



CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DÉBORA COELHO JUSTO

**TELHADO VERDE E TELHADO CONVENCIONAL: UMA ANÁLISE
COMPARATIVA ENTRE A VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA
PARA O USO EM EDIFICAÇÕES**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MURIAÉ

2022

DÉBORA COELHO JUSTO

**TELHADO VERDE E TELHADO CONVENCIONAL: UMA ANÁLISE
COMPARATIVA ENTRE A VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA
PARA O USO EM EDIFICAÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil do Centro Universitário
FAMINAS.

Orientador: Prof. Arlan do Carmo
Mendonça.

MURIAÉ

2022

Justo, Débora Coelho

Telhado Verde e Telhado Convencional: uma análise comparativa entre a Viabilidade Técnica e Econômica para o uso em Edificações. / Débora Coelho Justo. – Muriaé, 2022.

Número de páginas. il.: 67

Orientador: Prof. Me. Arlan do Carmo Mendonça
Monografia (Curso de Graduação em Engenharia Civil)

1. Telhado Verde 2. Telhado Convencional 3. Construção Civil **I.**
Justo, Débora Coelho. Telhado Verde e Telhado Convencional: uma análise comparativa entre a Viabilidade Técnica e Econômica para o uso em Edificações.

CDD:

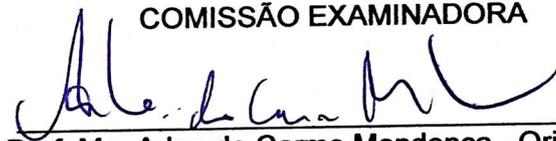
TERMO DE APROVAÇÃO

DÉBORA COELHO JUSTO

**TELHADO VERDE E TELHADO CONVENCIONAL: UMA ANÁLISE
COMPARATIVA ENTRE A VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA PARA O USO
EM EDIFICAÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil do Centro Universitário
FAMINAS.

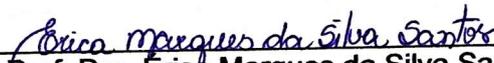
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Me. Arlan do Carmo Mendonça - Orientador



Prof. Me. Elias Gomes Figueira Junior
Centro Universitário Faminas.



Prof. Dra. Erica Marques da Silva Santos
Centro Universitário Faminas.

NOTA: 9,0

Muriaé, 07 de dezembro de 2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me guiado a cada passo e ter me proporcionado chegar até aqui.

Aos meus familiares e amigos, por estarem ao meu lado contribuindo para a realização deste trabalho.

Meu agradecimento a esta instituição e ao corpo docente por terem proporcionado a estrutura necessária para que pudesse crescer academicamente e pessoalmente.

RESUMO

JUSTO, Débora Coelho. **Telhado Verde e Telhado Convencional**: uma análise comparativa entre a Viabilidade Técnica e Econômica para o uso em Edificações. 2022. 67f. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Bacharelado em Engenharia Civil. Centro Universitário FAMINAS.

O presente estudo apresenta uma análise comparativa entre telhado verde e telhado convencional, levando em consideração sua viabilidade técnica e econômica. O trabalho tem como objetivos definir os tipos de telhados verdes e telhado convencional, apresentar um comparativo do custo-benefício da utilização de cada sistema de cobertura, além de desenvolver uma análise referente ao custo de execução e, por fim, certificar-se das vantagens e desvantagens da utilização destes telhados. O trabalho possui como metodologia a realização de um estudo comparativo entre os tipos de telhados, aliado ao estudo de vantagens e desvantagens e ainda uma análise de custos de cada tipo de telhado. Os resultados da pesquisa foram apresentados com base nas tabelas de orçamento do Sinai (versão atualizada – outubro de 2022) para uma análise de custo de cada sistema de cobertura por metro quadrado. Concluiu-se que o custo orçamentário das coberturas verdes foi maior em comparação ao menor custo das coberturas convencionais (concreto, fibrocimento, cerâmico e metálico), porém, em termos de sustentabilidade, as coberturas verdes apresentaram maior vantagem em relação aos outros.

Palavras-Chave: Telhado Verde. Telhado Convencional. Construção Civil.

ABSTRACT

JUSTO, Débora Coelho. **Green Roof and Conventional Roof: a comparative analysis between Technical and Economic Feasibility for use in Buildings.** 2022. 67f. Completion of Course Work. Bachelor's Degree in Civil Engineering. FAMINAS University Center.

The present study presents a comparative analysis between green roof and conventional roof, taking into account their technical and economic feasibility. The objective of this work is to define the types of green roofs and the conventional roofs, to present a cost-benefit comparison of the use of each roofing system, in addition to developing an analysis regarding the cost of execution and, finally, to make sure of the advantages and disadvantages of using these roofs. The study's methodology is to carry out a comparative study between the types of roofs, combined with the study of advantages and disadvantages based on the literature review of authors, and also a cost analysis of each type of roof. The survey results were presented based on Sinapi's budget tables (updated version - October 2022) for analysis of the cost of each roofing system per m². It was concluded that the budgetary cost of green roofs was higher compared to the lower cost of conventional roofs (concrete, fiber cement, ceramics and metal), however, in terms of sustainability, green roofs had a greater advantage over the others.

Keywords: Green Roof. Conventional Roof. Civil Construction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tipos de Telhas Cerâmicas	20
Figura 2 - Modelos de Telhas de Concreto	24
Figura 3 - Processo de Telhamento com Telhas de Concreto	25
Figura 4 – Telhas Galvanizada	28
Figura 5 – Telhas Galvalumes	28
Figura 6 - Telhas Termoacústicas	29
Figura 7 - Telhas Autoportantes	29
Figura 8 - Componentes do Telhado Verde	32
Figura 9 - Cobertura Verde Extensivo	35
Figura 10 - Cobertura Verde Semi-intensivo no edifício City Hall, em Chicago	36
Figura 11 - Telhado Verde Intensivo	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação de Telhas de Fibrocimento	22
Tabela 2 - Propriedades das Telhas de Concreto	25
Tabela 3 - Comparativo entre as vantagens e desvantagens do Telhado de Cerâmica	38
Tabela 4 - Comparativo entre as vantagens e desvantagens do Telhado de Fibrocimento	40
Tabela 5 - Comparativo entre as vantagens e desvantagens do Telhado de Concreto	42
Tabela 6 - Comparativo entre as vantagens e desvantagens do Telhado Metálico...	44
Tabela 7 - Comparativo entre as vantagens e desvantagens do Telhado Verde	46
Tabela 8 - Modelo de Tabela de Análise de Dados.....	50
Tabela 9 - Modelo de Tabela de Análise de Dados	50
Tabela 10 - Custo para Implementação do telhado Cerâmico	52
Tabela 11 - Custo para Implementação do telhado de Fibrocimento	53
Tabela 12 - Custo para Implementação do telhado de Concreto	54
Tabela 13 - Custo para Implementação do telhado Metálico	55
Tabela 14 - Custo para Implementação Impermeabilização	56
Tabela 15 - Custo para Implementação do Filtro Drenante	57
Tabela 16 - Custo para Implementação do Substrato e Vegetação	57
Tabela 17 - Custo para Implementação do Telhado Verde	58
Tabela 18 - Tabela de Análise de Dados	59

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Gráfico de Análise de Dados	60
---	----

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CEF	Caixa Econômica Federal
MEC	Ministério da Educação
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

LISTA DE ABREVIATURA

a.C.	antes de Cristo
m ²	metros quadrados

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Justificativa	15
1.2 Objetivos	16
1.2.1 Objetivo Geral.....	16
1.2.2 Objetivos Específicos.....	16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1 Telhado Convencional	18
2.2 Tipos de Telhados Convencionais	18
2.2.1 Telhados de Cerâmica.....	18
2.2.1.1 Contexto Histórico.....	18
2.2.1.2 Tipos de Telhados de Cerâmica.....	19
2.2.1.3 Custo e Vida Útil dos Telhados de Cerâmica.....	20
2.3 Telhado de Fibrocimento	21
2.3.1 Contexto Histórico.....	21
2.3.2 Tipos de Telhados de Fibrocimento.....	22
2.3.3 Custo e Vida Útil dos Telhados de Fibrocimento.....	22
2.4 Telhado de Concreto	23
2.4.1 Contexto Histórico.....	23
2.4.2 Tipos os de Telhados de Concreto.....	23
2.4.3 Custo e Vida Útil dos Telhados de Concreto.....	25
2.5 Telhado Metálico	26
2.5.1 Contexto Histórico.....	26
2.5.2 Tipos de Telhados Metálicos.....	27
2.5.3 Custo e Vida Útil dos Telhados Metálicos.....	30
2.6 Telhado Verde	30
2.6.1 Contexto Histórico.....	30
2.6.2 Composição do Telhado Verde.....	31
2.6.3 Tipos de Telhado Verde.....	34
2.6.3.1 Telhado Verde Extensivo.....	34
2.6.3.2 Telhado Verde Semi-intensivo.....	35
2.6.3.3 Telhado Verde Intensivo.....	36
2.6.4 Custo e Vida Útil de um Telhado Verde.....	37
2.7 Vantagens e Desvantagens da utilização do Telhado Convencional e do Telhado Verde	38
2.7.1 Telhado de Cerâmica.....	38
2.7.2 Telhado de Fibrocimento.....	40

2.7.3 Telhado de Concreto.....	42
2.7.4 Telhado Metálico.....	44
2.7.5 Telhado Verde.....	46
3 METODOLOGIA	49
3.1 Coleta de Dados	49
3.1.1 Análise Comparativa.....	49
3.2 Análise de Dados	50
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
4.1 Análise Comparativa: Custo-Benefício	51
4.1.1 Telhado Cerâmico.....	51
4.1.2 Telhado de Fibrocimento	52
4.1.3 Telhado de Concreto.....	54
4.1.4 Telhado Metálico.....	55
4.1.5 Telhado Verde	56
4.2 Análise dos Resultados	59
5 CONCLUSÃO	62
6 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional, combinado com a expansão exponencial das áreas urbanas, resultou em um grande desequilíbrio no meio ambiente e, como consequência, ocasionou impactos ambientais que se relacionam diretamente com a sociedade, incluindo a poluição, a diminuição de áreas permeáveis e o desmatamento.

A construção civil é umas das atividades que mais contribuem para o desenvolvimento do país, porém, é uma das que mais geram impactos ambientais, devido ao seu grande consumo de recursos naturais. Segundo Silva (2017), estima-se que mais da metade dos resíduos sólidos gerados pelas atividades humanas são provenientes da construção civil.

Devido a esses problemas prejudiciais à qualidade de vida, torna-se necessário reconsiderar as formas de ocupações, estimulando o uso de novas tecnologias que auxiliem na extinção ou redução dos impactos ambientais, bem como a redução do uso de recursos naturais e ainda, minimizar os custos.

Entre os sistemas de construção, os telhados são um dos mais importantes, visto que têm a função de cobertura, protegendo a parte interna das edificações de fatores externos, evitando contato com fenômenos naturais e a presença de animais que possam prejudicar o imóvel e a saúde. Há diversos tipos de telhados no mercado, a escolha deve estar de acordo com o projeto proposto, além de atender às funções utilitárias, estéticas e econômicas.

O telhado convencional é o modelo de cobertura mais popular e pode ser encontrado em grande parte das edificações devido ao seu custo-benefício. Por causa das inclinações através das quais a água da chuva escorre, eles são conhecidos como telhados de água e podem conter algumas variações no número de águas. Eles se distinguem por sua estética, que pode ser formada a partir de muitos tipos de telhas, como de concreto, cerâmica, fibrocimento, etc.

Devido aos efeitos do aumento da urbanização, as técnicas sustentáveis estão cada vez mais em evidência. Um sistema sustentável que colabora para a diminuição desses impactos são os telhados verdes. De acordo com Misaka (2021), se a instalação da cobertura verde for feita de forma correta e de acordo com as normas, haverá reduções significativas em áreas impermeáveis, diminuição da poluição atmosférica, redução das ilhas de calor, entre outros benefícios.

Diante do exposto, este trabalho aborda uma análise comparativa de dois sistemas de telhados, o convencional e o verde, fazendo uma verificação de qual deles teria o melhor custo-benefício, além de compreender as vantagens e desvantagens da utilização em obras, assim como seus custos de implementação.

1.1 Justificativa

Este projeto se justifica em dissertar e enfatizar a escolha do melhor sistema de coberturas, fazendo uma análise comparativa entre o telhado convencional e o telhado verde, a fim de estabelecer qual tem o melhor custo-benefício e seja economicamente mais viável. Dessa forma, o presente estudo tem o intuito de estabelecer a relação entre as vantagens e desvantagens de cada tipo de telhado, podendo ser discutido qual apresenta melhor desempenho, para que, com o avanço da construção civil, não haja interferência direta na relação entre natureza e desenvolvimento urbano. Calcular os prós e contras de cada opção de seguro ajuda a determinar o melhor curso de ação para um edifício. Isso pode ser feito reunindo os dados e informações apropriados para cada tipo de cobertura.

