

INSTITUTO FEDERAL DA BAHIA - CAMPUS SALVADOR
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO EDIFICAÇÕES

ÁLISSON CONCEIÇÃO SANTOS
CRISTIANA SANTOS RAMOS
VITÓRIA MARIA DOS SANTOS GOMES

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS ENTRE TELHADO
CERÂMICO E TELHADO VERDE EXTENSIVO COMO SOLUÇÃO
SUSTENTÁVEL PARA HABITAÇÕES DE CLASSE MÉDIA EM
SALVADOR.**

SALVADOR
2023

**ÁLISSON CONCEIÇÃO SANTOS
CRISTIANA SANTOS RAMOS
VITÓRIA MARIA DOS SANTOS GOMES**

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS ENTRE TELHADO
CERÂMICO E TELHADO VERDE EXTENSIVO COMO SOLUÇÃO
SUSTENTÁVEL PARA HABITAÇÕES DE CLASSE MÉDIA EM
SALVADOR.**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao IFBA -
Campus Salvador, como requisito parcial para obtenção
do grau de Técnico em Edificações.

Orientador (a): Profa. Dra. Regina Maria Cunha Leite

SALVADOR
2023

INSTITUTO FEDERAL DA BAHIA - CAMPUS SALVADOR
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO EDIFICAÇÕES

ÁLISSON CONCEIÇÃO SANTOS
CRISTIANA SANTOS RAMOS
VITÓRIA MARIA DOS SANTOS GOMES

ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS ENTRE TELHADO
CERÂMICO E TELHADO VERDE EXTENSIVO COMO SOLUÇÃO
SUSTENTÁVEL PARA HABITAÇÕES DE CLASSE MÉDIA EM
SALVADOR.

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Técnico em Edificações pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, pela seguinte banca examinadora:

Orientadora: Regina Maria Cunha Leite

Titulação: Doutora em Gestão e Tecnologia Industrial - SENAI - CIMATEC

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - *Campus Salvador*.

1º participante da banca: Leandro Ferreira de Souza

Titulação: Mestre em Arquitetura e Urbanismo UFBA

2º participante da banca: Marilda Ferreira Guimarães

Titulação: Mestre em Engenharia Ambiental Urbana UFBA

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - *Campus Salvador*.

Salvador, 29 de Agosto de 2023

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer a Deus pela força e por sempre estar presente, sem ele esse sonho não seria possível. Agradecer, do fundo do coração, aos amigos que se tornaram uma segunda família e transformaram dias de caos em risadas, apoio em conforto e calma e encorajamento para concluir este ciclo. Aos nossos pais por sonharem com essa conquista ao nosso lado, segurando nossas mãos em momentos sombrios e que dava vontade de desistir, nos lembrando que o céu é o limite e somos capazes de alcançar nossos sonhos, independente de quais sejam eles. Agradecer aos professores pela dedicação, ensinamentos para vida e afeto dentro da instituição.

Como diz a música The Climb – Miley Cyrus: “Ain't about how fast I get there / Ain't about what 's waiting on the other side / It's the climb”. Tradução: “O importante não é o quão rápido eu vou chegar lá / O importante não é o que está esperando do outro lado / É a escalada.”

SANTOS, Álisson C; RAMOS, Cristiana; GOMES, Vitória. ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS ENTRE TELHADO CERÂMICO E TELHADO VERDE EXTENSIVO COMO SOLUÇÃO SUSTENTÁVEL PARA HABITAÇÕES DE CLASSE MÉDIA EM SALVADOR. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Edificações), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – *Campus* Salvador, Salvador, 2023.

RESUMO

É perceptível a grande mudança que ocorreu no mundo, e na construção civil não é diferente. Com essa crescente evolução dos centros urbanos, que foi pensada para acompanhar os avanços de cada época, a qualidade de vida da população e o meio ambiente foram impactados de forma negativa. Tendo em vista estes problemas, a área da construção civil vem buscando cada vez mais trazer o conceito de sustentabilidade em suas construções, afinal, os seus projetos tem pensado no mundo e nos seres humanos como um todo. Neste sentido, o Telhado Verde ou Cobertura Verde, tornou-se uma boa opção no quesito sustentabilidade, uma vez que, a principal característica dele é a vegetação composta nos materiais de instalação, trazendo como benefícios: conforto termo acústico no interior da edificação, qualidade do ar e diminuição das ilhas de calor. Com isso, o presente trabalho tem o intuito de explorar o conceito de Telhado Verde e tudo que engloba este tipo de cobertura e fazer um levantamento de custos com o Telhado Cerâmico, analisando a viabilidade de implantação do Telhado Verde em habitações populares de classe média.

Palavras-chave: Telhado verde; Sustentabilidade; Custo-benefício.

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Classificação dos tipos de telhado verde.....	19
Tabela 2 - Planilha orçamentária do Telhado Verde.....	31
Tabela 3 - Planilha orçamentária do Telhado Cerâmico.....	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Elementos estruturais.....	10
Figura 2 - Componentes do telhado cerâmico em corte.....	11
Figura 3 - Telha Americana.....	13
Figura 4 - Telha Colonial.....	13
Figura 5 - Telha Italiana.....	14
Figura 6 - Telha Romana.....	14
Figura 7 - Telha Portuguesa.....	15
Figura 8 - Telha Francesa.....	16
Figura 9 - Telhado Verde na Prefeitura de São Paulo.....	17
Figura 10 - Jardins Suspensos da Babilônia.....	17
Figura 11 - Torre de Guinigi, Lucca.....	18
Figura 12 - Camadas do telhado intensivo.....	20
Figura 13 - Telhados Verdes com diferentes espessuras.....	21
Figura 14 - Telhado Extensivo.....	22
Figura 15 - Classificação dos tipos de telhado verde.....	22
Figura 16 - Telhado Verde no Ponto de Ônibus de Salvador.....	23
Figura 17 - Prédio Secis.....	24
Figura 18 - Camadas do Telhado Verde.....	24
Figura 19 - Módulo dos sistema modular.....	28
Figura 20 - Camadas do sistema alveolar.....	28
Figura 21 - Camadas do sistema laminar.....	29
Figura 22 - “Diferença térmica em áreas arborizadas”.....	31
Figura 23 - Planta Referência para Estudo.....	34

SUMÁRIO

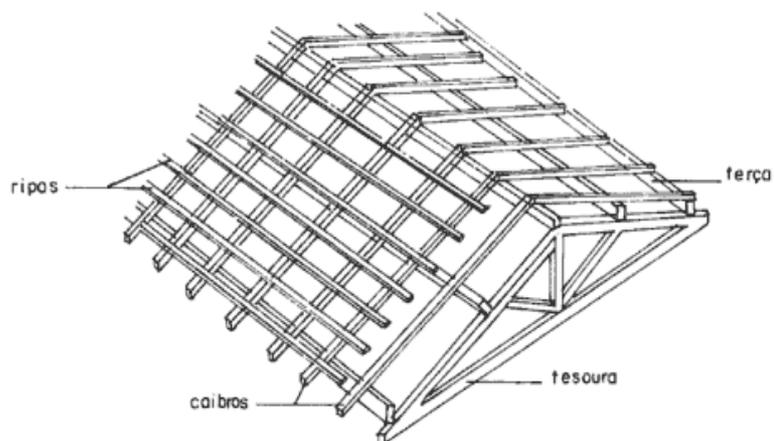
1 INTRODUÇÃO.....	9
2 TELHADO CERÂMICO.....	10
2.1 Breve Histórico.....	10
2.2 Tipos de Telhado Cerâmico.....	11
2.2.1 Telha Americana.....	11
2.2.2 Telha Colonial.....	11
2.2.3 Telha Italiana.....	12
2.2.4 Telha Romana.....	12
2.2.5 Telha Portuguesa.....	12
2.2.6 Telha Francesa.....	12
3 TELHADO VERDE.....	12
3.1 Sustentabilidade na construção civil.....	12
3.2 Definição do Telhado Verde.....	13
2 - Telhado Verde na Prefeitura de São Paulo.....	13
3.3 Histórico do Telhado Verde.....	14
3.4 Tipos de Telhado Verde.....	16
3.4.1 Telhado intensivo.....	17
3.4.2 Telhado semi-intensivo.....	17
3.4.3 Telhado extensivo.....	18
4 TELHADO VERDE EM SALVADOR.....	19
5 CAMADAS DO TELHADO VERDE E MATERIAIS.....	21
5.1 Camada impermeabilizante.....	21
5.2 Camada Drenante.....	21
5.3 Camada Filtrante.....	22
5.4 Substrato.....	22
5.5 Vegetação.....	22
6 SISTEMA CONSTRUTIVO.....	23
6.1 Sistema Modular.....	24
6.2 Sistema Alveolar.....	24
6.3 Sistema Laminar.....	25
7 BENEFÍCIOS DA UTILIZAÇÃO DO TELHADO VERDE.....	26
7.1 Redução das ilhas de calor.....	27
7.2 Redução no consumo de energia.....	27
7.3 Qualidade do ar.....	28
7.4 Conforto acústico.....	28
8 IMPORTÂNCIA DE UM ORÇAMENTO.....	29
9 METODOLOGIA.....	29
9.1 Levantamento de materiais e custos do Telhado Verde.....	30
9.2 Levantamento de materiais e custos do Telhado Cerâmico.....	32
10 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	35
11 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
12 REFERÊNCIAS.....	38

1 INTRODUÇÃO

Desde os tempos primitivos, o homem sentiu a necessidade de abrigo. Inicialmente, habitando em cavernas e, posteriormente, construindo sua própria moradia. Para a sua proteção, a cobertura, também chamada de telhado, aparece como elemento fundamental que foi se inovando com o passar do tempo. A origem do nome telhado provém do uso de telhas.

