesse uma diminuição da refletância com o tempo. Isso sugere a necessidade de limpeza periódica ou repintura das coberturas e o desenvolvimento de tintas que mantenham suas propriedades refletivas ao longo do tempo, especialmente para tintas brancas ou de tonalidades mais claras.

Na avaliação da eficiência energética de edificações, há dois métodos disponíveis. O primeiro é o procedimento simplificado/prescritivo, que se concentra na conformidade com requisitos de desempenho estabelecidos. O segundo é o procedimento da simulação computacional, que deve ser realizado conforme as diretrizes da norma. No caso de a edificação não cumprir os requisitos mínimos de desempenho, é necessário recorrer à simulação computacional para demonstrar sua eficiência energética (CARVALHO, 2018).

Os requisitos de desempenho variam de acordo com as diferentes zonas bioclimáticas brasileiras, conforme definido na NBR 15220-3. Nesse contexto, os elementos que precisam estar em conformidade com esses requisitos incluem as paredes externas e a cobertura (CARVALHO, 2018).

Em relação às coberturas, de acordo com a NBR 15575, (2013) é importante considerar a classificação de requisitos de desempenho em três categorias: mínimo (M), intermediário (I) e superior (S). O cumprimento do desempenho mínimo é uma obrigação, enquanto os níveis intermediário e superior representam sugestões para construções de maior qualidade. A Tabela 4 fornece os critérios e níveis de desempenho de coberturas quanto à transmitância térmica para diferentes zonas bioclimáticas.

Tabela 4 - Critérios e níveis de desempenho de coberturas quanto à transmitância térmica.

Transmitância térmica (U) W/m ² K					
Zonas 1 e 2	Zonas 3 a 6		Zonas 7 e 8 ¹⁾		Nível de desempenho
$U \leq 2,3$	$\alpha^{1)} \leq 0,6$	$\alpha^{1)} > 0,6$	$\alpha^{1)} \leq 0,4$	$\alpha^{1)} > 0,4$	M
	$U \leq 2,3$	$U \leq 1,5$	$U \leq 2,3$ FV	$U \leq 1,5$ FV	
$U \leq 1,5$	$\alpha^{1)} \leq 0,6$	$\alpha^{1)} > 0,6$	$\alpha^{1)} \leq 0,4$	$\alpha^{1)} > 0,4$	I
	$U \leq 1,5$	$U \leq 1,0$	$U \leq 1,5$ FV	$U \leq 1,0$ FV	
$U \leq 1,0$	$\alpha^{1)} \leq 0,6$	$\alpha^{1)} > 0,6$	$\alpha^{1)} \leq 0,4$	$\alpha^{1)} > 0,4$	S
	$U \leq 1,0$	$U \leq 0,5$	$U \leq 1,0$ FV	$U \leq 0,5$ FV	

¹⁾ Na zona bioclimática 8 também estão atendidas coberturas com componentes de telhas cerâmicas, mesmo que a cobertura não tenha forro.

NOTA O fator de ventilação (FV) é estabelecido na ABNT NBR 15220/2.

Fonte: NBR 15575-5 (ABNT, 2013)

Silva (2022) analisou o desempenho térmico de diferentes soluções de coberturas quando submetidas às condições climáticas da cidade de Barreiras-BA. Foram escolhidas as soluções de coberturas comumente utilizadas na região e efetuadas simulações computacionais do desempenho térmico por cargas térmicas, através do software EnergyPlus. Constatou que somente as telhas termoacústicas são ideais para serem utilizadas aparentes, ou seja, sem acréscimo de camadas de laje ou forro, por apresentarem transmitância térmica $U = 0,66$ W/(m².K).

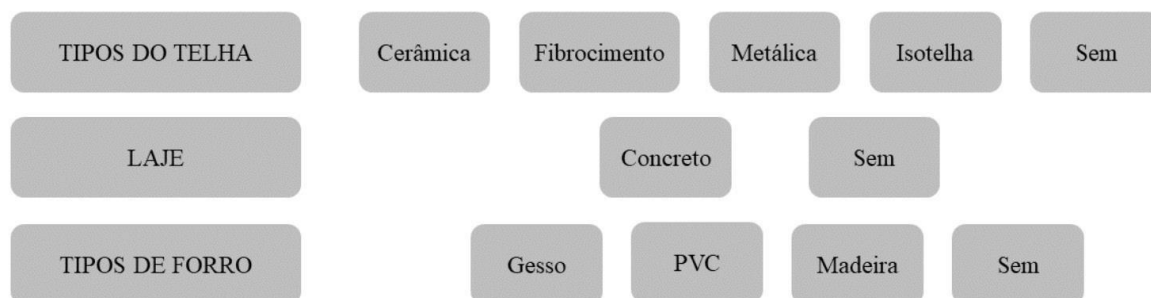
Para facilitar a simulação, Silva (2022) considerou um cubo com as dimensões de 4 m de comprimento por 4 m de largura com 3 m de altura. O modelo proposto buscou facilitar a simulação no software afim de representar uma edificação.

Os sistemas de coberturas adotados por Silva (2022) foram divididos em três camadas, sendo elas: o tipo de telha, o tipo de laje e o tipo de forro.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Os sistemas de coberturas adotados por Silva (2022) foram divididos em três camadas, sendo elas: o tipo de telha, o tipo de laje e o tipo de forro. A Figura 8 representa as possíveis combinações das soluções que foram utilizadas para a simulação.

Figura 8 - Combinações possíveis para as soluções de cobertura.



Fonte: Silva (2022).

Foi realizado a modelagem e estudo de custo para 16 configurações de coberturas dentre as 30 apresentadas por Silva (2022). O critério utilizado para delimitar as 16 composições em função da zona bioclimática 7, correspondente a cidade de Barreiras - BA, foi o nível de desempenho térmico mínimo correspondendo a uma transmitância térmica $U \leq 1,5 \text{ W/ (m}^2 \cdot \text{K)}$, para a absorvância $\alpha > 0,4$, ao qual apresenta uma maior capacidade de absorção, pois não é uma pratica comum na região a pintura de telhados com cores claras, apresentados na Tabela 4.

A NBR 15575 (2013), exige o cumprimento do desempenho mínimo, os demais níveis são sugestões para construções de maior qualidade.

Abaixo seguem as composições de telhados analisados por Silva (2022) com o seu respectivo código de abreviação, que apresentaram transmitância térmica $U \leq 1,5 \text{ W/ (m}^2 \cdot \text{K)}$, contidas na Tabela 5:

Tabela 5 - Composições de coberturas com desempenho térmico mínimo.

Ordem	Composição	Código	U (W/ (m ² . K)
1º	Telha cerâmica, laje de concreto de 12 cm e forro de gesso	TC-L-G	1,36
2º	Telha cerâmica, laje de concreto de 12 cm e forro de PVC	TC-L-P	1,31
3º	Telha cerâmica, laje de concreto de 12 cm e forro de madeira	TC-L-M	1,28

4°	Telha de fibrocimento, laje de concreto de 12 cm e forro de gesso	TF-L-G	1,38
5°	Telha de fibrocimento, laje de concreto de 12 cm e forro de PVC	TF-L-P	1,32
6°	Telha de fibrocimento, laje de concreto de 12 cm e forro de madeira	TF-L-M	1,30
7°	Telha metálica com forro de gesso	TM-G	1,19
8°	Telha metálica com forro de PVC	TM-P	1,14
9°	Telha metálica com forro de madeira	TM-M	1,12
10°	Telha metálica, laje de concreto de 12 cm e forro de gesso	TM-L-G	0,89
11°	Telha metálica, laje de concreto de 12 cm e forro de PVC	TM-L-P	0,87
12°	Telha metálica, laje de concreto de 12 cm e forro de madeira	TM-L-M	0,86
13°	Telha termoacústica	IT	0,66
14°	Telha termoacústica com forro de gesso	IT-G	0,47
15°	Telha termoacústica com forro de PVC	IT-P	0,46
16°	Telha termoacústica, laje de concreto de 12 cm e forro de madeira	IT-L-M	0,41

Fonte: Silva (2022).

Para a modelagem foi utilizado o software Autodesk Revit 2024 versão estudante. A modelagem possui as mesmas dimensões do protótipo utilizado por Silva (2022), 4 m de comprimento por 4 m de largura por 3 m de altura. A modelagem tem como objetivo facilitar a visualização da configuração do telhado e suas respectivas camadas.

Para a realização do orçamento, foi utilizada as tabelas de composição de custo não desonerado do SINAPI, com data de referência de setembro de 2023. Os orçamentos serão elaborados com o auxílio de planilhas eletrônicas (Excel) levando em consideração as especificações técnicas e considerando a especificidade de cada insumo e os diferentes índices de produtividade para a execução de cada sistema. A metodologia utilizada para a realização do orçamento consiste nas seguintes etapas:

- 1°. Acessar o Sumário de Publicações que se encontra através do site da caixa econômica federal;
- 2°. Acessar relatórios mensais e notas divulgadas em área de downloads;

- 3°. Acessar SINAPI – a partir Jul/2009 – BA, baixar “SINAPI ref Insumos Composições BA” setembro de 2023;
- 4°. abrir o arquivo “SINAPI_Composicoes_BA_2023.pdf”;
- 5°. Acessar o Sumário de Publicações através do site, insumos e composições, composições, composições de serviço, na área de cadernos técnicos escolher a categoria, definir a subcategoria e abrir o respectivo caderno técnico;
- 6°. Definir a composição, analisar a composição analítica do serviço, critérios de aferição e o processo de execução;
- 7°. Com base no arquivo “SINAPI_Composicoes_BA_2023.pdf” preencher a planilha eletrônica, informando a categoria, a subcategoria, item, base, código, descrição do serviço, quantidade, unidade, valor unitário e o valor total sem BDI.

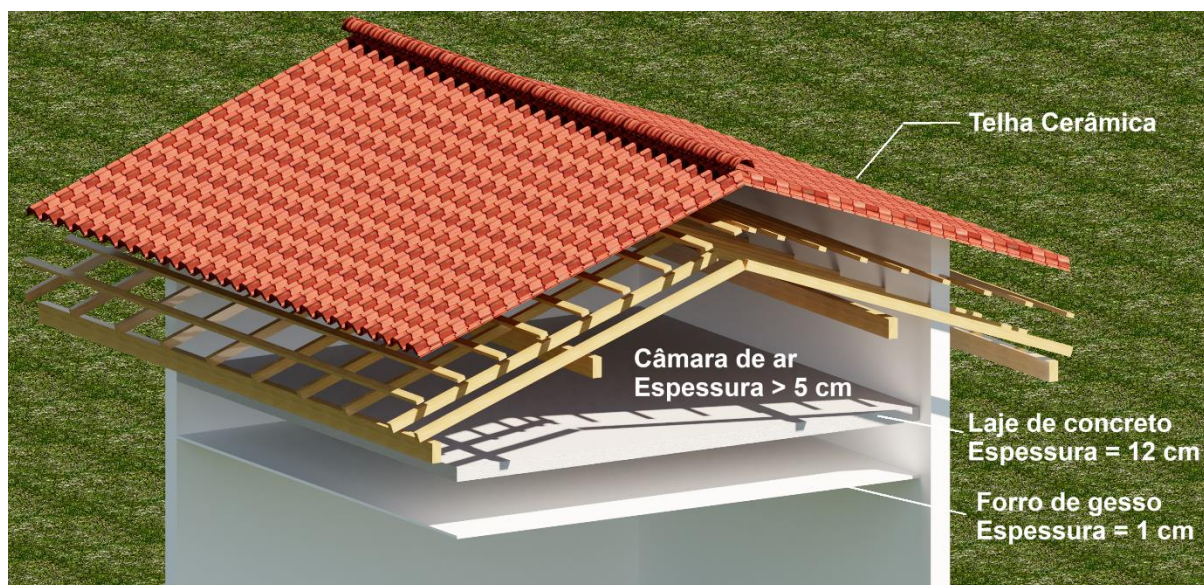
3.1 GRUPO CERÂMICO

Dentro do grupo cerâmico, encontra-se diferentes configurações de laje e forro que possuem como cobertura principal o telhado cerâmico.

a) **Telha cerâmica com laje de concreto e forro de gesso (TC-L-G):** a Figura 9 representa a primeira composição do grupo cerâmico, o qual apresentou segundo Silva (2022) uma transmitância térmica de $U = 1,36 \text{ W/ (m}^2 \cdot \text{K)}$.

A cobertura possui inclinação de 35%, com formato em duas águas e estrutura de madeira. A estrutura de madeira é composta por terças, caibros e ripas.

Figura 9 - Telha cerâmica com laje de concreto e forro de gesso.

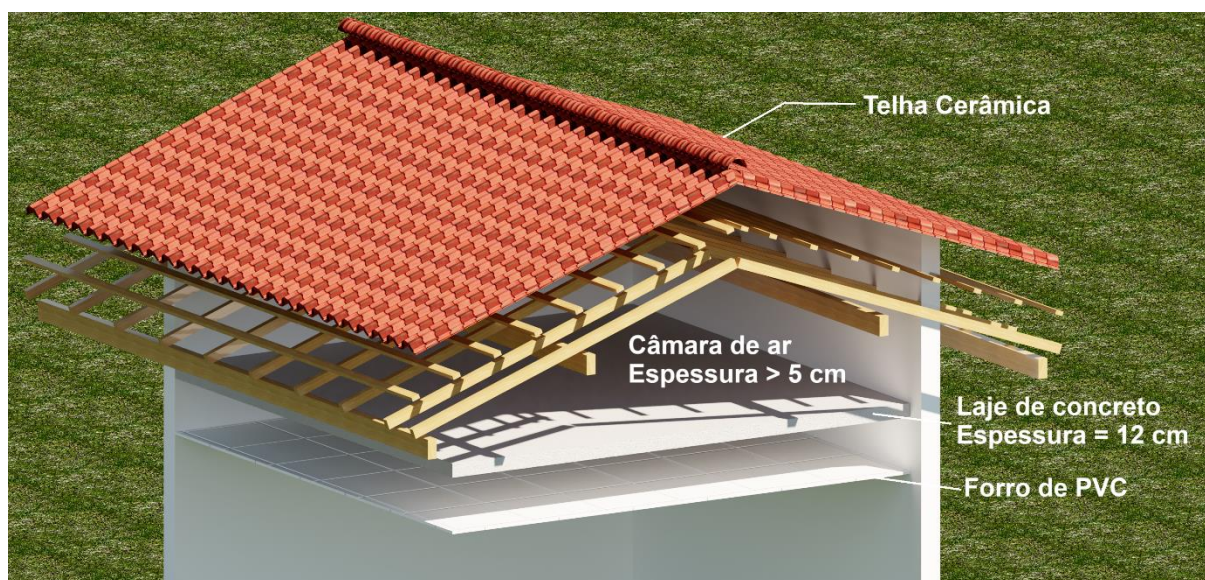


Fonte: Autor.

b) Telha cerâmica com laje de concreto e forro de PVC (TC-L-P): a Figura 10 representa a segunda composição do grupo cerâmico, o qual apresentou segundo Silva (2022) uma transmitância térmica de $U = 1,31 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

A cobertura possui inclinação de 35%, com formato em duas águas e estrutura de madeira. A estrutura de madeira é composta por terças, caibros e ripas.

Figura 10 - Telha cerâmica com laje de concreto e forro de PVC.

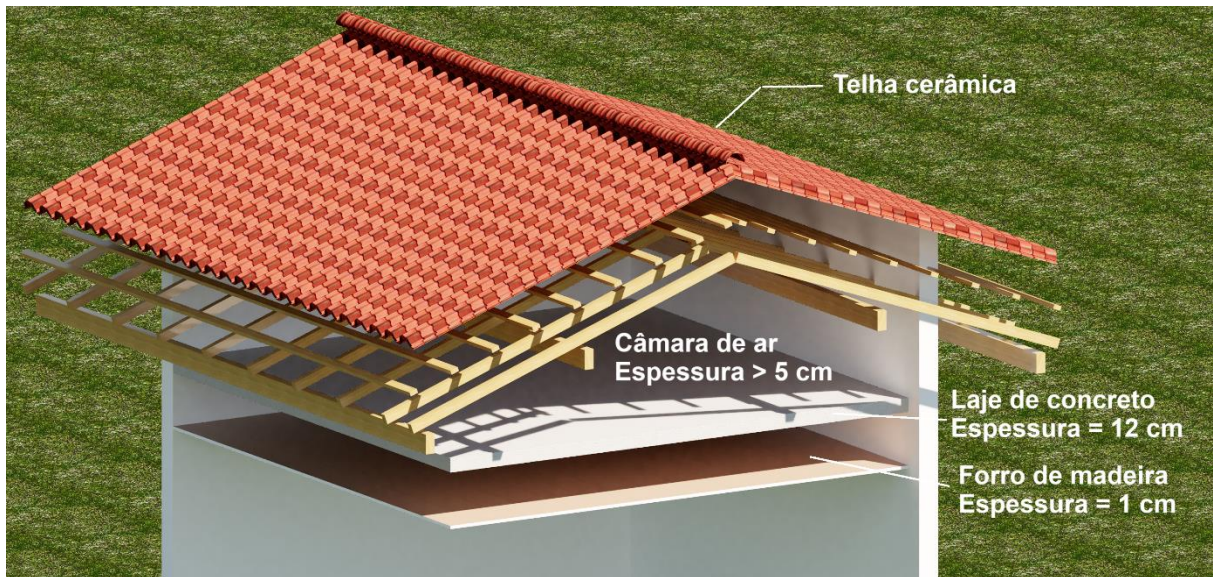


Fonte: Autor.

c) Telha cerâmica com laje de concreto e forro de madeira (TC-L-M): a Figura 11 representa a terceira composição do grupo cerâmico, o qual apresentou segundo Silva (2022) uma transmitância térmica de $U = 1,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

A cobertura possui inclinação de 35%, com formato em duas águas e estrutura de madeira. A estrutura de madeira é composta por terças, caibros e ripas.

Figura 11 - Telha cerâmica com laje de concreto e forro de madeira.



Fonte: Autor.

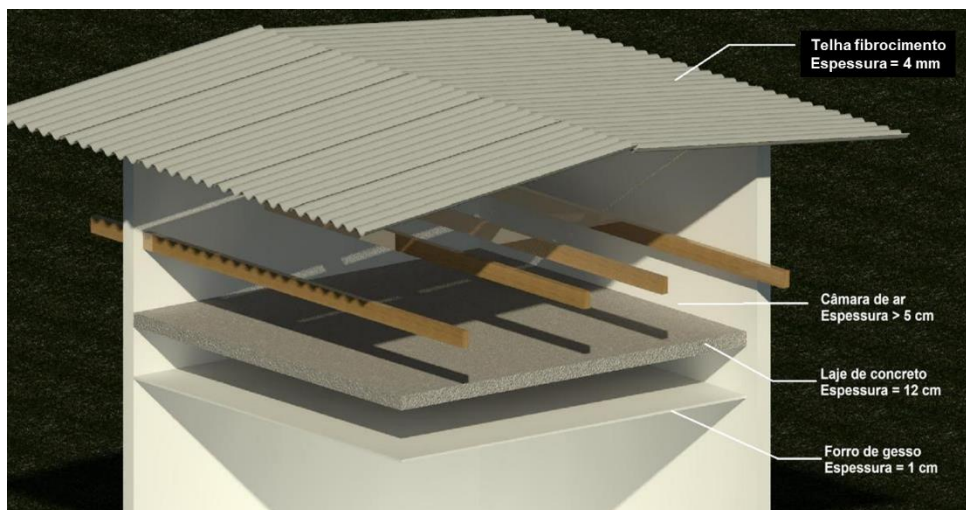
3.2 GRUPO FIBROCIMENTO

Dentro do grupo fibrocimento, encontra-se diferentes configurações de laje e forro que possuem como cobertura principal a telha de fibrocimento.

d) Telha de fibrocimento com laje de concreto e forro de gesso (TF-L-G): a Figura 12 representa a primeira composição do grupo fibrocimento, o qual apresentou segundo Silva (2022) uma transmitância térmica de $U = 1,38 \text{ W/ (m}^2 \cdot \text{K)}$.

A cobertura possui inclinação de 10%, com formato em duas águas e estrutura de madeira. A estrutura de madeira é composta somente por terças.

Figura 12 - Telha de fibrocimento com laje de concreto e forro de gesso.