Este trabalho é relevante tanto para a sociedade, como para o meio acadêmico e para os profissionais da área, trazendo informações importantes em relação aos telhados como benefícios, vantagens e desvantagens e, contribuindo para pesquisas e estudos futuros na área.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Comparar a viabilidade técnica e econômica entre os telhados convencionais e verde em edificações.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Estudar os tipos de telhado verde e o telhado convencional;
- Apresentar um comparativo do custo-benefício da utilização de telhado verde e convencional;
- Desenvolver uma análise referente aos custos envolvidos para implantação do telhado verde em comparação com o telhado convencional;
- Identificar vantagens e desvantagens da utilização destes telhados.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Durante os anos de 1940 e 1970, ocorreu no Brasil um rápido crescimento demográfico. Devido ao grande crescimento vegetativo, a população aumentou de 41 milhões para 93 milhões de pessoas com uma taxa média de crescimento anual de 2,8%; já nas décadas seguintes, a taxa média anual subiu de 2,4% em 1980 para 3,0% em 1990 e 2,9% em 2000 (RODRIGUES; CABRAL, 2020).

Por conta desse avanço demográfico, o setor da construção aumentou consideravelmente. O setor da construção civil se destaca nacionalmente por sua expansão progressiva, sendo o responsável pela construção de infraestrutura urbana, e divulgação das alterações sociais nas condições e qualidade de vida nos centros urbanos. Da mesma forma pode representar um desequilíbrio da sustentabilidade no sentido de tomar espaços que podem, de alguma forma, impactar o ambiente natural e assim afetar a qualidade de vida da população (MACÊDO; MARTINS, 2015).

Macêdo e Martins (2015) destacaram ainda que a junção da população nos centros urbanos tem modificado as cidades e as transformando em locais opostos à sua finalidade, que seria um lugar com qualidade de vida. Por isso, é certo ressaltar que as cidades não nascem desenvolvidas, elas vão se estabelecendo aos poucos a partir de um conjunto de aspectos que se juntam para formar um ambiente de complexas relações. É dessa forma que surge então o debate sobre a sustentabilidade urbana.

Como sugere Ortega (2014), o principal desafio do século XXI é a sustentabilidade e, nessa perspectiva, a indústria da construção civil se destaca como uma das maiores consumidoras de recursos naturais e geradoras de resíduos devido a maioria dos insumos serem gerados de fontes não renováveis. Por conta disso, a sustentabilidade se torna um fator essencial em relação a competitividade e destaque no mercado; como resultado, desperta o interesse de vários setores fabris, bem como do setor da construção civil (MACÊDO; MARTINS, 2015).

São apresentadas neste capítulo as investigações que foram realizadas na literatura disponível e pela fundamentação teórica voltada ao desenvolvimento da pesquisa. O conteúdo dele abrange dados técnicos e demográficos, conceitos, contexto histórico e tipos de sistemas construtivos, bem como as vantagens e as desvantagens da utilização do telhado verde e do telhado convencional.

2.1 Telhado Convencional

Segundo Borges (2018), as coberturas ou telhados, como também são chamados, são definidos por sua forma, tem como função o fechamento da parte de cima do edifício, e ainda podem ser inclinadas ou horizontais. Eles são ainda uma junção de elementos resistentes e protetores que defendem as edificações contra intempéries, atendendo a função que a elas é proposta e compreende também as questões estéticas e econômicas.

O telhado é uma das principais partes de um projeto, já que o tipo escolhido influencia o conceito arquitetônico que a edificação terá. Há dois tipos que são amplamente usados: os convencionais, que são aqueles que estão aparentes a quem olhar a fachada; e os embutidos, que são aqueles que possuem platibandas e não apresentam função estética, sendo um tipo de cobertura que não é visível pela fachada (SANTOS, 2019).

Borges (2018) acrescenta que há no mercado inúmeros materiais para coberturas e algumas condições mínimas devem ser atendidas, tais como: devem ser impermeáveis, devem possuir resistência capaz de suportar as forças contrárias e forças de impacto, ter uma longa vida útil e devem se manter inalteradas, além de usufruir de um isolamento térmico e acústico, entre outros.

Nas sessões seguintes, serão apresentados alguns dos principais tipos de telhados convencionais: telhado cerâmico, telhado de fibrocimento, telhado de concreto e telhado metálico.

2.2 Tipos de Telhados Convencionais

2.2.1 Telhados de Cerâmica

2.2.1.1 Contexto Histórico

Os telhados de cerâmica são os mais utilizados no Brasil, principalmente em construções de pequeno porte como residências. Isso é devido principalmente à facilidade de encontrá-los e, por ter uma ampla gama de tipos e cores, bem como

oferecer um bom conforto térmico (SANTOS, 2021).

Segundo Melo (2017), esse sistema construtivo é conhecido popularmente no mercado como “telhas de barro” e estão entre os modelos que são mais tradicionais na construção civil, por ter um custo menor e se adaptar a uma variedade de climas.

Por meio de estudos, há a ocorrência do uso de utensílios cerâmicos após o período Pré-neolítico (25000 a.C.), e de materiais usados para construção, como tijolos, telhas e blocos, por volta de 5000 a 6000 a.C. Já peças de cerâmica feitas de argila datam de 4000 a.C., eram feitas em formas bem definidas, mas usando um procedimento que não levava em conta o cozimento das peças (RIBEIRO; SILVESTRI, 2017).

Ainda segundo Ribeiro e Silvestri (2017), por volta de 280 a.C., o uso de barro cozido para a construção de telhados, bem como a fabricação de divindades, objetos ornamentais e artefatos utilitários, era identificado pelos romanos. Por volta do século I a.C., havia evidências de progresso em qualidade devido ao uso da tecnologia de fabricação, que resultou em itens estéticos e monetários mais valiosos.

No Brasil, há relatos de que a cerâmica mais elaborada veio de uma avançada cultura indígena localizada na Ilha de Marajó, chamada de Marajoara, porém, estudos mostram que a utilização de uma cerâmica mais simples era encontrada há mais de 5000 anos na região amazônica (MOURÃO, 2021).

2.2.1.2 Tipos de Telhados de Cerâmica

Os telhados de cerâmica têm uma grande gama de variedade de formas, variando quanto ao tipo de encaixe, seu rendimento por metro quadrado, pelo índice de inclinação, entre outros, sendo possível dessa forma inúmeras possibilidades arquitetônicas (COUTINHO, 2018).

Para Queiroz *et al.* (2020), o tipo de telhado que deve ser escolhido na execução de uma residência deve levar em consideração as diretrizes estabelecidas no projeto e, além disso, é crucial observar o peso delas para que com isso possa determinar como irão se comportar sobre a viga.

A fabricação das telhas de cerâmica se assemelha com a dos tijolos cerâmicos, no entanto, o barro deve ser mais fino e homogêneo, com o objetivo de não se deformar muito durante o seu cozimento, permitindo mais impermeabilidade; as telhas

só devem ser guardadas verticalmente e empilhadas com no máximo três fiadas sobre a outra (SANTOS, 2021). A Figura 1 apresenta os tipos de telhas mais conhecidas.

Figura 1 - Tipos de Telhas Cerâmicas.



Fonte: COUTINHO (2018).

Santos (2021) ainda diz que as telhas são feitas com argila plástica e não plástica, é muito dependente das características da massa para a sua qualidade final e, é possível utilizar os mesmos tipos de argilas com formas diferentes.

Considerada uma opção mais viável ambientalmente, as telhas cerâmicas fazem uso de materiais renováveis na sua fabricação como cavacos de madeira e a biomassa, além de liberar pouca quantidade de gás carbônico e usar 70% menos água do que o telhado de concreto, por exemplo (ALMEIDA, 2020).

2.2.1.3 Custo e Vida Útil dos Telhados de Cerâmica

Os telhados cerâmicos têm um excelente custo-benefício e se adaptam a diferentes temperaturas (MELO, 2017). De acordo com Costa (2017), esse sistema de cobertura tem um custo menor se comparado ao telhado de concreto por exemplo.

Com relação à vida útil dos telhados cerâmicos, Almeida (2020) afirmou que, por receber grandes volumes de água nas coberturas habitacionais, podem aparecer rachaduras, quebras ou mofos, isso devido a ações climáticas. Por isso, é muito importante esmaltar os telhados, garantindo assim uma proteção maior.

2.3 Telhado de Fibrocimento

2.3.1 Contexto Histórico

Em comparação com sistemas de coberturas disponíveis no país, os telhados de fibrocimento são os que apresentam: melhor custo-benefício, melhores soluções para habitação social, instalações rurais, galpões industriais e projetos de infraestrutura (MAGALHÃES, 2018).

Como descreveu Souza (2019), são telhas que apresentam um tamanho muito superior ao das cerâmicas e alguns tipos são usados diretamente sobre as paredes, sendo assim dispensado o madeiramento usado em outros tipos de telhado, além disso, são telhas conhecidas por serem autoportantes.

O fibrocimento é um material que tem sua base composta de cimento com o acréscimo de minerais, alguns agregados e fibras de reforço minerais, vegetais e sintéticas, distribuídas pela matriz (PEREIRA; SIQUEIRA, 2019).

As telhas de fibrocimento começaram a ser utilizadas com o objetivo de ocupar o lugar das telhas de cimento amianto, que possuíam substâncias nocivas. Segundo Santos (2018), essa substituição por materiais que não comprometam a saúde começou durante os anos após a Segunda Guerra Mundial, por conta da falta de disponibilidade de fibras de amianto.

No ano de 1982, o Governo e as indústrias da Alemanha aceitaram diminuir o uso de amianto em 30% a 50% até 1986 e, em 1984, eles já estavam negociando para até 1990, que todos os materiais fossem livres de amianto (TONOLI, 2006). Já Santos (2018), relatou que a Austrália foi o primeiro país a usar tecnologia totalmente livre de amianto na produção de fibrocimento, fazendo uso de materiais alternativos como fibras vegetais, sendo seguida imediatamente por outros países como a Nova Zelândia.

Já em relação à fabricação de telhas de fibrocimento no Brasil, Marques et al. (2014) relataram que existem várias empresas que não utilizam o amianto, como também há empresas que ainda utilizam; como exemplo de fabricante sem amianto, temos a Brasilit, que em 1997 se separou da Eternit e passou a fabricar materiais sem amianto.

Ainda segundo Marques et al. (2014), as empresas da época começaram a utilizar a fibra sintética de PVA (álcool polivinílico), no lugar do amianto e, em 2003,

esse material foi substituído pela fibra de polipropileno (PP).

2.3.2 Tipos de Telhados de Fibrocimento

Deve-se tomar um certo cuidado na fabricação das telhas, pois os materiais que serão utilizados devem ser compatíveis com o produto e estarem de acordo com os requisitos das Normas Brasileiras (BOETTGER; MARTINS, 2018).

Para Boettger e Martins (2018), as telhas são definidas de acordo com a altura nominal da onda, variando de 15mm a 150mm e tamanhos variando entre ondas pequenas, médias, grandes e muito grandes, sendo as ondas médias as mais usadas. A Tabela 1 apresenta a classificação das telhas de fibrocimento pela altura nominal da onda.

Tabela 1 - Classificação de Telhas de Fibrocimento.

Classe	Descrição	H (mm)
A	Ondas pequenas	$15 \leq h \leq 25$
B	Ondas médias	$25 \leq h \leq 40$
C	Ondas grandes	$40 \leq h \leq 60$
D	Ondas muito grandes	$60 \leq h \leq 150$

Fonte: BOETTGER; MARTINS (2018).

As telhas devem ser testadas e não podem mostrar vazamentos ou formação de gotas no lado oposto da ação da água, podendo ser tolerado o surgimento de patologias por conta da umidade, e elas ainda devem apresentar um teor de absorção de água igual ou inferior a 37% (VIEIRA, 2019).

2.3.3 Custo e Vida Útil dos Telhados de Fibrocimento

Uma das principais vantagens desse material é a rapidez, baixo custo e alta resistência mecânica, essas telhas têm uma alta durabilidade e são muito resistentes a agentes externos, suportando efeitos de corrosão; o ponto negativo é que elas precisam de maior manutenção devido ao envelhecimento que ocorre antes mesmo das telhas cerâmicas de mesma idade (COUTINHO, 2018).

Os telhados de fibrocimento são sistemas de cobertura de baixo custo e, por isso, possuem importante papel na construção de habitações. Segundo Coutinho

(2018) o baixo preço do mercado em telhas de fibrocimento e o menor valor do sistema estrutural requerido, ocorre por conta de o material ser relativamente leve e não exigir muita inclinação.

2.4 Telhado de Concreto

2.4.1 Contexto Histórico

A telha de concreto é um material para cobertura que tem uma forma retangular e um perfil na maioria das vezes ondulado, sua composição abrange cimento, agregado e água, aditivos ou adições, que podem surgir na sua cor natural ou colorido quando adicionado pigmento (COSTA, 2017).

As telhas de concreto foram inventadas por volta do século 19, por Adolf Kroher, da Bavária, isso se deu aproximadamente vinte anos depois do registro da patente do cimento Portland, feito por Joseph Aspdin, no ano de 1824 (BREJÃO, 2017). Desde sua criação até 1919, a fabricação de telhas de concreto era feita com prensas manuais, limitando assim sua produtividade; no ano de 1919, na Dinamarca, surgiu a primeira máquina operada de forma mecânica, conhecida como Ringsted (BARROS, 2020).

Já no Brasil, com o grande aumento que vem acontecendo com esse método construtivo já representa 7% do mercado nacional de cobertura e, para os anos que virão, há uma enorme estimativa de crescimento; na Europa esse índice já atingiu em 60% o mercado de cobertura (BREJÃO, 2017).