Segundo Walber Freitas (2011), o telhado pode ser dividido em duas partes: cobertura e armação. A cobertura pode ser construída com inúmeros materiais, como telhas de concreto, telhas cerâmicas, aço zincado, PVC dentre outras. A armação corresponde ao conjunto de elementos estruturais para sustentação da cobertura tais como: ripas, terças, caibros, tesouras e contraventamentos. A Figura 1 ilustra os elementos estruturais de um telhado.

Figura 1 - Elementos estruturais



Fonte: Infoescola, 2011

Os telhados têm como principal característica a proteção das construções (casas, prédios, galpões, etc.) contra as ações da natureza, sejam elas: vento, chuva, granizo, insolação, umidade do ar etc. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é a responsável pela regulamentação técnica. Praticamente, todas as telhas comercializadas no Brasil possuem NBRs específicas quanto ao projeto e execução de telhados, mas em relação às estruturas de madeira, a norma de

referência é a NBR 7190, assim como armações em aço e concreto que possuem suas determinadas normas técnicas (FREITAS, 2011).

A regulamentação técnica no Brasil é criada toda vez que novas soluções aparecem com objetivo de normatizar os processos de produtos e serviços, visando sempre o aumento da produtividade, segurança da equipe e a sustentabilidade. Sendo assim, no momento em que as mudanças climáticas acontecem, é preciso repensar e encontrar soluções alternativas sustentáveis para o processo no ramo da construção civil.

Para obtenção de resultados, levaremos em consideração que o grupo mencionado como “classe média” está direcionado ao nível C da população Brasileira. De acordo com Marcelo Neri (2008), compreende-se como classe média nível C, a população acima dos 50% mais pobres e abaixo dos 10% mais ricos, e compõe em sua renda bruta familiar total o valor de até 5 salários mínimos do ano vigente.

O presente trabalho tem como objetivo analisar o telhado verde extensivo como solução sustentável para habitação da classe média em Salvador - BA, comparando os custos em relação ao telhado cerâmico. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica e exploratória cuja questão a ser respondida é: Existe viabilidade técnica e econômica na substituição do telhado cerâmico pelo o telhado verde?

Apresenta-se na introdução deste trabalho: contexto, justificativa, objetivo, metodologia e questão de pesquisa. Em seguida, traz os conceitos de telhado verde e apresenta alguns tipos que podem ser adotados para resolver o problema de desconforto térmico. Na terceira seção, é detalhada a metodologia. Na seção seguinte, os resultados e discussões e por fim as considerações finais deste trabalho.

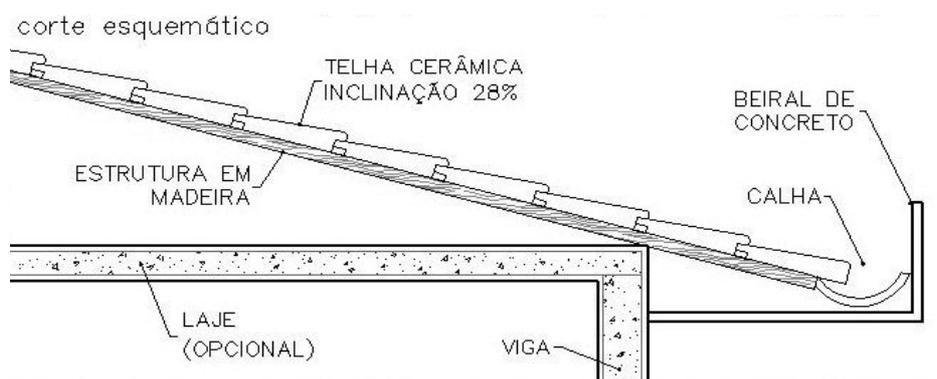
2 TELHADO CERÂMICO

2.1 Breve Histórico

As telhas cerâmicas foram uma das primeiras formas de cobertura no nosso país e, até hoje, são muito utilizadas. Ela nasceu no momento em que o homem começou a utilizar-se do barro endurecido pelo fogo. Desse processo de

endurecimento, obtido casualmente, multiplicou-se. A cerâmica passou a substituir a pedra trabalhada, a madeira e mesmo as vasilhas (utensílios domésticos) feitas de frutos como o coco ou a casca de certas cucurbitáceas (porongas, cabaças e cartuchos). As primeiras cerâmicas que se tem notícia são da Pré-História: vasos de barro, sem asa, que tinham cor de argila natural ou eram enegrecidas por óxidos de ferro.

Figura 2 - Componentes do telhado cerâmico em corte



Fonte: Construindodecor, 2019.

Nesse estágio de evolução ficou a maioria dos índios brasileiros. A tradição ceramista — ao contrário da renda de bilros e outras práticas artesanais — não chegou ao Brasil com os portugueses ou veio na bagagem cultural dos povos trazidos do continente africano. Os indígenas aborígenes já tinham firmado a cultura do trabalho em barro quando Cabral aqui aportou. Por isso, os colonizadores portugueses, instalando as primeiras olarias, nada de novo trouxeram; mas estruturaram e concentraram a mão-de-obra. O rudimentar processo aborígene, no entanto, sofreu modificações com as instalações de olarias nos colégios, engenhos e fazendas jesuítas, onde se produzia além de tijolos e telhas, também louça de barro para consumo diário (DURANTE, L. C.; ALENCAR, S. G.; MASCARO, L. P., 2022)

A introdução de uso do torno e das rodadeiras parece ser a mais importante dessas influências, que se fixou especialmente na faixa litorânea dos engenhos, nos povoados, nas fazendas, permanecendo nas regiões interioranas as práticas manuais indígenas. Com essa técnica passou a haver maior simetria na forma, acabamento mais perfeito e menor tempo de trabalho para produção de telhas.

2.2 Tipos de Telhado Cerâmico

O telhado cerâmico pode ser confeccionado com diversos tipos de telhas e uma das principais formas de diferenciá-las é pelos seus formatos e consumo médio de unidades a serem utilizadas por m². Dentre elas, estão: telha americana, telha colonial, telha italiana, telha romana, telha portuguesa e telha francesa que serão descritas a seguir.

2.2.1 Telha Americana

Necessitam de uma inclinação mínima de 30%, tamanho aproximado de 43 cm, consumo médio de 16 un/m², peso de 36 kg/m². Geralmente são encontradas nas cores vermelha, branca e mesclada (vermelha e branca). Capa e bica são separadas (Figura 3).

Figura 3 - Telha Americana



Fonte: Leroy Merlin

2.2.2 Telha Colonial

Necessitam de inclinação mínima de 30%, tamanho aproximado de 48 cm, consumo médio de 24 un/m², peso de 57,6 kg/m². A capa e a bica são separadas. São encontradas nas cores vermelha, branca e mesclada (vermelha e branca), (Figura 4).

Figura 4 - Telha Colonial

Fonte: Cerâmica Safira

2.2.3 Telha Italiana

Necessitam de inclinação mínima de 30%, tamanho aproximado de 41 cm, consumo médio de 14 un/m², peso de 38.50 kg/m². É uma única folha de capa e bica (Figura 5).

Figura 5 - Telha Italiana

Fonte: Telha Forte

2.2.4 Telha Romana

Necessitam de inclinação mínima de 30%, tamanho aproximado de 40cm, consumo médio de 16 un/m², peso de 38,40 kg/m². É uma única folha de capa e bica (Figura 6).

Figura 6 - Telha Romana



Fonte: Leroy Merlin

2.2.5 Telha Portuguesa

Necessitam de inclinação mínima de 30%, tamanho aproximado de 41 cm, consumo médio de 17 un/m², peso de 40,8 kg/m². É uma única folha de capa e bica (Figura 7).

Figura 7 - Telha Portuguesa



Fonte: Leroy Merlin.

2.2.6 Telha Francesa

São telhas praticamente planas, sem a formatação capa e bica, por isso exigem inclinação maior (por volta de 36%), tem tamanho aproximado de 41 cm, consumo médio de 16 un/m², peso de 43,2 kg/m² (Figura 8).

Figura 8 - Telha Francesa



Fonte: Construindo DECOR.

