

ETEC ITAQUERA II

AFONSO MIRANDA, CARLOS DOS SANTOS, DIEGO DOS SANTOS

TELHADO VERDE

Construções que Mudam o Cinza das Cidades

SÃO PAULO

2023

AFONSO MIRANDA, CARLOS DOS SANTOS, DIEGO DOS SANTOS

TELHADO VERDE

Construções que Mudam o Cinza das Cidades

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de edificações do CENTRO PAULA SOUZA (ETEC), como requisito parcial para a Obtenção do grau de TÉCNICO em Edificações.

SÃO PAULO

2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus colegas de classe e ao incentivo de amigos e familiares ao desenvolver este trabalho e também por sempre colaborarem nas informações.

“É hora de usar um dos maiores talentos humanos, a habilidade de manipular o ambiente, e transformar o ambiente que se tornou hostil à vida num habitat humano que sustenta a vida e cultiva o desenvolvimento tanto pessoal quanto coletivo”.

(spirn, 1984, p, 275, tradução herzog).

RESUMO

Telhado verde ou telhado ecológico é uma prática que vem se difundindo com a construção civil e na arquitetura moderna que consiste na aplicação e no uso de diversos tipos de vegetação, solo ou substrato sobre uma camada impermeável, sendo geralmente instalados na cobertura de Residências, Fábricas, Escritórios e entre outras edificações. Uma de suas grandes vantagens é principalmente a de diminuir o calor gerado pelas cidades por causa das ilhas de calor, com isso e muito mais, este método construtivo põe em prática a sustentabilidade, alterando a paisagem dos grandes centros urbanos, melhorando a qualidade de vida dos habitantes e diminuindo o aquecimento global.

Palavras-chave: Telhado verde, Telhado Ecológico, Edificações, Sustentabilidade.

ABSTRACT

Green roof or ecological roof is a practice that has been spreading in civil construction and modern architecture that consists of the application and use of different types of vegetation, soil or substrate over an impermeable layer, generally being installed on the roof of homes, factories, Offices and other buildings. One of its great advantages is mainly to reduce the heat generated by cities due to heat islands, with this and much more, this construction method puts sustainability into practice, changing the landscape of large urban centers, improving the quality of life of inhabitants and reducing global warming.

Keywords: Green roof, Ecological Roof, Buildings, Sustainability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 — Telhado verde.....	14
Figura 2 — escoamento de água no telhado verde	15
Figura 3 — Detalhamento de telhado verde.....	17
Figura 4 — Telhado verde em steel frame	18
Figura 5 — Impermeabilização muito além das infiltrações.....	20
Figura 6 — Casa M.....	22
Figura 7 — Membrana impermeabilizante na construção	23
Figura 8 — Barreira contra raízes	23
Figura 9 — Sistema de drenagem argila expandida.....	24
Figura 10 — Tecido permeável	26
Tabela 1 — Tabela de opções de plantas	28
Figura 11 — Telhado verde extensivo.....	30
Figura 12 — Telhado verde intensivo.....	31
Figura 13 — Telhado verde semi intensivo	32
Figura 14 — Módulo macheta	33
Figura 15 — Manta geotextil	34
Figura 16 — Substrato leve.....	35
Figura 17 — Vegetação	35
Figura 18 — Sistema modular.....	36
Figura 19 — Telhados verdes em são paulo	37
Figura 20 — Ilhas de calor	39