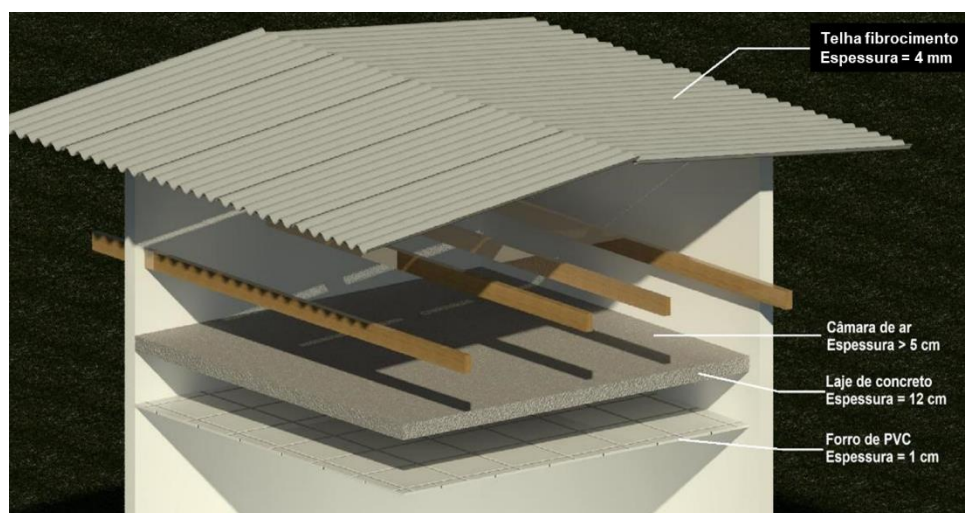


Fonte: Autor.

e) **Telha de fibrocimento com laje de concreto e forro de PVC (TF-L-P):** a Figura 13 representa a segunda composição do grupo fibrocimento, o qual apresentou segundo Silva (2022) uma transmitância térmica de $U = 1,32 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

A cobertura possui inclinação de 10%, com formato em duas águas e estrutura de madeira. A estrutura de madeira é composta somente por terças.

Figura 13 - Telha de fibrocimento com laje de concreto e forro de PVC.

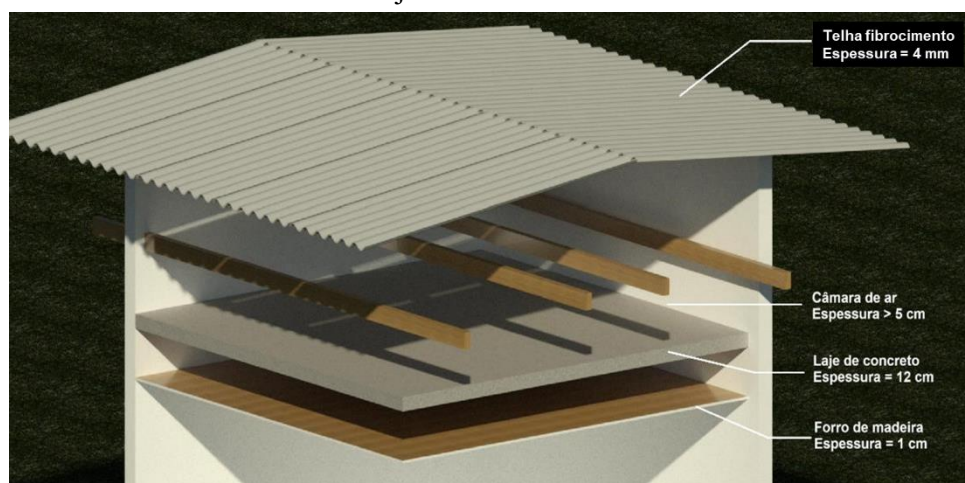


Fonte: Autor.

f) **Telha de fibrocimento com laje de concreto e forro de madeira (TF-L-M):** a Figura 14 representa a terceira composição do grupo fibrocimento, o qual apresentou segundo Silva (2022) uma transmitância térmica de $U = 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

A cobertura possui inclinação de 10%, com formato em duas águas e estrutura de madeira. A estrutura de madeira é composta somente por terças.

Figura 14 - Telha de fibrocimento com laje de concreto e forro de madeira.



Fonte: Autor.

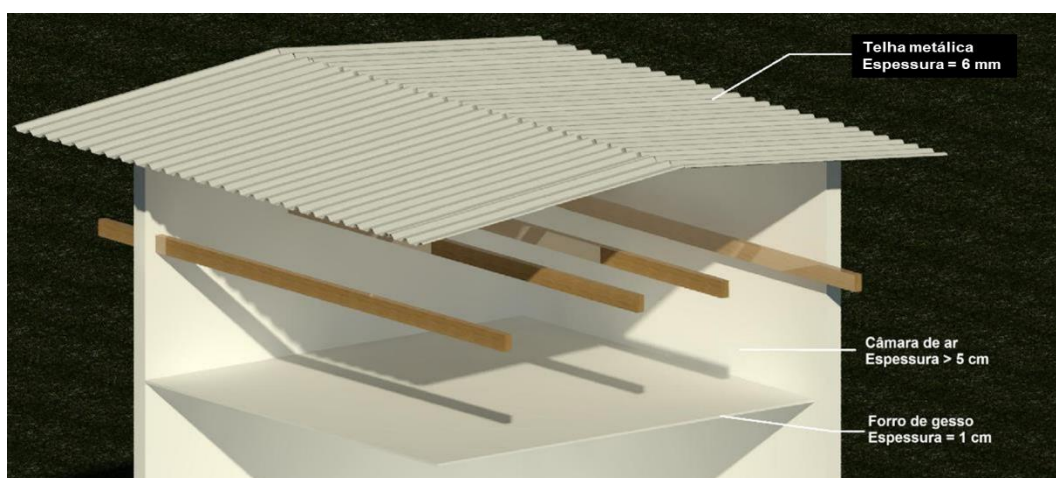
3.3 GRUPO TELHA METÁLICA

Dentro do grupo telha metálica, encontra-se diferentes configurações de laje e forro que possuem como cobertura principal a telha metálica.

g) Telha metálica com forro de gesso (TM-G): a Figura 14 representa a primeira composição do grupo telha metálica, o qual apresentou segundo Silva (2022) uma transmitância térmica de $U = 1,19 \text{ W/ (m}^2 \cdot \text{K)}$.

A cobertura possui inclinação de 10%, com formato em duas águas e estrutura de madeira. A estrutura de madeira é composta somente por terças.

Figura 15 - Telha metálica com forro de gesso.

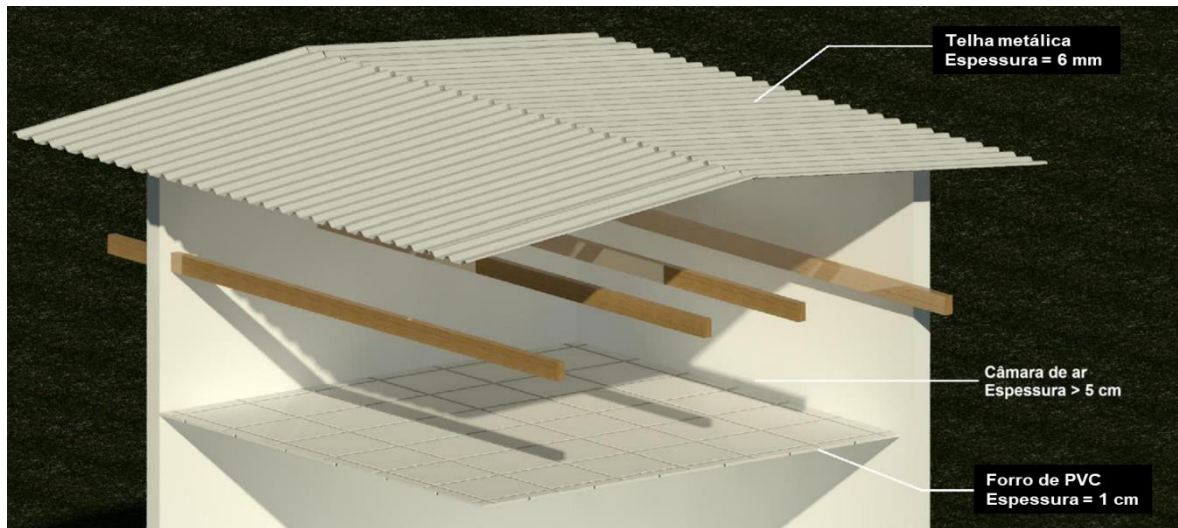


Fonte: Autor.

h) Telha metálica com forro de PVC (TM-P): a Figura 16 representa a segunda composição do grupo telha metálica, o qual apresentou segundo Silva (2022) uma transmitância térmica de $U = 1,14 \text{ W/ (m}^2 \cdot \text{K)}$.

A cobertura possui inclinação de 10%, com formato em duas águas e estrutura de madeira. A estrutura de madeira é composta somente por terças.

Figura 16 - Telha metálica com forro de PVC.

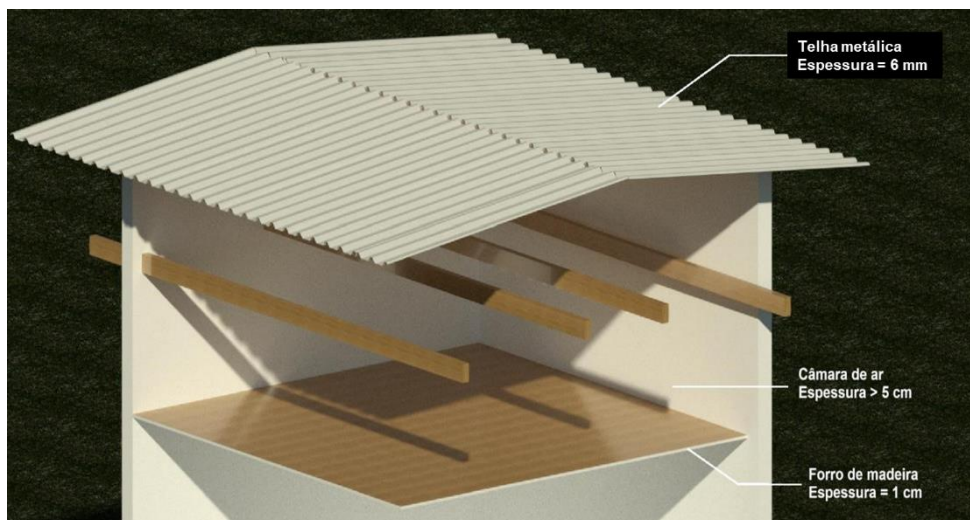


Fonte: Autor.

i) **Telha metálica com forro de madeira (TM-M):** a Figura 17 representa a terceira composição do grupo telha metálica, o qual apresentou segundo Silva (2022) uma transmitância térmica de $U = 1,12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

A cobertura possui inclinação de 10%, com formato em duas águas e estrutura de madeira. A estrutura de madeira é composta somente por terças.

Figura 17 - Telha metálica com forro de madeira.

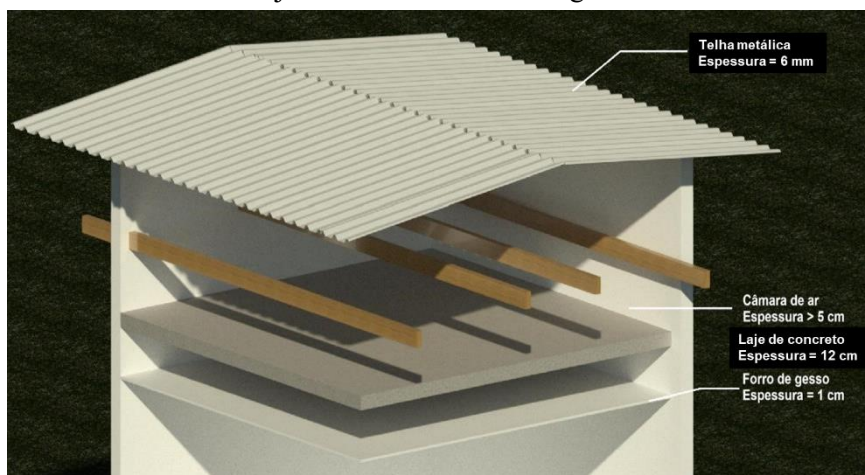


Fonte: Autor.

j) **Telha metálica com laje de concreto e forro de gesso (TM-L-G):** a Figura 18 representa a quarta composição do grupo telha metálica, o qual apresentou segundo Silva (2022) uma transmitância térmica de $U = 0,89 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

A cobertura possui inclinação de 10%, com formato em duas águas e estrutura de madeira. A estrutura de madeira é composta somente por terças.

Figura 18 - Telha metálica com laje de concreto e forro de gesso.

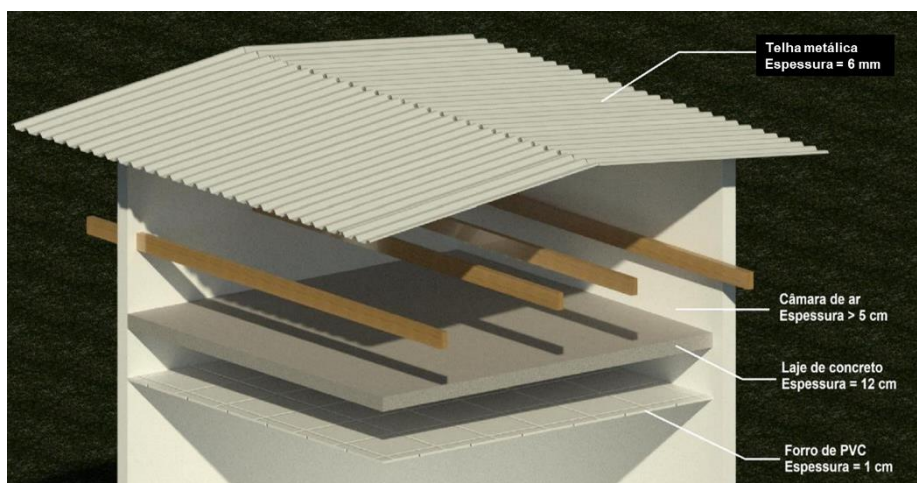


Fonte: Autor.

k) Telha metálica com laje de concreto e forro de PVC (TM-L-P): a Figura 19 representa a quinta composição do grupo telha metálica, o qual apresentou segundo Silva (2022) uma transmitância térmica de $U = 0,87 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

A cobertura possui inclinação de 10%, com formato em duas águas e estrutura de madeira. A estrutura de madeira é composta somente por terças.

Figura 19 - Telha metálica com laje de concreto e forro de PVC.

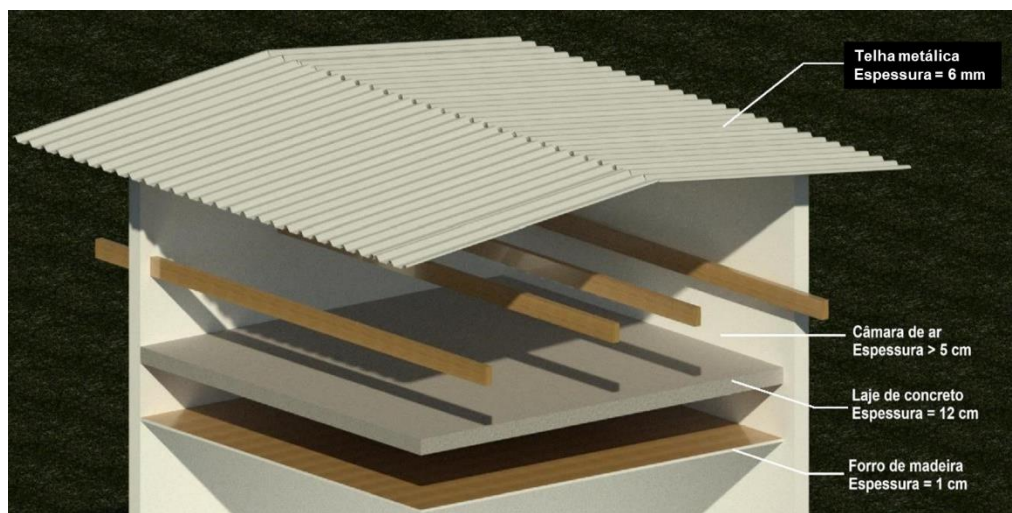


Fonte: Autor.

l) Telha metálica com laje de concreto e forro de madeira (TM-L-M): a Figura 20 representa a sexta composição do grupo telha, o qual apresentou segundo Silva (2022) uma transmitância térmica de $U = 0,86 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

A cobertura possui inclinação de 10%, com formato em duas águas e estrutura de madeira. A estrutura de madeira é composta somente por terças.

Figura 20 - Telha metálica com laje de concreto e forro de madeira.



Fonte: Autor

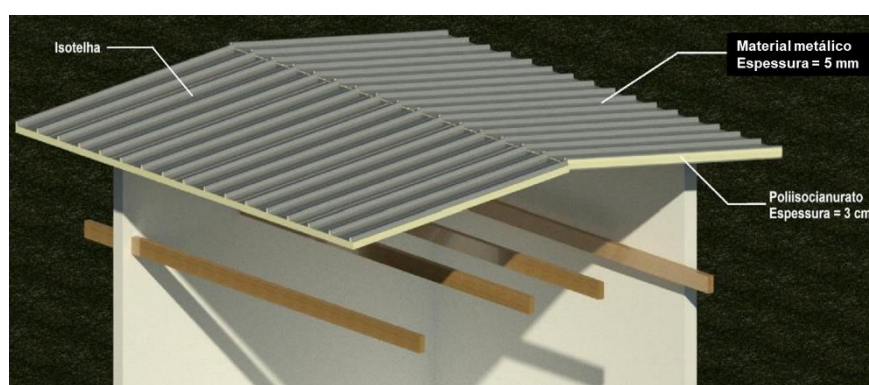
3.4 GRUPO TELHA TERMOACÚSTICA

Dentro do grupo telha termoacústica, encontra-se diferentes configurações de laje e forro que possuem como cobertura principal a telha termoacústica.

m) Telha termoacústica (IT): a Figura 21 representa a primeira composição do grupo telha termoacústica, o qual apresentou segundo Silva (2022) uma transmitância térmica de $U = 0,66 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

A cobertura possui inclinação de 10%, com formato em duas águas e estrutura de madeira. A estrutura de madeira é composta somente por terças.

Figura 21 - Telha termoacústica.

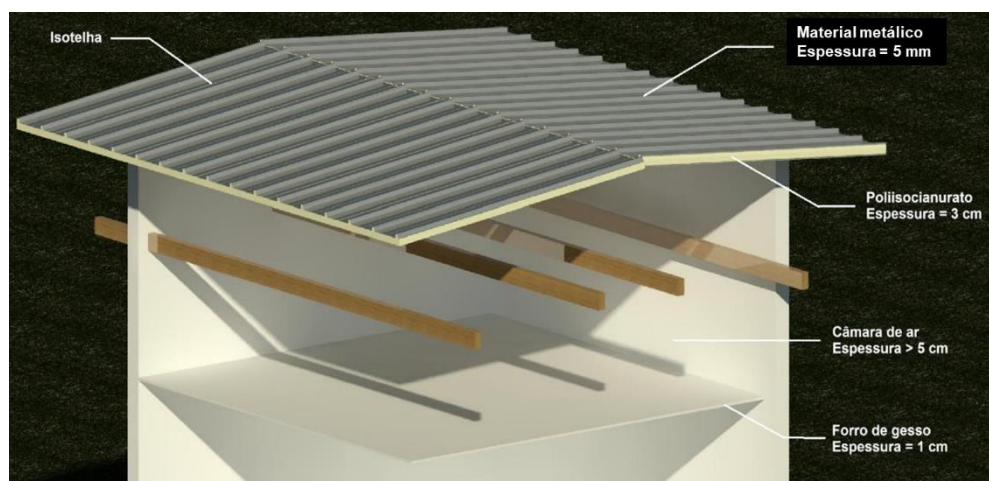


Fonte: Autor.

n) Telha termoacústica com forro de gesso (IT-G): a Figura 22 representa a segunda composição do grupo telha termoacústica, o qual apresentou segundo Silva (2022) uma transmitância térmica de $U = 0,47 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

A cobertura possui inclinação de 10%, com formato em duas águas e estrutura de madeira. A estrutura de madeira é composta somente por terças.