3 TELHADO VERDE

3.1 Sustentabilidade na construção civil

O conceito de sustentabilidade na construção civil está muito atrelado ao conceito de produção com a redução de recursos naturais, sem deixar de lado o bem estar e a vida das pessoas. Por isso, uma produção precisa de planejamento para que tudo ocorra conforme o esperado e planejado, afinal, é através dele que se obtém projetos mais eficientes, de qualidade e livres de desperdícios, sejam eles em dinheiro ou mão de obra. Ademais, outro ponto importante, é que uma produção mais limpa quer dizer: estratégia econômica, ambiental e tecnológica, ou seja, se aplica ao conceito de administração e se conecta com as soluções definidas como sustentáveis na construção civil (YEMAL, 2011).

Sob esse viés, é cada vez mais comum encontrar empresas que busquem implementar (ou que já foram criadas com este enfoque, como Green Building Council Brasil, por exemplo) a sustentabilidade no seu modelo de construção, tendo em vista que, a construção civil em si, atua diretamente no desenvolvimento da

capital. Através do que foi mencionado, é possível mensurar a grande importância que a sustentabilidade tem no setor de construção, já que ela ajuda não só na redução de desperdício, como também avalia e traz maneiras de economizar nos materiais e custos, sem perder de vista a sua qualidade e beleza, além de ser benéfico para o bem estar humano e global.

3.2 Definição do Telhado Verde

O telhado verde pode ser definido como uma cobertura ou telhado, que possui uma camada de solo ou substrato e em sua superioridade uma vegetação (Mix Sustentável, 2018). Com isso, além do telhado verde ser instalado em uma cobertura, seja ela inclinada ou não, ele também pode ser conhecido como “teto verde”, “telhado vivo” e “telhado ecológico”. A figura 9 ilustra esse conceito de cobertura.

Figura 9 - Telhado Verde na Prefeitura de São Paulo



Fonte: Ambiente Brasil, 2019.

3.3 Histórico do Telhado Verde

Embora o termo pareça atual e inovador, esta técnica foi originada na antiga Mesopotâmia, atual Iraque. Sua primeira aparição foi através dos famosos Jardins Suspensos da Babilônia (Figura 10), desde 800 a.C e 600 a.C e, após isso, foram passando por pesquisas e aperfeiçoamentos de materiais e técnicas construtivas ao longo dos anos (Mix Sustentável, 2018).

Figura 10 - Jardins Suspensos da Babilônia



Fonte: Telhado Criativos, 2012.

Ainda que nos dias atuais seja utilizado como uma solução voltada para a sustentabilidade, inicialmente era mais usado para fins estéticos, a exemplo disso é a Itália, que trouxe um modelo de Torre de Guinigi (Figura 11) muito similar com a estrutura que foi usada no Jardim Suspenso da Babilônia, com sete carvalhos, em 1383 (ALMEIDA et al, 2018, apud SALEIRO, 2015). Entretanto, só nas últimas décadas do século XX, a Alemanha, Áustria e Suíça serviram de exemplo e tornaram-se o telhado verde mais reconhecido mundialmente, justamente por aprofundar-se cada vez mais na sua utilização para a prevenção de incêndios após a Segunda Guerra Mundial (PENDIUK, F; MOISÉS, I. C; PEREIRA, M. P., 2017).

Figura 11 - Torre de Guinigi, Lucca



Fonte: Passeios na Toscana

Por outro lado, o telhado verde ainda é uma prática bem amena no Brasil. Apesar disso, existem incentivos quanto ao uso das ferramentas de sustentabilidade nos centros urbanos, como os municípios de São Vicente, Sorocaba, Araraquara e Guarulhos no estado de São Paulo, apontando todos os benefícios que os cidadãos irão obter ao investir em práticas sustentáveis, como, por exemplo, a redução do IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano), que comumente passa a ser chamado de IPTU Verde (ALMEIDA et al, 2018, apud LIMA, 2013).

Em síntese, é perceptível que a construção civil passou por diversas mudanças, a fim de seguir os avanços tecnológicos e trazer mais funcionalidade às edificações, seguindo sempre o princípio de qualidade de vida para a sociedade e sem prejudicar o meio ambiente (BRAZ et al, 2020, apud CHAVES, 2014). Porém, o desenvolvimento desenfreado dos centros urbanos, juntamente com outros fatores, fez com que gerasse altos impactos no meio ambiente e na qualidade de vida dos cidadãos (TASSI et al., 2014), gerando preocupação e necessidade de desenvolver soluções sustentáveis para amenizar tais problemas. Conforme o artigo desenvolvido por Vinicius Luis Arcangelo Silva e Larissa Kashiwa, o evento chamado “ilhas de calor” não afeta apenas o meio ambiente:

“Um exemplo é o caso da elevação da temperatura, originando o que chamamos de ilhas de calor, e também o aumento da quantidade de veículos tendo como consequência a elevação de gás nocivo e tóxico a sociedade, criando assim o que se chama de cidade cinza. Com essas alterações foi e é inevitável o surgimento de doenças muitas vezes irreversíveis ou até fatais para as pessoas em contato extremo com esses centros urbanos.” (Mix Sustentável, 2018).

Entretanto, com o crescimento desenfreado não só das construções e da substituição da pavimentação de pedras por asfalto, o alto tráfego de veículos e a diminuição da área verde, foi notado o malefício no meio ambiente e qualidade de vida da população. Em suma, é comprovado cientificamente que tais efeitos influenciam diretamente na saúde, causando problemas como: redução de capacidade sanguínea em transportar oxigênio pelo corpo, irritação nos olhos, diminuição da capacidade pulmonar, câncer no pulmão etc (JUNIOR, 2022).

“Compreende-se que a vegetação é uma saída recorrida para melhorar a temperatura do planeta, recuperar o meio ambiente da contaminação gerada pelo homem e outros prejuízos (WERTHMANN, 2007).”

Naturalmente, o benefício que mais fica evidente com o aumento de área verde nos centros urbanos, é a qualidade de vida, economia de energia e melhoria das condições climáticas, uma vez que é produzido mais oxigênio e, com isso, tendo uma absorção do gás carbônico na atmosfera (Righi et al, 2016).

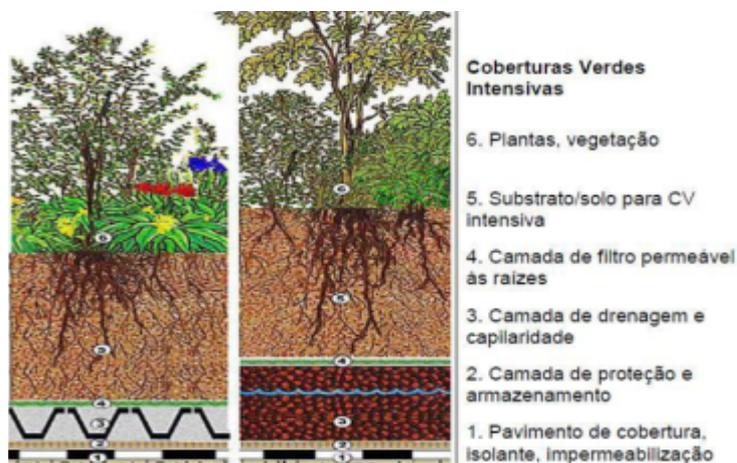
3.4 Tipos de Telhado Verde

A instalação do telhado verde é feita em uma estrutura de concreto armado convencional, variando a sua necessidade de revisão quanto a sua estrutura. De acordo com uma pesquisa feita por ADRIAN JAN SCRENSKI (2015), existem duas camadas obrigatórias que classificam um telhado verde, sendo elas: mineral (composta por solo) ou substrato (composta pelos diferentes tipos de vegetação). O telhado verde pode ser construído por três tipos: intensivo, semi-intensivo e extensivo, variando de acordo com a espessura, tipo de vegetação e a quantidade de manutenção necessária (SCRENSKI, 2015).

3.4.1 Telhado intensivo

Este tipo de telhado é considerado um jardim na cobertura, uma vez que é cultivado vegetação de pequeno, médio e grande porte. Por ser necessário um reforço estrutural que suporte o telhado e pela sua manutenção periódica, o seu custo se torna mais elevado pelos cuidados que são exigidos, sendo restrito aos grandes empreendimentos (SCRENSKI, 2015). O telhado verde intensivo possui um substrato com profundidade entre 15 a 40 cm, garantindo uma boa sustentação das plantas cultivadas (Figura 12).

Figura 12 - Camadas do telhado intensivo

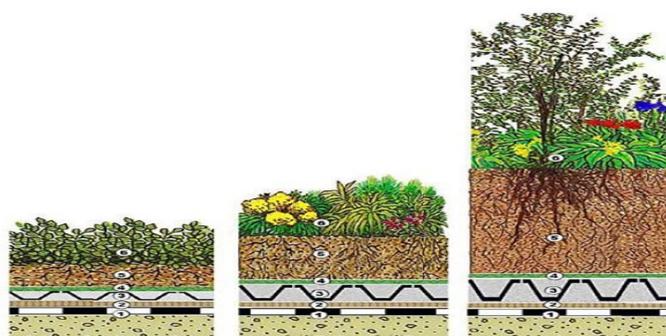


Fonte: Lohmann (2008).