SUMÁRIO

1	- INTRODUÇÃO	9
1.1	- OBJETIVOS GERAIS	10
1.2	- OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
1.3	- METODOLOGIAS	10
2	- TELHADO VERDE	12
2.1	- CONCEITUAÇÃO	12
2.2	- JUSTIFICATIVAS	13
2.3	- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
3	- COMPOSIÇÃO TÉCNICA DO TELHADO VERDE	17
3.1	- CARGAS	17
3.2	- ESTRUTURA	18
4	- TELHADO VERDE E SUAS CAMADAS	21
4.1	- LAJE:	21
4.2	- MEMBRANA A PROVA DE ÁGUA	22
4.3	- BARREIRA CONTRA RAÍZES	23
4.4	- SISTEMA DE DRENAGEM	24
4.4.1	- ADUBOS E COMPOSTAGENS	24
4.5	- TECIDO PERMEÁVEL	26
4.6	- TERRA	26
4.7	- VEGETAÇÃO	27
5	- TIPOS DE TELHADO VERDE	29
5.1	- TELHADOS EXTENSIVOS	29
5.2	- TELHADO VERDE INTENSIVO	30
5.3	- TELHADO VERDE SEMI INTENSIVO	31
6	- TIPOS DE SISTEMAS	33
6.1	- SISTEMA ALVEOLAR	33
6.1.1	MODULO MANCHETA	33
6.1.2	- GEOMEMBRANA TEXTIL PARA DRENO	33
6.1.3	- SUBSTRATO LEVE	34
6.1.4	- VEGETAÇÃO DE COBERTURA	35
6.2	- SISTEMA MODULAR	35
7	- EFEITOS ESTÉTICOS, PSICOLÓGICOS (BEM ESTAR) E LAZER ...	37
8	- BENEFÍCIOS	38
8.1	- QUALIDADE DO AR	38
8.2	- ILHAS DE CALOR	38
8.3	- ISOLAMENTO TÉRMICO	39
8.4	- FILTRAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS	40
8.5	- ISOLAMENTO ACÚSTICO	40
8.6	- BLINDAGEM DAS EDIFICAÇÕES AOS RAIOS SOLARES	40
9	- MANUTENÇÃO	42
10	- CUSTOS	43

11	- CONCLUSÃO	44
	REFERÊNCIAS.....	45

1 - INTRODUÇÃO

O grande aumento da população, a alta taxa de poluentes o desmatamento desenfreado de ambientes naturais, vem trazendo consequências devastadoras para o meio ambiente, nos grandes centros urbanos vemos e sentimos isso claramente em fatores comuns do dia a dia como as mudanças radicais do clima, a má qualidade do ar e o aumento de lixo em córregos e rios, mas isso vem se agravando desde a segunda revolução industrial tendo como um fator mais agravante o aumento de indústrias e a degradação de recursos naturais.

com o surgimento de vários métodos construtivos em torno da sustentabilidade e a conscientização populacional de que podemos fazer melhor para nós mesmos e para o meio ambiente o telhado verde e as construções sustentáveis vem trazendo benefícios satisfatórios para o planeta.

Na busca por alternativas que reduzam esses efeitos e compense o meio ambiente, o telhado verde surge como uma solução eficiente para minimizar os impactos impostos pela impermeabilização das grandes cidades. Sendo já bastante utilizado, principalmente na Europa. No Brasil esse sistema construtivo ainda é recente, sendo mais utilizado nas regiões de São Paulo e no Rio Grande do Sul, embora vem se destacando e sendo visto como uma ótima alternativa para as grandes metrópoles. (SILVA, 2011).

Os telhados verdes são caracterizados pela aplicação de uma cobertura vegetal sobre as edificações.

Segundo SILVA (2011), seu plantio é feito principalmente em coberturas planas, porém, existem módulos disponíveis no mercado que permitem a sua instalação em sistemas inclinados. Os elementos que compõem essa estrutura são a laje, a camada impermeabilizante, o isolante térmico, a camada drenante, a camada filtrante, o solo e a vegetação (ARAÚJO, 2007).

Na introdução do seu projeto você deve demonstrar o tema que será desenvolvido, justificar a importância do estudo, delimitar o problema/hipótese, apresentar a metodologia e mostrar os objetivos do trabalho, relacionando os tópicos principais. Na introdução, evita-se textos longos e antecipação de resultados. A introdução é uma das primeiras impressões que o leitor terá sobre seu projeto, por isso tem que caprichar no texto para gerar interesse em continuar a leitura do seu trabalho.