Figura 22 - Telha termoacústica com forro de gesso.

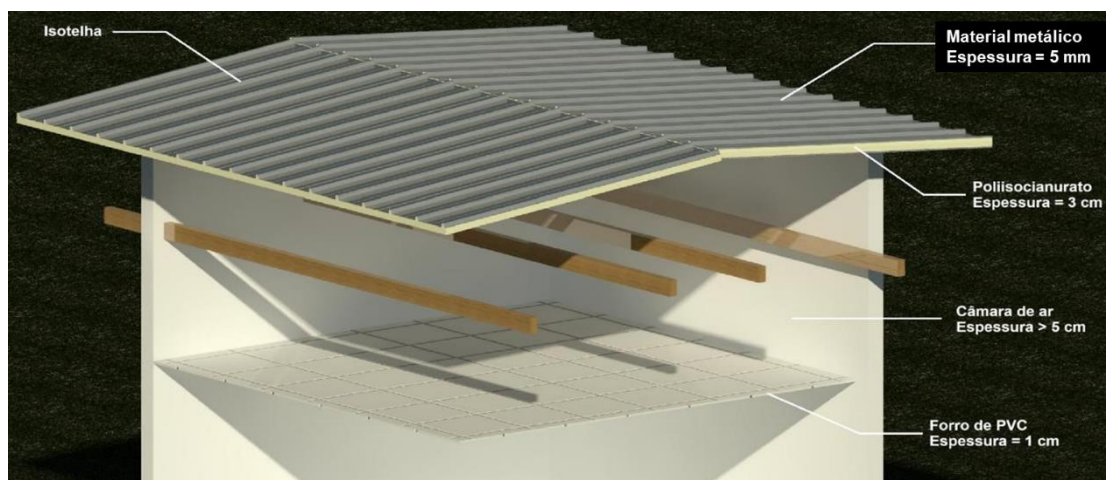


Fonte: Autor.

o) Telha termoacústica com forro de PVC (IT-P): a Figura 23 representa a terceira composição do grupo telha termoacústica, o qual apresentou segundo Silva (2022) uma transmitância térmica de $U = 0,46 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

A cobertura possui inclinação de 10%, com formato em duas águas e estrutura de madeira. A estrutura de madeira é composta somente por terças.

Figura 23 - Telha termoacústica com forro de PVC.

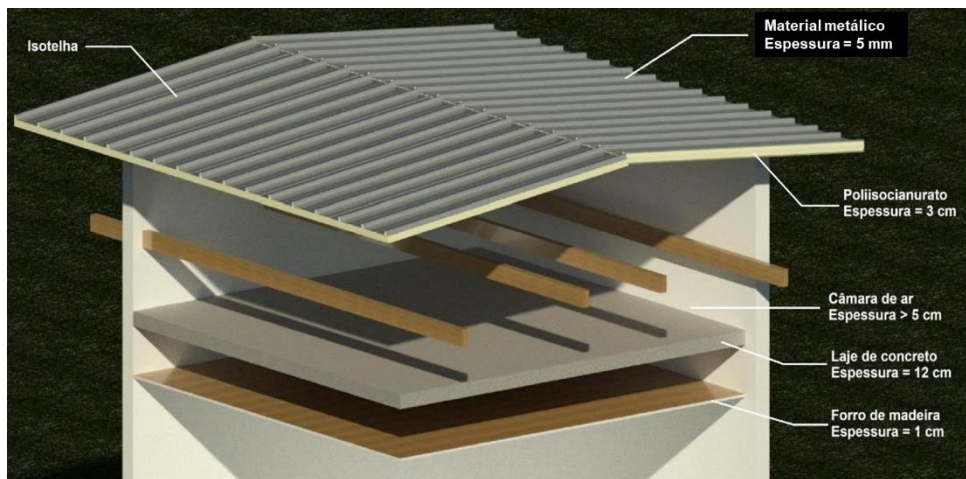


Fonte: Autor.

p) Telha termoacústica com laje de concreto e forro de madeira (IT-M): a Figura 24 representa a quarta composição do grupo telha termoacústica, o qual apresentou segundo Silva (2022) uma transmitância térmica de $U = 0,41 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

A cobertura possui inclinação de 10%, com formato em duas águas e estrutura de madeira. A estrutura de madeira é composta somente por terças.

Figura 24 - Telha termoacústica com laje de concreto e forro de madeira.



Fonte: Autor.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Será apresentado e analisado em forma de gráfico e tabelas os principais resultados dos dados gerados dos orçamentos realizados para as 16 composições de coberturas.

4.1 RESULTADOS DO GRUPO CERÂMICO

A Tabela 6 apresenta o orçamento realizado por meio das tabelas de composição de custos não desonerado do SINAPI para a primeira composição de cobertura do grupo cerâmico (TC-L-G), resultando em um custo total de R\$ 8.499,04. Dividindo o custo total pela área (16 m²) do protótipo considerado, implica em um custo de R\$ 531,19/m².

Tabela 6 - Orçamento para cobertura em telha cerâmica, laje de concreto armado e forro de gesso.

ITEM	BASE	COD.	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	VALOR UNIT.	TOTAL (S/BDI)
COBERTURA E IMPERMEABILIZAÇÃO							3.888,80
1.1	SINAPI (BA)		ESTRUTURA E TAMA PARA COBERTURA				
1.1.1	SINAPI (BA)	102233	PINTURA IMUNIZANTE PARA MADEIRA, 1 DEMÃO, AF_01/2021	16,94	M2	11,99	203,11
			TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR RIPAS, CABROS E TERÇAS PARA TELHADOS DE MAIS QUE 2 ÁGUAS PARA TELHA DE ENCAIXE DE CERÂMICA OU DE CONCRETO, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL, AF_07/2019				
1.1.2	SINAPI (BA)	92540	TELHAMENTO PARA COBERTURA CERÂMICA	16,94	M2	91,25	1.545,78
TELHAMENTO PARA COBERTURA CERÂMICA							
1.2	SINAPI (BA)	94198	TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA DE ENCAIXE, TIPO PORTUGUESA, COM MAIS DE 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL, AF_07/2019	16,94	M2	32,40	548,85
1.2.1	SINAPI (BA)	94232	AMARRAÇÃO DE TELHAS CERÂMICAS OU DE CONCRETO, AF_07/2019	299,00	UN	3,21	959,79
1.2.2	SINAPI (BA)	94219	QUIMEIRA E ESPRIGÃO PARA TELHA CERÂMICA EMBOÇADA COM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:9 (CIMENTO, CAL E AREIA), PARA TELHADOS COM MAIS DE 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL, AF_07/2019	3,2	M	31,92	102,14
1.2.3	SINAPI (BA)	94228	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 50 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL, AF_07/2019	4,00	M	82,28	329,12
1.2.4	SINAPI (BA)		SUPERESTRUTURA				3.872,97
2	SINAPI (BA)		FÓRMAS PARA ESTRUTURAS DE LAJE DE CONCRETO ARMADO				
2.1	SINAPI (BA)	92287	FABRICAÇÃO DE FÓRMA PARA LAJES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM, AF_09/2020	16,00	M2	45,94	735,04
2.1.1	SINAPI (BA)	92510	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÓRMA DE LAJE MACIÇA, PE-DIREITO SIMPLIS, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES, AF_09/2020	16,00	M2	69,06	1.104,96
2.1.2	SINAPI (BA)	92769	ARMAÇÃO PARA LAJES DE CONCRETO ARMADO	59,00	KG	13,01	767,59
2.2	SINAPI (BA)		ARMAÇÃO PARA LAJES DE CONCRETO ARMADO				
2.2.1	SINAPI (BA)		ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM, AF_08/2022	1,92	M3	659,05	1.266,38
2.3	SINAPI (BA)		CONCRETAGEM PARA LAJES DE CONCRETO ARMADO				
2.3.1	SINAPI (BA)	103675	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPa, PARA LAJES MACIÇAS OU REPERIDAS COM USO DE BOMBA, LANCAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO, AF_02/2022, PS	1,92	M3	659,05	1.266,38
3	SINAPI (BA)		FORROS, PINTURAS E TEXTURAS				937,28
3.1	SINAPI (BA)		FORRO DE GESSO				
3.1.1	SINAPI (BA)	96109	FORRO EM PLACAS DE GESSO, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, AF_08/2023, PS	16,00	M2	55,35	885,60
3.1.2	SINAPI (BA)	96120	ACABAMENTOS PARA FORRO (MOLDURA DE GESSO), AF_08/2023	16,00	M	3,23	51,68
CUSTO TOTAL							R\$ 8499,04

Fonte: Autor.

A Tabela 7 apresenta uma lista ordenada por custo decrescente dos serviços necessários para a execução da primeira composição do grupo de telha cerâmica (TC-L-G). Os serviços estão classificados em faixas A, B e C, com a faixa A na cor rosa representando aqueles que correspondem a 50% do custo total, ou seja, os insumos acima do percentual acumulado de 50%. A faixa B na cor ciano engloba os insumos entre os percentuais acumulados de 50% e 80% do custo total, enquanto a faixa C na cor laranja inclui todos os demais insumos.

O serviço de maior custo evidenciado foi a trama de madeira composta por ripas, caibros e terças para telha de encaixe de cerâmica.

Tabela 7 - Tabela ABC para cobertura em telha cerâmica, laje de concreto armado e forro de gesso.

ITEM	BASE	COD.	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	VALOR UNIT.	TOTAL (S/BDI)
1.1.2	SINAPI (BA)	92540	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR RIPAS, CAIBROS E TERÇAS PARA TELHADOS DE MAIS QUE 2 ÁGUAS PARA TELHA DE ENCAIXE DE CERÂMICA OU DE CONCRETO. INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	16,94	M2	91,25	1545,775
2.3.1	SINAPI (BA)	103675	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES. FCK=25 MPa. PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA-LANÇAMENTO. ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_02/2022_PS	1,92	M3	659,05	1285,376
2.1.2	SINAPI (BA)	92510	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÓRMA DE LAJE MACIÇA, PE-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA. 2 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	16	M2	69,06	1104,96
1.2.2	SINAPI (BA)	94232	AMARRAÇÃO DE TELHAS CERÂMICAS OU DE CONCRETO. AF_07/2019	299	UN	3,21	959,79
3.1.1	SINAPI (BA)	96109	FORRO EM PLACAS DE GESSO. PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS. AF_08/2023_PS	16	M2	55,35	885,6
2.2.1	SINAPI (BA)	92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM. - MONTAGEM. AF_08/2022	59	KG	13,01	767,59
2.1.1	SINAPI (BA)	92267	FABRICAÇÃO DE FÓRMA PARA LAJES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_09/2020	16	M2	45,94	735,04
1.2.1	SINAPI (BA)	94198	TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA DE ENCAIXE, TIPO PORTUGUESA, COM MAIS DE 2 ÁGUAS. INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	16,94	M2	32,40	548,856
1.2.4	SINAPI (BA)	94228	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24. DESENVOLVIMENTO DE 50 CM. INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	4	M	82,28	329,12
1.1.1	SINAPI (BA)	102233	PINTURA IMUNIZANTE PARA MADEIRA, 1 DENAÇO. AF_01/2021	16,94	M2	11,99	203,1106
1.2.3	SINAPI (BA)	94219	CUMEIRA E ESPIGÃO PARA TELHA CERÂMICA EMBOÇADA COM ARGAMASSA TRACO 1:2:9 (CIMENTO, CAL E AREIA), PARA TELHADOS COM MAIS DE 2 ÁGUAS. INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	3,2	M	31,92	102,144
3.1.2	SINAPI (BA)	96120	ACABAMENTOS PARA FORRO (MOLDURA DE GESSO). AF_08/2023	16	M	3,23	51,68

Fonte: Autor.

A Tabela 8 apresenta o orçamento realizado por meio das tabelas de composição de custos não desonerado do SINAPI para a segunda composição de cobertura do grupo cerâmico (TC-L-P), resultando em um custo total de R\$ 9.080,64. Dividindo o custo total pela área (16 m²) do protótipo considerado, implica em um custo de R\$ 567,54/m².

Tabela 8 - Orçamento para cobertura em telha cerâmica, laje de concreto armado e forro de PVC.

ITEM	BASE	COD.	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	VALOR UNIT.	TOTAL (S/BDI)
1 COBERTURA E IMPERMEABILIZAÇÃO							
1.1 ESTRUTURA E TRAMA PARA COBERTURA							
1.1.1	SINAPI (BA)	102233	PINTURA IMUNIZANTE PARA MADEIRA, 1 DEMÃO, AF. 01/2021	16,94	M2	11,99	203,11
1.1.2	SINAPI (BA)	92540	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR RIPAS, CAIBROS E TERÇAS PARA TELHADOS DE MAIS QUE 2 ÁGUAS PARA TELHA DE ENCAIXE DE CERÂMICA OU DE CONCRETO, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL, AF. 07/2019	16,94	M2	91,25	1.546,78
1.2 TELHAMENTO PARA COBERTURA CERÂMICA							
1.2.1	SINAPI (BA)	94198	TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA DE ENCAIXE, TIPO PORTUGUESA, COM MAIS DE 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL, AF. 07/2019	16,94	M2	32,40	548,86
1.2.2	SINAPI (BA)	94232	AMARRAÇÃO DE TELHAS CERÂMICAS OU DE CONCRETO, AF. 07/2019	299,00	UN	3,21	959,79
1.2.3	SINAPI (BA)	94219	CUMEIRA E ESPIGÃO PARA TELHA CERÂMICA EMBOÇADA COM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:9 (CIMENTO, CAL E AREIA), PARA TELHADOS COM MAIS DE 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL, AF. 07/2019	3,2	M	31,92	102,14
1.2.4	SINAPI (BA)	94228	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 50 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL, AF. 07/2019	4,00	M	82,28	329,12
2 SUPERESTRUTURA							
2.1 FORMAS PARA ESTRUTURAS DE LAJE DE CONCRETO ARMADO							
2.1.1	SINAPI (BA)	92267	FABRICAÇÃO DE FORMA PARA LAJES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, RESINADA, E = 17 MM, AF. 09/2020	16,00	M2	45,94	735,04
2.1.2	SINAPI (BA)	92510	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA DE LAJE MACIÇA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES, AF. 09/2020	16,00	M2	69,06	1.104,96
2.2 ARMAÇÃO PARA LAJES DE CONCRETO ARMADO							
2.2.1	SINAPI (BA)	92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM, AF. 08/2022	59,00	KG	13,01	767,59
2.3 CONCRETAGEM PARA LAJES DE CONCRETO ARMADO							
2.3.1	SINAPI (BA)	103675	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPa, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO, AF. 02/2022 PS	1,92	M3	659,05	1.265,38
3 FORROS, PINTURAS E TEXTURAS							
3.1 FORRO DE PVC							
3.1.1	SINAPI (BA)	96111	FORRO EM REGIÃO DE PVC, FRISADO, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA UNIDIRECIONAL DE FIXAÇÃO, AF. 08/2023 PS	16,00	M2	79,12	1.265,92
3.1.2	SINAPI (BA)	96121	ACABAMENTOS PARA FORRO, RODA-FORRO EM PERFIL METÁLICO E PLÁSTICO, AF. 08/2023	16,00	M	15,81	252,96
CUSTO TOTAL							R\$ 9080,64

Fonte: Autor.

A Tabela 9 apresenta uma lista ordenada por custo decrescente dos serviços necessários para a execução da segunda composição do grupo de telha cerâmica (TC-L-P). Os serviços estão classificados em faixas A, B e C, com a faixa A na cor rosa representando aqueles que correspondem a 50% do custo total, ou seja, os insumos acima do percentual acumulado de 50%. A faixa B na cor ciano engloba os insumos entre os percentuais acumulados de 50% e 80% do custo total, enquanto a faixa C na cor laranja inclui todos os demais insumos.

O serviço de maior custo evidenciado foi a trama de madeira composta por ripas, caibros e terças para telha de encaixe de cerâmica.

Tabela 9 - Tabela ABC para cobertura em telha cerâmica, laje de concreto armado e forro de PVC.

ITEM	BASE	COD.	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	VALOR UNIT.	TOTAL (S/BDI)
1.1.2	SINAPI (BA)	92540	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR RIPAS, CAIBROS E TERÇAS PARA TELHADOS DE MAIS QUE 2 ÁGUAS PARA TELHA DE ENCAIXE DE CERÂMICA OU DE CONCRETO. INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	16,94	M2	91,25	1545,775
3.1.1	SINAPI (BA)	96111	FORRO EM REGUAS DE PVC, FRISADO, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA UNIDIRECIONAL DE FIXAÇÃO. AF_08/2023, PS	16	M2	79,12	1265,92
2.3.1	SINAPI (BA)	103675	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPA, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_02/2022, PS	1,92	M3	659,05	1265,376
2.1.2	SINAPI (BA)	92510	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÓRMA DE LAJE MACIÇA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	16	M2	69,06	1104,96
1.2.2	SINAPI (BA)	94232	AMARRAÇÃO DE TELHAS CERÂMICAS OU DE CONCRETO. AF_07/2019	299	UN	3,21	959,79
2.2.1	SINAPI (BA)	92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	59	KG	13,01	767,59
2.1.1	SINAPI (BA)	92267	FABRICAÇÃO DE FÓRMA PARA LAJES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_09/2020	16	M2	45,94	735,04
1.2.1	SINAPI (BA)	94198	TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA DE ENCAIXE, TIPO PORTUGUESA, COM MAIS DE 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	16,94	M2	32,40	548,856
1.2.4	SINAPI (BA)	94228	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 50 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	4	M	82,28	329,12
3.1.2	SINAPI (BA)	96121	ACABAMENTOS PARA FORRO (RODA-FORRO EM PERFIL METÁLICO E PLÁSTICO). AF_08/2023	16	M	15,81	252,96
1.1.1	SINAPI (BA)	102233	PINTURA IMUNIZANTE PARA MADEIRA, 1 DEMÃO. AF_01/2021	16,94	M2	11,99	203,1106
1.2.3	SINAPI (BA)	94219	CUMEIEIRA E ESPIGÃO PARA TELHA CERÂMICA EMBOÇADA COM ARGAMASSA TRACO 1:2:9 (CIMENTO, CAL E AREIA), PARA TELHADOS COM MAIS DE 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	3,2	M	31,92	102,144

Fonte: Autor.

A Tabela 10 apresenta o orçamento realizado por meio das tabelas de composição de custos não desonerado do SINAPI para a terceira composição de cobertura do grupo cerâmico (TC-L-M), resultando em um custo total de R\$ 10.894,40. Dividindo o custo total pela área (16 m²) do protótipo considerado, implica em um custo de R\$ 680,90/m².

Tabela 10 - Orçamento para cobertura em telha cerâmica, laje de concreto armado e forro de madeira.