2.4.2 Tipos os de Telhados de Concreto

De acordo com Gonçalves (2020), na norma não há uma classificação de cada tipo de telhado existente, ela só descreve alguns processos construtivos que devem ser seguidos, isso faz surgir diversos modelos de telhas no mercado, mesmo não havendo um padrão em relação à nomenclatura. Alguns modelos encontrados no mercado estão listados abaixo na Figura 2.

Figura 2 - Modelos de Telhas de Concreto.



Fonte: GONÇALVES (2020).

A fabricação das telhas de concreto segue um processo padronizado listado por Barros (2020) abaixo:

- a areia armazenada passa por peneiramento, para que haja uma uniformidade da classificação granulométrica;
- a junção de areia, cimento, pigmentos e água é deixada no misturador até formar uma pasta homogênea;
- logo depois é encaminhada à extrusora onde passa pelo sistema de prensagem onde se desenvolve o formato e dimensão às telhas;
- saindo da extrusora, são transportadas até as secadoras para iniciar o processo de cura;
- por fim, após ganhar resistência, elas são encaminhadas para o desmoldador.

Ainda segundo Barros (2020), a norma enfatiza diretrizes padronizadas que todos devem seguir, como o aspecto visual, onde as telhas não podem ter fissuras em sua superfície, bolhas, esfoliações, desagregações, quebras e rebarbas, devem ainda ter um encaixe lateral para que não haja problemas de deslocamentos, garra de fixação e nervura, sob justificativa de proporcionar uma circulação turbulenta de ar. A Tabela 2 apresenta as propriedades das telhas de concreto.

Tabela 2 - Propriedades das Telhas de Concreto.

Propriedade	Valor Limite
Empenamento	Apoiada sobre um plano horizontal, com sua face inferior voltada para baixo, não deve apresentar afastamento maior que 1,5mm.
Absorção de água	Não deve ser superior a 10%.
Impermeabilidade	Não deve apresentar: vazamentos ou formação de gotas em sua face inferior. O aparecimento de manchas de umidade é tolerável.
Carga de ruptura à flexão	Classes A e B = 2400N; Classes C e D = 2000N e Classe Plana = 1200N
Massa	Massa da telha seca deve variar entre 4,3 kg e 5 kg.

Fonte: BARROS (2020).

Uma das causas pela qual a fabricação de telhas de concreto vem se desenvolvendo cada vez mais é a falta de insumos que são usados para fabricar telhas de barro em algumas regiões, entretanto, tem apresentado vantagens, visto que gasta menos energia se comparado às telhas cerâmicas e liberam para a natureza bem menos gases nocivos (BORGES, 2018). A Figura 3 mostra a execução do telhamento com concreto.

Figura 3 - Processo de Telhamento com Telhas de Concreto.



Fonte: BORGES (2018).

2.4.3 Custo e Vida Útil dos Telhados de Concreto

As telhas de concreto e as de cerâmica apresentam uma vida útil de aproximadamente 20 anos, elas possuem um ciclo de vida que apresentam ao longo da sua cadeia produtiva algumas particularidades na gestão dos resíduos, isso se dá

desde o recebimento da matéria-prima até o desenvolvimento do produto e por fim o transporte do material finalizado, à medida em que o ciclo fica mais fechado, maior é a vantagem competitiva (BREJÃO, 2017).

Coutinho (2018) relata que telhas de concreto são menos usadas do que telhas cerâmicas devido a razões culturais e por conta do seu custo mais alto que fica em torno de 20% a 30%, porém de certa forma esse custo pode compensar, pois a quantidade de telhas usadas de concreto é bem menor que as cerâmicas, por exemplo, 10,4 telhas de concreto por m² contra aproximadamente 17 telhas cerâmicas por m².

2.5 Telhado Metálico

2.5.1 Contexto Histórico

A expansão no setor de construções metálicas levou a um aumento do investimento da indústria em novas tecnologias e estratégias, com o objetivo de conquistar e satisfazer novos clientes, especialmente quando se discute estratégias para otimizar o desempenho térmico dentro de estruturas que utilizam este tipo de cobertura (SANTOS, 2018). As coberturas metálicas são componentes bastante populares na construção civil, especialmente devido à sua facilidade de instalação e de disponibilidade no mercado (MISAKA, 2021).

Para Santos e Junior (2022), o metal vem sendo utilizado na construção civil como um método mais rápido, com menos desperdícios, mais agilidade de execução e menos mão de obra, o que resulta em uma melhor relação custo/benefício. Com base nisso, o aço vem se destacando cada vez mais no mercado, não apenas para galpões, mas também para construções residenciais.

As coberturas metálicas como o aço, alumínio e o cobre, compõem uma estrutura de ligas metálicas. Este tipo de cobertura proporciona maior flexibilidade para a construção, tanto para instalações industriais e galpões, bem como instalações residências (SILVA, 2017).

Desde o século XII, as estruturas metálicas são utilizadas como componentes de sustentação em estruturas de madeira na forma de pendurais e tirantes construídos em ferro forjado. A partir do ano de 1750, as estruturas metálicas começaram a ser

utilizadas em escala industrial (SANTOS; SCHLICKMANN, 2019).

A estrutura em ferro fundido mais antiga conhecida é ponte de Coalbrookdale, que atravessa o Rio Severn na Inglaterra. Foi erguida no ano de 1779, dispõe de um vão com 31 metros de extensão, dispondo de dimensões de 15 metros de largura e 59 metros de comprimento (SANTOS; JUNIOR, 2022).

De acordo com Santos e Schlickmann (2019), no Brasil, o uso de estruturas metálicas teve início em 1812, mas o maior avanço em sua aplicação veio com a criação de grandes siderúrgicas, como a Companhia Siderúrgica Nacional, que iniciou suas atividades em 1946.

2.5.2 Tipos de Telhados Metálicos

As coberturas metálicas são componentes muito comuns na construção civil, principalmente pela facilidade de instalação e disponibilidade no mercado. A composição das telhas metálicas pode consistir em um ou mais planos com diferentes formas geométricas, inclinado ou arqueado, composto basicamente por dois elementos: as telhas, e a armação, que corresponde ao conjunto de elementos estruturais que servem de apoio para a cobertura (tesouras, terças, ripas, caibros e suportes) (DIAS, 2011).

Segundo Almeida (2020), as telhas metálicas mais utilizadas no Brasil são as telhas de aço (galvanizado, zincado e inoxidável) e as híbridas aço-alumínio, conhecidas como telhas galvalume, e as telhas de cobre e titânio, mais caras, porém mais resistentes à corrosão.

Santos e Schlickmann (2019) descrevem sobre 4 tipos de telhas metálicas:

2.5.2.1 Telha galvanizada

São fabricados em aço e revestidos com zinco fundido fornecido por um sistema de galvanização que protege contra oxidação e ferrugem resultando em um material totalmente durável. A Figura 4 mostra um exemplo de telha galvanizada.

Figura 4 - Telhas Galvanizada.



Fonte: SANTOS; JUNIOR (2022).

2.5.2.2 Telha galvalume

Galvalume é um tipo de telha que possui um revestimento superior ao galvanizado. As telhas galvanizadas utilizam apenas zinco em sua composição, mas as telhas galvalume possuem uma camada protetora composta por 55% de alumínio, 46,5% de zinco e 1,5% de silício. Isso a torna quatro vezes mais resistente que as telhas galvanizadas. A Figura 5 mostra um exemplo de telha galvalume.

Figura 5 - Telhas Galvalume.



Fonte: CARVALHO (2013).

2.5.2.3 Telha termoacústica

Elas também são chamadas de telha sanduíche porque são feitas de duas lâminas de aço com materiais espumosos no interior, como poliuretano ou poliestireno expandido. Eles fornecem excelente isolamento térmico e acústico, mas podem custar

mais do que outras opções para cobrir grandes espaços. A Figura 6 mostra um exemplo de telha termoacústica.

Figura 6 - Telhas Termoacústicas.



Fonte: ALMEIDA (2020).

2.5.2.4 Telhas autoportantes

Estas telhas são adequadas para grandes obras com grandes vãos. Ou seja, eles são uma boa escolha para grandes espaços, como empreendimentos industriais, prédios comerciais, ginásios poliesportivos e hangares. São inteiriças, geralmente fabricados no local da obra, e podem ter seções longas, daí o nome autoportante. A Figura 7 mostra um exemplo de telha autoportantes.

Figura 7 - Telhas Autoportantes.



Fonte: GALINDO (2015).

2.5.3 Custo e Vida Útil dos Telhados Metálicos

As telhas metálicas apresentam uma expectativa de vida diferente, dependendo do tipo escolhido. O metal é um material de construção fantástico porque é totalmente reciclável e durável. As telhas de aço são um ótimo exemplo disso; eles estão cada dia mais populares por causa de sua durabilidade (SANTOS; JUNIOR, 2022).

Segundo a Caixa Econômica Federal (2022), existem muitos tipos de coberturas com custos diferenciados, como por exemplo uma cobertura trapezoidal de aço galvanizado com cerca de 40 mm de altura, 0,50 mm de espessura e 980 mm de largura útil, que custa R\$ 56,39/m², considerando apenas o material, independente de instalação e mão de obra.

2.6 Telhado Verde

2.6.1 Contexto Histórico

O desenvolvimento urbano acelerado tem causado preocupações de diversas formas, fazendo com que se torne viável a implementação de medidas sustentáveis que ajudem na redução dos efeitos da urbanização, de maneira que não atrapalhe os ciclos ecológicos e sociais da comunidade e, equilibrar com o crescimento ambiental e urbano (BORGES, 2018).

Os telhados e as paredes contemplam os sistemas de vegetação mais utilizados aplicados à construção civil, entre eles se destaca o telhado verde, que também é conhecido como eco-telhado ou telhados vivos, que consistem no emprego de diferentes tipos de vegetação no substrato, instalado na cobertura da edificação (ROCHA, 2020).

Segundo Schmitt (2020), o telhado verde é constituído basicamente de uma cobertura de vegetação e um volume de solo acima das lajes ou telhados das edificações, sendo necessário que essas lajes suportem, além de seu peso próprio, o peso adicional causado pelo telhado verde.

Dados históricos relatam que essa técnica construtiva é muito antiga, os primeiros jardins suspensos foram construídos na antiga Mesopotâmia (atual Iraque), entre 600 a.C. e 450 a.C., os zigurates, que era um tipo de templo construído na forma

de uma pirâmide, porém com degraus, cada andar foi construído um em cima do outro, com o andar inferior tendo uma área menor do que a plataforma do andar superior (SILVA; DUARTE, 2017).

De acordo com Carvalho (2017), com passar dos anos, vários outros exemplos da utilização dos telhados verdes surgiram, como na idade média o Mont Saint Michel na França, o Palazzo Piccolomini localizado na Itália no século XV, até chegar na década de 1920 com o Palácio do Kremlin e o Museu de Arte Hermitage, ambos na Rússia.

Em 1960, telhados verdes estavam sendo estudados em uma variedade de países, principalmente na Alemanha e na Suécia, na década de 70 os pesquisadores analisaram muitos aspectos do telhado verde, como camadas impermeáveis, sistemas de drenagem, camadas retentoras de raiz, espécies cultiváveis e solos leves, tornando uma referência no mundo todo no que se diz respeito a telhados verdes (BEZERRA, 2018).

Apesar de ser amplamente utilizado em outros países, ainda não é muito difundido no Brasil. Praticamente não há incentivos legais para a instalação de telhados verdes, no entanto, vale a pena mencionar a Lei 18.112/2015 de Recife, na qual obriga projetos para moradias multifamiliares com mais de quatro pavimentos e não-habitacionais com mais de 400m² de área coberta a instalação do Telhado Verde (SANTOS, 2018).

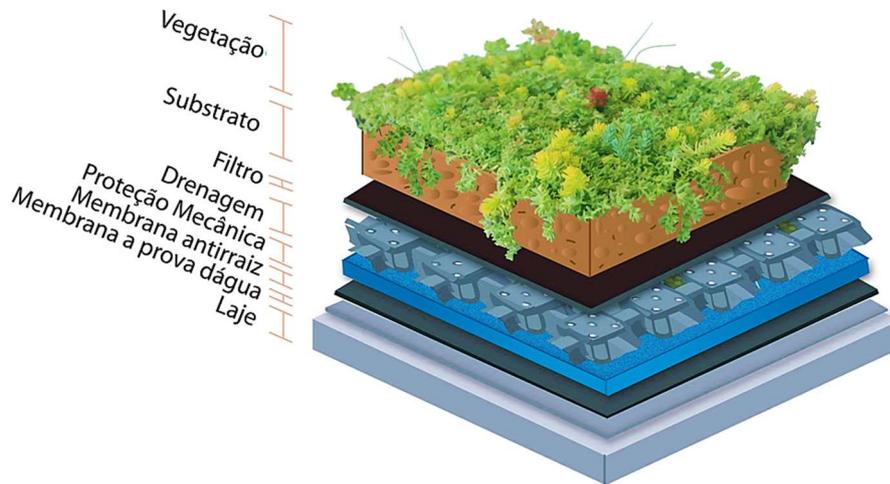
Ainda segundo Santos (2018), o primeiro projeto telhado verde feito no Brasil foi concluído em 1936 no prédio do MEC (Ministério da Educação), pelo arquiteto Roberto Burle Marx, que também executou, em 1988, o telhado verde no Banco Safra em São Paulo, e em 1992 a arquiteta Rosa Grená Kliass e Jamil Kfoury fizeram o projeto dos jardins do Vale do Anhangabaú em São Paulo.