Dicas para escrever uma boa introdução: apesar de ser um dos primeiros elementos apresentados no projeto, este deve ser umas das últimas coisas feitas no seu trabalho, afinal você precisa do seu trabalho completo para poder introduzi-lo adequadamente. Deve ter em torno de 10 parágrafos que apresentem o tema, o problema de pesquisa, objetivos e metodologia. Deixe claro o que será investigado e porque esse tema é relevante sem se aprofundar no assunto.

1.1 - OBJETIVOS GERAIS

O objetivo geral deste TCC é a elaboração de um projeto de um telhado verde para uma edificação residencial, com o intuito de abordar o tema para que outras pessoas possam se sentir confiantes em relação aos métodos construtivos.

Este trabalho apresenta informações suficientes de forma mais clara para a implantação de coberturas verdes e exemplificar a sua utilização para a população que vive em centros urbanos, bem como conceituar e também apresentar suas principais características, vantagens e desvantagens do método construtivo que deve ser bem aproveitado, e não só pelos grandes centros, mas também pelas regiões com menos áreas verdes.

1.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar diferentes tipos de telhado verde aplicado em edificações e suas especificações;
- Resumir os benefícios ambientais e viabilidade financeira em uma estrutura de telhado verde;
- Discutir políticas de incentivo já utilizadas para aplicação de telhado verde.

1.3 - METODOLOGIAS

Este trabalho tem caráter informativo e exploratório sendo pesquisado na literatura, tais como livros, artigos e monografias atuais entre outras fontes referentes ao tema.

- pesquisas em sites e órgãos com ênfase na arquitetura e engenharia

- leitura de assuntos pertinentes ao tema
- consulta de normas e legislações e etc..

2 - TELHADO VERDE

2.1 - CONCEITUAÇÃO

O telhado verde, também conhecido como telhado ecológico, cobertura verde, cobertura viva, eco telhado, green-roof e outras denominações, representa uma possibilidade de reduzir os prejuízos causados a natureza, sendo este um recurso de embelezamento, conforto e proteção térmica. (WEILER; SCHOLZ-BARTH, 2009). Dessa forma, consistem em um revestimento vegetal na cobertura das Construções, sendo as mesmas impermeáveis e representando um sistema de escoamento de água (LIU; COFFMAN, 2016), as quais não possuem regulamentação interna a nível federal.

O Brasil ainda não possui uma legislação nacional para regulamentar a instituição de telhados verdes, contudo, algumas normativas existem em âmbito estadual, como em Piauí, Recife e Santa Catarina (MARQUES; BISSOLI-DALVI; ALVAREZ, 2018).

Tassi et al. (2014, p. 141) compreendem que “os telhados verdes são conhecidos por converter a superfície de um telhado convencional em um espaço multifuncional, utilizando, para isso a vegetação”. Os eco telhados devem ser fixados sobre estruturas de tradicionais, podendo ser de fibrocimento, telha metálica ou cerâmica, laje de concreto impermeabilizada e outros (RIGHI et al.,2016).

Mendonça (2015) acrescenta que a estrutura de um telhado verde possibilita que a parte superior do edifício seja composta por vegetações de coloração verde, da onde se extrai sua nomenclatura, acrescentando também que somente nos últimos dez anos o tema recebeu relevância na área acadêmica.

Na conceituação de Teixeira et al. (2017), as coberturas vegetadas apresentam laje impermeável, camada de substrato para proporcionar o plantio da planta, seu crescimento, extração de nutrientes e raízes, faixa de dreno e outras bases que o constituem. Os autores compararam a qualidade da água extraída dos telhados verdes e tradicionais, cujos resultados demonstram que a opção mais ecológica apresenta menor acidez, maior quantidade de nitrogênio, elevado parâmetro pH e material orgânico (TEIXEIRA et al., 2017).

Para Karczmarczyk, Baryla e Bus (2014, p. 2586) os “telhados verdes implantados em áreas urbanas para aumentar a retenção da água da chuva e

retardar o escoamento, também devem funcionar para a proteção da qualidade da água”. As coberturas verdes são importantes porque proporcionam um condicionamento passivo aos prédios e outras edificações, causando maior frescor e resfriamento dos arredores. Elas podem ser utilizadas em organizações, prédios comerciais, casas e outras estruturas (MAGALHÃES, 2015).