ITEM	BASE	COD.	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	VALOR UNIT.	TOTAL (S/BDI)
1			COBERTURA E IMPERMEABILIZAÇÃO				3.698,80
1.1			ESTRUTURA E TRAMA PARA COBERTURA				1.748,89
1.1.1	SINAPI (BA)	102233	PINTURA IMUNIZANTE PARA MADEIRA, 1 DEMÃO, AF- 01/2021	16,94	M2	11,99	203,11
			TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR RIPAS, CABROS E TERÇAS PARA TELHADOS DE MAIS QUE 2 ÁGUAS PARA TELHA DE ENCAIXE DE CERÂMICA OU DE CONCRETO, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL, AF- 07/2019	16,94	M2	91,25	1.545,78
1.1.2	SINAPI (BA)	92540	TELHAMENTO PARA COBERTURA CERÂMICA VERTICAL, AF- 07/2019				1.393,91
1.2.1	SINAPI (BA)	94198	TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA DE ENCAIXE, TIPO PORTUGUESA, COM MAIS DE 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL, AF- 07/2019	16,94	M2	32,40	548,86
1.2.2	SINAPI (BA)	94232	AMARRAÇÃO DE TELHAS CERÂMICAS OU DE CONCRETO, CUMEIRA E ESPIGAO PARA TELHA CERÂMICA EMBOÇADA COM ARGAMASSA TRACO 1:2:9 (CIMENTO, CAL E AREIA), PARA TELHADOS COM MAIS DE 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL, AF- 07/2019	299,00	UN	3,21	959,79
1.2.3	SINAPI (BA)	94219	ARGAMASSA TRACO 1:2:9 (CIMENTO, CAL E AREIA), PARA TELHADOS COM MAIS DE 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL, AF- 07/2019	3,20	M	31,92	102,14
1.2.4	SINAPI (BA)	94228	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NUMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 80 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL, AF- 07/2019	4,00	M	82,28	329,12
2			SUPERESTRUTURA				3.872,97
2.1			FORMAS PARA ESTRUTURAS DE LAJE DE CONCRETO ARMADO				1.840,00
2.1.1	SINAPI (BA)	92267	FABRICAÇÃO DE FORMA PARA LAJES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM, AF- 09/2020	16,00	M2	45,94	735,04
2.1.2	SINAPI (BA)	92510	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA DE LAJE MACIÇA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES, AF- 09/2020	16,00	M2	69,06	1.104,96
2.2			ARMAÇÃO PARA LAJES DE CONCRETO ARMADO				767,59
2.2.1	SINAPI (BA)	92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM, - MONTAGEM, AF- 06/2022	59,00	KG	13,01	767,59
2.3			CONCRETAGEM PARA LAJES DE CONCRETO ARMADO				1.265,38
2.3.1	SINAPI (BA)	103675	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPa, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADEUSAMENTO E ACABAMENTO, AF- 02/2022 PS	1,92	M3	659,05	1.265,38
3			FORROS, PINTURAS E TEXTURAS				3.332,64
3.1			FORRO DE MADEIRA				3.332,64
3.1.1	SINAPI (BA)	96112	FORRO EM MADEIRA PINUS, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA UNIDIRECIONAL DE FIXAÇÃO, AF- 08/2023	16,00	M2	160,44	2.567,04
3.1.2	SINAPI (BA)	96122	ACABAMENTOS PARA FORRO (RODA-FORRO EM MADEIRA PINUS), AF- 08/2023	16,00	M	47,85	765,60
CUSTO TOTAL							R\$ 10894,40

Fonte: Autor

A Tabela 11 apresenta uma lista ordenada por custo decrescente dos serviços necessários para a execução da terceira composição do grupo de telha cerâmica (TC-L-M). Os serviços estão classificados em faixas A, B e C, com a faixa A na cor rosa representando aqueles que correspondem a 50% do custo total, ou seja, os insumos acima do percentual acumulado de 50%. A faixa B na cor ciano engloba os insumos entre os percentuais acumulados de 50% e 80% do custo total, enquanto a faixa C na cor laranja inclui todos os demais insumos.

O serviço de maior custo evidenciado foi o forro de madeira pinus, para ambientes residenciais, inclusive estrutura unidirecional de fixação.

Tabela 11 - Tabela ABC para cobertura em telha cerâmica, laje de concreto armado e forro de madeira.

ITEM	BASE	COD.	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	VALOR UNIT.	TOTAL (S/BDI)
3.1.1	SINAPI (BA)	96112	FORRO EM MADEIRA PINUS, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA UNIDIRECIONAL DE FIXAÇÃO AF_08/2023	16,00	M2	160,44	2.567,04
1.1.2	SINAPI (BA)	92540	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR RIPAS, CAIBROS E TERÇAS PARA TELHADOS DE MAIS QUE 2 ÁGUAS PARA TELHA DE ENCAIXE DE CERÂMICA OU DE CONCRETO, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	16,94	M2	91,25	1.545,78
2.3.1	SINAPI (BA)	103675	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPa, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_02/2022_PS	1,92	M3	659,05	1.265,38
2.1.2	SINAPI (BA)	92510	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÓRMA DE LAJE MACIÇA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	16,00	M2	69,06	1.104,96
1.2.2	SINAPI (BA)	94232	AMARRAÇÃO DE TELHAS CERÂMICAS OU DE CONCRETO. AF_07/2019	299,00	UN	3,21	959,79
2.2.1	SINAPI (BA)	92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	59,00	KG	13,01	767,59
3.1.2	SINAPI (BA)	96122	ACABAMENTOS PARA FORRO (RODA-FORRO EM MADEIRA PINUS). AF_08/2023	16,00	M	47,85	765,60
2.1.1	SINAPI (BA)	92267	FABRICAÇÃO DE FÓRMA PARA LAJES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_09/2020	16,00	M2	45,94	735,04
1.2.1	SINAPI (BA)	94198	TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA DE ENCAIXE, TIPO PORTUGUESA, COM MAIS DE 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	16,94	M2	32,40	548,86
1.2.4	SINAPI (BA)	94228	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NUMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 50 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	4,00	M	82,28	329,12
1.1.1	SINAPI (BA)	102233	PINTURA IMUNIZANTE PARA MADEIRA, 1 DEMÃO. AF_01/2021	16,94	M2	11,99	203,11
1.2.3	SINAPI (BA)	94219	CUMEIEIRA E ESPIGÃO PARA TELHA CERÂMICA EMBOÇADA COM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:9 (CIMENTO, CAL E AREIA), PARA TELHADOS COM MAIS DE 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	3,20	M	31,92	102,14

Fonte: Autor.

4.2 RESULTADOS DO GRUPO FIBROCIMENTO

A Tabela 12 apresenta o orçamento realizado por meio das tabelas de composição de custos não desonerado do SINAPI para a primeira composição de cobertura do grupo fibrocimento (TF-L-G), resultando em um custo total de R\$ 6.943,72. Dividindo o custo total

pela área (16 m²) do protótipo considerado, ilustrado na Figura 8, implica em um custo de R\$ 433,98/m².

Tabela 12 - Orçamento para cobertura em telha de fibrocimento, laje de concreto armado e forro de gesso.

ITEM	BASE	COD.	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	VALOR UNIT.	TOTAL (S/BDI)
1 COBERTURA E IMPERMEABILIZAÇÃO							
1.1 ESTRUTURA E TRAMA PARA COBERTURA							
1.1.1	SINAPI (BA)	102233	PINTURA IMUNIZANTE PARA MADEIRA, 1 DEMÃO, AF_01/2021	16,08	M2	11,99	192,80
1.1.2	SINAPI (BA)	92543	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL, AF_07/2019	16,08	M2	24,19	388,98
1.2 TELHAMENTO PARA COBERTURA DE FIBROCIMENTO							
1.2.1	SINAPI (BA)	94210	TELHAMENTO COM TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO E = 6 MM, COM RECOBRIMENTO LATERAL DE 1/4 DE ONDA PARA TELHADO COM INCLINAÇÃO MÁXIMA DE 10°, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO ICAMENTO, AF_07/2019	16,08	M2	54,21	871,70
1.2.2	SINAPI (BA)	94223	CUMEIEIRA PARA TELHA DE FIBROCIMENTO ONDULADA E = 6 MM, INCLUSO ACESSÓRIOS DE FIXAÇÃO E ICAMENTO, AF_07/2019	4,00	M	87,72	350,88
1.2.3	SINAPI (BA)	94228	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 50 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL, AF_07/2019	4,00	M	82,28	329,12
2 SUPERESTRUTURA							
2.1 FÓRMAS PARA ESTRUTURAS DE LAJE DE CONCRETO ARMADO							
2.1.1	SINAPI (BA)	92267	FABRICAÇÃO DE FÓRMA PARA LAJES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, RESINADA, E = 17 MM, AF_09/2020	16,00	M2	45,94	735,04
2.1.2	SINAPI (BA)	92510	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÓRMA DE LAJE MACIÇA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES, AF_09/2020	16,00	M2	69,06	1.104,96
2.2 ARMAÇÃO PARA LAJES DE CONCRETO ARMADO							
2.2.1	SINAPI (BA)	92789	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM, AF_06/2022	59,00	KG	13,01	767,59
2.3 CONCRETAGEM PARA LAJES DE CONCRETO ARMADO							
2.3.1	SINAPI (BA)	103675	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPa, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO, AF_02/2022 PS	1,92	M3	659,05	1.265,38
3 FORROS, PINTURAS E TEXTURAS							
3.1 FORRO DE GESSO							
3.1.1	SINAPI (BA)	96109	FORRO EM PLACAS DE GESSO, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, AF_09/2023 PS	16,00	M2	55,35	885,60
3.1.2	SINAPI (BA)	96120	ACABAMENTOS PARA FORRO (MOLDURA DE GESSO), AF_09/2023	16,00	M	3,23	51,68
CUSTO TOTAL							R\$ 6943,72

Fonte: Autor.

A Tabela 13 apresenta uma lista ordenada por custo decrescente dos serviços necessários para a execução da primeira composição do grupo fibrocimento (TF-L-G). Os serviços estão classificados em faixas A, B e C, com a faixa A na cor rosa representando aqueles que correspondem a 50% do custo total, ou seja, os insumos acima do percentual acumulado de 50%. A faixa B na cor ciano engloba os insumos entre os percentuais acumulados de 50% e 80% do custo total, enquanto a faixa C na cor laranja inclui todos os demais insumos.

O serviço de maior custo evidenciado foi a concretagem de vigas e lajes, fck = 25 Mpa, para lajes maciças ou nervuradas com uso de bomba - lançamento, adensamento e acabamento.

Tabela 13 - Tabela ABC para cobertura em telha de fibrocimento, laje de concreto armado e forro de gesso.

ITEM	BASE	COD.	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	VALOR UNIT.	TOTAL (S/BDI)
2.3.1	SINAPI (BA)	103675	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPa, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_02/2022_PS	1,92	M3	659,05	1265,376
2.1.2	SINAPI (BA)	92510	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA DE LAJE MACIÇA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	16	M2	69,06	1104,96
3.1.1	SINAPI (BA)	96109	FORRO EM PLACAS DE GESSO, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS. AF_08/2023_PS	16	M2	55,35	885,6
1.2.1	SINAPI (BA)	94210	TELHAMENTO COM TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO E = 6 MM, COM RECOBRIMENTO LATERAL DE 1 1/4 DE ONDA PARA TELHADO COM INCLINAÇÃO MÁXIMA DE 10°, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO IÇAMENTO. AF_07/2019	16,08	M2	54,21	871,6968
2.2.1	SINAPI (BA)	92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	59	KG	13,01	767,59
2.1.1	SINAPI (BA)	92267	FABRICAÇÃO DE FORMA PARA LAJES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_09/2020	16	M2	45,94	735,04
1.1.2	SINAPI (BA)	92543	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	16,08	M2	24,19	388,9752
1.2.2	SINAPI (BA)	94223	CUNHEIRA PARA TELHA DE FIBROCIMENTO ONDULADA E = 6 MM, INCLUSO ACESSÓRIOS DE FIXAÇÃO E IÇAMENTO. AF_07/2019	4	M	87,72	350,88
1.2.3	SINAPI (BA)	94228	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NUMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 50 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	4	M	82,28	329,12
1.1.1	SINAPI (BA)	102233	PINTURA INUNIZANTE PARA MADEIRA, 1 DEMÃO. AF_01/2021	16,08	M2	11,99	192,7992
3.1.2	SINAPI (BA)	96120	ACABAMENTOS PARA FORRO (MOLDURA DE GESSO). AF_08/2023	16	M	3,23	51,68

Fonte: Autor.

A Tabela 14 apresenta o orçamento realizado por meio das tabelas de composição de custos não desonerado do SINAPI para a segunda composição de cobertura do grupo fibrocimento (TF-L-P), resultando em um custo total de R\$ 7.525,32. Dividindo o custo total pela área (16 m²) do protótipo considerado, implica em um custo de R\$ 470,33/m².

Tabela 14 - Orçamento para cobertura em telha de fibrocimento, laje de concreto armado e forro de PVC.

ITEM	BASE	COD.	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	VALOR UNIT.	TOTAL (S/BDI)
1			COBERTURA E IMPERMEABILIZAÇÃO				2.133,47
1.1			ESTRUTURA E TRAMA PARA COBERTURA				
1.1.1	SINAPI (BA)	10233	PINTURA IMUNIZANTE PARA MADEIRA, 1 DEMAO, AF 01/2021	16,08	M2	11,99	192,80
1.1.2	SINAPI (BA)	92543	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 AGUAS PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL, AF 07/2019	16,08	M2	24,19	388,98
1.2			TELHAMENTO PARA COBERTURA DE FIBROCIMENTO				
1.2.1	SINAPI (BA)	94210	TELHAMENTO COM TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO E = 6 MM, COM RECOBRIMENTO LATERAL DE 1/4 DE ONDA PARA TELHADO COM INCLINAÇÃO MÁXIMA DE 10°, COM ATÉ 2 AGUAS, INCLUSO ICAMEN TO, AF 07/2019	16,08	M2	54,21	871,70
1.2.2	SINAPI (BA)	94223	CUMEIEIRA PARA TELHA DE FIBROCIMENTO ONDULADA, E = 6 MM, INCLUSO ACESSÓRIOS DE FIXAÇÃO E ICAMEN TO, AF 07/2019	4,00	M	87,72	350,88
1.2.3	SINAPI (BA)	94228	CAIHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 90 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL, AF 07/2019	4,00	M	82,28	329,12
2			SUPERESTRUTURA				3.872,97
2.1			FÓRMAS PARA ESTRUTURAS DE LAJE DE CONCRETO ARMADO				
2.1.1	SINAPI (BA)	92267	FABRICAÇÃO DE FORMA PARA LAJES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM, AF 09/2020	16,00	M2	45,94	735,04
2.1.2	SINAPI (BA)	92510	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÓRMA DE LAJE MACIÇA, PÉ-DIREITO SIMPLÉS, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES, AF 09/2020	16,00	M2	69,06	1.104,96
2.2			ARMAÇÃO PARA LAJES DE CONCRETO ARMADO				
2.2.1	SINAPI (BA)	92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM, AF 08/2022	59,00	KG	13,01	767,59
2.3			CONCRETAGEM PARA LAJES DE CONCRETO ARMADO				
2.3.1	SINAPI (BA)	103675	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPa, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADEMSAMENTO E ACABAMENTO, AF 02/2022 PS	1,92	M3	659,05	1.265,38
3			FORROS, PINTURAS E TEXTURAS				1.518,88
3.1			FORRO DE PVC				
3.1.1	SINAPI (BA)	96111	FORRO EM REGUAS DE PVC, FRISADO, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA UNIDIRECIONAL DE FIXAÇÃO, AF 08/2023 PS	16,00	M2	79,12	1.265,92
3.1.2	SINAPI (BA)	96121	ACABAMENTOS PARA FORRO (RODA-FORRO EM PERFIL METÁLICO E PLÁSTICO), AF 08/2023	16,00	M	15,81	252,96
CUSTO TOTAL							R\$ 7525,32

Fonte: Autor.

A Tabela 15 apresenta uma lista ordenada por custo decrescente dos serviços necessários para a execução da segunda composição do grupo fibrocimento (TF-L-P). Os serviços estão classificados em faixas A, B e C, com a faixa A na cor rosa representando aqueles que correspondem a 50% do custo total, ou seja, os insumos acima do percentual acumulado de

50%. A faixa B na cor ciano engloba os insumos entre os percentuais acumulados de 50% e 80% do custo total, enquanto a faixa C na cor laranja inclui todos os demais insumos.

O serviço de maior custo evidenciado foi forro em régua de PVC, frisado, para ambientes residenciais, inclusive estrutura unidirecional de fixação.

Tabela 15 - Tabela ABC para cobertura em telha de fibrocimento, laje de concreto armado e forro de PVC.

ITEM	BASE	COD.	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	VALOR UNIT.	TOTAL (S/BDI)
3.1.1	SINAPI (BA)	96111	FORRO EM RÉGUAS DE PVC, FRISADO, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA UNIDIRECIONAL DE FIXAÇÃO. AF_08/2023_PS	16	M2	79,12	1265,92
2.3.1	SINAPI (BA)	103675	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPa, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_02/2022_PS	1,92	M3	659,05	1265,376
2.1.2	SINAPI (BA)	92510	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA DE LAJE MACIÇA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	16	M2	69,06	1104,96
1.2.1	SINAPI (BA)	94210	TELHAMENTO COM TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO E = 6 MM, COM RECOBRIMENTO LATERAL DE 1/4 DE ONDA PARA TELHADO COM INCLINAÇÃO MÁXIMA DE 10°, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO IÇAMENTO. AF_07/2019	16,08	M2	54,21	871,6968
2.2.1	SINAPI (BA)	92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	59	KG	13,01	767,59
2.1.1	SINAPI (BA)	92267	FABRICAÇÃO DE FORMA PARA LAJES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_09/2020	16	M2	45,94	735,04
1.1.2	SINAPI (BA)	92543	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	16,08	M2	24,19	388,9752
1.2.2	SINAPI (BA)	94223	CUMEIRA PARA TELHA DE FIBROCIMENTO ONDULADA E = 6 MM, INCLUSO ACESSÓRIOS DE FIXAÇÃO E IÇAMENTO. AF_07/2019	4	M	87,72	350,88
1.2.3	SINAPI (BA)	94228	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 50 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	4	M	82,28	329,12
3.1.2	SINAPI (BA)	96121	ACABAMENTOS PARA FORRO (RODA-FORRO EM PERFIL METÁLICO E PLÁSTICO). AF_08/2023	16	M	15,81	252,96
1.1.1	SINAPI (BA)	102233	PINTURA (MUNIZANTE PARA MADEIRA, 1 DEMÃO). AF_01/2021	16,08	M2	11,99	192,7992

Fonte: Autor.

A Tabela 16 apresenta o orçamento realizado por meio das tabelas de composição de custos não desonerado do SINAPI para a terceira composição de cobertura do grupo fibrocimento (TF-L-M), resultando em um custo total de R\$ 9.339,08. Dividindo o custo total pela área (16 m²) do protótipo considerado, implica em um custo de R\$ 583,69/m².

Tabela 16 - Orçamento para cobertura em telha de fibrocimento, laje de concreto armado e forro de madeira.

ITEM	BASE	COD.	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	VALOR UNIT.	TOTAL (S/BDI)
1			COBERTURA E IMPERMEABILIZAÇÃO				2.133,47
1.1			ESTRUTURA E TRAMA PARA COBERTURA				581,77
1.1.1	SINAPI (BA)	102233	PINTURA IMUNIZANTE PARA MADEIRA, 1 DEMÃO, AF= 01/2021	16,08	M2	11,99	192,80
1.1.2	SINAPI (BA)	92543	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR TERÇOS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 AGUAS PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOCOLÍSTICA, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL, AF= 07/2019	16,08	M2	24,19	388,98
1.2			TELHAMENTO PARA COBERTURA DE FIBROCIMENTO				1.551,70
1.2.1	SINAPI (BA)	94210	TELHAMENTO COM TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO E = 6 MM, COM RECOBRIMENTO LATERAL DE 1/4 DE ONDA PARA TELHADO COM INCLINAÇÃO MÁXIMA DE 10°, COM ATÉ 2 AGUAS, INCLUSO ICAMENTO, AF= 07/2019	16,08	M2	54,21	871,70
1.2.2	SINAPI (BA)	94223	CUMEIREIRA PARA TELHA DE FIBROCIMENTO ONDULADA E = 6 MM, INCLUSO ACESSÓRIOS DE FIXAÇÃO E ICAMENTO, AF= 07/2019	4,00	M	87,72	350,88
1.2.3	SINAPI (BA)	94228	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 50 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL, AF= 07/2019	4,00	M	82,28	329,12
2			SUPERESTRUTURA				3.872,97
2.1			FÓRMAS PARA ESTRUTURAS DE LAJE DE CONCRETO ARMADO				1.840,00
2.1.1	SINAPI (BA)	92267	FABRICAÇÃO DE FÓRMA PARA LAJES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17MM, AF= 09/2020	16,00	M2	45,94	735,04
2.1.2	SINAPI (BA)	92510	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÓRMA DE LAJE MACIÇA, PE-DIRETO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES, AF= 09/2020	16,00	M2	89,06	1.104,96
2.2			ARMAÇÃO PARA LAJES DE CONCRETO ARMADO				767,59
2.2.1	SINAPI (BA)	92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO, UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM, AF= 09/2022	59,00	KG	13,01	767,59
2.3			CONCRETAGEM PARA LAJES DE CONCRETO ARMADO				1.285,38
2.3.1	SINAPI (BA)	103675	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPa, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO, AF= 02/2022, PS	1,92	M3	659,05	1.265,38
3			FORROS, PINTURAS E TEXTURAS				3.332,64
3.1			FORRO DE MADEIRA				3.332,64
3.1.1	SINAPI (BA)	96112	FORRO EM MADEIRA PINUS, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA UNIDIRECIONAL DE FIXAÇÃO, AF= 08/2023	16,00	M2	180,44	2.957,04
3.1.2	SINAPI (BA)	96122	ACABAMENTOS PARA FORRO (RODA+FORRO EM MADEIRA PINUS), AF= 08/2023	16,00	M	47,85	765,60
CUSTO TOTAL							R\$ 9.339,08

Fonte: Autor.