2.6.2 Composição do Telhado Verde

Os telhados verdes são estruturas que podem ser divididas em camadas como a laje, a camada de impermeabilização, uma membrana anti-raízes, a proteção mecânica, o sistema de drenagem, uma camada de filtro, o substrato e por último a vegetação que finaliza o sistema (BEZERRA, 2018), como exemplificado na Figura 8.

Figura 8 - Componentes do Telhado Verde.

Componentes do telhado verde



Fonte: SILVA; DUARTE (2017).

- Laje

A base deve ser projetada ou reforçada para suportar o tipo de cobertura vegetal que será instalado (MISAKA, 2021). Para Silva e Duarte (2017), o telhado pode ser construído sobre uma variedade de superfícies, incluindo concreto, chapas de compensado estruturado, placas cimentícias, tablado de madeira, Steel Deck, bambu, e madeira estrutura, bem como outros materiais que tenham resistência compatível do telhado verde saturado.

- Impermeabilização

A camada de impermeabilização é uma base que aumenta a durabilidade e impede com que a água penetre. É uma camada extremamente importante, pois o vazamento de água na estrutura pode comprometer a construção, reduzindo seu tempo de vida útil e outros inconvenientes (SOUSA et al., 2021).

Misaka (2021) recomenda produtos para que seja feita a impermeabilização como a manta asfáltica, a folha ou polímero de membrana betuminosa modificada, membranas de aplicação líquida, membranas de camada única e uma mistura aditiva de impermeabilização no concreto.

- Membrana Anti-raízes

Apresenta uma camada anti-raiz composta de uma geomanta tridimensional

envolta por geotêxteis resinados, que tem por finalidade reforço, drenagem e proteção (SANTOS, 2018). Silva e Duarte (2017) ainda mencionam que essa camada não é tecida, mas sim uma trama de alta densidade que impede qualquer raiz de penetrar através de suas fibras.

- Proteção Mecânica

Camada que evita que a estrutura da edificação sofra infiltrações, caso passem pela drenagem, uma alternativa apresentada em fôrmas de plástico, que vem na forma de copos com reentrâncias na parte superior para coleta ou armazenamento de água, aumentando assim a sua capacidade de retenção da água do telhado (SILVA; DUARTE, 2017).

- Drenagem

Os telhados absorvem a água da chuva e devolvem uma parte dela para o meio através da transpiração. No entanto, há um excesso e, dependendo do tamanho do sistema e da intensidade da chuva, este excesso de água deve ser drenado para fora cobertura onde pode ser armazenado para reutilização posterior (OLIVEIRA, 2019).

Outra opção, segundo Oliveira (2019), é usar restos de resíduos de demolição triturados, como seixos, tijolos e concreto, por serem uma maneira mais viável para implementação como sistema de drenagem em meio ao substrato, na cobertura verde.

- Filtro

O objetivo de uma câmara de filtro é de garantir que as porções do substrato recaem na faixa de drenagem e entopem o dreno, e deve ser feito de um material que permite o escoamento de água a um nível especificado, como, por exemplo, geotêxtil (SOUSA et al., 2021).

- Substrato

Essa camada é caracterizada como a base do telhado verde. Devem-se determinar a espessura, os nutrientes e a aeração do substrato em relação ao tipo e sistema do telhado (OLIVEIRA, 2019).

Oliveira (2019) ainda afirma que há uma grande variedade e eles podem ser

caracterizados quanto à sua granulação, porcentagem de matéria orgânica, estabilidade estrutural, resistência à erosão pelo vento, a sua permeabilidade, sua capacidade máxima de reter água, a quantidade de nutrientes, aeração e pH.

- **Vegetação**

Compreende a camada vegetal, condicionando o tipo de telhado verde implantado (carga, espessura e tipo de substrato, resistência da camada anti-raiz), a escolha da vegetação vai depender de condições como locais, manutenção e aparência (ROCHA, 2020).

2.6.3 Tipos de Telhado Verde

Os telhados verdes podem ser classificados em três tipos: o extensivo, o semi-intensivo e o intensivo, sua classificação leva em conta sua capacidade máxima de carga, a sua manutenção, o tipo e a altura da vegetação a ser usada, a altura do substrato e o orçamento de gastos (SILVA; DUARTE, 2017).

2.6.3.1 *Telhado Verde Extensivo*

Os telhados verdes extensivos são coberturas compostas por plantas leves, resistentes e capazes de sobreviver em condições climáticas instáveis, como com a falta de chuva, inverno rigoroso e vento. Eles são essenciais para reduzir o escoamento pluvial e ilhas de calor que sufocam os centros das cidades, além de aumentar a umidade relativa do ar (SOUSA et al., 2021).

Segundo Schmitt (2020), esses telhados incluem plantas como sedums, ervas, musgos e gramíneas e, quando comparado a outros tipos de coberturas verdes, o seu peso é bem reduzido, isso se deve ao fato de possuir camadas de suporte relativamente finas, bem como a leveza das plantas usadas.

Outro fator significativo a ser observado também, segundo Schmitt (2020), é a pequena exigência de manutenção, que implica em inspeções anuais para inspeções de segurança da membrana impermeabilizante e a remoção de ervas indesejadas. A Figura 9 mostra um exemplo do telhado verde extensivo.

Figura 9 - Cobertura Verde Extensivo.



Fonte: SCHMITT (2020).

As plantas deste modelo têm um tamanho pequeno, são rasteiras e a altura da estrutura descontada a vegetação varia de 6 cm a 20 cm. O peso do conjunto fica entre 60 kg/m² e 150 kg/m² (SCHMITT, 2020). Para Silva e Duarte (2017), a profundidade do substrato mineral é geralmente inferior a 10 cm, e contém poucos nutrientes, tornando-o adequado para grupos vegetais menos exigentes e de baixo crescimento.

O telhado verde extensivo é o mais barato, além de ser um excelente isolante térmico e, poder ser construído sob todo tipo de estrutura; no entanto, existem certas desvantagens, como um menor apelo estético devido às limitações na escolha das plantas e baixas taxas de crescimento de espécies vegetais, impedindo-as de serem usadas para recreação e lazer (ROCHA, 2020).

2.6.3.2 *Telhado Verde Semi-intensivo*

Os telhados verdes semi-intensivos podem ser classificados como um sistema de cobertura intermediário aos telhados verdes intensivos e extensivos, uma espécie de combinação entre eles (OLIVEIRA, 2019).

Segundo Silva e Duarte (2017), o telhado verde semi-intensivo apresenta uma plantação de médio porte, cultivado em um sistema de 12 cm a 25 cm de altura e pode desempenhar uma carga de 120 kg/m² a 200 kg/m² sobre a estrutura.

Ainda de acordo com Silva e Duarte (2017), devido ao sistema semi-intensivo ter o substrato mais profundo, mais opções de plantas ficam disponíveis, como uma

variedade de ervas, herbáceas perenes e 38 arbustos, bem como lavanda, que podem ser plantados enquanto os arbustos e árvores mais altas ainda estão em crescimento. A Figura 10 descreve um exemplo de uma edificação que utiliza em sua cobertura o sistema semi-intensivo.

Figura 10 - Cobertura Verde Semi-intensivo no edifício City Hall, em Chicago.



Fonte: SCHMITT (2020).

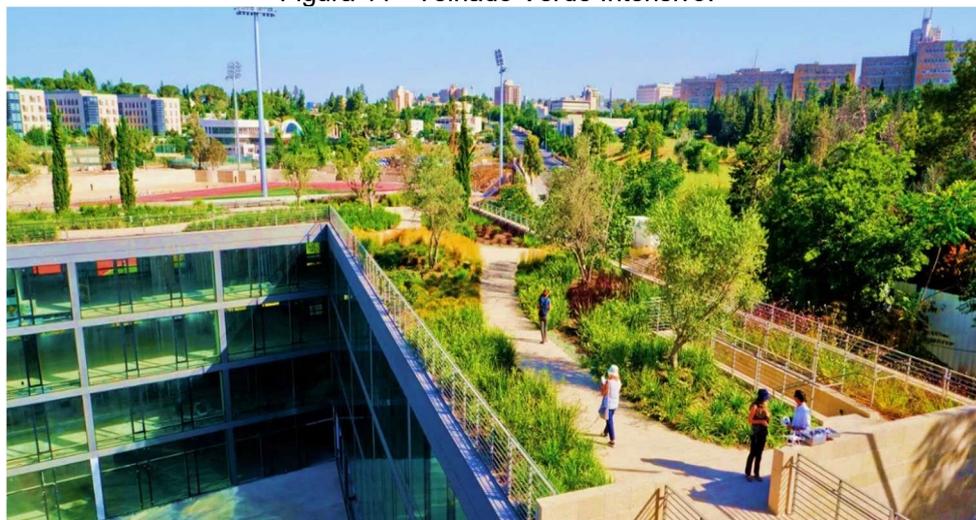
Por conta da espessura do substrato, nelas não são permitidos telhados inclinados, uma vez que podem causar deslizamentos; esse tipo de cobertura requer uma grande quantidade de água devido a sua superfície de evaporação ser grande, sendo o sol, o vento e a seca, fatores limitantes para as plantas que serão adicionadas (MISAKA, 2021).

2.6.3.3 *Telhado Verde Intensivo*

O telhado verde intensivo pode ser comparado com a construção de um jardim dentro de uma cobertura, e são de modo geral mais acessíveis e têm multifunções, além de exigir uma estrutura que pode suportar a carga prevista, que varia de 180 Kg/m² a 500 Kg/m², sendo necessária devido à camada de solo entre 15 cm e 40 cm que as plantas de nível médio a grande necessidade (SILVA; DUARTE, 2017).

Para Borges (2018), os telhados verdes intensivos têm maior custo de construção, bem como um maior número de manutenções, e devem ainda ter uma irrigação e fertilização permanente. O autor ainda diz que gramado, plantas perenes, arbustos e árvores estão entre as vegetações que podem ser utilizadas e, podem ainda acrescentar passarelas, alguns bancos ou parques infantis para completar o ambiente. A Figura 11 ilustra um exemplo de telhado verde intensivo em um edifício.

Figura 11 - Telhado Verde Intensivo.



Fonte: SCHMITT (2020).

Por conta da espessura do substrato, não são permitidos telhados inclinados, uma vez que pode causar deslizamentos e, esse tipo de estrutura, requer uma grande quantidade de água por conta da sua grande superfície de evaporação causada pelos raios de sol, vento e seca (MISAKA, 2021).

Como resultado, Borges (2018) diz que, apesar do fato de que um telhado verde intensivo exigir um edifício mais resistente e mais caro, é possível afirmar que além dos benefícios ambientais que a vegetação proporciona, o local onde for instalado será usado como área de lazer e passeio, trazendo diversos benefícios para o edifício.

2.6.4 Custo e Vida Útil de um Telhado Verde

Em termos de custos, o telhado verde é uma cobertura que requer mais recursos para sua instalação, por isso que seu custo inicial é bem maior quando comparado com qualquer telhado convencional, mas, esse custo inicial pode ser justificado pelos incontáveis benefícios que vai proporcionar, como a inversão térmica, a redução da temperatura interna, a retenção e reutilização da água da chuva, benefícios para a mente, a valorização da propriedade e economia de energia após a sua construção, entre vários outros (BORGES, 2018).

O preço médio de um telhado verde é de R\$ 100,00 a 150,00/m², a localização do telhado tem um impacto direto no preço porque é necessário verificar a presença de empresas especializadas na área (SCHMITT, 2020).

Um problema relacionado ao planejamento, segundo Santos (2018), é que a

maioria dos edifícios em áreas metropolitanas não foram projetados para receber e suportar o peso de um telhado verde, tornando o projeto financeiramente inviável, e necessitando de planejamento técnico inicial tanto para a construção existente quanto para a nova.

No que se diz respeito à vida útil, Borges (2018) descreve algumas questões com relação a durabilidade do telhado verde, como a de ter uma durabilidade indeferida por meio de sua natureza, além de proteger sua base impermeável, sendo ela de concreto, de telhas onduladas ou lonas, fazendo com que a sua vida útil seja muito maior do que os modelos convencionais. A vida útil de uma cobertura verde, de acordo com Silva e Duarte (2017), é de aproximadamente 20 anos, enquanto a de telhados convencionais fica em torno de 10 a 12 Anos.

2.7 Vantagens e Desvantagens da utilização do Telhado Convencional e do Telhado Verde

Para se escolher a melhor opção de cobertura entre os modelos de telhados disponíveis é prudente avaliar as vantagens e desvantagens de cada um, para saber qual opção traz a melhor relação custo-benefício para o projeto, além de suprir as necessidades e preferências, tais como manutenção e durabilidade do imóvel.

2.7.1 Telhado de Cerâmica

As telhas cerâmicas são as mais utilizadas no Brasil, seu custo-benefício se sobressai quando comparado com a utilização de outros materiais para o telhado. Com o intuito de estabelecer um comparativo, a Tabela 3 apresenta os prós e os contras da utilização desse tipo de telhado, respectivamente, na visão de alguns autores.

Tabela 3 - Comparativo entre as vantagens e desvantagens do Telhado de Cerâmica.