3.4.2 Telhado semi-intensivo

O modelo semi-intensivo possui uma camada de substrato mais profunda em relação ao modelo extensivo. De acordo com IGRA (2015), esse modelo possui características de altura do substrato variando entre 12 a 25 cm e peso exercido sobre a cobertura em torno de 120 a 200 Kg/m². Além disto, os custos chegam a ser semelhantes ao telhado verde intensivo, uma vez que este telhado necessita de manutenções periódicas (Figura 13).

Figura 13 - Telhados Verdes com diferentes espessuras.



Fonte: Lohmann (2008).

3.4.3 Telhado extensivo

Diferente dos outros dois modelos, o telhado verde extensivo, é caracterizado pela sua alta resistência às variações pluviais e climáticas e, como sua vegetação é

de pequeno porte, não necessita de manutenção periódica. Possui uma espessura de substrato de 6 a 20 cm, variando o seu peso entre 60 kg/m² a 150 kg/m², o que possibilita a sua instalação em qualquer cobertura, sem a necessidade de rever sua estrutura (Sustentabilidade e Conforto, 2018). De acordo com Adrian Srenski (2015), às plantas mais usadas são gramíneas ou outras espécies que não precisam de muita água para se desenvolver (xerófitas), além da baixa profundidade, pois a espessura do substrato é baixa (Figura 14).

Figura 14 - Telhado Extensivo



Fonte: Ambiente Brasil, 2019.

Na tabela abaixo contém informações comparativas entre os três tipos de telhado verde, exemplificando com clareza os prós e contras de cada cobertura.

Figura 15 - Classificação dos tipos de telhado verde

Itens	Telhado Verde Extensivo	Telhado Verde Semi-intensivo	Telhado Verde Intensivo
Manutenção	Baixa	Periodicamente	Alta
Irrigação	Não	Periodicamente	Regularmente
Plantas	Sedum, ervas e gramíneas.	Gramado, ervas e arbustos.	Gramado, arbustos e árvores.
Altura do substrato	6 – 20 cm	12 – 25 cm	15 – 40 cm
Peso	60 – 150 kg/m ²	120 – 200 kg/m ²	180 – 500 kg/m ²
Custo	Baixo	Médio	Alto
Uso	Jardim, gramado	Jardim, parque	Parque, arvores e arbustos.

Fonte: Bioclimatismo, 2016.

4 TELHADO VERDE EM SALVADOR

A Cidade de Salvador, fundada em 1949, foi a Primeira Capital do Brasil, localizada no Estado da Bahia. Contendo área total de 693,8 km², possui cerca de 2.886.698 habitantes. O clima predominante nesta cidade é o tropical quente úmido. Situado a 12 metros de altitude de Salvador, tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 12° 58' 13" Sul, Longitude: 38° 30' 45" Oeste.

Como uma excelente opção de solução sustentável para a cidade de Salvador, a Cobertura Verde aparece como uma alternativa que pode amenizar os problemas decorrentes na capital baiana, sendo um fator que auxilia na diminuição das inundações e o alto índice de formação de ilhas de calor.

É sabido que esta cidade é caracterizada pelas altas temperaturas na maior parte do ano, inclusive nos meses correspondentes ao inverno, e pela umidade relativa do ar. Logo, o Telhado Verde poderá auxiliar na redução dos impactos ambientais causados na localidade, comparando-se aos sistemas de telhados convencionais. Apesar de apresentar inúmeros benefícios para as edificações, em Salvador, há uma certa escassez sobre o assunto Telhado verde. Por este motivo, encontram-se poucos registros na implementação desse tipo de telhado.

Na Figura 16, podemos verificar o maior ponto de ônibus localizado em Salvador, implementado no ano de 2019, mais especificamente na cidade baixa, próximo a Igreja do Bonfim. Contendo cerca de 125 m², na qual sua cobertura é composta por grama e plantas de paisagismo tais como samambaia, peperômias, capelinhas, jiboias e lambaris (CICLOVIVO; SOUZA, 2019).

Figura 16 - Telhado Verde no Ponto de Ônibus de Salvador



Fonte: CicloViVo, 2019.

Na Figura 17, é mostrado o prédio sustentável Secis - A Secretaria Municipal de Sustentabilidade, Inovação e Resiliência, localizada em Salvador. Em meio ao cenário urbano do Comércio, um edifício com um design arrojado e uma fachada de 200 m² coberta por mais de 1,2 mil plantas, de 17 espécies, chama a atenção de quem passa entre as ruas Miguel Calmon e a rua da Grécia.

Figura 17 - Prédio Secis



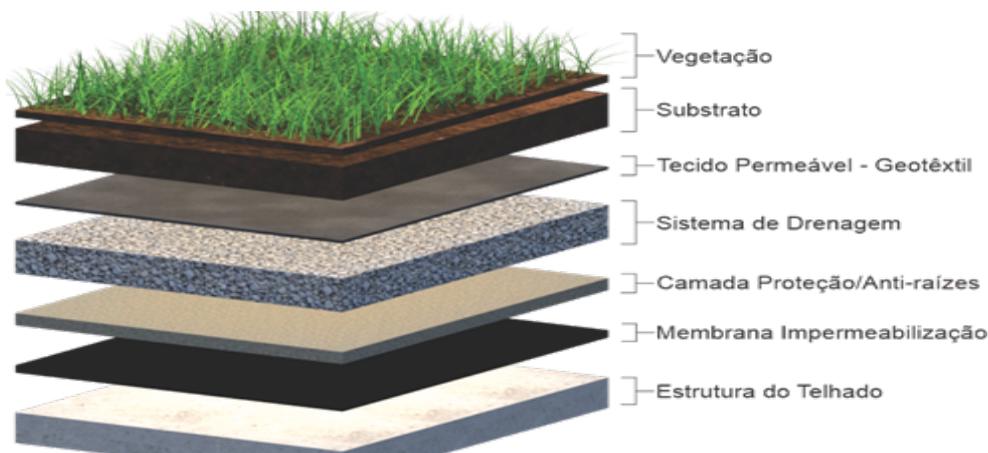
Fonte: <https://newsba.com.br/wp-content/uploads/2020/02/images-5.jpeg>

Um quarto do terraço do prédio é ocupado por um sistema de cobertura verde, com grama da espécie *Zoysia Japonica*, conhecida popularmente como Esmeralda. São 185 m² que ajudam a regular o microclima e reduzir a demanda por refrigeração, consequentemente reduzindo, também, o consumo de energia elétrica.

5 CAMADAS DO TELHADO VERDE E MATERIAIS

Para que a cobertura verde seja executada, primeiro deve ocorrer a impermeabilização adequada da superfície, e um sistema de drenagem para que a água não fique acumulada (Figura 18). Em edificações já construídas sem um planejamento para a execução do telhado verde, é necessário ocorrer um estudo para analisar a carga que ainda pode ser colocada, e em alguns casos, a necessidade de reforço estrutural.

Figura 18 - Camadas do Telhado Verde



Fonte: Ecotecnologia

5.1 Camada impermeabilizante

A impermeabilização da laje tem como objetivo impedir que a umidade que é absorvida pelo substrato do telhado verde cause infiltrações na edificação, comprometendo a estrutura (REBOLLAR, 2017). Nessa etapa, é primordial que seja bem executada, pois pode evitar os gastos com a manutenção. Para lajes de concreto, a impermeabilização pode ser feita através de produtos como selador acrílico, tinta acrílica, lonas plásticas colocadas em camadas, mantas asfálticas, entre outros.

5.2 Camada Drenante

Normalmente, esta camada possui de 7 a 10 centímetros, podendo ser constituída por brita, seixo rolado ou argila expandida. Segundo Carvalho (2017), a camada drenante tem como objetivo absorver toda a água pluvial que não foi retida pelo solo, além de atuar como um regularizador, mantendo a superfície. O seixo rolado e a brita são boas opções para esta camada, porém, trazem muito peso para a estrutura.

Logo, não são os materiais mais indicados. Apenas podem ser utilizados em estruturas de concreto armado e é possível que demandem de um reforço estrutural para sua utilização, o que torna a argila expandida mais interessante para esta

função (REBOLLAR, 2017). Nesse caso, a argila expandida é o material ideal, pelo fato de acrescentar um menor peso na edificação.

5.3 Camada Filtrante

Essa camada separa a camada de vegetação do solo e é normalmente utilizado uma manta geotêxtil. Para Stahlhöfer e Pereira (2013), essa camada também serve para reter e manter nutrientes e minerais presentes no substrato. Ela é responsável por impedir que a água da chuva e os materiais sólidos sejam carregados para a camada drenante.

5.4 Substrato

O substrato tem como função fixar as raízes da cobertura vegetal e fornecer nutrientes necessários para sua existência. Segundo Saddi e Moura (2010), o substrato deve ser leve, possuir uma boa impermeabilidade e ser resistente às variações de temperatura. Ressaltam que em cobertura verde extensiva, é imprescindível que o substrato seja de origem mineral (pedra porosa, cascalho, tijolos triturados, entre outros), com a espessura fina, assim, impedindo a inserção de plantas parasitas.