A Tabela 17 apresenta uma lista ordenada por custo decrescente dos serviços necessários para a execução da terceira composição do grupo fibrocimento (TF-L-M). Os serviços estão classificados em faixas A, B e C, com a faixa A na cor rosa representando aqueles que correspondem a 50% do custo total, ou seja, os insumos acima do percentual acumulado de

50%. A faixa B na cor ciano engloba os insumos entre os percentuais acumulados de 50% e 80% do custo total, enquanto a faixa C na cor laranja inclui todos os demais insumos.

O serviço de maior custo evidenciado foi forro de madeira pinus, para ambientes residenciais, inclusive estrutura unidirecional de fixação.

Tabela 17 - Tabela ABC para cobertura em telha de fibrocimento, laje de concreto armado e forro de madeira.

ITEM	BASE	COD.	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	VALOR UNIT.	TOTAL (S/BDI)
3.1.1	SINAPI (BA)	96112	FORRO EM MADEIRA PINUS, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA UNIDIRECIONAL DE FIXAÇÃO. AF_08/2023	16,00	M2	160,44	2.567,04
2.3.1	SINAPI (BA)	103675	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPa, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_02/2022 PS	1,92	M3	659,05	1.265,38
2.1.2	SINAPI (BA)	92510	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA DE LAJE MACIÇA, PÊ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	16,00	M2	69,06	1.104,96
1.2.1	SINAPI (BA)	94210	TELHAMENTO COM TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO E = 6 MM, COM RECOBRIMENTO LATERAL DE 1/4 DE ONDA PARA TELHADO COM INCLINAÇÃO MÁXIMA DE 10°, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO IÇAMENTO. AF_07/2019	16,08	M2	54,21	871,70
2.2.1	SINAPI (BA)	92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	59,00	KG	13,01	767,59
3.1.2	SINAPI (BA)	96122	ACABAMENTOS PARA FORRO (RODA-FORRO EM MADEIRA PINUS). AF_08/2023	16,00	M	47,85	765,60
2.1.1	SINAPI (BA)	92267	FABRICAÇÃO DE FORMA PARA LAJES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_09/2020	16,00	M2	45,94	735,04
1.1.2	SINAPI (BA)	92543	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	16,08	M2	24,19	388,98
1.2.2	SINAPI (BA)	94223	CUMEIEIRA PARA TELHA DE FIBROCIMENTO ONDULADA E = 6 MM, INCLUSO ACESSÓRIOS DE FIXAÇÃO E IÇAMENTO. AF_07/2019	4,00	M	87,72	350,88
1.2.3	SINAPI (BA)	94228	CHAPA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 50 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	4,00	M	82,28	329,12
1.1.1	SINAPI (BA)	102233	PINTURA IMUNIZANTE PARA MADEIRA, 1 DEMÃO. AF_01/2021	16,08	M2	11,99	192,80

Fonte: Autor.

4.3 RESULTADOS DO GRUPO TELHA METÁLICA

A Tabela 18 apresenta o orçamento realizado por meio das tabelas de composição de custos não desonerado do SINAPI para a terceira composição de cobertura do grupo de telha metálica (TM-G), resultando em um custo total de R\$ 3.632,12. Dividindo o custo total pela área (16 m²) do protótipo considerado, implica em um custo de R\$ 227,01/m².

Tabela 18 - Orçamento para cobertura em telha metálica com forro de gesso.

ITEM	BASE	COD.	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	VALOR UNIT.	TOTAL (S/BDI)
1							
COBERTURA E IMPERMEABILIZAÇÃO							
1.1							
ESTRUTURA E TRAMA PARA COBERTURA							
1.1.1	SINAPI (BA)	102233	PINTURA IMUNIZANTE PARA MADEIRA, 1 DEMÃO, AF_01/2021	16,08	M2	11,99	192,80
1.1.2	SINAPI (BA)	92543	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL, AF_07/2019	16,08	M2	24,19	388,98
1.2							
TELHAMENTO PARA COBERTURA METÁLICA							
1.2.1	SINAPI (BA)	94213	TELHAMENTO COM TELHA DE AÇO/ALUMÍNIO E = 0,5 MM, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO ICAMENTO, AF_07/2019	16,08	M2	71,81	1.154,70
1.2.2	PRÓPRIA	12023	CUMEIRA PARA TELHA METÁLICA	4,00	M	157,31	629,24
1.2.3	SINAPI (BA)	94228	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 50 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL, AF_07/2019	4,00	M	82,28	329,12
2							
FORROS, PINTURAS E TEXTURAS							
2.1							
FORRO DE GESSO							
2.1.1	SINAPI (BA)	96109	FORRO EM PLACAS DE GESSO, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, AF_08/2023 PS	16,00	M2	55,35	886,50
2.1.2	SINAPI (BA)	96120	ACABAMENTOS PARA FORRO (MOLDURA DE GESSO), AF_08/2023	16,00	M	3,23	51,68
CUSTO TOTAL							R\$ 3.632,12

Fonte: Autor.

A Tabela 19 apresenta uma lista ordenada por custo decrescente dos serviços necessários para a execução da primeira composição do grupo telha metálica (TM-G). Os serviços estão classificados em faixas A, B e C, com a faixa A na cor rosa representando aqueles que correspondem a 50% do custo total, ou seja, os insumos acima do percentual acumulado de 50%. A faixa B na cor ciano engloba os insumos entre os percentuais acumulados de 50% e 80% do custo total, enquanto a faixa C na cor laranja inclui todos os demais insumos.

O serviço de maior custo evidenciado foi telhamento com telha de aço/alumínio E = 0,5 mm, com até 2 águas, incluso içamento.

Tabela 19 - Tabela ABC para cobertura em telha metálica com forro de gesso.

ITEM	BASE	COD.	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	VALOR UNIT.	TOTAL (\$/BDI)
1.2.1	SINAPI (BA)	94213	TELHAMENTO COM TELHA DE AÇO/ALUMÍNIO E = 0,5 MM, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO IÇAMENTO. AF_07/2019	16,08	M2	71,81	1154,7048
2.1.1	SINAPI (BA)	96109	FORRO EM PLACAS DE GESSO, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS. AF_08/2023. PS	16	M2	55,35	885,6
1.2.2	PRÓPRIA	12023	CUNHEIRA PARA TELHA METÁLICA	4	M	157,31	629,24
1.1.2	SINAPI (BA)	92543	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOCÚSTICA, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	16,08	M2	24,19	388,9752
1.2.3	SINAPI (BA)	94228	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 50 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	4	M	82,28	329,12
1.1.1	SINAPI (BA)	102233	PINTURA INUNIZANTE PARA MADEIRA, 1 DEMÃO. AF_01/2021	16,08	M2	11,99	192,7992
2.1.2	SINAPI (BA)	96120	ACABAMENTOS PARA FORRO (MOLDURA DE GESSO). AF_08/2023	16	M	3,23	51,68

Fonte: Autor.

A Tabela 20 apresenta o orçamento realizado por meio das tabelas de composição de custos não desonerado do SINAPI para a segunda composição de cobertura do grupo telha metálica (TM-P), resultando em um custo total de R\$ 4.213,72. Dividindo o custo total pela área (16 m²) do protótipo considerado, implica em um custo de R\$ 263,36/m².

Tabela 20 - Orçamento para cobertura em telha metálica com forro de PVC.

ITEM	BASE	COD.	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	VALOR UNIT.	TOTAL (S/BDI)
1							2.694,84
COBERTURA E IMPERMEABILIZAÇÃO							
1.1							
ESTRUTURA E TRAMA PARA COBERTURA							
1.1.1	SINAPI (BA)	102233	PINTURA IMUNIZANTE PARA MADEIRA, 1 DEMÃO. AF_01/2021	16,08	M2	11,99	192,80
1.1.2	SINAPI (BA)	92543	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	16,08	M2	24,19	388,98
1.2							
TELHAMENTO PARA COBERTURA METÁLICA							
1.2.1	SINAPI (BA)	94213	TELHAMENTO COM TELHA DE AÇO/ALUMÍNIO E = 0,5 MM, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO ICAMENTO. AF_07/2019	16,08	M2	71,81	1.154,70
1.2.2	PRÓPRIA	12023	CUMEEIRA PARA TELHA METÁLICA	4,00	M	157,31	629,24
1.2.3	SINAPI (BA)	94228	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 50 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	4,00	M	82,28	329,12
2							1.518,88
FORROS, PINTURAS E TEXTURAS							
2.1							
FORRO DE PVC							
2.1.1	SINAPI (BA)	96111	FORRO EM RÉGUAS DE PVC, FRISADO, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA UNIDIRECIONAL DE FIXAÇÃO. AF_08/2023, PS	16,00	M2	79,12	1.265,92
2.1.2	SINAPI (BA)	96121	ACABAMENTOS PARA FORRO (RODA-FORRO EM PERFIL METÁLICO E PLÁSTICO). AF_08/2023	16,00	M	15,81	252,96
CUSTO TOTAL							R\$ 4213,72

Fonte: Autor.

A Tabela 21 apresenta uma lista ordenada por custo decrescente dos serviços necessários para a execução da primeira composição do grupo telha metálica (TM-P). Os serviços estão classificados em faixas A, B e C, com a faixa A na cor rosa representando aqueles que correspondem a 50% do custo total, ou seja, os insumos acima do percentual acumulado de 50%. A faixa B na cor ciano engloba os insumos entre os percentuais acumulados de 50% e 80% do custo total, enquanto a faixa C na cor laranja inclui todos os demais insumos.

O serviço de maior custo evidenciado foi o forro em réguas de PVC, frisado, para ambientes residenciais, inclusive estrutura unidirecional de fixação.

Tabela 21 - Tabela ABC para cobertura em telha metálica com forro de PVC.

ITEM	BASE	COD.	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	VALOR UNIT.	TOTAL (S/BDI)
2.1.1	SINAPI (BA)	96111	FORRO EM RÉGUAS DE PVC, FRISADO, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA UNIDIRECIONAL DE FIXAÇÃO. AF_08/2023_PS	16	M2	79,12	1266,92
1.2.1	SINAPI (BA)	94213	TELHAMENTO COM TELHA DE AÇO/LUMINIO E = 0,5 MM, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSIVE ICAMENTO. AF_07/2019	16,08	M2	71,81	1154,7048
1.2.2	PRÓPRIA	12023	CUMEIRA PARA TELHA METÁLICA	4	M	157,31	629,24
1.1.2	SINAPI (BA)	92543	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	16,08	M2	24,19	388,9752
1.2.3	SINAPI (BA)	94228	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 50 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	4	M	82,28	329,12
2.1.2	SINAPI (BA)	96121	ACABAMENTOS PARA FORRO (RODA-FORRO EM PERFIL METÁLICO E PLÁSTICO). AF_08/2023	16	M	15,81	252,96
1.1.1	SINAPI (BA)	102233	PINTURA INUNIZANTE PARA MADEIRA, 1 DEMAO. AF_01/2021	16,08	M2	11,99	192,7992

Fonte: Autor.

A Tabela 22 apresenta o orçamento realizado por meio das tabelas de composição de custos não desonerado do SINAPI para a terceira composição de cobertura do grupo telha metálica (TM-M), resultando em um custo total de R\$ 6.027,48. Dividindo o custo total pela área (16 m²) do protótipo considerado, implica em um custo de R\$ 376,72/m².

Tabela 22 - Orçamento para cobertura em telha metálica com forro de madeira.

ITEM	BASE	COD.	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	VALOR UNIT.	TOTAL (S/BDI)
1 COBERTURA E IMPERMEABILIZAÇÃO							
1.1 ESTRUTURA E TRAMA PARA COBERTURA							
1.1.1	SINAPI (BA)	102233	PINTURA IMUNIZANTE PARA MADEIRA. 1 DEMÃO. AF_01/2021	16,08	M2	11,99	192,80
1.1.2	SINAPI (BA)	92543	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	16,08	M2	24,19	388,98
1.2 TELHAMENTO PARA COBERTURA METÁLICA							
1.2.1	SINAPI (BA)	94213	TELHAMENTO COM TELHA DE AÇO/ALUMÍNIO E = 0,5 MM, COM ATÉ 2 ÁGUAS. INCLUSO IÇAMENTO. AF_07/2019	16,08	M2	71,81	1.154,70
1.2.2	PRÓPRIA	12023	CUMEIEIRA PARA TELHA METÁLICA	4,00	M	157,31	629,24
1.2.3	SINAPI (BA)	94228	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 50 CM. INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	4,00	M	82,28	329,12
2 FORROS, PINTURAS E TEXTURAS							
2.1 FORRO DE MADEIRA							
2.1.1	SINAPI (BA)	96112	FORRO EM MADEIRA PINUS, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA UNIDIRECIONAL DE FIXAÇÃO. AF_08/2023	16,00	M2	160,44	2.567,04
2.1.2	SINAPI (BA)	96122	ACABAMENTOS PARA FORRO (RODA-FORRO EM MADEIRA PINUS). AF_08/2023	16,00	M	47,85	765,60
CUSTO TOTAL							R\$ 6027,48

Fonte: Autor.

A Tabela 23 apresenta uma lista ordenada por custo decrescente dos serviços necessários para a execução da primeira composição do grupo telha metálica (TM-M). Os serviços estão classificados em faixas A, B e C, com a faixa A na cor rosa representando aqueles que correspondem a 50% do custo total, ou seja, os insumos acima do percentual acumulado de 50%. A faixa B na cor ciano engloba os insumos entre os percentuais acumulados de 50% e 80% do custo total, enquanto a faixa C na cor laranja inclui todos os demais insumos.

O serviço de maior custo evidenciado foi o forro em madeira pinus, para ambientes residenciais, inclusive estrutura unidirecional de fixação.

Tabela 23 - Tabela ABC para cobertura em telha metálica com forro de madeira.

ITEM	BASE	COD.	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	VALOR UNIT.	TOTAL (SBDI)
2.1.1	SINAPI (BA)	96112	FORRO EM MADEIRA PINUS, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA UNIDIRECIONAL DE FIXAÇÃO. AF 08/2023	16	M2	160,44	2567,04
1.2.1	SINAPI (BA)	94213	TELHAMENTO COM TELHA DE AÇO/LUMINIO E = 0,5 MM, COM ATÉ 2 AGUAS, INCLUSO IÇAMENTO. AF 07/2019	16,08	M2	71,81	1154,7048
2.1.2	SINAPI (BA)	96122	ACABAMENTOS PARA FORRO (RODA-FORRO EM MADEIRA PINUS). AF 08/2023	16	M	47,85	765,6
1.2.2	PRÓPRIA	12023	CUNHEIRA PARA TELHA METÁLICA	4	M	157,31	629,24
1.1.2	SINAPI (BA)	92543	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 AGUAS PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF 07/2019	16,08	M2	24,19	388,9752
1.2.3	SINAPI (BA)	94228	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 50 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF 07/2019	4	M	82,28	329,12
1.1.1	SINAPI (BA)	102233	PINTURA INUNIZANTE PARA MADEIRA, 1 DEMÃO. AF 01/2021	16,08	M2	11,99	192,7992

Fonte: Autor.

A Tabela 24 apresenta o orçamento realizado por meio das tabelas de composição de custos não desonerado do SINAPI para a quarta composição de cobertura do grupo telha metálica (TM-L-G), resultando em um custo total de R\$ 7.505,09. Dividindo o custo total pela área (16 m²) do protótipo considerado, implica em um custo de R\$ 469,07/m².

Tabela 24 - Orçamento para cobertura em telha metálica, laje de concreto armado e forro de gesso.

ITEM	BASE	COD.	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	VALOR UNIT.	TOTAL (S/BDI)
1			COBERTURA E IMPERMEABILIZAÇÃO				2.694,84
1.1			ESTRUTURA E TRAMA PARA COBERTURA				
1.1.1	SINAPI (BA)	102233	PINTURA IMUNIZANTE PARA MADEIRA, 1 DEMÃO. AF_01/2021	16,08	M2	11,99	192,80
			TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO	16,08	M2	24,19	388,98
			TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019				
1.2			TELHAMENTO PARA COBERTURA METÁLICA				
1.2.1	SINAPI (BA)	94213	TELHAMENTO COM TELHA DE AÇO/ALUMÍNIO E = 0,5 MM, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO ICAMENTO. AF_07/2019	16,08	M2	71,81	1.154,70
1.2.2	PROPRIA	12023	CUMEIEIRA PARA TELHA METÁLICA	4,00	M	157,31	629,24
			CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24.				
1.2.3	SINAPI (BA)	94228	DESENVOLVIMENTO DE 90 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	4,00	M	82,28	329,12
2			SUPERESTRUTURA				3.872,97
2.1			FÔRMAS PARA ESTRUTURAS DE LAJE DE CONCRETO ARMADO				
2.1.1	SINAPI (BA)	92267	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA LAJES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM, AF_09/2020	16,00	M2	45,94	735,04
			MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE MACIÇA, PE-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	16,00	M2	69,06	1.104,96
2.2			ARMAÇÃO PARA LAJES DE CONCRETO ARMADO				
2.2.1	SINAPI (BA)	92789	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM. MONTAGEM. AF_06/2022	59,00	KG	13,01	767,59
2.3			CONCRETAGEM PARA LAJES DE CONCRETO ARMADO				
2.3.1	SINAPI (BA)	103675	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPa, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADEUSAMENTO E ACABAMENTO. AF_02/2022 PS	1,92	M3	659,05	1.265,38
			FORROS, PINTURAS E TEXTURAS				937,28
3			FORRO DE GESSO				
3.1.1	SINAPI (BA)	96109	FORRO EM PLACAS DE GESSO, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS. AF_08/2023 PS	16,00	M2	55,35	885,60
3.1.2	SINAPI (BA)	96120	ACABAMENTOS PARA FORRO (MOLDURA DE GESSO). AF_08/2023	16,00	M	3,23	51,88
			CUSTO TOTAL				R\$ 7.505,09

Fonte: Autor.

A Tabela 25 apresenta uma lista ordenada por custo decrescente dos serviços necessários para a execução da quarta composição do grupo telha metálica (TM-L-G). Os serviços estão classificados em faixas A, B e C, com a faixa A na cor rosa representando aqueles que

correspondem a 50% do custo total, ou seja, os insumos acima do percentual acumulado de 50%. A faixa B na cor ciano engloba os insumos entre os percentuais acumulados de 50% e 80% do custo total, enquanto a faixa C na cor laranja inclui todos os demais insumos.

O serviço de maior custo evidenciado foi a concretagem de vigas e lajes, fck = 25 Mpa, para lajes maciças ou nervuradas com uso de bomba - lançamento, adensamento e acabamento.

Tabela 25 - Tabela ABC para cobertura em telha metálica, laje de concreto armado e forro de gesso.

ITEM	BASE	COD.	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	VALOR UNIT.	TOTAL (S/BDI)
2.3.1	SINAPI (BA)	103675	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPA, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO.	1,92	M3	659,05	1265,376
1.2.1	SINAPI (BA)	94213	TELHAMENTO COM TELHA DE ACO/ALUMINIO E = 0,5 MM, AF_02/2022_PS	16,08	M2	71,81	1154,7048
2.1.2	SINAPI (BA)	92510	COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO IÇAMENTO. AF_07/2019	16	M2	69,06	1104,96
3.1.1	SINAPI (BA)	96109	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA DE LAJE MACIÇA, PE-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	16	M2	55,35	885,6
2.2.1	SINAPI (BA)	92769	FORRO EM PLACAS DE GESSO, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS. AF_08/2023_PS	59	KG	13,01	767,59
2.1.1	SINAPI (BA)	92267	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	16	M2	45,94	735,04
1.2.2	PRÓPRIA	12023	FABRICAÇÃO DE FORMA PARA LAJES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_09/2020	4	M	157,31	629,24
1.1.2	SINAPI (BA)	92543	CUMEIEIRA PARA TELHA METÁLICA TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA ONDULADA DE FIBROcimento, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	16,08	M2	24,19	388,9752
1.2.3	SINAPI (BA)	94228	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 50 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	4	M	82,28	329,12
1.1.1	SINAPI (BA)	102233	PINTURA INUNIZANTE PARA MADEIRA, 1 DEMÃO. AF_01/2021	16,08	M2	11,99	192,7992
3.1.2	SINAPI (BA)	96120	ACABAMENTOS PARA FORRO (MOLDURA DE GESSO). AF_08/2023	16	M	3,23	51,68

Fonte: Autor.