VANTAGENS TELHADO DE CERÂMICA	
Referências	

COSTA (2017)	Os telhados cerâmicos vêm em uma ampla gama de tipos, proporciona conforto térmico no interior do edifício, e cria ainda telhados curvilíneos.
BORGES (2018)	Apresentam um ótimo isolamento sonoro.
BORGES (2018)	Resistem a agentes químicos, como a chuva ácida e o fogo.
ALMEIDA (2020)	É uma opção mais ecológica, pois utiliza recursos renováveis como cavacos de madeira e a biomassa em sua fabricação.
MISAKA (2021)	Tem a capacidade de criar uma barreira térmica, evitando grandes oscilações de temperatura dentro do edifício.

DESVANTAGENS TELHADO DE CERÂMICA

Referências	
COSTA (2017)	Com o passar do tempo, as telhas de cerâmica por absorverem mais água, ficam mais frágeis.
COSTA (2017)	São menos resistentes.
COSTA (2017)	Eles têm dimensões inconsistentes e seu encaixe não é perfeito.
SANTOS (2018)	Apresenta um alto nível de desperdícios.
SANTOS (2018)	Há uma necessidade de buscar mão de obra especializada na área.
MISAKA (2021)	Há uma necessidade regular de manutenção e, há limitações acerca da inclinação dependendo do tipo de telhado escolhido.

Fonte: a autora (2022).

Logo, observa-se que, no que se refere ao telhado cerâmico, Costa (2017) diz que existe uma grande quantidade de estilos, sendo possível sua utilização combinada ao projeto arquitetônico; o seu uso resulta em um bom conforto térmico no interior do edifício, além da possibilidade da criação de telhados curvilíneos.

Misaka (2021) ainda relata que telhados cerâmicos têm a capacidade de criar uma barreira térmica, fazendo com que não haja oscilações de clima dentro do edifício. De acordo com Borges (2018), essas coberturas têm boa resistência com

relação a agentes químicos, como por exemplo à chuva ácida e ao fogo, por conta de seu ingrediente principal ser argila, que não é inflamável.

Segundo Borges (2018), mostram-se também com um ótimo isolamento sonoro visto que inibe a passagem do som de um ambiente para outro.

Almeida (2020) considera uma opção ecologicamente viável, devido a utilização de recursos renováveis como cavacos de madeira e a biomassa durante sua fabricação, além de emitir menos gás carbônico e usar 70% menos água que o telhado de concreto, por exemplo.

Costa (2017) mostra as vantagens, porém destaca as desvantagens, como a fragilidade dos telhados devido à absorção de água ao longo do tempo. Misaka (2021) diz que se faz necessário uma manutenção regular por conta do surgimento de trincas nos telhados, e ainda apresenta restrição acerca da inclinação do telhado.

Em relação ao encaixe, Costa (2017) diz não ser perfeito por ter dimensões inconsistentes, podendo deslocar com o tempo. Ainda o autor mostra não ser um tipo de telha resistente.

Santos (2018) relata que existe grande quantidade de desperdícios na etapa de transporte e na fase de aplicação do telhado, para se ter um resultado esperado é necessário buscar mão de obra especializada na área.

2.7.2 Telhado de Fibrocimento

As telhas de fibrocimento são usadas em obras mais populares, comerciais e em edifícios com telhado embutido, tem boa resistência e versatilidade, porém não apresentam boa estética. A seguir, na Tabela 4, estão apresentadas diversas vantagens da utilização desse tipo de telhado e ainda algumas desvantagens segundo alguns autores.

Tabela 4 - Comparativo entre as vantagens e desvantagens do Telhado de Fibrocimento.

VANTAGENS TELHADO DE FIBROCIMENTO	
Referências	
COUTINHO (2018)	Possuem alta durabilidade e são muito resistentes a agentes externos.

BORGES (2018)	Apresentam baixo peso.
BOETTGER (2018)	Cobrem uma área grande por peça.
RODRIGUES E CABRAL (2020)	É possível receber pintura para melhorar a estética.
RODRIGUES E CABRAL (2020)	Tem uma grande variedade de tamanhos e espessuras.
MISAKA (2021)	Tem um baixo custo de instalação, leveza e grande resistência.

DESVANTAGENS TELHADO DE FIBROCIMENTO

Referências	
COUTINHO (2018)	Apresentam defeitos de manutenção rapidamente.
BORGES (2018)	Se aquecem com facilidade.
SANTOS (2018)	É um material frágil.
SANTOS (2018)	A substituição de uma peça quebrada ou danificada é bem complicada.
SANTOS (2018)	Não possui uma estética muito atraente.
RODRIGUES E CABRAL (2020)	O telhado que apresenta em sua composição o amianto pode causar danos sérios à saúde.

Fonte: a autora (2022).

Portanto, nota-se que Borges (2018) descreve que os telhados de fibrocimento são sistemas de cobertura que apresentam baixo peso, possibilitando o uso de madeiramento mais fino, implicando uma sobrecarga menor na estrutura

Coutinho (2018) complementa dizendo que os telhados possuem uma alta durabilidade e são muito resistentes a climas externos, resistindo aos efeitos de corrosão.

Rodrigues e Cabral (2020) mencionam que os telhados podem ser encontrados em uma grande variedade de tamanhos e espessuras, além de ser possível receber pintura para melhorar a estética. Como declara Boettger; Martins (2018), é necessário um número reduzido de peças na instalação por conta de seu tamanho, que cobrem uma grande área.

Entretanto, Santos (2018) começa apresentando uma desvantagem do telhado de fibrocimento em relação a sua fragilidade, fazendo com que a instalação do telhado de fibrocimento seja feita com cautela para evitar acidentes. Em relação a sua vida útil, Coutinho (2018) expõe que os telhados começam a apresentar defeitos de manutenção por conta do tempo de uso muito antes dos telhados de cerâmicas.

Conforme declara Santos (2018), se for preciso trocar uma peça de telhado defeituosa, essa substituição é bem complicada.

Santos (2018) alega ainda não possuir uma estética muito bonita, por conta disso é mais utilizado em coberturas escondidas ou embutidas no edifício.

Para Borges (2018), os telhados de fibrocimento aquecem-se rapidamente, atingindo uma temperatura na faixa de 65° Celsius.

Caso apresentem em sua composição o amianto, de acordo com Rodrigues e Cabral (2020), podem causar problemas de saúde sérios.

2.7.3 Telhado de Concreto

O telhado de concreto é um sistema de construção que tem agregado valor ao setor da construção civil. O material vem ganhando destaque cada vez mais no ramo, especialmente por conta das grandes vantagens que ele traz. Na Tabela 5, foi elaborada uma comparação da viabilidade desse método construtivo com base em suas vantagens e desvantagens.

Tabela 5 - Comparativo entre as vantagens e desvantagens do Telhado de Concreto.

VANTAGENS TELHADO DE CONCRETO	
Referências	
COSTA (2017)	As telhas apresentam uma variedade grande de cores.
BORGES (2018)	As telhas de concreto proporcionam excelente impermeabilidade.
SANTOS (2019)	A qualidade e resistência dos telhados de concreto são considerados maiores ao das cerâmicas.
SANTOS (2019)	As telhas de concreto apresentam um encaixe e alinhamento perfeitos na cobertura.

SANTOS (2019)	Necessitam de um menor investimento na etapa de madeiramento.
SOUZA (2019)	Proporcionam bom conforto térmico.
SOUZA (2019)	A excelência de sua composição interna, verniz e acabamentos especiais adicionados à sua superfície proporciona alta resistência a impactos naturais.

DESVANTAGENS TELHADO DE CONCRETO

Referências	
COSTA (2017)	Necessitam de um número maior de madeiramento para a estrutura, por conta de serem mais pesados.
BORGES (2018)	Há grande incidência de calor.
SANTOS (2019)	Seu peso fica em torno de 48kg/m ² e o consumo varia de 10 a 15 unidades/m ² .
SANTOS (2019)	A inclinação mínima desses telhados fica em torno de 30% e 35%.

Fonte: a autora (2022).

Dessa maneira, Costa (2017) narra que as telhas têm uma variedade grande de cores, e com isso, apresenta diversas possibilidades no projeto.

Segundo conta Souza (2019), as telhas proporcionam bom conforto térmico por conta de seu baixo coeficiente de condutividade térmica e sua grande refletância ao sol. Souza (2019) declara que os materiais complementares acrescentados à superfície exposta do telhado, resultam em uma alta resistência a efeitos naturais externos, não necessitando assim de uma frequente manutenção do telhado.

Borges (2018) informa que as telhas de concreto têm boa impermeabilidade, devido a terem uma baixa porosidade, não sendo possível absorver tanta água da chuva.

Tal qual cita Santos (2019), a qualidade e resistência do concreto são considerados maiores em relação a das cerâmicas, fazendo com que tenha um melhor alinhamento e encaixe. Além disso, Souza (2019) ainda declara que as telhas permanecem perfeitas e precisas no encaixe, devido sua produção padronizada.

Em relação ao custo, Santos (2019) diz que por não precisar de um grande

investimento na etapa de madeiramento, seu custo é reduzido.

Todavia, Costa (2017) apresenta que os telhados de concreto precisam de uma quantidade maior de madeiramento, por conta do concreto ser mais pesado. Santos (2019) menciona que seu peso varia em torno de 48kg/m² e a quantidade de peças varia de 10 a 15 unidades/m². O autor ainda diz que tem uma inclinação mínima do telhado fica em torno de 30% e 35%.

Borges (2018) complementa expondo que há grande ocorrência de calor, pois o concreto faz com que aumente a incidência solar para a parte de dentro do imóvel.

2.7.4 Telhado Metálico

As telhas metálicas são amplamente utilizadas na construção civil, trazendo custo, benefício e qualidade à cobertura da edificação. Com o objetivo de estabelecer uma comparação, a Tabela 6 apresenta as vantagens e desvantagens da utilização desse tipo de telhado, conforme citado por diversos autores.

Tabela 6 - Comparativo entre as vantagens e desvantagens do Telhado Metálico.

VANTAGENS TELHADO METÁLICO	
Referências	
ALMEIDA (2020)	Telhas leves e resistentes.
COUTINHO (2018)	Grande variedade de modelos.
MISAKA (2021)	Fácil instalação.
MISAKA (2021)	Escoamento eficiente.
SILVA (2017)	Baixo custo.
SILVA (2017)	Conforto térmico.
DESVANTAGENS TELHADO METÁLICO	
Referências	
SANTOS (2018)	Apresentam deficiência térmica.
SANTOS (2018)	Aumento do consumo de energia elétrica.
COUTINHO (2018)	Material Leve.

SANTOS (2018)	Material é sensível a ambientes agressivos.
SANTOS (2018)	Estética inferior.
MISAKA (2021)	Incômodo acústico

Fonte: a autora (2022).

Dessa maneira, Almeida (2020) afirma que as telhas metálicas proporcionam maior suporte e resistência, pesando menos e abrangendo vãos maiores. Também reduzem a necessidade de utilização de estruturas de sustentação, evitando problemas de estanqueidade.

Segundo conta Coutinho (2018), as coberturas metálicas são encontradas em muitos designs diferentes, perfis ondulados e trapezoidais com espessuras variadas. Apresentam ainda diferentes ligas e acabamentos.

Misaka (2021) informa que as telhas metálicas são componentes muito comuns na construção, principalmente pela facilidade de instalação e disponibilidade no mercado. Além disso, Misaka (2021) ainda declara escoamento torna-se eficiente devido à sua perfeita sobreposição, reduzida porosidade e rugosidade.

Tal qual cita Silva (2017), em termos de custo-benefício, este tipo de cobertura não deixa nada a desejar, pois os custos de instalação e construção são muito baixos.

Em relação ao conforto térmico, Silva (2017) diz que caso esse tipo de cobertura seja pintado com cores claras, proporcionará aos usuários maior sensação térmica e bem-estar, visto que refletem o calor do sol e não absorvem tanto calor.

Entretanto, Santos (2018) começa apresentando uma desvantagem do telhado metálico em relação a deficiência térmica, onde durante o verão, converte-se em painéis radiantes que aquecem alcançando temperaturas superficiais superiores de 60°C.

Santos (2018) ainda complementa dizendo que para diminuir a temperatura do interior do edifício, são utilizados métodos de resfriamento que usam eletricidade. Isso aumenta significativamente a conta de luz.

Conforme declara Coutinho (2018), ao utilizar este tipo de telha, deve-se ficar atento aos efeitos do vento, pois o material é leve e corre o risco de ser arrancado se não estiver bem preso à estrutura.

Para Santos (2018), como o metal é sensível a ambientes corrosivos, é preciso ter cuidado na preparação da superfície e na proteção dos metais base. Santos (2018)

ainda afirma que, em termos estéticos, as telhas metálicas são inferiores em relação a outros tipos de coberturas.

Para Misaka (2021), a cobertura pode causar acúmulo de umidade e vazamento devido à condensação do ar. Além disso, pode causar incômodos acústicos audíveis em dias de chuva.

2.7.5 Telhado Verde

O telhado verde traz inúmeras vantagens para uma edificação, não é somente uma questão estética, vai muito além disso, esse sistema construtivo traz benefícios em relação a proteção do edifício, retenção da água da chuva, isolamento térmico, melhoria do ambiente climático, formação de microssistemas, entre outros. Com o intuito de comparar as principais vantagens e desvantagens do sistema de telhado verde, foi elaborada a Tabela 7 destacando os principais pontos abordados durante a pesquisa.

Tabela 7 - Comparativo entre as vantagens e desvantagens do Telhado Verde.