Tassi et al. (2014) realizou um experimento para averiguar o escoamento da água pluvial de um telhado verde, sendo que o volume filtrado foi 56% maior do que aquele alcançado por telhados comuns. A água escoada pode apresentar diferenças de pH e acúmulo de diferentes nutrientes, considerando os materiais que o formam, o cuidado dispendido, espécie de vegetação cultivada e a contaminação do ar. Podem ser compreendidos como uma estrutura que possibilita a sobreposição de diversas camadas para a criação de vegetação. Permite-se a sua construção sobre diferentes estruturas e materiais, tais como laje e telhados com pouco declive (LOPES, 2014). Atuam como uma forma de torna mais aprazível a condição térmica, se apresentando como uma possibilidade para que as plantas, árvores e outras espécies de vegetais possam ser novamente vistas no âmbito urbano (VALENTE, 2019).

2.2 - JUSTIFICATIVAS

O conceito de sustentabilidade na construção civil é garantir que antes, durante e após as construções, sejam feitas ações que reduzam os impactos ambientais, potencializem a viabilidade econômica e proporcionem uma boa qualidade de vida para as gerações atuais e futuras.

Fazer com que os materiais usados sejam reutilizados, definir alternativas para a exploração dos recursos naturais, buscar novas formas de gerar e economizar energia são atitudes que ajudam a diminuir os impactos da construção no ambiente. Além disso, são fundamentais para que possa tornar os processos economicamente viáveis. Logo, se hoje há uma maior preocupação com a questão da sustentabilidade em todos os setores presente na sociedade, principalmente no ramo da construção civil não deve ser diferente.

2.3 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O telhado verde, também conhecido como telhado ecológico, cobertura verde, cobertura viva, eco telhado, green-roof e outras denominações, representa uma possibilidade de reduzir os prejuízos causados a natureza, sendo este um recurso de embelezamento, conforto e proteção térmica. (WEILER; SCHOLZ-BARTH, 2009).

Dessa forma, consistem em um revestimento vegetal na cobertura das Construções, sendo as mesmas impermeáveis e representando um sistema de escoamento de água (LIU; COFFMAN, 2016), as quais não possuem regulamentação interna a nível federal.

Figura 1 — Telhado verde



Fonte: Vantagens do telhado verde.

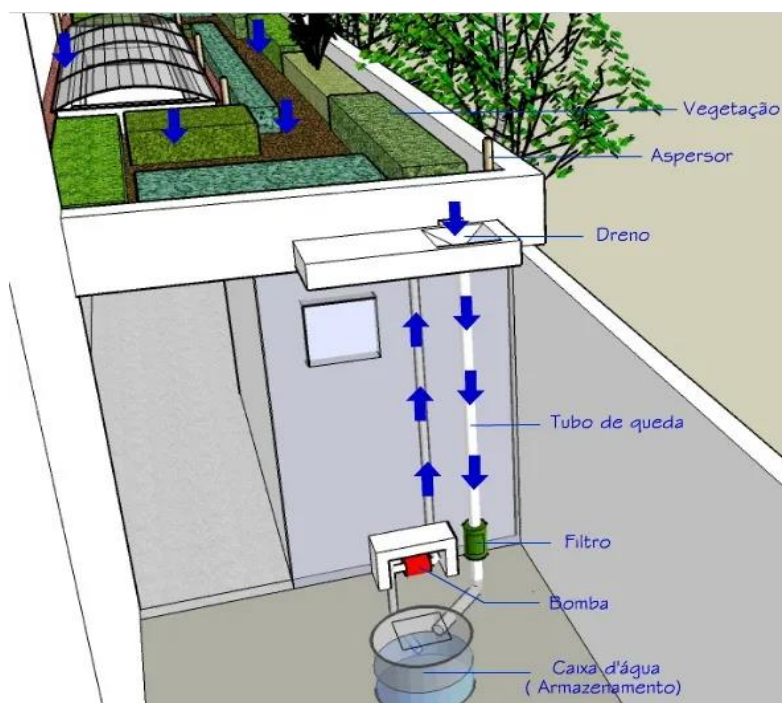
Mendonça (2015) acrescenta que a estrutura de um telhado verde possibilita que a parte superior do edifício seja composta por vegetações de coloração verde, da onde se extrai sua nomenclatura, acrescentando também que somente nos últimos dez anos o tema recebeu relevância na área acadêmica.