A Tabela 26 apresenta o orçamento realizado por meio das tabelas de composição de custos não desonerado do SINAPI para a quinta composição de cobertura do grupo telha

metálica, resultando em um custo total de R\$ 8.086,69. Dividindo o custo total pela área (16 m²) do protótipo considerado, implica em um custo de R\$ 505,42/m².

Tabela 26 - Orçamento para cobertura em telha metálica, laje de concreto armado e forro de PVC.

ITEM	BASE	COD.	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	VALOR UNIT.	TOTAL (S/BDI)
1			COBERTURA E IMPERMEABILIZAÇÃO				2.694,84
1.1			ESTRUTURA E TRAMA PARA COBERTURA				
1.1.1	SINAPI (BA)	10223	PINTURA,IMUNIZANTE PARA MADEIRA, 1 DEMÃO, AF_ 01/2021	16,08	M2	11,99	192,80
1.1.2	SINAPI (BA)	92543	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR TERÇOS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 AGUAS PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL, AF_ 07/2019	16,08	M2	24,19	388,98
1.2			TELHAMENTO PARA COBERTURA METÁLICA				
1.2.1	SINAPI (BA)	94213	TELHAMENTO COM TELHA DE AÇO/ALUMÍNIO E = 0,5 MM, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO ICAMENTO, AF_ 07/2019	16,08	M2	71,81	1.154,70
1.2.2	PROPRIA	12023	CUMEIEIRA PARA TELHA METÁLICA	4,00	M	157,31	629,24
1.2.3	SINAPI (BA)	94228	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 50 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL, AF_ 07/2019	4,00	M	82,28	329,12
2			SUPERESTRUTURA				3.872,97
2.1			FÓRMAS PARA ESTRUTURAS DE LAJE DE CONCRETO ARMADO				
2.1.1	SINAPI (BA)	92267	FABRICAÇÃO DE FORMA PARA LAJES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM, AF_ 09/2020	16,00	M2	45,94	735,04
2.1.2	SINAPI (BA)	92510	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÓRMA DE LAJE MACIÇA, PE-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES, AF_ 09/2020	16,00	M2	69,06	1.104,96
2.2			ARMAÇÃO PARA LAJES DE CONCRETO ARMADO				
2.2.1	SINAPI (BA)	92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM, AF_ 06/2022	59,00	KG	13,01	767,59
2.3			CONCRETAGEM PARA LAJES DE CONCRETO ARMADO				
2.3.1	SINAPI (BA)	103675	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPa, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO, AF_ 02/2022 PS	1,92	M3	659,05	1.265,38
3			FORROS DE PVC				1.518,88
3.1			FORRO EM RÉGUAS DE PVC, FRISADO, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA UNIDIRECIONAL DE FIXAÇÃO, AF_ 08/2023 PS	16,00	M2	79,12	1.265,92
3.1.2	SINAPI (BA)	96121	ACABAMENTOS PARA FORRO (RODA-FORRO EM PERFIL METÁLICO E PLÁSTICO), AF_ 08/2023	16,00	M	15,81	252,96
CUSTO TOTAL							R\$ 8086,69

Fonte: Autor.

A Tabela 27 apresenta uma lista ordenada por custo decrescente dos serviços necessários para a execução da quinta composição do grupo telha metálica (TM-L-P). Os serviços estão classificados em faixas A, B e C, com a faixa A na cor rosa representando aqueles que correspondem a 50% do custo total, ou seja, os insumos acima do percentual acumulado de 50%. A faixa B na cor ciano engloba os insumos entre os percentuais acumulados de 50% e 80% do custo total, enquanto a faixa C na cor laranja inclui todos os demais insumos.

O serviço de maior custo evidenciado foi o forro em régua de PVC, frisado, para ambientes residenciais, inclusive estrutura unidirecional de fixação.

Tabela 27 - Tabela ABC para cobertura em telha metálica, laje de concreto armado e forro de PVC.

ITEM	BASE	COD.	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	VALOR UNIT.	TOTAL (S/BDI)
3.1.1	SINAPI (BA)	96111	FORRO EM RÉGUAS DE PVC, FRISADO, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA UNIDIRECIONAL DE FIXAÇÃO. AF_08/2023_PS	16	M2	79,12	1265,92
2.3.1	SINAPI (BA)	103675	CONCRETEGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPA, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_02/2022_PS	1,92	M3	659,05	1265,376
1.2.1	SINAPI (BA)	94213	TELHAMENTO COM TELHA DE AÇO/ALUMÍNIO E = 0,5 MM, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSIVE IÇAMENTO. AF_07/2019	16,08	M2	71,81	1154,7048
2.1.2	SINAPI (BA)	92510	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA DE LAJE MACIÇA, PE-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA. 2 UTILIZACOES. AF_09/2020	16	M2	69,06	1104,96
2.2.1	SINAPI (BA)	92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	59	KG	13,01	767,59
2.1.1	SINAPI (BA)	92267	FABRICAÇÃO DE FORMA PARA LAJES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_09/2020	16	M2	45,94	735,04
1.2.2	PRÓPRIA	12023	CUMEIEIRA PARA TELHA METÁLICA	4	M	157,31	629,24
1.1.2	SINAPI (BA)	92543	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOCÚSTICA, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	16,08	M2	24,19	388,9752
1.2.3	SINAPI (BA)	94228	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 50 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	4	M	82,28	329,12
3.1.2	SINAPI (BA)	96121	ACABAMENTOS PARA FORRO (RODA-FORRO EM PERFIL METÁLICO E PLÁSTICO). AF_08/2023	16	M	15,81	252,96
1.1.1	SINAPI (BA)	102233	PINTURA IMUNIZANTE PARA MADEIRA, 1 DEMÃO. AF_01/2021	16,08	M2	11,99	192,7992

Fonte: Autor.

A Tabela 28 apresenta o orçamento realizado por meio das tabelas de composição de custos não desonerado do SINAPI para a sexta composição de cobertura do grupo telha

metálica (TM-L-M), resultando em um custo total de R\$ 9.900,45. Dividindo o custo total pela área (16 m²) do protótipo considerado, implica em um custo de R\$ 618,75/m².

Tabela 28 - Orçamento para cobertura em telha metálica, laje de concreto armado e forro de madeira.

ITEM	BASE	COD.	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	VALOR UNIT.	TOTAL (S/BDI)
1 COBERTURA E IMPERMEABILIZAÇÃO							
1.1 ESTRUTURA E TRAMA PARA COBERTURA							
1.1.1	SINAPI (BA)	102233	PINTURA IMUNIZANTE PARA MADEIRA, 1 DEMÃO, AF- 01/2021	16,08	M2	11,99	192,80
1.1.2	SINAPI (BA)	92543	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 AGUAS PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL, AF- 07/2019	16,08	M2	24,19	388,98
1.2 TELHAMENTO PARA COBERTURA METÁLICA							
1.2.1	SINAPI (BA)	94213	TELHAMENTO COM TELHA DE AÇO/ALUMÍNIO E = 0,5 MM, COM ATÉ 2 AGUAS, INCLUSO ICAMENTO, AF- 07/2019	16,08	M2	71,81	1.154,70
1.2.2	PRÓPRIA	12023	CUMEIRA PARA TELHA METÁLICA	4,00	M	157,31	629,24
1.2.3	SINAPI (BA)	94228	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 50 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL, AF- 07/2019	4,00	M	82,28	329,12
2 SUPERESTRUTURA							
2.1 FÓRMAS PARA ESTRUTURAS DE LAJE DE CONCRETO ARMADO							
2.1.1	SINAPI (BA)	92267	FABRICAÇÃO DE FÓRMA PARA LAJES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM, AF- 09/2020	16,00	M2	45,94	735,04
2.1.2	SINAPI (BA)	92510	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÓRMA DE LAJE MACIÇA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES, AF- 09/2020	16,00	M2	69,06	1.104,96
2.2 ARMAÇÃO PARA LAJES DE CONCRETO ARMADO							
2.2.1	SINAPI (BA)	92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM, AF- 06/2022	59,00	KG	13,01	767,59
2.3 CONCRETAGEM PARA LAJES DE CONCRETO ARMADO							
2.3.1	SINAPI (BA)	103675	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPa, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO, AF- 02/2022 PS	1,92	M3	659,05	1.265,38
3 FORROS, PINTURAS E TEXTURAS							
3.1 FORRO DE MADEIRA							
3.1.1	SINAPI (BA)	96112	FORRO EM MADEIRA PINUS, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA UNIDIRECIONAL DE FIXAÇÃO, AF- 08/2023	16,00	M2	160,44	2.567,04
3.1.2	SINAPI (BA)	96122	ACABAMENTOS PARA FORRO (RODA-FORRO EM MADEIRA PINUS), AF- 08/2023	16,00	M	47,85	765,60
CUSTO TOTAL							R\$ 9900,45

Fonte: Autor.

A Tabela 29 apresenta uma lista ordenada por custo decrescente dos serviços necessários para a execução da sexta composição do grupo telha metálica (TM-L-M). Os serviços estão classificados em faixas A, B e C, com a faixa A na cor rosa representando aqueles que correspondem a 50% do custo total, ou seja, os insumos acima do percentual acumulado de

50%. A faixa B na cor ciano engloba os insumos entre os percentuais acumulados de 50% e 80% do custo total, enquanto a faixa C na cor laranja inclui todos os demais insumos.

O serviço de maior custo evidenciado foi o forro em madeira pinus, para ambientes residenciais, inclusive estrutura unidirecional de fixação.

Tabela 29 - Tabela ABC para cobertura em telha metálica, laje de concreto armado e forro de madeira.

ITEM	BASE	COD.	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	VALOR UNIT.	TOTAL (S/BDI)
3.1.1	SINAPI (BA)	96112	FORRO EM MADEIRA PINUS, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA UNIDIRECIONAL DE FIXAÇÃO. AF_08/2023	16,00	M2	160,44	2.567,04
2.3.1	SINAPI (BA)	103675	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPA, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_02/2022_PS	1,92	M3	659,05	1.265,38
1.2.1	SINAPI (BA)	94213	TELHAMENTO COM TELHA DE AÇO/ALUMÍNIO E = 0,5 MM, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSIVE IÇAMENTO. AF_07/2019	16,08	M2	71,81	1.154,70
2.1.2	SINAPI (BA)	92510	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA DE LAJE MACIÇA, PE DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	16,00	M2	69,06	1.104,96
2.2.1	SINAPI (BA)	92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_08/2022	59,00	KG	13,01	767,59
3.1.2	SINAPI (BA)	96122	ACABAMENTOS PARA FORRO (RODA-FORRO EM MADEIRA PINUS). AF_08/2023	16,00	M	47,85	765,60
2.1.1	SINAPI (BA)	92267	FABRICAÇÃO DE FORMA PARA LAJES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_09/2020	16,00	M2	45,94	735,04
1.2.2	PRÓPRIA	12023	CUMEIEIRA PARA TELHA METÁLICA	4,00	M	157,31	629,24
1.1.2	SINAPI (BA)	92543	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	16,08	M2	24,19	388,98
1.2.3	SINAPI (BA)	94228	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NUMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 50 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	4,00	M	82,28	329,12
1.1.1	SINAPI (BA)	102233	PINTURA IMUNIZANTE PARA MADEIRA, 1 DEMÃO. AF_01/2021	16,08	M2	11,99	192,80

Fonte: Autor.

4.4 RESULTADOS DO GRUPO TELHA TERMOACÚSTICA

A Tabela 30 apresenta o orçamento realizado por meio das tabelas de composição de custos não desonerado do SINAPI para a primeira composição de cobertura do grupo telha termoacústica (IT), resultando em um custo total de R\$ 4.809,04. Dividindo o custo total pela área (16 m²) do protótipo considerado, implica em um custo de R\$ 300,57/m².

Tabela 30 - Orçamento para telha termoacústica.

ITEM	BASE	COD.	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	VALOR UNIT.	TOTAL (S/BDI)
1			COBERTURA E IMPERMEABILIZAÇÃO				4.809,04
1.1			ESTRUTURA E TRAMA PARA COBERTURA				581,77
1.1.1	SINAPI (BA)	102233	PINTURA E IMPERMEABILIZAÇÃO PARA MADEIRA, 1 DEMÃO. AF_01/2021	16,08	M2	11,99	192,80
1.1.2	SINAPI (BA)	92543	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 AGUAS PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	16,08	M2	24,19	388,98
1.2			TELHAMENTO PARA COBERTURA TERMOACÚSTICA				4.227,26
1.2.1	SINAPI (BA)	94216	TELHAMENTO COM TELHA METÁLICA TERMOACÚSTICA E = 30 MM, COM ATÉ 2 AGUAS. INCLUSO ICAMENTO. AF_07/2019	16,08	M2	203,29	3.268,90
1.2.2	PROFRIA	12023	CUMEIEIRA PARA TELHA METÁLICA	4,00	M	157,31	629,24
1.2.3	SINAPI (BA)	94228	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 50 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	4,00	M	82,28	329,12
CUSTO TOTAL							R\$ 4809,04

Fonte: Autor.

A Tabela 31 apresenta uma lista ordenada por custo decrescente dos serviços necessários para a execução da primeira composição do grupo telha termoacústica (IT). Os serviços estão classificados em faixas A, B e C, com a faixa A na cor rosa representando aqueles que correspondem a 50% do custo total, ou seja, os insumos acima do percentual acumulado de 50%. A faixa B na cor ciano engloba os insumos entre os percentuais acumulados de 50% e 80% do custo total, enquanto a faixa C na cor laranja inclui todos os demais insumos.

O serviço de maior custo evidenciado foi o telhamento com telha metálica termoacústica E = 30 mm, com até 2 águas, incluso içamento.

Tabela 31 - Tabela ABC para cobertura em telha termoacústica.

ITEM	BASE	COD.	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	VALOR UNIT.	TOTAL (S/BDI)
1.2.1	SINAPI (BA)	94216	TELHAMENTO COM TELHA METÁLICA TERMOACÚSTICA E = 30 MM COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO IÇAMENTO. AF 07/2019	16,08	M2	203,29	3.268,90
1.2.2	PRÓPRIA	12023	CUMEIRA PARA TELHA METÁLICA TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF 07/2019	4,00	M	157,31	629,24
1.1.2	SINAPI (BA)	92543	TELHAMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF 07/2019	16,08	M2	24,19	388,98
1.2.3	SINAPI (BA)	94228	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 50 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF 07/2019	4,00	M	82,28	329,12
1.1.1	SINAPI (BA)	102233	PINTURA INUNIZANTE PARA MADEIRA, 1 DEMÃO. AF 01/2021	16,08	M2	11,99	192,80

Fonte: Autor.

A Tabela 32 apresenta o orçamento realizado por meio das tabelas de composição de custos não desonerado do SINAPI para a segunda composição de cobertura do grupo telha termoacústica (IT-G), resultando em um custo total de R\$ 5.746,32. Dividindo o custo total pela área (16 m²) do protótipo considerado, implica em um custo de R\$ 359,15/m².

Tabela 32 - Orçamento para telha termoacústica com forro de gesso.

ITEM	BASE	COD.	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	VALOR UNIT.	TOTAL (S/BDI)
1 COBERTURA E IMPERMEABILIZAÇÃO							
1.1 ESTRUTURA E TRAMA PARA COBERTURA							
1.1.1	SINAPI (BA)	102233	PINTURA IMUNIZANTE PARA MADEIRA, 1 DEMÃO. AF_01/2021	16,08	M2	11,99	192,80
1.1.2	SINAPI (BA)	92543	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	16,08	M2	24,19	388,98
1.2 TELHAMENTO PARA COBERTURA TERMOACÚSTICA							
1.2.1	SINAPI (BA)	94216	TELHAMENTO COM TELHA METÁLICA TERMOACÚSTICA E = 30 MM, COM ATÉ 2 ÁGUAS. INCLUSO ICAMENTO. AF_07/2019	16,08	M2	203,29	3.268,90
1.2.2	PRÓPRIA	12023	CUMEIRA PARA TELHA METÁLICA	4,00	M	157,31	629,24
1.2.3	SINAPI (BA)	94228	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24. DESENVOLVIMENTO DE 50 CM. INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	4,00	M	82,28	329,12
2 FORROS, PINTURAS E TEXTURAS							
2.1 FORRO DE GESSO							
2.1.1	SINAPI (BA)	96109	FORRO EM PLACAS DE GESSO, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS. AF_08/2023 PS	16,00	M2	55,35	885,60
2.1.2	SINAPI (BA)	96120	ACABAMENTOS PARA FORRO (MOLDURA DE GESSO). AF_08/2023	16,00	M	3,23	51,68
CUSTO TOTAL							R\$ 5.746,32

Fonte: Autor.

A Tabela 33 apresenta uma lista ordenada por custo decrescente dos serviços necessários para a execução da segunda composição do grupo telha metálica (IT-G). Os serviços estão classificados em faixas A, B e C, com a faixa A na cor rosa representando aqueles que correspondem a 50% do custo total, ou seja, os insumos acima do percentual acumulado de 50%. A faixa B na cor ciano engloba os insumos entre os percentuais acumulados de 50% e 80% do custo total, enquanto a faixa C na cor laranja inclui todos os demais insumos.

O serviço de maior custo evidenciado foi o telhamento com telha metálica termoacústica E = 30 mm, com até 2 águas, incluso içamento.

Tabela 33 - Tabela ABC para cobertura em telha termoacústica e forro de gesso.

ITEM	BASE	COD.	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	VALOR UNIT.	TOTAL (S/BDI)
1.2.1	SINAPI (BA)	94216	TELHAMENTO COM TELHA METÁLICA TERMOACÚSTICA E = 30 MM, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO IÇAMENTO. AF_07/2019	16,08	M2	203,29	3268,9032
2.1.1	SINAPI (BA)	96109	FORRO EM PLACAS DE GESSO, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS. AF_08/2023_PS	16	M2	55,35	885,6
1.2.2	PRÓPRIA	12023	CUMEIRA PARA TELHA METÁLICA	4	M	157,31	629,24
1.1.2	SINAPI (BA)	92543	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	16,08	M2	24,19	388,9752
1.2.3	SINAPI (BA)	94228	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 50 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	4	M	82,28	329,12
1.1.1	SINAPI (BA)	102233	PINTURA INJUNIZANTE PARA MADEIRA, 1 DEMÃO. AF_01/2021	16,08	M2	11,99	192,7992
2.1.2	SINAPI (BA)	96120	ACABAMENTOS PARA FORRO (MOLDURA DE GESSO). AF_08/2023	16	M	3,23	51,68

Fonte: Autor.

A Tabela 34 apresenta o orçamento realizado por meio das tabelas de composição de custos não desonerado do SINAPI para a terceira composição de cobertura do grupo telha termoacústica (IT-P), resultando em um custo total de R\$ 6,327,92. Dividindo o custo total pela área (16 m²) do protótipo considerado, implica em um custo de R\$ 395,50/m².

Tabela 34 - Orçamento para telha termoacústica com forro de PVC.