VANTAGENS TELHADO VERDE	
Referências	
BORGES (2018)	Agricultura dentro da cidade, produzindo o próprio alimento em sua residência.
BORGES (2018)	Proporcionam isolamento acústico e conforto através do substrato e plantas.
BORGES (2018)	Nova vida aos espaços abandonados.
SANTOS (2018)	Tem contribuição direta na diminuição da radiação solar e do clima ao seu redor na etapa de evapotranspiração, contribuindo com a diminuição da temperatura interna de edifícios em períodos quentes.
ROCHA (2020)	Contribui para a produção de efeitos estéticos que auxiliam na luta contra a poluição visual nas cidades.
RODRIGUES E CABRAL (2020)	Um maior controle da precipitação, reduzindo as enchentes.

RODRIGUES E CABRAL (2020)	Fazem a diferença em termos de vendas de imóveis, uma vez que casas com espaços verdes são mais valiosas em cidades maiores.
---------------------------	--

DESVANTAGENS TELHADO VERDE

Referências	
SANTOS (2018)	A instalação de telhados verdes requer mão de obra especializada, tanto na fase de planejamento como na de execução.
BORGES (2018)	Outro fator significativo é a manutenção, pois quando a vegetação natural é usada, se faz necessário tomar um cuidado extra para mantê-la saudável e para fornecer uma boa aparência estética.
ROCHA (2020)	Pode ocorrer a infestação de pragas e, em alguns casos, comer a vegetação não é recomendado.
RODRIGUES E CABRAL (2020)	Tem um alto custo inicial.
RODRIGUES E CABRAL (2020)	Como resultado da adesão a vários tipos de plantas e de se tornar mais pesado, ele requer uma manutenção especial.

Fonte: a autora (2022).

Sendo assim, Rocha (2020) descreve que a implantação de espaços verdes auxilia na luta contra a poluição visual nas cidades, levando uma sensação de bem-estar entre os moradores ou quem estiver perto.

Conforme expõe Borges (2018), as coberturas verdes permitem que seja produzido o próprio alimento sem precisar sair de casa, é tecnicamente possível e economicamente viável.

Rodrigues e Cabral (2020) cita que uma grande vantagem é o controle da precipitação, reduzindo as enchentes, isso devido a água pluvial tender a evaporar e apenas uma pequena quantidade atingir a superfície.

Segundo Santos (2018), os telhados verdes têm relação direta na diminuição da radiação solar e do clima ao seu redor na etapa de evapotranspiração, auxiliando na diminuição da temperatura na parte de dentro dos edifícios em épocas quentes e,

consequentemente, diminuindo a necessidade de aparelhos refrigeradores.

Rodrigues e Cabral (2020), acrescentam que devido ao ar ser mais frio perto desse tipo de cobertura, o telhado faz com que melhore a temperatura em épocas calorosas, também, esse sistema suga para si grandes quantidades de poluição e poeira, fazendo com que melhore a qualidade do ar.

De acordo com Borges (2018), utilizam as plantas e substratos para reduzir a transmissão de sons, que podem chegar até a 40 decibéis com apenas 12 centímetros de substrato.

Enfim, Rodrigues e Cabral (2020) mencionam que faz total diferença na valorização dos imóveis, uma vez que casas com espaços verdes são mais valiosas em cidades maiores.

Porém, há algumas desvantagens como cita Rocha (2020), no que diz respeito à ocorrência de infestação de pragas na vegetação e, em alguns casos, não se deve comer as plantas, pois elas podem absorver poluentes do ar.

Rodrigues e Cabral (2020) diz ainda que esse sistema construtivo tem um alto custo de instalação, pois devem reforçar toda a estrutura para aguentar o peso. Complementando, Santos (2018) diz que a instalação de telhados verdes deve ser realizada por mão de obra especializada, isso desde a fase de planejamento até a execução.

Em relação a manutenção dos telhados verdes, Rodrigues e Cabral (2020) dizem que por conta da adição de plantas, a estrutura precisa ser mais reforçada, com isso necessita de uma melhor manutenção. Borges (2018) completa que por conta de a vegetação natural ser usada, há uma necessidade maior de uma melhor assistência para a cobertura, a fim de mantê-la saudável e para fornecer uma boa estética.

3 METODOLOGIA

Inicialmente, foi feita a escolha do tema através de pesquisas realizadas na literatura, teses, dissertações e outros trabalhos científicos. Logo depois, foram estabelecidas as questões de pesquisa e objetivos gerais e específicos.

Para o desenvolvimento deste estudo, foi feita uma revisão bibliográfica, com o auxílio de fontes confiáveis, apresentando a origem dos telhados, seus conceitos e uma análise das vantagens e desvantagens de cada sistema construtivo. Por fim, o método de avaliação de dados dos sistemas construtivos a serem comparados, bem como as análises entre os valores obtidos, são apresentados.

3.1 Coleta de Dados

3.1.1 Análise Comparativa

Na análise comparativa das vantagens e desvantagens foi feita uma comparação entre os telhados cerâmicos, de fibrocimento, de concreto, metálicos e verde de acordo com a discussão de vários autores, com o intuito de relatar qual sistema construtivo tem o melhor custo-benefício para uma edificação.

O processo de composição de custos começou com o exame detalhado dos telhados e seu levantamento quantitativo. Como base para o cálculo dos custos, foi utilizado o sistema nacional de pesquisa de custos e índices da construção civil (SINAPI), com vigência de outubro/2022. Esta tabela foi escolhida por abranger vários serviços envolvidos na construção de sistemas convencionais de cobertura, bem como a composição de mão de obra, de materiais e equipamentos.

O custo de cada um dos materiais foi calculado por metro quadrado, com o valor decomposto em material e mão de obra. Logo após, foram realizadas avaliações quantitativas de cada um dos projetos utilizando a mesma unidade de medição a fim de estabelecer o preço total do telhado e, por último, o custo por metro quadrado de cada um dos tipos de telhados.

Para isso, uma tabela foi criada com um resumo da composição de custos de cada cobertura, como mostrado no modelo abaixo (Tabela 8). A primeira coluna representa o código do item do material na tabela SINAPI, já na segunda coluna foi

representada a descrição do material, a terceira mostra as unidades de medida, a quarta coluna mostra de acordo com a tabela de composição de custos os coeficientes para cada material que são utilizados para fazer 1,00 m², ainda na quinta coluna expõe o preço unitário de cada insumo de acordo com sua unidade de medida e, por fim, multiplicando o preço unitário pelo coeficiente, tem-se o custo total do material na sexta coluna.

Tabela 8 - Modelo de Tabela de Análise de Dados.

Tabela X. Custo Dos Telhados					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	COEFICIENTE	PREÇO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL/M ²
Ref.	Descrição do telhado...	X	X	X	X
TOTAL (R\$)					X

Fonte: a autora (2022).

3.2 Análise de Dados

Os dados foram analisados fazendo uma comparação com os dados coletados em cada uma das tabelas. Foi realizada uma análise do custo de cada um dos telhados por metro quadrado para cada tipo de cobertura. A Tabela 9 abaixo mostra o modelo na qual foi aplicado.

Apenas o custo do telhado foi considerado, sem levar em conta o impacto ou custo do restante da edificação.

Tabela 9 - Modelo de Tabela de Análise de Dados.

TELHADO	DESCRIÇÃO	CUSTO/M ²
Tipo Telhado...	X	X

Fonte: a autora (2022).

Além disso, para análise, um gráfico com valores, como mostrado no Gráfico 1, foi usado para mostrar a comparação direta entre as coberturas. Essa proporção foi calculada comparando o telhado mais barato com os outros.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo foram apresentados os resultados e as discussões dos respectivos tipos de coberturas estudados. Os resultados foram apresentados a partir de cálculos realizados tendo por base o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices de Construção Civil (SINAPI) não desonerado, frequentemente utilizado como parâmetro de cálculo pela Caixa Econômica Federal (CEF) para o desenvolvimento de projetos.

4.1 Análise Comparativa: Custo-Benefício

Para a elaboração da pesquisa foram coletados dados de cinco tipos de sistemas de coberturas: telhado cerâmico, telhado de fibrocimento, telhado de concreto, telhado metálico e telhado verde. O estudo examinou as vantagens e desvantagens de cada sistema, captando qual o melhor custo benefício para implantação em um projeto.

4.1.1 Telhado Cerâmico

A tabela correspondente ao telhado cerâmico (Tabela 10) apresenta o orçamento por m² com as suas respectivas descrições, unidade, coeficiente, preço unitário e o custo total do orçamento. O cálculo incluiu também os custos com mão de obra: servente, telhadista e insumos, todos com os seus encargos complementares de acordo com a composição analítica da Tabela Sinapi (outubro – 2022) do telhado cerâmico.

Tabela 10 - Custo para Implantação do Telhado Cerâmico.

TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL, TIPO COLONIAL, COM ATÉ 2 ÁGUAS (94201)					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	COEFICIENTE	PREÇO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL/m ²
7173	Telha de barro/cerâmica, não esmaltada, tipo colonial, canal, plan, paulista, comprimento de *44 a 50* cm, rendimento de cobertura de *26* telhas/m ² .	MIL	0,0275000	R\$ 1.570,00	R\$ 43,17
88316	Servente com encargos complementares.	H	0,3990000	R\$ 18,02	R\$ 7,18
88323	Telhadista com encargos complementares.	H	0,1330000	R\$ 24,60	R\$ 3,27
93281	Guincho elétrico de coluna, capacidade 400 kg, com moto freio, motor trifásico de 1,25 cv - chp diurno. af_03/2016.	CHP	0,0372000	R\$ 27,13	R\$ 1,00
93282	Guincho elétrico de coluna, capacidade 400 kg, com moto freio, motor trifásico de 1,25 cv - chi diurno. af_03/2016.	CHI	0,0516000	R\$ 26,34	R\$ 1,35
TOTAL (R\$)					R\$ 55,97

Fonte: a autora (2022).

Nota-se, por meio da tabela orçamentária acima que, para a utilização do telhado cerâmico, detém-se um custo total de R\$55,97 por m² nas edificações, considerando a compra de telhas, contratação de serventes, telhadistas e a utilização de guincho elétrico com capacidade de 400KG.

4.1.2 Telhado de Fibrocimento

Na Tabela 11, relacionada ao telhado de fibrocimento, apresenta descrições apresentadas na tabela correspondem as seguintes composições de estrutura do projeto: Cobertura com telha ondulada de fibrocimento 6mm, com recobrimento lateral de ¼ de onda para telhado com inclinação maior que 10°, com até 2 águas. A tabela 10 apresenta também o orçamento por m² com as suas respectivas descrições, unidade, coeficiente, preço unitário e o custo total do orçamento.

Tabela 11 – Custo para Implantação do Telhado de Fibrocimento.

TELHAMENTO COM TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO E = 6 mm, COM RECOBRIMENTO LATERAL DE ¼ DE ONDA PARA TELHADO COM INCLINAÇÃO MAIOR QUE 10°, COM ATÉ 2 ÁGUAS (94207)					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	COEFICIENTE	PREÇO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL/m ²
1607	Conjunto arruelas de vedação 5/16" para telha fibrocimento (uma arruela metálica e uma arruela pvc – cônicas).	CJ	1,2700000	R\$ 0,32	R\$ 0,40
4302	Parafuso zincado rosca soberba, cabeça sextavada, 5/16 "x 250 mm, para fixação de telha em madeira.	UN	1,2700000	R\$ 4,94	R\$ 6,27
7194	Telha de fibrocimento ondulada e = 6 mm, de 2,44 x 1,10 m (sem amianto).	M ²	1,2750000	R\$ 22,82	R\$ 29,09
88316	Servente com encargos complementares.	H	0,1500000	R\$ 18,02	R\$ 2,70
88323	Telhadista com encargos complementares.	H	0,1150000	R\$ 24,60	R\$ 2,82
93281	Guincho elétrico de coluna, capacidade 400 kg, com moto freio, motor trifásico de 1,25 cv – chp 53iuron. Af_03/2016.	CHP	0,0050000	R\$ 27,13	R\$ 0,13
93282	Guincho elétrico de coluna, capacidade 400 kg, com moto freio, motor trifásico de 1,25 cv – chi 53iuron. Af_03/2016.	CHI	0,0069000	R\$ 26,34	R\$ 0,18
TOTAL (R\$)					R\$ 41,59

Fonte: a autora (2022).

Acima, o cálculo do orçamento da cobertura de fibrocimento incluiu, além dos insumos, o gasto com a mão de obra: telhadista e servente, todos com os seus encargos complementares de acordo com a composição analítica da Tabela Sinapi (outubro – 2022) do telhado de fibrocimento, totalizando um custo orçamentário de R\$41,59 por m².

4.1.3 Telhado de Concreto

No que se refere ao telhamento com telha de concreto de encaixe, com até 2 águas, a Tabela 12 abaixo apresentará o custo por m² com as suas respectivas descrições, unidade, coeficiente, preço unitário e o custo total do orçamento. Além dos insumos, calculou-se também a contratação de servente e telhadista embasadas pela composição analítica da Tabela Sinapi (outubro – 2022).

Tabela 12 - Custo para Implantação do Telhado de Concreto.