Para Silva (2014), o substrato serve como suporte onde as plantas fixam suas raízes, além disso, tem a função de reter e absorver água, mantendo a aeração para que as raízes não sejam submetidas a baixos níveis de oxigênio. Para Rebollar (2017), solos mais argilosos não devem ser utilizados nesta camada do telhado verde, pelo fato de serem muito pesados e possuírem uma facilidade para compactação, o que pode ocasionar o entupimento da camada filtrante.

5.5 Vegetação

Fatores como clima, o tipo de solo, a estrutura suporte, o tipo de manutenção são determinantes para a escolha ideal quanto ao tipo de vegetação que será implementada no substrato da cobertura verde. Para regiões de clima tropical e semiárido, as plantas devem ser resistentes às secas, ao calor e devem ser muito bem escolhidas. No sistema de cobertura verde extensiva, Heneine (2008) afirma que as plantas precisam sobreviver à intensa radiação solar, exposição ao vento,

seca e áreas limitadas para as raízes, por este motivo, são escolhidas plantas que necessitam de baixa manutenção, além de ser durável.

Para o telhado verde extensivo, as espécies de vegetação que possuem uma maior utilização são as herbáceas, musgos e gramíneas, sedums. A espécie *Sedum* recebe um maior destaque, pois são nativas de climas desérticos e semi desérticos, adaptadas a extremos climáticos e que sobrevivem em solos rasos, podendo ser semeadas manualmente ou transplantadas na forma de mudas ou de tapetes pré-cultivados, que consistem em pequenas porções de vegetação prontas para a inserção em um fino substrato sobre um suporte, geralmente um geotêxtil (SADDI, 2010 apud SILVA, 2011).

6 SISTEMA CONSTRUTIVO

Os sistemas com módulos pré-fabricados consistem na utilização de módulos pré-fabricados constituídos por bandejas rígidas nas quais as plantas já estão cultivadas, fáceis de manusear e aplicadas por meio de sistemas de montagem, que permitem resultados imediatos. Ainda neste sistema, os módulos pré-formulados são divididos em sistemas de fluxo modular, alveolar e laminar. Outros tipos de resíduos que seriam descartados na natureza podem ser aproveitados para a confecção de módulos, como fibra de coco, solado de sapato, garrafa pet, garantindo a sustentabilidade do sistema.

6.1 Sistema Modular

O sistema modular pode ser empregado em qualquer tipo de laje ou telhado, sendo eles inclinados ou não. Possuindo grande tecnologia, é um sistema no qual é possível agrupar todas as camadas do telhado verde em uma única peça, ou seja, um módulo. É caracterizado pela sua flexibilidade e leveza, fazendo possível a fácil instalação. Mesmo com o desenvolvimento das plantas, é possível montar e desmontar.

Após a limpeza do sub-telhado onde será aplicada a cobertura verde é feita a colocação da membrana anti-raízes, dependendo das dimensões do telhado essa membrana pode apresentar emendas, depois dessa fase tem-se a colocação dos módulos já vegetados. Neste sistema utiliza-se um dreno, pois é necessário impedir

o acúmulo de água evitando a morte da vegetação por afogamento (INSTITUTO CIDADE JARDIM, 2020).

A hidratação do sistema é garantida pela retenção da água pelos módulos e também pelo substrato, além de que a vegetação escolhida deverá ser típica da região. A profundidade de cultivo máxima é de 5 cm, sendo ideal para coberturas verdes extensivas, mas podendo ser utilizado em telhados verdes intensivos, pois suporta o trânsito de pessoas, não prejudicando a estrutura do módulo (INSTITUTO CIDADE JARDIM, 2020).

Figura 19 - Módulo dos sistema modular



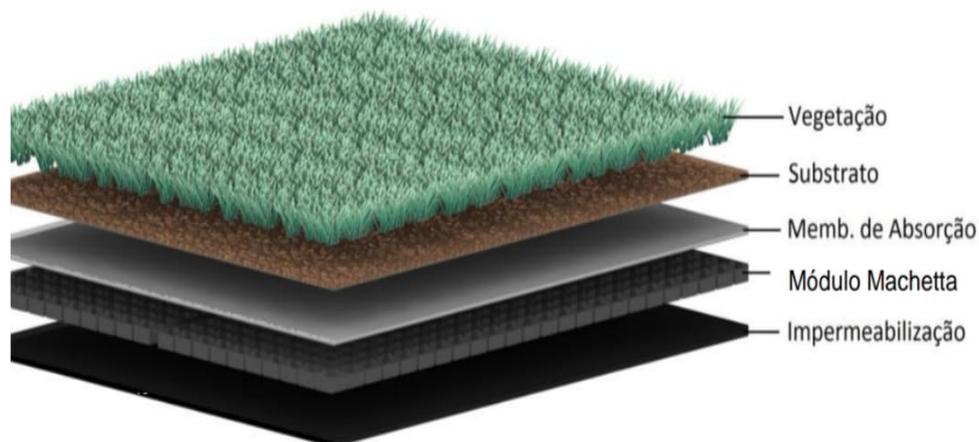
Fonte: <https://storage.builderall.com/franquias/2/5264/editor-html/7943859.jpg>

6.2 Sistema Alveolar

O sistema alveolar possui o mesmo princípio do sistema modular, porém, com algumas diferenças. Pode ser subdividido, segundo o Ecotelhado (2020), como sistema alveolar leve e sistema alveolar grelhado. O primeiro é constituído por uma membrana alveolar que tem a função de auxiliar na retenção de água. É recomendável para ambientes nos quais não haverá circulação. Já o sistema alveolar grelhado, além da membrana alveolar, é caracterizado por possuir uma grelha tridimensional de PEAD (polímero plástico denominado polietileno de alta

densidade), que retém o substrato, não permitindo que este escoe devido a inclinação do telhado. A Figura 20 apresenta as camadas do sistema alveolar.

Figura 20 - Camadas do sistema alveolar

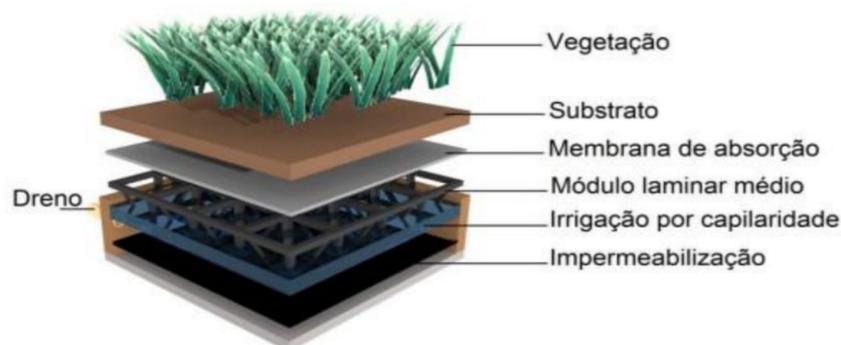


Fonte: Ecotelhado

6.3 Sistema Laminar

O sistema laminar é caracterizado por utilizar uma lâmina d'água, que é regulada por uma "ladrão" sob um piso elevado feito de módulo de sustentação, que nada mais são do que módulos ecotelha revertidos (Figura 21). Só é possível a instalação deste sistema sob lajes planas e sem declividade, para que seja possível a formação da lâmina. Em caso de caimento deverão ser feitas subdivisões para manter o nível da água. Esta lâmina garante um suprimento de até 40 l/m² (4cm de altura) e exemplifica os benefícios de retenção pluvial e conforto térmico, portanto é ideal para o telhado de grama podendo-se, ainda, ampliar a variedade de forrações, inclusive permitindo a utilização de pequenos arbustos.

O peso total do sistema é de 120 kg/m² já saturado, podendo variar de acordo com o tamanho da vegetação. Este sistema permite, também, a purificação de águas cinzas (águas que são derivadas do uso doméstico ou comercial exclusivamente dos chuveiros, lavatórios de banheiro, banheiras, tanques e etc), com posterior reutilização nos vasos sanitários do prédio.

Figura 21 - Camadas do sistema laminar

Fonte: Ecotelhado

7 BENEFÍCIOS DA UTILIZAÇÃO DO TELHADO VERDE

Segundo Minke (2004), a utilização de área verde, principalmente quando se trata do telhado verde em si, mudaria consideravelmente os efeitos que causam o superaquecimento na atmosfera - asfalto e altas construções, e na qualidade de vida da sociedade, uma vez que o ar seria purificado, os redemoinhos de poeira seriam reduzidos e a variação de temperatura diminuiria. Além disso, ele afirma que seria necessário de 10 a 20% de telhado verde nas coberturas para ter um clima mais saudável.