Na conceituação de Teixeira et al. (2017), as coberturas vegetadas apresentam laje impermeável, camada de substrato para proporcionar o plantio da planta, seu crescimento, extração de nutrientes e raízes, faixa de dreno e outras bases que o constituem. Os autores compararam a qualidade da água extraída dos telhados verdes e tradicionais, cujos resultados demonstram que a opção mais ecológica apresenta menor acidez, maior quantidade de nitrogênio, elevado parâmetro pH e material orgânico (TEIXEIRA et al., 2017).

Para Karczmarczyk, Baryla e Bus (2014, p. 2586) os “telhados verdes implantados em áreas urbanas para aumentar a retenção da água da chuva e retardar o escoamento, também devem funcionar para a proteção da qualidade da água”. As coberturas verdes são importantes porque proporcionam um condicionamento passivo aos prédios e outras edificações, causando maior frescor e resfriamento dos arredores. Elas podem ser utilizadas em organizações, prédios comerciais, casas e outras estruturas (MAGALHÃES, 2015).

Tassi et al. (2014) realizou um experimento para averiguar o escoamento da água pluvial de um telhado verde, sendo que o volume filtrado foi 56% maior do que aquele alcançado por telhados comuns. A água escoada pode apresentar diferenças de pH e acúmulo de diferentes nutrientes, considerando os materiais que o formam, o cuidado dispendido, espécie de vegetação cultivada e a contaminação do ar.

Figura 2 — Escoamento de água no telhado verde



Fonte: <https://clarquiteturas.wordpress.com/telhados-verdes/#jp-carousel-168>.

Podem ser compreendidos como uma estrutura que possibilita a sobreposição de diversas camadas para a criação de vegetação. Permite-se a sua construção sobre diferentes estruturas e materiais, tais como laje e telhados com pouco declive (LOPES, 2014). Atuam como uma forma de torna mais aprazível a condição térmica, se apresentando como uma possibilidade para que as plantas,