TELHAMENTO COM TELHA DE CONCRETO DE ENCAIXE, COM ATÉ 2 ÁGUAS (94189)					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	COEFICIENTE	PREÇO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL/m ²
40741	Telha de concreto tipo clássica, cor cinza, comprimento de *42* cm, rendimento de *10* telhas/m ² .	UN	11,48400	R\$ 2,54	R\$ 29,16
88316	Servente com encargos complementares.	H	0,15300	R\$ 18,02	R\$ 2,75
88323	Telhadista com encargos complementares.	H	0,04200	R\$ 24,60	R\$ 1,03
93281	Guincho elétrico de coluna, capacidade 400 kg, com moto freio, motor trifásico de 1,25 cv - chp diurno. af_03/2016.	CHP	0,01550	R\$ 27,13	R\$ 0,42
93282	Guincho elétrico de coluna, capacidade 400 kg, com moto freio, motor trifásico de 1,25 cv - chi diurno. af_03/2016.	CHI	0,02150	R\$ 26,34	R\$ 0,56
TOTAL (R\$)					R\$ 33,92

Fonte: a autora (2022).

Averiguou-se por meio da Tabela acima, que o custo total por m² utilizando a telhado de concreto, insumos e mão de obra, resultou no valor de R\$33,92 por m².

4.1.4 Telhado Metálico

O telhamento com telha de aço/alumínio E= 0,5 mm, com até 2 águas está representado na Tabela 13, apresentando também o custo por m² com as suas respectivas descrições, unidade, coeficiente, preço unitário e o custo total do orçamento. Não obstante, encontra-se inerentes aos cálculos o servente e telhadista com encargos complementares, segundo a composição analítica da Tabela Sinapi (outubro – 2022).

Tabela 13 - Custo para Implantação do Telhado Metálico.

TELHAMENTO COM TELHA DE AÇO/ALUMÍNIO E = 0,5 mm, COM ATÉ 2 ÁGUAS (94213)					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	COEFICIENTE	PREÇO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL/m ²
7243	Telha trapezoidal em aço zincado, sem pintura, altura de aproximadamente 40 mm, espessura de 0,50 mm e largura útil de 980 mm.	M ²	1,1660000	R\$ 48,37	R\$ 56,39
11029	Haste reta para gancho de ferro galvanizado, com rosca 1/4 " x 30 cm para fixação de telha metálica, inclui porca e arruelas de vedação.	CJ	4,1500000	R\$ 2,44	R\$ 10,12
88316	Servente com encargos complementares.	H	0,0970000	R\$ 18,02	R\$ 1,74
88323	Telhadista com encargos complementares.	H	0,0910000	R\$ 24,60	R\$ 2,23
93281	Guincho elétrico de coluna, capacidade 400 kg, com moto freio, motor trifásico de 1,25 cv - chp diurno. af_03/2016.	CHP	0,0009000	R\$ 27,13	R\$ 0,02
93282	Guincho elétrico de coluna, capacidade 400 kg, com moto freio, motor trifásico de 1,25 cv - chi diurno. af_03/2016.	CHI	0,0013000	R\$ 26,34	R\$ 0,03
TOTAL (R\$)					R\$ 70,53

Fonte: a autora (2022).

De acordo com a tabela acima, o orçamento total por m² referente a utilização de telhado metálico, juntamente com insumos e mão de obra, totalizou R\$70,53 por m².

4.1.5 Telhado Verde

Na tabela corresponde ao telhado verde (Tabela 14) apresenta o orçamento por m² com as suas respectivas descrições, unidade, coeficiente, preço unitário e o custo total do orçamento da impermeabilização de superfície com manta asfáltica, uma camada, inclusive m² aplicação de primer asfáltico, E=3 mm. Assim como os insumos e mão de obra: ajudante especializado e Impermeabilizador, todos com os seus encargos complementares de acordo com a composição analítica da Tabela Sinapi (outubro – 2022).

Tabela 14 - Custo para Implantação Impermeabilização.

IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM MANTA ASFÁLTICA, UMA CAMADA, INCLUSIVE m ² APLICAÇÃO DE PRIMER ASFÁLTICO, E=3 mm. (98546)					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	COEFICIENTE	PREÇO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL/m ²
511	Primer para manta asfáltica a base de asfalto modificado diluído em solvente, aplicação a frio.	L	0,6150000	R\$ 16,50	R\$ 10,14
4014	Manta asfáltica elastomérica em poliéster 3 mm, tipo III, classe b, acabamento pp (nbr 9952).	M ²	1,1250000	R\$ 51,36	R\$ 57,78
4226	Gás de cozinha – glp.	KG	0,2600000	R\$ 8,80	R\$ 2,28
88243	Ajudante especializado com encargos complementares.	H	0,1920000	R\$ 19,92	R\$ 3,82
88270	Impermeabilizador com encargos complementares.	H	0,9480000	R\$ 25,14	R\$ 23,83
TOTAL (R\$)					R\$ 97,85

Fonte: a autora (2022).

De acordo com a Tabela acima, o orçamento total por m², insumos e mão de obra especializada, totalizou R\$97,85 por m². A Tabela 15 corresponde ao orçamento do custo para implantação do filtro drenante, levando em consideração descrições, unidade, coeficiente, preço unitário e o custo total do orçamento m².

Tabela 15 - Custo para Implantação do Filtro Drenante.

GEOTÊXTIL NÃO TECIDO 100% POLIÉSTER, RESISTÊNCIA A TRAÇÃO DE 14 KN/M (RT - m ² 14), INSTALADO EM DRENO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. (102713)					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	COEFICIENTE	PREÇO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL/m ²
4021	Geotêxtil não tecido agulhado de filamentos contínuos 100% poliéster, resistência a tração = 14 kn/m.	M ²	1,2105000	R\$ 9,05	R\$ 10,95
88309	Pedreiro com encargos complementares.	H	0,0049000	R\$ 25,14	R\$ 0,12
88316	Servente com encargos complementares.	H	0,0148000	R\$ 18,02	R\$ 0,26
TOTAL (R\$)					R\$ 11,33

Fonte: a autora (2022).

De acordo com a tabela acima, o orçamento total por m², insumos e mão de obra: pedreiro e servente com encargos complementares corresponderam ao valor de R\$11,33 por m². Ademais, também se fazia necessário realizar o cálculo do custo para a implantação do substrato e vegetação, considerando descrições, unidade, coeficiente, preço unitário e o custo total do orçamento m² na Tabela 16, abaixo:

Tabela 16 - Custo para Implantação Do Substrato e Vegetação.

PLANTIO DE GRAMA EM PAVIMENTO CONCREGRAMA. (98503)					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	COEFICIENTE	PREÇO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL/m ²
3322	Grama esmeralda ou São Carlos ou curitibana, em placas, sem plantio.	M ²	0,6372000	R\$ 12,75	R\$ 8,12

7253	Terra vegetal (granel).	M ³	0,0446000	R\$ 222,85	R\$ 9,93
88316	Servente com encargos complementares.	H	0,1923000	R\$ 18,02	R\$ 3,46
88441	Jardineiro com encargos complementares.	H	0,0481000	R\$ 22,22	R\$ 1,06
TOTAL (R\$)					R\$ 22,57

Fonte: a autora (2022).

Segundo a Tabela 16, o orçamento total por m², insumos e incluindo também jardineiro e servente com seus encargos complementares corresponderam ao custo de R\$22,57 por m². Sendo assim, na Tabela 17, traremos o somatório de todos os custos para a implantação do telhado verde, Veja a seguir:

Tabela 17 – Custo Total para Implantação Do Telhado Verde.

SISTEMA DE COBERTURA - TELHADO VERDE (m²)		
ITEM	DESCRIÇÃO	CUSTO TOTAL/m²
98546	Impermeabilização de superfície com manta asfáltica, uma camada, inclusive m2 aplicação de primer asfáltico, e=3mm.	R\$ 97,85
102713	Geotêxtil não tecido 100% poliéster, resistência a tração de 14 kn/m (rt - m2 14), instalado em dreno - fornecimento e instalação.	R\$ 11,33
98503	Plantio de grama em pavimento concregrama.	R\$ 22,57
TOTAL (R\$)		R\$ 131,75

Fonte: a autora (2022).

Portanto, considerando a impermeabilização de superfície asfáltica, geotêxtil não tecido 100% e o plantio de grama em pavimento concregrama, resultou em um custo total de R\$131,75 por m².

4.2 Análise dos Resultados

Para realização da análise dos resultados, realizamos a somatória do custo total de cada telhado analisado neste estudo: telhado cerâmico, telhado de fibrocimento, telhado de concreto, telhado metálico e telhado verde, com vistas a averiguarmos seus respectivos custos. Vejamos a Tabela 18, abaixo:

Tabela 18 - Tabela de Análise dos Resultados.

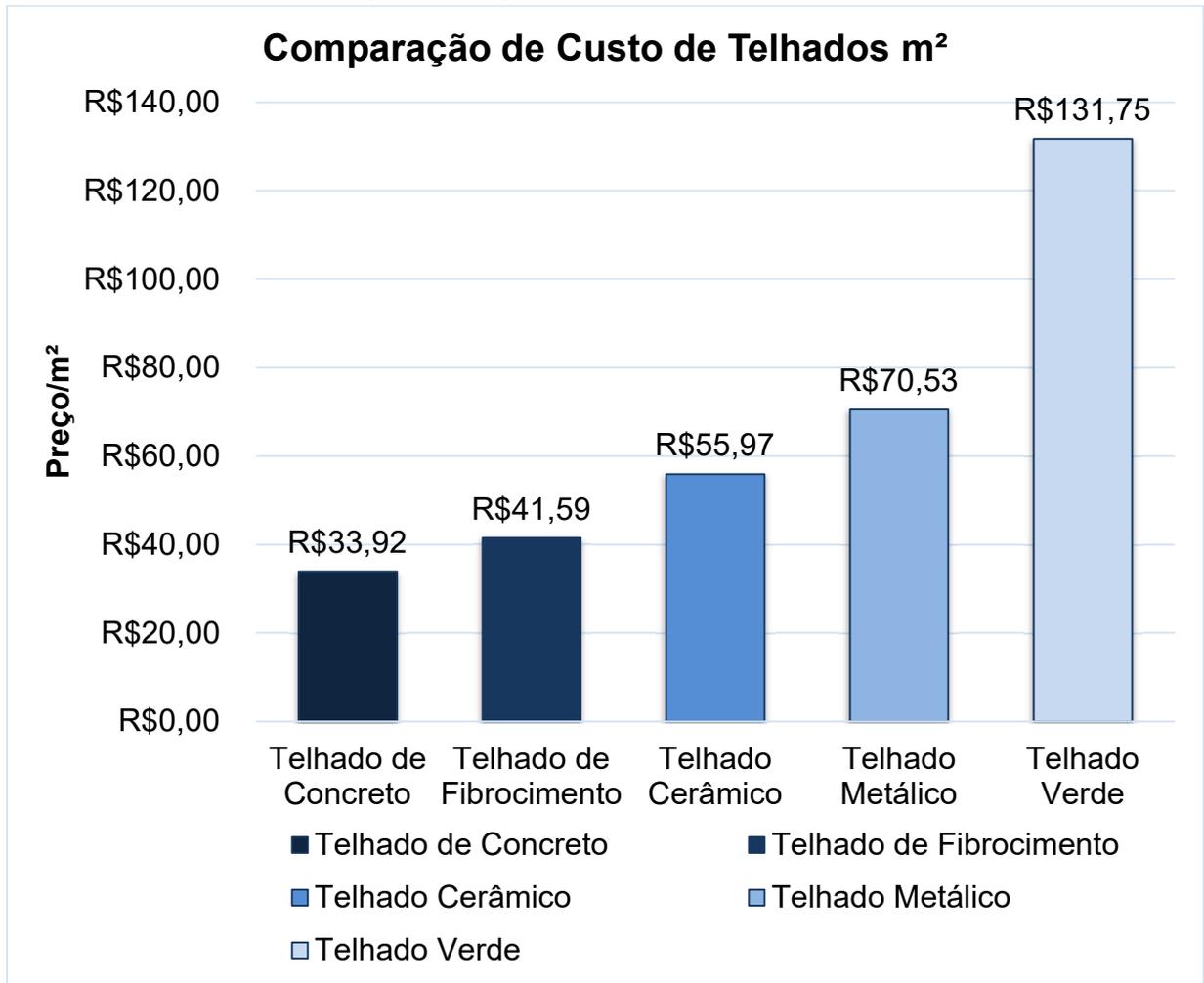
TELHADO	DESCRIÇÃO	CUSTO/m²
TELHADO CERÂMICO	Telhamento com telha cerâmica capa-canal, tipo colonial, com até 2 águas.	R\$ 55,97
TELHADO DE FIBROCIMENTO	Telhamento com telha ondulada de fibrocimento e = 6 mm, com recobrimento lateral de ¼ de onda para telhado com inclinação maior que 10°, com até 2 águas.	R\$ 41,59
TELHADO DE CONCRETO	Telhamento com telha de concreto de encaixe, com até 2 águas.	R\$ 33,92
TELHADO METÁLICO	Telhamento com telha de aço/alumínio e = 0,5 mm, com até 2 águas.	R\$ 70,53
TELHADO VERDE	Sistema de cobertura – telhado verde (m ²).	R\$ 131,75

Fonte: a autora (2022).

Foram analisados e orçados cinco tipos de telhados como verificamos na tabela acima, os quais corresponderam aos custos estimados por m², sendo: (1) o telhado cerâmico a R\$55,97, (2) o telhado de fibrocimento R\$41,59, (3) o telhado de concreto R\$33,92, (4) telhado metálico R\$70,53 e por último (5) o telhado verde R\$131,75.