Diante do que foi mencionado anteriormente, é perceptível a necessidade de mais vegetação nas grandes cidades, visto que, comparado ao subúrbio, a temperatura atinge 4° a 11° C a mais (MINKE, 2004). Logo, o telhado verde, ao longo dos anos, se mostrou benéfico, sendo uma alternativa sustentável na construção civil e, também, uma forma de melhorar a qualidade de vida. Vale ressaltar que, segundo o IPCC - Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas, as altas temperaturas que assolam o mundo, podem ser diminuídas através de eliminações de combustíveis fósseis, como carvão e petróleo, mas, principalmente, proteger florestas, savanas e outras formas de vegetação natural para capturar o excesso de CO₂ que já está na atmosfera (GREENPEACE, 2018).

Ademais, com o telhado verde, a temperatura média é de 33° a 48° C no verão, enquanto que, em uma cobertura convencional, fica entre 76° C, segundo a EPA (Environmental Protection Agency). Pode-se perceber que há uma redução

muito positiva, já que não haveria a necessidade de ar-condicionado para manter o ambiente interno agradável, diferente de outro tipo de cobertura.

7.1 Redução das ilhas de calor

Ilhas de calor é um fenômeno climático que ocorre, principalmente, em centros urbanos por conta da grande concentração de asfalto e construções, ou seja, isso faz com que a temperatura se eleve e, com os altos prédios, a circulação de ar diminua (IUS NATURA, 2020). De acordo com a tese de Adriane Cordoni Savi (2012), é possível que a redução de temperatura nos centros urbanos seja diminuída de 1°C a 2°C com o telhado verde. Isso ocorre por conta da evapotranspiração das vegetações, um ponto positivo, já que estaria tendo uma redução de gases na atmosfera (Figura 22). Um dos problemas dos centros urbanos são as ilhas de calor, uma vez que, a área verde não é proporcional a quantidade de construções na cidade.

Figura 22 - "Diferença térmica em áreas arborizadas"



Fonte: PROJETO

7.2 Redução no consumo de energia

A instalação do telhado verde apresenta melhoria em diversos aspectos, trazendo uma melhor qualidade de vida e preservação do meio ambiente. Com isso, vale ressaltar que um dos benefícios é o conforto térmico no ambiente, uma vez que

há uma diminuição de, aproximadamente, 15°C, de acordo com um estudo realizado por Spangenberg (2004) em convênio com a Universidade de São Paulo - USP.

Ou seja, levando em consideração que o clima predominante de Salvador - BA é o tropical quente e úmido (fica quente na maior parte do ano), ter essa redução de temperatura dentro da edificação traz o bem estar da pessoa, além de não haver a necessidade de ar condicionado, impactando diretamente na redução na conta de energia. Segundo Spangenberg (2009 apud D'ELIA 2012):

“Dependendo do tipo de telhado, capacidade de área, vegetação utilizada e do sombreamento, estima-se que, no andar de cobertura, a redução da carga térmica para o condicionador de ar seja de aproximadamente 240 kWh/m², proporcionado pela evapotranspiração.”

7.3 Qualidade do ar

Sabe-se que, com o crescimento urbano, a área verde foi reduzida para abrir espaço para o asfalto, grandes construções de concreto, cerâmicas etc, aumentando a poluição na atmosfera. Nesse contexto, Junior et al (2022) afirma que essa poluição afeta a qualidade de vida das pessoas, causando problemas de saúde, como: irritação nos olhos, diminuição da capacidade pulmonar, hipóxia tecidual (baixo teor de oxigênio nos tecidos orgânicos), aumento dos casos de asma e câncer no pulmão. Com isso, a implementação do telhado verde e área verde nos centros urbanos é de suma importância, uma vez que melhora a saúde física e mental da população, proporcionando o aumento da umidade relativa do ar e a despoluição das cidades (CECCHETTO; CHRISTMANN; OLIVEIRA, 2014, apud CEMIG, 2011).

7.4 Conforto acústico

De acordo com um estudo realizado na Austrália, entre 2001 e 2019, mais de 31 mil pessoas foram avaliadas com o intuito de saber como o excesso de barulho pode afetar a saúde mental e, quem apresentava uma exposição maior, desenvolveu problemas como depressão e ansiedade (FÁVARO, 2022). Sob esse

viés, essa pesquisa mostra como a vida dos seres humanos são afetadas pelo avanço socioeconômico, além de trazer um alerta de que algo visto como simples, pode causar muitos transtornos. Com isso, o telhado verde seria uma forma de amenizar tais impactos, já que as vegetações podem filtrar cerca de 30% dos gases poluentes, impedindo a passagem de ruídos ao interior da edificação (JUNIOR; BLOOMFIELD; GONÇALVES, 2022, apud NETO et al, 2018). Ou seja, além de proporcionar qualidade física (qualidade do ar) também seria um escape para a calmaria mental.

8 IMPORTÂNCIA DE UM ORÇAMENTO

Como já foi abordado no levantamento de custo dos tópicos anteriores, o orçamento é responsável pelo planejamento do custo de materiais, mão de obra e, de acordo com González (2008), esse planejamento é a fase que abrange a organização de sua execução, levando em conta, também, a programação da obra. Segundo González (2008), a realização de um orçamento seria a estimativa do preço ou do custo do valor de uma obra, sendo esse custo o valor que corresponde ao somatório total de despesas oriundas da execução do empreendimento. Já o preço seria o somatório dos custos totais somados à margem de lucro, portanto: $\text{Custos} + \text{Lucro} = \text{Preço}$.

Ademais, todo o custo da composição de custos precisam ser encontrados com boas fontes de pesquisas para que o orçamento seja apurado e confiável. Assim sendo, as buscas de composições de serviços e custos unitários foram feitas através do banco de dados oficiais SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices), com Custos de Composições Analítico- BA referentes ao mês de Março de 2023.

9 METODOLOGIA

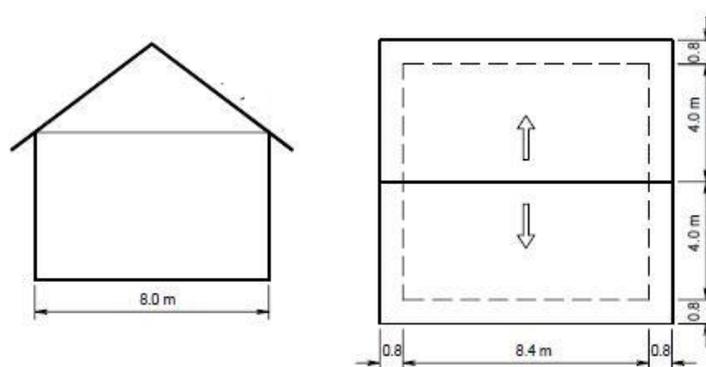
O presente trabalho consiste no estudo comparativo do custo da implementação da cobertura verde, que veio a ser cada vez mais reconhecida, principalmente nos EUA e algumas regiões da Europa, como uma solução

sustentável para a construção civil e, por outro lado, com o telhado convencional de telha cerâmica, um modelo mais adotado no Brasil. A metodologia foi dividida em duas etapas:

(1) Revisão bibliográfica - A primeira etapa do trabalho está voltada para uma revisão bibliográfica dos dois tipos de coberturas, por meio de artigos, livros, monografias e relatórios de profissionais da área, dando ênfase para o telhado verde, a fim de expor suas qualidades e sanar quaisquer dúvidas relacionadas à utilização dele.

(2) Estudo empírico - Na segunda etapa, é feito um levantamento quantitativo com base no metro quadrado (m^2) das coberturas - telhado extensivo e de telha cerâmica, trazendo a diferença de custos com o intuito de mostrar qual telhado seria mais vantajoso economicamente. O objeto empírico utilizado para fazer a orçamentação, é um exemplo de casa cotidiana com metragem de $8\text{ m} \times 8\text{ m}$, na qual foi trabalhado apenas com a cobertura, como é mostrado na Figura 23:

Figura 23 - Planta Referência para Estudo



9.1 Levantamento de materiais e custos do Telhado Verde

Memorial de cálculo de área

Inclinação (%): -

Comprimento: 8 m

Largura: 8 m

Área: $8 \times 8 = 64\text{ m}^2$

Quantidade de materiais utilizado

Antes de fazer o quantitativo dos materiais a serem utilizados, é importante termos a área de cobertura. Como o telhado verde vai ser instalado na laje, não é necessário inclinação, obtendo o valor de 64 m².

Para transformarmos a argila expandida de metro cúbico (m³) para o metro quadrado (m²), multiplicamos a área (64 m²) por 0,15 cm, que é a altura da camada de argila, logo, $64 \text{ m}^2 \times 0,15 = 9,6 \text{ m}^2$.

O componente que estiver em metro quadrado (m²), terá a área como quantidade.

Descrição dos serviços e manutenção

A instalação do telhado verde necessita de uma equipe que tenha conhecimento com esse tipo de cobertura para evitar problemas como a infiltração e o crescimento indesejado de plantas na cobertura.

Quanto à manutenção do telhado verde, as empresas especializadas nesse tipo de cobertura recomendam fazer pelo menos duas visitas ao ano para verificar se precisa fazer algum reparo.