ITEM	BASE	COD.	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	VALOR UNIT.	TOTAL (S/BDI)
1 COBERTURA E IMPERMEABILIZAÇÃO							4.809,04
1.1 ESTRUTURA E TRAMA PARA COBERTURA							
1.1.1	SINAPI (BA)	102233	PINTURA IMUNIZANTE PARA MADEIRA, 1 DEMÃO. AF_01/2021	16,08	M2	11,99	192,80
			TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	16,08	M2	24,19	388,98
1.2 TELHAMENTO PARA COBERTURA TERMOACÚSTICA							
1.2.1	SINAPI (BA)	94216	TELHAMENTO COM TELHA METÁLICA TERMOACÚSTICA E = 30 MM, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO ICAMMENTO. AF_07/2019	16,08	M2	203,29	3.268,90
1.2.2	PRÓPRIA	12023	CUNHEIRA PARA TELHA METÁLICA	4,00	M	157,31	629,24
1.2.3	SINAPI (BA)	94228	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 50 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	4,00	M	82,28	329,12
2 FORROS, PINTURAS E TEXTURAS							1.518,88
2.1 FORRO DE PVC							
2.1.1	SINAPI (BA)	96111	FORRO EM RÉGUAS DE PVC, FRISADO, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA UNIDIRECIONAL DE FIXAÇÃO. AF_08/2023, PS	16,00	M2	79,12	1.266,92
2.1.2	SINAPI (BA)	96121	ACABAMENTOS PARA FORRO (RODA-FORRO EM PERFIL METÁLICO E PLÁSTICO). AF_08/2023	16,00	M	15,81	252,96
CUSTO TOTAL							R\$ 6327,92

Fonte: Autor.

A Tabela 35 apresenta uma lista ordenada por custo decrescente dos serviços necessários para a execução da terceira composição do grupo telha termoacústica (IT-P). Os serviços estão classificados em faixas A, B e C, com a faixa A na cor rosa representando aqueles que correspondem a 50% do custo total, ou seja, os insumos acima do percentual acumulado de 50%. A faixa B na cor ciano engloba os insumos entre os percentuais acumulados de 50% e 80% do custo total, enquanto a faixa C na cor laranja inclui todos os demais insumos.

O serviço de maior custo evidenciado foi o telhamento com telha metálica termoacústica E = 30 mm, com até 2 águas, incluso içamento.

Tabela 35 - Tabela ABC para telha termoacústica com forro de PVC.

ITEM	BASE	COD.	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	VALOR UNIT.	TOTAL (S/BDI)
1.2.1	SINAPI (BA)	94216	TELHAMENTO COM TELHA METÁLICA TERMOACÚSTICA E = 30 MM, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO IÇAMENTO. AF. 07/2019	16,08	M2	203,29	3288,9032
2.1.1	SINAPI (BA)	96111	FORRO EM RÉGUAS DE PVC, FRISADO, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA UNIDIRECIONAL DE FIXAÇÃO. AF. 08/2023 PS	16	M2	79,12	1265,92
1.2.2	PRÓPRIA	12023	CUMEIEIRA PARA TELHA METÁLICA TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF. 07/2019	4	M	157,31	629,24
1.1.2	SINAPI (BA)	92543	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 50 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF. 07/2019	16,08	M2	24,19	388,9752
1.2.3	SINAPI (BA)	94228	DESENVOLVIMENTO DE 50 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF. 07/2019	4	M	82,28	329,12
2.1.2	SINAPI (BA)	96121	ACABAMENTOS PARA FORRO (RODA-FORRO EM PERFIL METÁLICO E PLÁSTICO). AF. 08/2023	16	M	15,81	252,96
1.1.1	SINAPI (BA)	102233	PINTURA INUNIZANTE PARA MADEIRA, 1 DEMÃO. AF. 01/2021	16,08	M2	11,99	192,7992

Fonte: Autor.

A Tabela 36 apresenta o orçamento realizado por meio das tabelas de composição de custos não desonerado do SINAPI para a quarta composição de cobertura do grupo telha termoacústica (IT-L-M), resultando em um custo total de R\$ 12.014,64. Dividindo o custo total pela área (16 m²) do protótipo considerado, implica em um custo de R\$ 750,92/m².

Tabela 36 - Orçamento para telha termoacústica, laje de concreto armado e forro de madeira.

ITEM	BASE	COD.	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	VALOR UNIT.	TOTAL (S/BDI)
1			COBERTURA E IMPERMEABILIZAÇÃO				4.809,04
1.1			ESTRUTURA E TRAMA PARA COBERTURA				581,77
1.1.1	SINAPI (BA)	102233	PINTURA IMUNIZANTE PARA MADEIRA, 1 DEMÃO, AF_01/2021	16,08	M2	11,99	192,80
1.1.2	SINAPI (BA)	92543	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL, AF_07/2019	16,08	M2	24,19	388,98
1.2			TELHAMENTO PARA COBERTURA TERMOACÚSTICA				4.227,28
1.2.1	SINAPI (BA)	94216	TELHAMENTO COM TELHA METÁLICA TERMOACÚSTICA E = 30 MM, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO ICAMENTO, AF_07/2019	16,08	M2	203,29	3.288,90
1.2.2	PRÓPRIA	12023	CUMEIEIRA PARA TELHA METÁLICA	4,00	M	157,31	629,24
1.2.3	SINAPI (BA)	94228	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 50 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL, AF_07/2019	4,00	M	82,28	329,12
2			SUPERESTRUTURA				3.872,97
2.1			FÔRMAS PARA ESTRUTURAS DE LAJE DE CONCRETO ARMADO				1.840,00
2.1.1	SINAPI (BA)	92267	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA LAJES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, RESINADA, E = 17 MM, AF_09/2020	16,00	M2	45,94	735,04
2.1.2	SINAPI (BA)	92510	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE MACIÇA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES, AF_09/2020	16,00	M2	69,06	1.104,96
2.2			ARMAÇÃO PARA LAJES DE CONCRETO ARMADO				767,59
2.2.1	SINAPI (BA)	92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM, AF_08/2022	59,00	KG	13,01	767,59
2.3			CONCRETAGEM PARA LAJES DE CONCRETO ARMADO				1.285,38
2.3.1	SINAPI (BA)	103675	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPa, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO, AF_02/2022 PS	1,92	M3	659,05	1.265,38
3			FORROS, PINTURAS E TEXTURAS				3.332,64
3.1			FORRO DE MADEIRA				3.332,64
3.1.1	SINAPI (BA)	96112	FORRO EM MADEIRA PINUS, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA UNIDIRECIONAL DE FIXAÇÃO, AF_08/2023	16,00	M2	160,44	2.567,04
3.1.2	SINAPI (BA)	96122	ACABAMENTOS PARA FORRO (RODA-FORRO EM MADEIRA PINUS), AF_08/2023	16,00	M	47,85	765,60
CUSTO TOTAL							R\$ 12014,64

Fonte: Autor.

A Tabela 37 apresenta uma lista ordenada por custo decrescente dos serviços necessários para a execução da quarta composição do grupo telha termoacústica (IT-L-M). Os serviços estão classificados em faixas A, B e C, com a faixa A na cor rosa representando aqueles que

correspondem a 50% do custo total, ou seja, os insumos acima do percentual acumulado de 50%. A faixa B na cor ciano engloba os insumos entre os percentuais acumulados de 50% e 80% do custo total, enquanto a faixa C na cor laranja inclui todos os demais insumos.

O serviço de maior custo evidenciado foi o telhamento com telha metálica termoacústica E = 30 mm, com até 2 águas, incluso içamento.

Tabela 37 - Tabela ABC para cobertura em telha termoacústica, laje de concreto armado e forro de madeira.

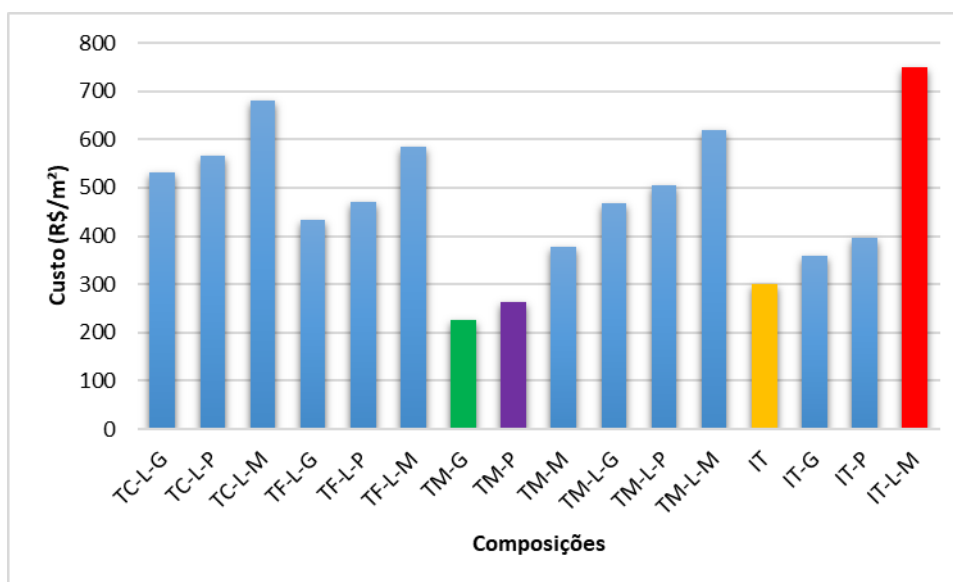
ITEM	BASE	COD.	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	VALOR UNIT.	TOTAL (S/BDI)
1.2.1	SINAPI (BA)	94216	TELHAMENTO COM TELHA METÁLICA TERMOACÚSTICA E = 30 MM, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO IÇAMENTO. AF_07/2019	16,08	M2	203,29	3.288,90
3.1.1	SINAPI (BA)	96112	FORRO EM MADEIRA, PINUS, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA UNIDIRECIONAL DE FIXAÇÃO. AF_08/2023	16,00	M2	160,44	2.567,04
2.3.1	SINAPI (BA)	103675	CONCRETAÇÃO DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPa, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_02/2022_PS	1,92	M3	659,05	1.265,38
2.1.2	SINAPI (BA)	92510	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA DE LAJE MACIÇA, PE-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	16,00	M2	69,06	1.104,96
2.2.1	SINAPI (BA)	92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	59,00	KG	13,01	767,59
3.1.2	SINAPI (BA)	96122	ACABAMENTOS PARA FORRO (RODA-FORRO EM MADEIRA PINUS). AF_08/2023	16,00	M	47,85	765,60
2.1.1	SINAPI (BA)	92267	FABRICAÇÃO DE FORMA PARA LAJES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_09/2020	16,00	M2	45,94	735,04
1.2.2	PRÓPRIA	12023	CUMEIEIRA PARA TELHA METÁLICA	4,00	M	157,31	629,24
1.1.2	SINAPI (BA)	92543	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	16,08	M2	24,19	388,98
1.2.3	SINAPI (BA)	94228	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 50 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	4,00	M	82,28	329,12
1.1.1	SINAPI (BA)	102233	PINTURA IMUNIZANTE PARA MADEIRA, 1 DEMÃO. AF_01/2021	16,08	M2	11,99	192,80

Fonte: Autor.

4.5 ANÁLISE DO CUSTO DE TODAS AS COMPOSIÇÕES

A Figura 25 resume o custo total das 16 composições orçadas. Nota-se que a composição (TM-G), destacada em verde, foi a que apresentou o menor custo, correspondendo à Telha metálica com forro de gesso, ilustrada pela Figura 15.

Figura 25 - Custo total de todas as composições orçadas.



Fonte: Autor.

A segunda e a terceira composições que apresentaram menor custo foram: a composição (TM-P), destacado em roxo, composta por telha metálica com forro de PVC, ilustrada pela Figura 16; e destacado em amarelo, composta somente pela Telha termoacústica (IT), ilustrada pela Figura 21.

A composição (IT-L-M), destacada em vermelho, composta por Telha termoacústica, laje de concreto de 12 cm e forro de madeira, ilustrada pela Figura 24, foi a que apresentou o maior custo dentre todas as composições orçadas. Nota-se que a telha termoacústica, em comparação aos outros tipos de coberturas (cerâmico, fibrocimento e metálico) apresenta um maior valor agregado, uma vez que o custo de laje e forro são os mesmos para as outras composições de coberturas.

4.6 ANÁLISE DA TRANSMITÂNCIA TÉRMICA E DO CUSTO

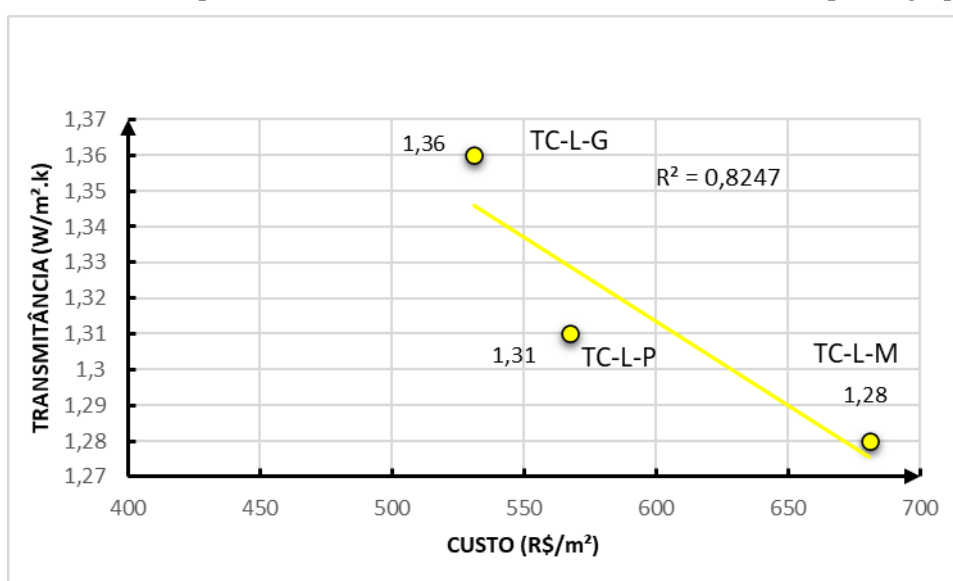
Neste tópico foi analisado de forma individual e coletiva o comportamento da transmitância térmica e do custo de cada composição de coberturas.

4.6.1 Análise da transmitância térmica em relação ao custo por grupo de coberturas

O gráfico representado pela Figura 26 mostra a relação entre o custo (R\$/m²) e a transmitância térmica (W/m². K) do grupo cerâmico. Os dados são representados por pontos no gráfico, com tendência linear.

A linha de tendência se aproxima dos dados em um bom grau, indicando que existe uma boa relação linear entre as duas variáveis. Isso mostra que, se aumentarmos o número de camadas para esse mesmo tipo de cobertura, aumentará a resistência térmica, diminuindo a transmitância térmica, aumentando o nível de desempenho, contudo elevando o custo.

Figura 26 - Gráfico do comportamento da transmitância térmica em relação custo para o grupo cerâmico.



Fonte: Autor.

A Tabela 38 apresenta a variação da transmitância térmica ΔU em relação a variação do custo por metro quadrado ΔC . Nota-se que, para reduzir em 5% a transmitância térmica ao mudar o forro de gesso para o forro de PVC, houve um aumento no custo de R\$ 36,35/m². Em contrapartida, para reduzir apenas 3% da transmitância térmica ao mudar o forro de PVC para o forro de madeira, houve um acréscimo no custo de R\$ 113,36/m². Logo, o custo-benefício do forro de PVC é superior ao custo-benefício do forro de madeira, por apresentar uma maior variação na redução da transmitância térmica em relação à variação do custo.

Tabela 38 - Variação da transmitância térmica e do custo por metro quadrado para o grupo cerâmico.

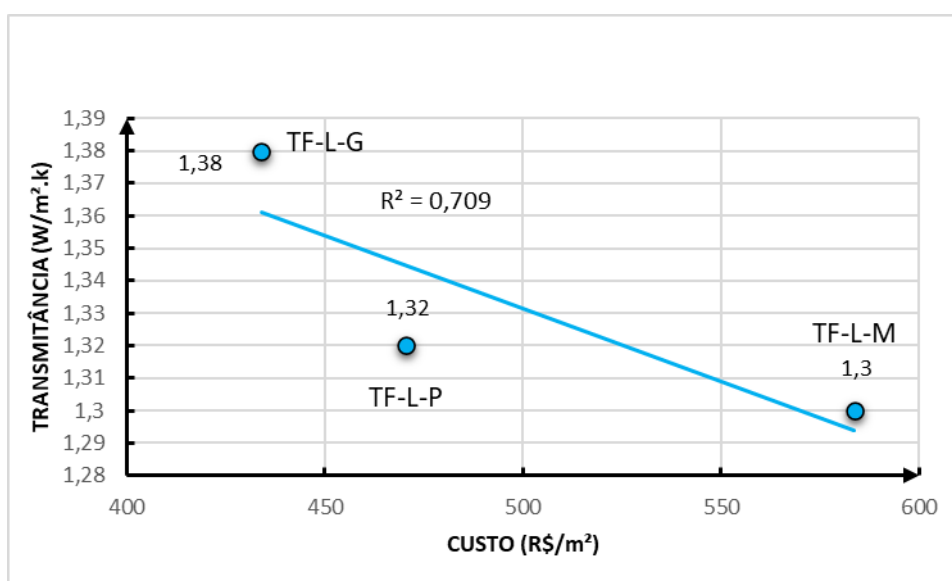
Composição	ΔU (W/ (m ² . K)	ΔC (R\$/m ²)
TC-L-G → TC-L-P	-0,05	36,35
TC-L-P → TC-L-M	-0,03	113,36

Fonte: Autor.

O gráfico representado pela Figura 27 mostra a relação entre o custo (R\$/m²) e a transmitância térmica (W/m². K) para o grupo fibrocimento. Os dados são representados por pontos no gráfico, com a linha de tendência linear.

A linha de tendência se aproxima dos dados em um bom grau, indicando que existe uma boa relação linear entre as duas variáveis. Portanto, se aumentarmos o número de camadas para um mesmo tipo de cobertura, aumentará a resistência térmica, diminuindo a transmitância térmica, aumentando o nível de desempenho e elevando o custo.

Figura 27 - Gráfico do comportamento da transmitância térmica em relação ao custo para o grupo fibrocimento.



Fonte: Autor.

A Tabela 39 apresenta a variação da transmitância térmica ΔU em relação a variação do custo por metro quadrado ΔC . Nota-se que, para reduzir em 6% a transmitância térmica ao mudar o forro de gesso para o forro de PVC, houve um aumento no custo de R\$ 36,35/m². Em contrapartida, para reduzir apenas 2% da transmitância térmica ao mudar o forro de PVC para o forro de madeira, houve um acréscimo no custo de R\$ 113,36/m². Logo, o custo-benefício do forro de PVC é superior ao custo-benefício do forro de madeira, por apresentar uma maior variação na redução da transmitância térmica em relação à variação do custo.

Tabela 39 - Variação da transmitância térmica e do custo por metro quadrado para o grupo fibrocimento.

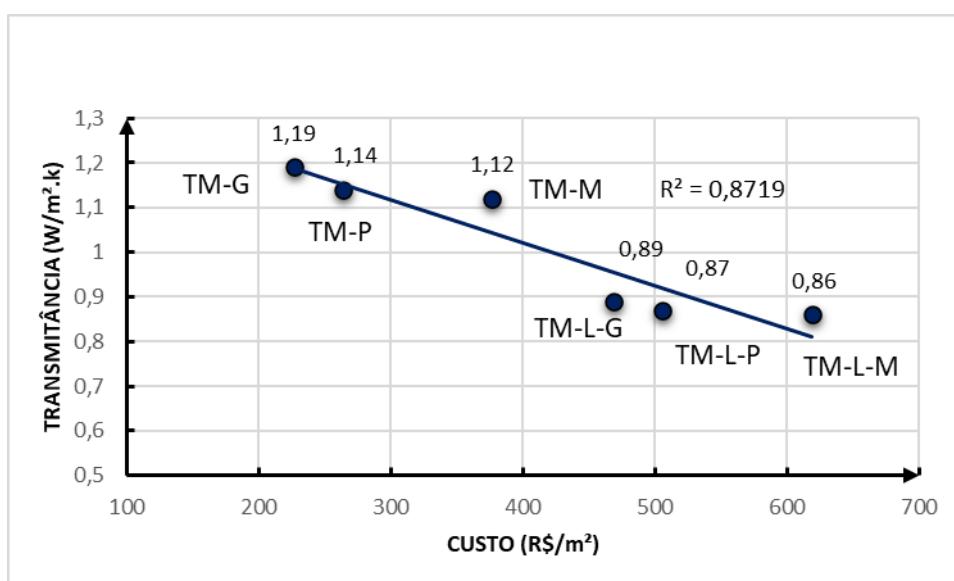
Composição	ΔU (W/ (m ² . K)	ΔC (R\$/m ²)
TF-L-G → TF-L-P	-0,06	36,35
TF-L-P → TF-L-M	-0,02	113,36

Fonte: Autor.