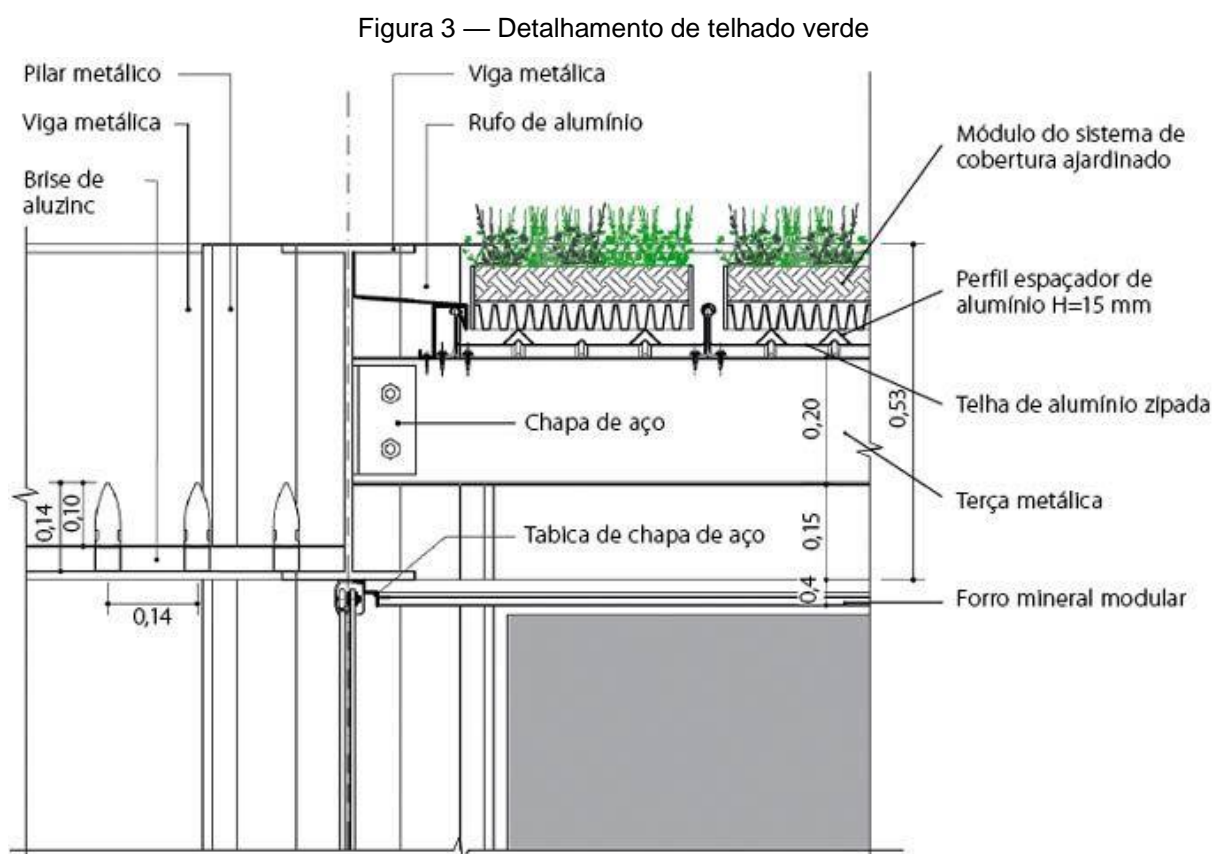
árvores e outras espécies de vegetais possam ser novamente vistas no âmbito urbano (VALENTE, 2019).

Tassi et al. (2014) realizou um experimento para averiguar o escoamento da água pluvial de um telhado verde, sendo que o volume filtrado foi 56% maior do que aquele alcançado por telhados comuns. A água escoada pode apresentar diferenças de pH e acúmulo de diferentes nutrientes, considerando os materiais que o formam, o cuidado dispendido, espécie de vegetação cultivada e a contaminação do ar. Podem ser compreendidos como uma estrutura que possibilita a sobreposição de diversas camadas para a criação de vegetação. Permite-se a sua construção sobre diferentes estruturas e materiais, tais como laje e telhados com pouco declive (LOPES, 2014). Atuam como uma forma de torna mais aprazível a condição térmica, se apresentando como uma possibilidade para que as plantas, árvores e outras espécies de vegetais possam ser novamente vistas no âmbito urbano (VALENTE, 2019).

3 - COMPOSIÇÃO TÉCNICA DO TELHADO VERDE

É importante destacar que para o dimensionamento da construção do telhado verde é necessário analisar as cargas sobre o mesmo, quando este encontra-se seco e saturado, calculando o peso da drenagem, substrato e cobertura vegetal.

Segundo Minke (2004), um telhado verde com 10 centímetros de espessura pesa aproximadamente 100 kg/m². para a formação do telhado são necessárias algumas camadas que lhe garantem sustentação, impermeabilização e eficiência no seu funcionamento. Entretanto existem diferentes formas de estruturar o telhado verde, vamos descrever aqui as camadas conforme destaca Minke (2004): Estrutura, Impermeabilização, placas de proteção membrana impermeável dentre outros.



Fonte: <https://projetordesonho.blogspot.com/2011/08/cobertura-verde-cobertura-verde-e-um.html>.