Levantamento de custos de materiais e mão de obra

Tabela 2 - Planilha orçamentária do Telhado Verde

Código	Componentes	Unid	Custo Unitário	Qnt	Total
98546	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM MANTA ASFÁLTICA, UMA CAMADA, INCLUSIVE APLICAÇÃO DE PRIMER ASFÁLTICO, E=3MM. AF_06/2018	m ²	R\$117,23	64	R\$ 7488,00
34549	ARGILA EXPANDIDA, GRANULOMETRIA 2215	m ³	R\$ 1.033,70	9,6	R\$ 9.923,52
39323	MANTA GEOTÊXTIL TECIDO DE LAMINETES DE POLIPROPILENO, RESISTÊNCIA A TRAÇÃO = 25KN/M	m ²	R\$ 10,23	64	R\$ 654,72
98503	PLANTIO DE GRAMA EM PAVIMENTO CONCREGRAMA. AF_05/2018	m ²	R\$ 18,65	64	R\$ 1.193,60
103328	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA VERTICAL DE 9X19X39 CM (ESPESSURA 9 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO MANUAL. AF_12/2021	m ²	R\$ 56,79	12,8	R\$ 726,91
TOTAL:					R\$ 19,986,75

9.2 Levantamento de materiais e custos do Telhado Cerâmico

Memorial do cálculo de área

Telhado de duas águas:

Inclinação: 30% = 1,044

Largura de uma água: 4,8 m (contando o beiral)

Comprimento: 9,6 m (já contando os beirais)

$$A = 9,6 \times 4,8$$

$$At (\text{Área Total}) = 46,08 \times 2 = 92,16 \text{ m}^2 \text{ (sem inclinação)}$$

$$At \text{ com inclinação} = 92,16 \text{ m}^2 \times 1,044 = 96,22 \text{ m}^2$$

Partes que compõem sua cobertura de telha cerâmica

1. *Madeiramento* - Material que será utilizado como estrutura de sustentação do telhado (aqui já está incluído o levantamento de todo madeiramento a ser utilizado na estrutura).
2. *Telha* - Material cerâmico que servirá de cobertura para a edificação.
3. *Cumeeira* - Peça responsável por realizar a cobertura da junção na parte superior de duas águas de um telhado, ficando na maior viga que une os vértices da tesoura, e onde os caibros da estrutura da cobertura estão apoiados.
4. *Calha* - Estrutura instalada no telhado que serve essencialmente para fazer o escoamento da água da chuva.

Quantidade de materiais utilizado

Levando em consideração que o total da área do telhado cerâmico inclinado é de 96,22 m²:

1. Madeiramento (m²) = 96,22;
2. Telha cerâmica (m²) = 96,22;
3. Cumieira (m) = 9,6;
4. Calha (m) = 19,20

Descrição dos serviços e instalação

Para instalar o telhado cerâmico, será necessário a mão de obra de um instalador de telhado e de um auxiliar especializado. Para fins de levantamento de preços de insumos utilizaremos a tabela do SINAPI (março/2023) com composições de custo analítico dos insumos.

Cuidados após instalação (manutenção)

A manutenção do telhado cerâmico pode ser executada de forma caseira com o auxílio de um vasculhador de teto, salvo exceções.

Levantamento de custos de materiais

Todos os insumos para execução do telhado cerâmico foram encontrados na SINAPI (março/2023) de acordo com suas respectivas unidades de medidas, conforme demonstra a tabela a seguir.

Tabela 3 - Planilha orçamentária do Telhado Cerâmico

Código	Componentes	Unid	Custo Unitário	Quant	Total
92542	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR RIPAS, CAIBROS E TERÇAS PARA TELHADOS DE MAIS QUE 2 ÁGUAS PARA TELHA CERÂMICA, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_ 07/2019.	m ²	R\$ 105,86	97	R\$ 10.268,42
7175	TELHA DE BARRO / CERÂMICA, NÃO ESMALTADA, TIPO ROMANA, COMPRIMENTO DE *41* CM, RENDIMENTO DE *16* TELHAS/M2.	m ²	R\$ 28,57	97	R\$ 2.771,29
7181	CUMEEIRA PARA TELHA CERÂMICA, COMPRIMENTO DE *41* CM, RENDIMENTO DE *3* TELHAS/M.	m	R\$ 7,29	10	R\$ 72,90
94227	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NUMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 33 CM, INC M LUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_ 07/2019.	m	R\$ 66,04	20	R\$ 1.320,80
TOTAL:					R\$ 14.433,41

10 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Diante dos dados obtidos nos levantamentos de custo dos telhados estudados, temos que o valor inicial do telhado cerâmico é de R\$14.433,41 (Quatorze mil quatrocentos e trinta e três reais e quarenta e um centavos) como mostra na tabela 2 logo, por ser um modelo de telhado mais conhecido e por possuir uma instalação mais barata, seria mais vantajoso perto do telhado verde que teve um custo de R\$19,986,75 (Dezenove mil novecentos e oitenta e seis reais e setenta centavos) na tabela 1.

Entretanto, com base na revisão bibliográfica que foi feita ao decorrer da pesquisa, nota-se os diversos aspectos positivos do telhado verde, como: redução da ilha de calor, captação da água da chuva, conforto térmico, redução no consumo de energia, qualidade do ar e conforto acústico. Sob esse viés, os seus benefícios se sobressaem perto do pouco conhecimento e custo de instalação, já que é mais caro inicialmente, diminuindo o interesse em adquirir tal cobertura - seja por ter poucos incentivos sobre esse método ou pelo custo mais elevado.

Além do mais, verificou-se que a economia na instalação do telhado cerâmico perto do telhado verde extensivo é de R\$5.553,34 (cinco mil quinhentos e cinquenta e três reais e trinta e quatro centavos), ou seja, é mais viável economicamente. No entanto, como já mencionado anteriormente, os benefícios da instalação do telhado verde se sobressai e, de acordo com Spangenberg (2004): “há uma diminuição de, aproximadamente, 15°C” no interior da edificação, logo, não seria necessária a utilização de climatizador de ar, tendo uma redução na conta de energia. Sendo assim, o valor de instalação pode ser amenizado se for levado em questão os aspectos externos, mas, para isso, é importante que haja uma pesquisa mais aprofundada acerca do custo adicional da conta de energia.

Com isso, é notório a importância que a construção civil tem no desenvolvimento nos centros urbanos, porém, esse crescimento despertou vários problemas ao meio ambiente, gerando uma busca por soluções sustentáveis para

resolver esses impactos aos poucos. Neste sentido, o telhado verde pode ser o ponto de partida para futuras construções mais sustentáveis.

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É contemporâneo a necessidade de discussão acerca de métodos sustentáveis voltados para o ramo da construção civil, tendo em vista que é uma das indústrias que mais causa impactos negativos ao meio ambiente. Por meio dos dados coletados em nossa pesquisa, foi verificado que o telhado cerâmico possui um custo inicial de R\$14.433,41, já o custo do telhado verde é de R\$19,986,75, ou seja, a instalação mais viável seria o telhado cerâmico com uma economia de R\$5.553,34 (cinco mil quinhentos e cinquenta e três reais e trinta e quatro centavos).

Ainda assim, apesar do telhado cerâmico possuir um custo mais baixo e ser um método mais conhecido, o telhado verde apresenta diversas vantagens, começando pela sustentabilidade que vem sendo cada vez mais explorada na construção civil. Contudo, o custo elevado e a falta de conhecimento sobre o método é uma das principais dificuldades para sua implementação na cidade de Salvador. Vale também destacar que a logística no fornecimento dos insumos é um fator que auxilia na baixa adesão do telhado verde em Salvador, visto que as empresas especializadas na instalação do serviço são poucas, e a maioria está localizada no Sul e Sudeste do país.

É essencial considerar o custo-benefício ao escolher a cobertura de um telhado. Os impactos ambientais causados pelo crescimento da zona urbana auxiliam no aquecimento global, enchentes, ilhas de calor, poluição sonora e visual, além de prejudicar a qualidade do ar. Sob esse viés, vale relembrar que por mais que a ideia do telhado verde ainda não seja comum quanto o telhado cerâmico, a sua aquisição pode ajudar na diminuição desses impactos, como: captação da água de chuva, diminuição da ilha de calor, o que ajuda a melhorar a qualidade do ar, redução de energia e isolamento termoacústico.

Sendo assim, ainda que inicialmente o telhado cerâmico possa parecer mais econômico se comparado ao telhado verde, percebe-se, através dos levantamentos de dados, que com o passar do tempo esse custo pode se igualar, mas os

benefícios do telhado verde se destacam por estabelecer melhor qualidade de vida. Para produções acadêmicas futuras, sugere-se o estudo a longo prazo da economia de energia que esse sistema condiciona.

12 REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 15575-5:2013** – Edificações habitacionais — Desempenho – Requisitos para os sistemas de coberturas. São Paulo: USP, 2020. 87 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 15310:2009** – Componentes cerâmicos – Telhas – Terminologia, requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2005. 53 p.