Analogamente, o gráfico representado pela Figura 28 mostra a relação entre o custo (R\$/m²) e a transmitância térmica (W/m². K) do grupo telha metálica. Os dados são representados por pontos no gráfico, possuindo uma linha de tendência linear.

A linha de tendência para o grupo de telha metálica, ilustrado pela Figura 28, se aproxima dos dados, indicando que existe uma relação linear forte entre as duas variáveis. Ao se adicionar novas camadas, seja de laje ou forro.

Figura 28 - Gráfico do comportamento da transmitância térmica em relação ao custo para o grupo telha metálica.



Fonte: Autor.

Ao se acrescentar a laje de concreto de 12 cm e utilizar o gesso como forro, há uma redução significativa de 23% na transmitância térmica, com o aumento no custo de R\$ 92,35/m². Mantendo a composição com telha metálica e a laje de concreto e mudando apenas o forro de gesso para PVC, verifica-se uma redução na transmitância térmica de apenas 2%, com o aumento do custo de R\$ 36,35/m². Ao alterar novamente somente o forro de PVC para o forro de madeira, constata-se uma redução na transmitância térmica de apenas 1%, com um aumento no custo de R\$ 113,33/m². Logo, o maior custo benefício para este grupo, estar ao se adicionar a laje de concreto armado no forro de gesso (TM-L-G).

A Tabela 40 apresenta a variação da transmitância térmica ΔU em relação a variação do custo por metro quadrado ΔC para o grupo telha metálica. Nota-se que, para reduzir em 5% a transmitância térmica ao mudar o forro de gesso para o forro de PVC, houve um aumento no custo de R\$ 36,35/m². Em contrapartida, para reduzir apenas 2% da transmitância térmica ao mudar o forro de PVC para o forro de madeira, houve um acréscimo no custo de R\$ 113,36/m². Ao se acrescentar a laje de concreto de 12 cm e utilizar o gesso como forro, há uma redução

significativa de 23% na transmitância térmica, com o aumento no custo de R\$ 92,35/m². Mantendo a composição com telha metálica e a laje de concreto e mudando apenas o forro de gesso para PVC, verifica-se uma redução na transmitância térmica de apenas 2%, com o aumento do custo de R\$ 36,35/m². Ao alterar novamente somente o forro de PVC para o forro de madeira, constata-se uma redução na transmitância térmica de apenas 1%, com um aumento no custo de R\$ 113,33/m². Logo, o maior custo benefício para este grupo, estar ao se adicionar a laje de concreto armado no forro de gesso (TM-L-G).

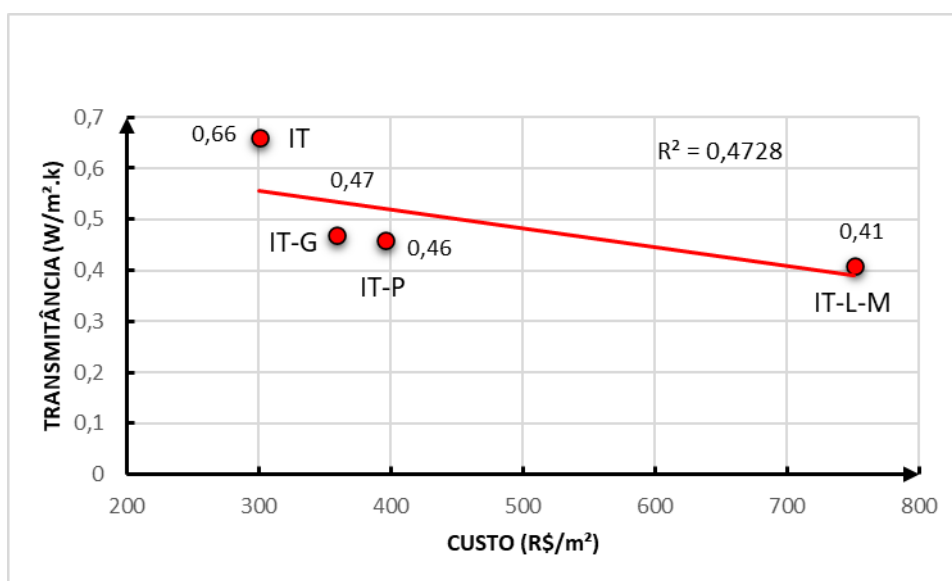
Tabela 40 - Variação da transmitância térmica e do custo por metro quadrado para o grupo telha metálica.

Composição	ΔU (W/ (m². K)	ΔC (R\$/m²)
TM-G → TM-P	-0,05	36,35
TM-P → TM-M	-0,02	113,36
TM-M → TM-L-G	-0,23	92,35
TM-L-G → TM-L-P	-0,02	36,35
TM-L-P → TM-L-M	-0,01	113,33

Fonte: Autor.

A linha de tendência para o grupo telha termoacústica, ilustrado pela Figura 29, se aproxima dos dados em um grau baixo, indicando que existe uma relação linear fraca entre as duas variáveis. Portanto, o gráfico sugere que, nem sempre ao se elevar o custo, a transmitância térmica diminuirá na mesma proporção. Essa relação pode ser explicada pelo fato de que produtos mais caros geralmente são feitos com materiais de melhor qualidade, o que mostra que, quando se adicionam outras camadas de laje e/ou forro, a transmitância térmica diminui pouco significativamente. Em contrapartida, o custo se eleva consideravelmente.

Figura 29 - Gráfico do comportamento da transmitância térmica em relação ao custo para o grupo telha termoacústica.



Fonte: Autor.

A Tabela 41 apresenta a variação da transmitância térmica ΔU em relação a variação do custo por metro quadrado ΔC para o grupo Telha termoacústica. Observa-se que, para reduzir em 19% a transmitância térmica ao acrescentar o forro de gesso na Telha termoacústica, houve um aumento no custo de apenas R\$ 58,58/m². Por outro lado, para reduzir apenas 1% da transmitância térmica ao mudar o forro de gesso para o forro de PVC, houve um acréscimo no custo de R\$ 36,35/m². Ao se acrescentar a laje de concreto de 12 cm e utilizar a madeira como forro, há uma redução de 5% na transmitância térmica, com o aumento elevado no custo de R\$ 355,52/m². Desta forma, o maior custo benefício para este grupo, estar ao se adicionar somente o forro de gesso (IT-G).

Tabela 41 - Variação da transmitância térmica e do custo por metro quadrado para o grupo telha termoacústica.

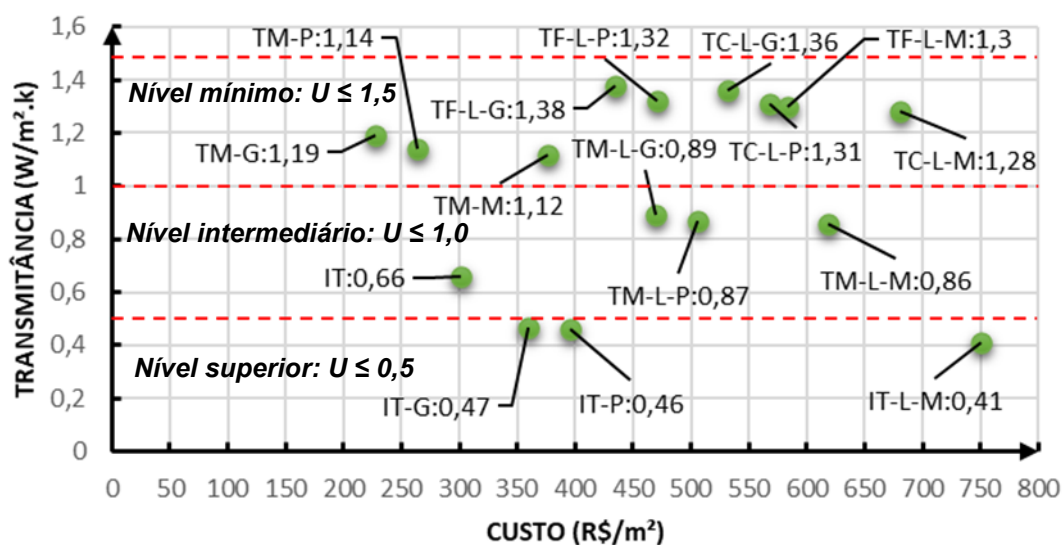
Composição	ΔU (W/ (m ² . K)	ΔC (R\$/m ²)
IT → IT-G	-0,19	58,58
IT-G → IT-P	-0,01	36,35
IT-P → IT-L-M	-0,05	355,42

Fonte: Autor.

4.6.2 Análise da transmitância térmica e do custo de todos os grupos de coberturas

A Figura 30 ilustra o gráfico da relação da transmitância térmica em função do custo por metro quadrado, contendo as informações do custo no eixo X e de sua respectiva transmitância térmica no eixo Y para as 16 composições de coberturas orçadas. O código de cada composição está contido no gráfico.

Figura 30 – Gráfico da relação da transmitância térmica em função do custo por metro quadrado.



Fonte: Autor.

O gráfico apresentado na Figura 30 não possui uma relação significativa entre si. Nesse caso, não é possível traçar uma linha de tendência linear representativa do comportamento dos resultados; isso mostra que é possível obter soluções de baixa transmitância térmica e de baixo custo simultaneamente.

Por exemplo, a telha termoacústica (IT), composição ilustrada na Figura 21, é a terceira composição de menor custo, conforme apresentado pela Figura 25, apresentando um custo de R\$ 300,57/m² e uma baixa transmitância térmica de $U = 0,66 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Esta composição de cobertura possui um melhor custo-benefício em comparação à composição TM-M, composta por telha metálica com forro de madeira, que apresenta uma maior transmitância térmica de $U = 1,12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ e um maior custo de R\$ 376,72/m².

O fato de o gráfico representado pela Figura 30 não possuir uma relação significativa entre as variáveis demonstra também que nem sempre uma cobertura de maior custo irá representar uma cobertura de menor transmitância térmica.

Isso fica claro ao analisarmos a composição TM-G, que possui o menor custo de R\$ 227,01/m² dentre as 16 composições orçadas, conforme apresentado pela Figura 25 e Figura 30. Tal composição apresenta uma menor transmitância térmica de $U = 1,19 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ em comparação com a quarta composição TF-L-G, que possui uma maior transmitância térmica de $U = 1,38 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Esta última é composta por telha de fibrocimento, laje de concreto de 12 cm e forro de gesso, com um custo mais elevado de R\$ 433,98/m².

Os resultados apresentados ressaltam a importância do engenheiro na definição dos diferentes tipos de materiais que comporão a cobertura adotada. Tais materiais devem ser

escolhidos considerando o grau de exigência de conforto térmico requerido pelo usuário (se mínimo, intermediário ou superior), as características arquitetônicas e o custo por metro quadrado.

Se uma cobertura for analisada somente pelo valor do seu custo, como no caso da telha termoacústica (IT), o usuário pode ter uma falsa impressão de custo-benefício, uma vez que ela apresenta um maior custo isoladamente. No entanto, a telha termoacústica não necessita de outras camadas (laje e forro) para aumentar a resistência térmica e conseqüentemente diminuir a transmitância térmica, pois já possui uma transmitância térmica baixa, podendo resultar em uma economia significativa de energia.

Ao realizarmos a diferença entre a transmitância térmica $U = 1,19 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ da composição de menor custo, ou seja, composição TM-G, apresentado na Figura 30, que possui telha metálica com forro de gesso, com a composição IT, que possui apenas a telha termoacústica como cobertura, com transmitância térmica $U = 0,66 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$, temos uma variação da transmitância térmica $\Delta U = - 0,53 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$, ou seja, 53%, por acréscimo no custo de apenas R\$ 73,47/m², possuindo um alto custo-benefício ao se utilizar a telha termoacústica.

Ao traçar as linhas que representam os limites dos níveis de desempenho especificado na Tabela 4 na Figura 30, verifica-se o comportamento da transmitância térmica com relação ao custo dentro das faixas de cada nível.

Todas as coberturas do grupo de telha metálica que não possuem laje em sua composição se enquadram no nível de desempenho mínimo. Ao se adicionar a laje à composição, eleva-se o nível de desempenho para intermediário.

Todas as composições do grupo fibrocimento e do grupo telha cerâmica analisadas se enquadraram no nível de desempenho mínimo.

Somente a telha termoacústica, por si só, apresenta um nível de desempenho intermediário. Ao adicionar forro e/ou laje, eleva-se o nível de desempenho para superior.

5 CONCLUSÃO

Para o grupo cerâmico, a composição que apresentou o menor custo foi a telha cerâmica com laje de concreto e forro de gesso, com o custo de R\$ 531,19/m². O maior custo para esse mesmo grupo de cobertura foi para a composição com telha cerâmica, laje de concreto e forro de madeira, com o custo de R\$ 680,90/m².

Para o grupo fibrocimento, a composição que apresentou o menor custo foi a telha de fibrocimento, laje de concreto armado e forro de PVC, com o custo de R\$ 470,33/m². O maior custo para esse mesmo grupo de cobertura foi para a composição com telha de fibrocimento, laje de concreto armado e forro de madeira, com o custo de R\$ 583,69/m².

Para o grupo telha metálica, a composição que apresentou o menor custo foi a telha metálica com forro de gesso, com o custo de R\$ 227,01/m². O maior custo para esse mesmo grupo de cobertura foi para a composição com telha metálica, laje de concreto armado e forro de madeira, com o custo de R\$ 618,75/m².

Para o grupo telha termoacústica, a composição que apresentou o menor custo foi somente telha termoacústica, com o custo de R\$ 300,57/m². O maior custo para esse mesmo grupo de cobertura foi para a composição com telha termoacústica, laje de concreto armado e forro de madeira, com o custo de R\$ 750,92/m².

Para todos os grupos das composições orçadas, a composição de cobertura que apresentou o menor custo foi a telha metálica com forro de gesso, com o custo de R\$ 300,57/m². A composição que apresentou o maior custo dentre todas foi a com telha termoacústica, laje de concreto armado e forro de madeira, com o custo de R\$ 750,92/m².

Para um mesmo grupo de coberturas analisadas, com exceção do grupo da telha termoacústica, existe uma relação direta com o coeficiente de determinação, R², acima de 70% entre a transmitância térmica e o custo por metro quadrado. À medida que o custo por metro quadrado aumenta com a adição de laje ou forro, variando o tipo de material do forro, a transmitância térmica diminui.

O grupo da telha termoacústica apresentou um coeficiente de determinação, R², abaixo de 70% entre a transmitância térmica e o custo por metro quadrado, diferenciando-se das demais composições de coberturas analisadas. Tal fato implica que, ao elevar o custo com a adição de novas camadas de laje e/ou forro, a transmitância térmica nem sempre diminuirá na mesma proporção, sendo menos viável o investimento de novas camadas.

A maior variação da transmitância térmica em relação a variação do custo por metro quadrado ocorre para o grupo telha metálica, quando se acrescenta a laje de concreto de 12 cm

e utiliza-se o gesso como forro, havendo uma redução significativa de 23% na transmitância térmica com uma variação no custo de R\$ 92,35/m².

Ao se analisar o comportamento da variação da transmitância térmica em relação ao custo de todos os grupos de coberturas, conclui-se que não é possível traçar uma linha de tendência linear representativa, mostrando que, ao elevar o custo, a transmitância térmica nem sempre irá reduzir, sendo possível obter soluções de baixa transmitância térmica e de baixo custo em comparação com outras configurações de coberturas.

Ao comparar a transmitância térmica da composição de menor custo, composta por telha metálica com forro de gesso, com outra que utiliza somente a telha termoacústica como cobertura, observa-se uma redução significativa de 53% na transmitância térmica, com um aumento de custo de apenas R\$ 73,47/m², demonstrando um elevado custo-benefício.

Tanto o grupo de coberturas de telhas cerâmicas quanto o grupo de telhas de fibrocimento, mesmo possuindo camadas de laje e forro em sua composição, apresentam desempenho térmico mínimo.

Ao se adicionar a laje em algumas das composições de coberturas de telhas metálicas analisadas, eleva-se o nível de desempenho térmico para intermediário.

Apenas ao se acrescentar o forro de gesso à telha termoacústica eleva-se o nível de desempenho para superior, nível este que, em comparação com outras composições de cobertura analisadas, não é alcançado. Ou seja, o nível de desempenho superior só foi possível de ser obtido com o uso da telha termoacústica em sua composição.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 15220 - 1. **Desempenho Térmico de Edificações Parte 1: Definições, símbolos e unidades**. Rio de Janeiro: p. 8. 2005.

_____. NBR 15220 - 3. **Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. Rio de Janeiro: p. 8. 2005.

_____. NBR 15575-1. **Edificações Habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro: p. 60, 2013.

_____. NBR 15575-5. **Edificações habitacionais-Desempenho Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas**. Rio de Janeiro: p. 50, 2013.

ARAÚJO, H. F. **Desempenho térmico de paredes: uma análise de parâmetros térmicos, custos/m² e custo-benefício no município de Barreiras-BA**. Barreiras: Universidade Federal do Oeste da Bahia, 2018.

ASHRAE. **Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy**. Estados Unidos: p. 30, 2004.

BAETA, A. P. **Orçamento e Controle de Preços de Obras Públicas**. 1. ed. São Paulo: PINI, 2012.

CARVALHO, T. A. M. DE. **Conforto ambiental: térmico**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional, 2018.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **SINAPI METODOLOGIAS E CONCEITOS**. 9. ed. Brasília: 2023.

DIAS, P. R. V. **Uma Metodologia de Orçamentação Para Obras Civis Engenharia de Custos**. 8. ed. Rio de Janeiro: IBEC, 2015. v. 2.

DORNELLES, K. A.; CARAM, R. M. **Impactos da exposição ao intemperismo natural sobre as refletâncias de tintas para cobertura de edifícios**. Juiz de Fora: 2012.

_____. **A ilusão das cores na identificação da absorção solar de superfícies opacas**. Ouro Preto: 2013.

ENAP. **Gerência de Projetos-Teoria e Prática Módulo 5: Elaboração de uma EAP**. Brasília: 2014.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico**. 5. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

GIVONI, B. *Comfort Climate Analysis and Building Design Guidelines*. *Energy and Buildings*, v.18, n. 1, p. 11-23, 1992.

GOULART, M. F. **Conforto térmico no Colégio de Aplicação Pedagógica da Universidade Estadual de Maringá: proposta para melhoria do desempenho térmico de um antigo CAIC**. São Carlos: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2014.

KOWALTOWSKI, D. C. **Arquitetura Escolar: o projeto do ambiente de ensino**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

Conforto Térmico. LABEEE, Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. Disponível em: < <https://labeee.ufsc.br/linhas-de-pesquisa/conforto-termico>>. Acesso em 19 de fevereiro de 2024.

LAMBERTS, R. et al. *Desempenho térmico de edificações*. 239f. Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil, Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, Florianópolis, 7ed, 2016.

LAMBERTS, R. et al. *Conforto e Stress térmico*. Laboratório de eficiência energética em edificações, 2011.

_____. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 7.ed. p. 1- 382. Rio de Janeiro: PW Editores, 2014.

MARCHIORI, F.; CARVALHO, M. T. M. **Conhecendo o Orçamento de Obras: Como Tornar Seu Orçamento Mais Real**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019.

MATTOS, A. D. **Como Preparar Orçamentos de Obras**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019. v. 1

MUELLER, C. M. **Espaços de ensino-aprendizagem com qualidade ambiental: o processo metodológico para elaboração de um anteprojeto**. São Paulo: FAUUSP, 2007.

PINI. **TCPO: tabelas de composições de preços para orçamentos**. São Paulo: 2017.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge**. 5. ed. 2017.

RIVERO, R. **Arquitetura e clima**. Porto Alegre: D. C. Luzzatto, 1986.

RUAS, A. C. **Conforto térmico nos ambientes de trabalho**. São Paulo: 1999.

SILVA, L. M. **ANÁLISE DO DESEMPENHO TÉRMICO EM COBERTURAS A PARTIR DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL NO MUNICÍPIO DE BARREIRAS-BA**. Barreiras: Universidade Federal do Oeste da Bahia, dez. 2022.

SOUZA, U. E. L. **Como reduzir perdas nos canteiros: manual de gestão do consumo de materiais na construção civil**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2005.