Ademais, com o objetivo de analisarmos o telhado com maior-custo benefício em reais, utilizaremos o Gráfico 1 a seguir:

Gráfico 1 – Gráfico de Análise de Dados .



Assim, nota-se que o telhado de concreto possui o menor preço dentre todos, seguido pelo telhado de fibrocimento, depois pelo telhado cerâmico, posteriormente pelo telhado metálico e por último, sendo o telhado de maior custo o telhado verde.

O telhado de concreto, embora apresente o melhor custo-benefício, aumentam a temperatura das edificações (BARROS, 2020). Enquanto, o telhado de fibrocimento, demonstram fragilidade, detendo de maiores chances de danificação e por isso, demandam maior cuidado na fixação e acabamento. E assim como o telhado de concreto, o fibrocimento também absorvem o calor (BOETTGER, 2018).

Já o telhado cerâmico, absorvem um pouco de água e sua resistência as adversidades climáticas é considerada mediana. (COSTA, 2017). Enquanto, o telhado metálico, embora seja um material resistente este, por sua vez, também é condutor de calor, elevando a temperatura da edificação (COUTINHO, 2018).

O telhado verde, embora apresente maior custo orçamentário, devido requerer produtos e mão de obra especializada e maiores cuidados com o tratamento da vegetação. O telhado verde, se comparado dentre todos os outros, detém a maior recomendação de seu uso nas edificações, pois agrega benefícios ao meio ambiente. Tais como: a diminuição da poluição e melhora a qualidade do ar, pois a vegetação absorve as substâncias tóxicas e libera oxigênio na atmosfera. Além do combate ao efeito de ilhas de calor nas grandes cidades, melhora o isolamento térmico e acústico nas edificações, assim como também diminui a possibilidade de enchentes, visto que retém a água da chuva, preservando de o excesso não irem as ruas (MISAKA, 2021).

Em suma, embora o telhado verde compreenda um maior custo para as edificações, este beneficia tanto os indivíduos em sociedade, quanto ao meio ambiente. Desse modo, averigua-se que mesmo apresentando o maior custo orçamentário, o telhado verde remete em maior bem-estar para a população, sendo compensatório o maior investimento.

5 CONCLUSÃO

A partir da análise comparativa entre o sistema de cobertura verde e o convencional, percebe-se que o custo do telhado verde é maior que o do telhado convencional, todavia os benefícios são maiores a longo prazo. Considerando a longa vida útil do telhado e os baixos requisitos de manutenção, o alto custo inicial é mitigado com o tempo.

Pode-se afirmar também que tanto o telhado de concreto quando o de fibrocimento são as opções mais econômicas dos convencionais, pois ambos custam menos do que outros materiais de cobertura. Eles fornecem boas características econômicas para a mesma área coberta por metro quadrado. Logo em seguida tem as coberturas em telha cerâmica e metálica, cada uma delas tem diferentes prós e contras.

Observando todos os pontos destacados neste estudo, é acertado que as descobertas deste estudo indicam a necessidade de uma pesquisa dos telhados verdes mais detalhada. Como esta tendência é popular em todo o mundo e já é implementada em muitas cidades, é crucial que os estudos adicionais sobre suas vantagens como substituto de telhados convencionais sejam realizados. Isso porque a substituição de telhados por esses materiais ecológicos melhora o campo geral da construção civil.

6 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Portanto, espera-se que este estudo, servir de alavanca para pesquisas futuras adotarem a tecnologia sustentável, e ajudar na escolha do melhor tipo construtivo, como por exemplo:

- Realizar análises posteriores que podem ser feitas aumentando a variedade de telhados e incluindo os preços de implementação da estrutura e manutenção delas, a fim de permitir a escolha mais adequada aos seus propósitos.
- O estudo da influência da umidade do desempenho e durabilidade dos sistemas de cobertura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Mayra Cristina Soares de. **Análise da Eficiência Térmica de Diferentes Coberturas de Centros Comerciais no Centro de Barra do Garças-MT.** 2020. 70 f. TCC (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Mato Grosso, Campus Universitário do Araguaia, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Barra do Garças, 2020.

BARROS, Giovana Helena Aquino de. **Utilização de Rejeitos de Quartzito do Município de Guapé-Mg como Agregado na Produção de Telhas de Concreto.** 2020. 51p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Centro Universitário do Sul de Minas, 2020.

BEZERRA, Johan Carlos. **Telhados Verdes: Métodos de Pesquisa e Propriedades.** 2018. 35f. Artigo Científico. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

BOETTGER, Gabriela Correa; MARTINS, Peter Mendes. **Estudo Comparativo entre Telhas Onduladas de Fibrocimento e Telhas Onduladas Ecológicas.** , 2018. 53p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) -Tubarão, Universidade do Sul de Santa Catarina, 2018.

BORGES, Hellen Heloyze dos Santos. **A Utilização do Telhado Verde na Construção Civil como Alternativa para Diminuição dos Impactos Ambientais** 2018. 74 f. TCC (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Mato Grosso, Campus Universitário do Araguaia, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Barra do Garças, 2018.

BREJÃO, Antonio Sérgio. **Reaproveitamento de Resíduos da Área de Semicondutores na Indústria de Telhas de Concreto.** 2017. 157p. Doutorado (Engenharia de Produção) - Universidade Paulista, São Paulo, 2017.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **SINAPI: Cadernos Técnicos De Composições Para Cobertura – Telhamento.** Belo Horizonte. CAIXA, 2022. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-lote1-habitacao-fundacoes-estruturas/SINAPI_CT_COBERTURA_TELHAMENTO_09_2022.pdf. Acesso em: 19 nov. 2022.

_____. **SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil: Preços de Insumos.** Belo Horizonte. CAIXA, 2022.

_____. **SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil: Custos de Composições Analítico.** Belo Horizonte. CAIXA, 2022.

CARVALHO, Gustavo Medina de. **Proposta Técnica e Econômica da Implantação de um Sistema de Telhado Verde.** 2017. Projeto de Graduação. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

CARVALHO, Humberto Garcia de. **Materiais de Cobertura e suas Associações a Forros e Materiais Isolantes no Ambiente Térmico de Protótipos Abertos e Fechados com Vistas a Produção de Frangos de Corte em Clima Quente.** 2013. 108 f. Tese (Doctor Scientiae em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

COSTA, Mariane Rodrigues. **Estudo Comparativo entre a Telha Cerâmica Paulista e a Telha de Concreto Clássica.** 2017. 71p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Centro Universitário de Formiga - UNIFOR-MG. 2017.

COUTINHO, Anderson Luiz Machado. **Telhados de Edificações Habitacionais.** 2018. 128p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenheiro Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia do Curso de Engenharia Civil, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2018.

DIAS, Alexandra da Silva. **Avaliação do Desempenho Térmico de Coberturas Metálicas Utilizadas em Edificações Estruturadas em Aço.** 2011. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Civil) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

GALINDO, Amanda dos Santos. **Eficiência Energética de Telhados no Brasil.** 2015. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

GONÇALVES, Thayane Barreira. **Análise de Desempenho Térmico Segundo a NBR 15.575/2013 em Protótipos em Palmas-TO:** Comparação entre a Telha Cerâmica e a Telha de Concreto. 2020. 61f. Monografia (Curso de Engenharia Civil), Universidade Federal do Tocantins, Palmas- TO, 2020.

MACÊDO, Arlan Teodódio; MARTINS, Maria de Fátima. A Sustentabilidade Urbana sob a Ótica da Construção Civil: Um Estudo nas Empresas Construtoras de Campina Grande-PB. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 4, n. 1, p. 139-157, 2015.

MAGALHÃES, Rhayck Jordan. **Desempenho Térmico de Telhas:** Um Estudo Comparativo entre Telhas Ecológicas e Telhas De Fibrocimento. 2018. 53p. Trabalho de conclusão de Curso (Curso de Engenharia Civil) - Faculdade Evangélica de Goianésia, Goianésia, GO, 2018.

MARQUES, Vinicius Martins et al. **Telhas de Fibrocimento Utilizadas na Construção Civil:** Análise do Ciclo de Vida. **Materiais de Construção Sustentáveis**, v. 1, p. 249-260, 2014.

MELO, Pedro Henrique Alves de. **Telhado Verde uma Alternativa para Construções Sustentáveis:** Análise Comparativa com Telhados de Cerâmica e Fibrocimento. 2017. 33 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Centro Universitário – Cesmac, 2017.

MISAKA, Bernardo Lyoh Sugawara. **Avaliação do Conforto Térmico entre os Sistemas de Telhado Verde, Ecológico e Convencional**. 2021. 87p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Pampa, Curso de Engenharia Civil, Alegrete, 2021.

MOURÃO, Nadja Maria. Cerâmica: Um Patrimônio Cultural do Vale do Jequitinhonha. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 17936-17954, 2021.

OLIVEIRA, Sílvia Helena Rêgo de. **Telhado Verde: Uma Possibilidade Sustentável**. 2019. 65f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2019.

ORTEGA, Sebastião Gerson. Sustentabilidade na Construção Civil: Significados, Práticas e Ideologia. **Organizações e Sustentabilidade**, v. 2, n. 1, p. 112-137, 2014.

PEREIRA, Celio Dias; SIQUEIRA, Wanderson Ferreira. **Desempenho Térmico de Coberturas de Fibrocimento em Estado Natural e Submetidas a Pintura de Cor Branca**. 2019. 85p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Civil) - UniEvangélica, Anápolis, GO, 2019.

QUEIROZ, Lucas Rêgo de et al. **Análise dos Esforços Gerados por Diferentes Tipos de Telhas Cerâmicas nas Vigas que Compõem Estruturas de Telhado**. Anais da II Semana das Engenharias Ambiental e Civil, v. 16, n. 30, p. 75. 2020.

RIBEIRO, Ricardo Sypriano; SILVESTRI, Edvaldo. **Pegada Hídrica: Estudo de Caso sobre Telhas Cerâmicas**. Engenharia Civil-Tubarão, 2017. 62p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade do Sul de Santa Catarina, 2017.

ROCHA, Ranny Scarllet Tavares Marcolino da. **Desempenho Térmico de Telhado Verde Ecológico de Baixo Custo em Clima Semiárido**. 2020. 134f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2020.

RODRIGUES, Bruno Vinicius; CABRAL, Rafaela Paulina dos Santos. **Telhado Verde: Análise Comparativa entre Telhado Verde e Telhado Convencional**. 2020, 47p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade Evangélica de Goianésia. 2020.

SANTOS, Fabyano Souza. **Análise Comparativa dos Custos de Diferentes Formas de Cobertura**. 2019. 75 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade do Sul de Santa Catarina, Pedra Branca, 2019.

SANTOS, José Alexandre Sousa; JUNIOR, Adilson Côrte Souza. **Comparativo entre a Viabilidade Econômica da Utilização de Estruturas de Madeira e Estruturas Metálicas para Telhado de Habitação de Interesse Social em Alta Floresta-MT**. Repositório de TCC, 2022.

SANTOS, Layla Carrijo dos. **Análise do Custo Benefício da Implantação do Sistema Construtivo de Telhado Verde em uma Edificação no Município de Barra do Garças-MT.** 2018. 93 f. TCC (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Mato Grosso, Campus Universitário do Araguaia, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Barra do Garças, 2018.

SANTOS, Tarcísio dos; SCHLICKMANN, Henrique. **Análise de Viabilidade de Treliça Metálica Plana para Cobertura de Galpão.** 2019. 22 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Faculdade Engenharia Mecânica) - FUCAP, 2019.

SANTOS, Wellington dos Anjos. **Residência Com Captação De Água Da Chuva: As Influências de uma Cobertura Ideal.** 2021. 55p. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) - Centro Universitário AGES. 2021.

SCHMITT, Eduardo Jardel. **Estudo da Viabilidade Econômica e dos Benefícios do Emprego da Técnica Construtiva Telhado Verde.** 2020. 71 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenheiro Civil) - Universidade Regional Do Noroeste Do Estado Do Rio Grande Do Sul – Unijui, 2020.

SILVA, Geórgia Karen Dias. **Estudo e Análise de Sistemas de Cobertura para Habitação de Interesse Social na Cidade de Montes Claros-MG Considerando Parâmetros de Sustentabilidade.** 2017. 57f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Produção e Gestão do Ambiente Construído) - Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2017.

SILVA, Marina Constante; DUARTE, Sheila. **Concepção e Projeto de Métodos Construtivos Sustentáveis: Aplicação de Telhado Verde e Aproveitamento de Água Pluvial em um Ambiente Escolar.** 2017. 97 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2017.

SOUSA, Heron Viterbre Debique et al. Os Benefícios do Telhado Verde e a sua Utilização pela Construção Civil. **Revista De Engenharia e Tecnologia**, v. 13, n. 2, 2021.

SOUZA, Carlos Henrique Costa de. **Estudo Comparativo de Telhado com Telha de Fibrocimento e Telhado com Telha de Concreto em Locais com Incidência de Granizo.** 2019, 66p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) Universidade do Sul de Santa Catarina, Pedra Branca, 2019.

TONOLI, Gustavo Henrique Denzin. **Aspectos Produtivos e Análise do Desempenho do Fibrocimento sem Amianto no Desenvolvimento de Tecnologia para Telhas Onduladas.** 2006. 165p. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

VIEIRA, Guilherme Lima. **Análise da Temperatura e do Escoamento de Água Pluvial em Protótipo de Telhado Verde em Relação aos Telhados**

Convencionais. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.