ALMEIDA, S. P. C. *et al.* **Revisão Histórica dos Telhados Verdes:** da Mesopotâmia aos dias atuais. Revista Brasileira de Meio Ambiente, Pernambuco, v.2, n.1, p. 42-51, 2018. Disponível em: <<https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/64>>. Acesso em: 20 Jul. 2022.

BRAZ, S. N; BRAZ, J. C. R. **Telhado verde:** uma tecnologia sustentável. Revista Nacional de Gerenciamento de Cidade, São Paulo, v. 08, n. 65, p. 147-157, 2020. Disponível em: file:///C:/Users/Microsoft/Downloads/2587-5425-1-SM.pdf. Acesso em: 11 Fev. 2023.

CALDEIRA, Julianna. WERNECK, Tatyane. **Você sabe o que são ilhas de calor?** Ius Natura, 2020. Disponível em: <<https://iusnatura.com.br/ilhas-de-calor/#:~:text=Ilhas%20de%20calor%20consistem%20no.que%20nas%20regi%C3%B5es%20rurais%20pr%C3%B3ximas>>. Acesso em: 1 Ago. 2023.

CARVALHO, G. M. **Proposta técnica e econômica da implantação de um sistema de telhado verde.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<http://www.repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10020976.pdf>>. Acesso em: 4 Set. 2022.

CECCHETTO, C. T. *et al.* **Arborização urbana:** importância e benefícios no planejamento ambiental das cidades. XVI Seminário Internacional de Educação no Mercosul. Disponível em: <<https://www2.ufrb.edu.br/petmataatlantica/images/PDFs/ARTIGO---ARBORIZACAO-URBANA-IMPORTANCIA-E-BENEFICIOS-NO-PLANEJAMENTO-AMBIENTAL-DAS-CIDADES-1.PDF>>. Acesso em: 14 Abr. 2023.

DURANTE, L. *et al.* **Resgate histórico do uso da telha de madeira e sua aplicabilidade às edificações brasileiras.** E&S – Engineering and Science, p. 52-55, 2022.

FÁVARO, Léo. **Estudo mostra como o barulho prejudica a saúde mental.** Dr Jairo Bouer, 2022. Disponível em:

<<https://doutorjairo.uol.com.br/leia/estudo-mostra-como-o-barulho-prejudica-saude-mental/>>. Acesso em: 14 Abr. 2023.

FREITAS, Welber. **TELHADOS**. Infoescola, 2011. Disponível em:<<https://www.infoescola.com/engenharia-civil/telhados/>>. Acesso em: 1 Jun. 2022.

HENEINE, Maria Cristina Almeida de Souza. **Cobertura Verde**. Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais, 2008. Disponível em:<https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9AEGBV/1/telhado_verde_sistema_construtivo_de_maior_eficiencia_e_menor_impacto_ambiental.pdf>. Acesso em 15 Mar. 2023.

Instituto Cidade Jardim. Disponível em: <<https://institutocidadejardim.com.br/>>. Acesso em: 5 Jan. 2023.

International Green Roofs Association (IGRA). Disponível em: <<http://www.igra-world.com/index.php>>. Acesso em: 15 Set. 2022.

JUNIOR, A. R. C; BLOOMFIELD, W. R; GONÇALVES, J. R. **Edifícios Sustentáveis**. Rio de Janeiro, v.5, n.1, p. 56-66, 2022. Disponível em: <<http://revistas.icesp.br/index.php/TEC-USU/article/view/728>>. Acesso: 13 Jul. 2022.

LEITE, Maria Beatriz Ayello. **Telhados Verdes**. Ambientebrasil, 2019. Disponível em: <<https://noticias.ambientebrasil.com.br/redacao/2019/06/19/152571-telhados-verdes.htm>>. Acesso em: 25 Mar. 2023.

MINKE, Gernot. **Techos Verdes: Planificación, Ejecución, Consejos prácticos**. Montevideo: Editorial Fin de Siglo, 2004. Disponível em: <<https://ecocosas.com/wp-content/uploads/Biblioteca/Arquitectura/minke-gernot-techos-verdes.pdf>>. Acesso em: 10 Jan. 2023.

NERI, Marcelo Côrtes. **A nova classe média**. 2008.

PENDIUK, F; MOISÉS, I. C; PEREIRA, M. P. **Telhado verde: a evolução da tecnologia e suas funcionalidades**. Gestão, Tecnologia e Inovação, Paraná, v. 1, n. 3, p. 19-37, 2017. Disponível em: <<https://www.opet.com.br/faculdade/revista-engenhas/pdf/n3/Artigo3-n3-Fabio-Pein.pdf>>. Acesso em: 10 Dez. 2022.

RANGEL, A. C. L. C. *et al.* **Os telhados verdes nas políticas ambientais como medida indutora para a sustentabilidade**. Desenvolvimento e Meio Ambiente, Paraná, v. 35, p. 397-409, 2015. Disponível em:

<<https://revistas.ufpr.br/made/article/view/39177/27108>>. Acesso em: 12 de Mar. 2023.

RIBEIRO, Deyse. **Lucca vista do alto da Torre Guinigi**. Passeiosnatoscana. Disponível em:<<https://passeiosnatoscana.com/lucca-vista-alto-da-torre-guinigi/>>. Acesso em: 09 Jun. 2023.

SADDI, G. K.; MOURA, O. R. **Cobertura verde**: análise do impacto de sua implantação sobre a redução do escoamento superficial. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás (UFGO), Goiânia, 2010. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/COBERTURAS_VERDES_-_ANALISE_DO_IMPACTO_DE_SUA_IMPLANTA%C3%87%C3%83O_SOBRE_A_REDU%C3%87%C3%83O_DO_ESCOAMENTO_SUPERFICIAL.pdf>. Acesso em: 6 Ago. 2022.

SCRENSKI, A. *et al.* **Construções Sustentáveis**: Estudo de Viabilidade do Telhado Verde. 2011. 114 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – FAE Centro Universitário, Curitiba. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/51254/R%20-%20E%20-%20ADRIAN%20JAN%20SCRENSKI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> .Acesso em: 2 abr 2023.

SCRENSKI, A. **Viabilidade do Telhado Verde como instrumento de redução de emissões de carbono**. 2015. Tese (Especialização em Projetos Sustentáveis, Mudanças Climáticas e Gestão Corporativa de Carbono do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Disponível em:<<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/51254/R%20-%20E%20-%20ADRIAN%20JAN%20SCRENSKI.pdf?sequence=1#:~:text=Os%20tr%C3%AAs%20tipos%20de%20telhado,estruturas%20de%20concreto%20armado%20convencional>>. Acesso em: 15 Mar 2023.

SILVA, V. L. A. KASHIWA, L. **Sustentabilidade e conforto: a aplicação do Telhado Verde como solução sustentável**. Mix Sustentável, Florianópolis, v.4, n.1, p. 117-122, mar. 2018. Disponível em: <<file:///C:/Users/Microsoft/Downloads/1940-Texto%20do%20artigo-8394-1-10-20180412.pdf>>. Acesso em: 01 Nov. 2022.

SILVA, W. T. L. **ABC da agricultura familiar: Saneamento básico rural**. 1 ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2014. 68 f. Disponível em:<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128259/1/ABC-Saneamento-basico-rural-ed01-2014.pdf>>. Acesso em 15 Dez. 2022.

STAHLHÖFER, I. S.; PEREIRA, M. F. B. **Políticas públicas de implementação de coberturas verdes**: o projeto de lei nº 115/2009 da câmara de vereadores de São Paulo. In: Edição Especial - I Congresso Internacional de Direito Ambiental e Ecologia Política – UFSM. Revista do curso de direito, Universidade Federal de Santa Catarina. V. 8, p. 386-398, 2013. Disponível em:<

<https://periodicos.ufsm.br/revistadireito/article/view/8338/5024>>. Acesso em: 3 Jan. 2023.

STOVIN, Virginia; VESUVIANO, Gianni; KASMIN, Hartini. **The hydrological performance of a green roof test bed under UK climatic conditions**. Journal of Hydrology, 2011. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022169411007347>>. Acesso em: 23 Fev. 2023.

TELHADO embutido: fotos, modelos, plantas de casa com o telhado embutido. Construindodecor, 2019. Disponível em: <<https://construindodecor.com.br/telhado-embutido/>>. Acesso em: 1 Jun. 2023.

TELHADO verde. Bioclimatismo, 2016. Disponível em: <<https://bioclimatismo.com.br/telhado-verde/>>. Acesso em: 29 Abr. 2023.

TELHADOS Verdes - Conceito. Ecotecnologias. Disponível em: <https://ecotecnologias.org/?page_id=561>. Acesso em: 25 Mar. 2023.

ZERBINATTI, Andressa. **Telhado verde: tipos, etapas e vantagens**. Projetou. Disponível em: <<https://www.projetou.com.br/posts/telhado-verde/>>. Acesso em: 29 Jun. 2023.