3.1 - CARGAS

Os sistemas de telhado verde da Eco telhado possuem baixa carga. O peso por metro quadrado poderá variar conforme o sistema, a quantidade de água do reservatório e tipo de vegetação. Em geral a carga é a partir de 80 kg/m², Sempre

deve ser realizado um cálculo estrutural que preveja a carga da estrutura, do substrato, da vegetação e também da água da chuva acumulada.

3.2 - ESTRUTURA

O telhado deve ser estruturado sobre diferentes acabamentos, destacamos alguns deles: Laje de concreto, Tabuado de madeira, Stell Deck, (estrutura metálica em composição com camada de concreto), estrutura de madeira e bambu, estrutura do telhado existente, entre outros materiais que tenham resistência compatível ao sistema do telhado verde saturado.

Em qualquer sistema construtivo, é imprescindível que o peso do substrato saturado do telhado verde proposto seja calculado por um profissional (arquiteto ou engenheiro de cálculo estrutural), uma vez que eles colocam uma carga maior sobre os edifícios se comparado com um telhado convencional (plano ou inclinado).

Da mesma forma, deve-se levar em consideração que todos os valores de carga devem ser baseados no peso do substrato saturado mais outras considerações relevantes.

Figura 4 — Telhado verde em steel frame



Fonte: <https://www.maahsareiaebrita.com.br/blogs/telhado-verde/>.

- IMPERMEABILIZAÇÃO

A impermeabilização da estrutura deverá ser feita de acordo com a necessidade de cada um dos materiais. é importante se atentar a essa etapa, pois a má execução, ou uso de materiais inadequados para esse fim, pode resultar em patologias futuras na edificação, Sistema de drenagem, sistema filtrante, tecido permeável, substrato, vegetação.

A camada de impermeabilização normalmente é construída com a função de hidro-repelentes, no sentido de evitar o contato da água com a estrutura do telhado; enquanto uma camada protetora também é empregada, destinando-se à retenção da umidade e nutrientes acima da estrutura do telhado, fornecendo uma proteção física contra o crescimento das raízes (TASSI et all, 2014).

Nakamura (2019) Elencou resistência mecânica e durabilidade como os principais requisitos técnicos a serem atendidos pela impermeabilização. Resguardando essas recomendações Storte aponta soluções comumente indicadas para impermeabilizar telhados verdes como a manta asfáltica anti-raiz, na qual um biocida é disperso em toda a massa, e a solução asfáltica anti-raiz, aplicada na forma de pintura. (NAKAMURA, 2019).

Figura 5 — Impermeabilização muito além das infiltrações



Fonte: <https://www.sindiconet.com.br/informese/impermeabilizacao-em-condominio-muito-alem-das-infiltracoes-manutencao-infiltracoes>.

- CARACTERÍSTICAS DE CADA CAM

4 - TELHADO VERDE E SUAS CAMADAS

Para garantir a eficiência do telhado verde e evitar que este apresente problemas como infiltração e outros problemas, é necessário que sua execução apresente as seguintes camadas:

4.1 - LAJE:

A laje será responsável por receber as cargas do telhado e deverá apresentar uma inclinação mínima de 2% para garantir a drenagem da água.

Será necessário projetar as coberturas com uma inclinação mínima de 2%.

A primeira camada de um telhado verde é composta da cobertura do edifício, que receberá suas cargas. Para garantir uma drenagem adequada e evitar o acúmulo da água, estes devem poder mover-se de forma fluida nesta laje, mantendo uma inclinação mínima de 2%. Neste caso, foi utilizada uma laje de concreto, com acabamento semi-polido e umidade máxima de concreto de 4%, incorporando tubos de drenagem de 4" de diâmetro.

Figura 6 — Casa M



Fonte: Telhados verdes: quais são as camadas e como impermeabilizá-los usando membranas líquidas.

4.2 - MEMBRANA A PROVA DE ÁGUA

: A membrana impermeabilizante apresenta a função de impedir a infiltração da água para a edificação.

Após a aplicação do adesivo especial (primer) na laje, a primeira camada de membranas deve ser localizada (neste caso, 3 mm de espessura de acabamento liso fosco), começando na parte mais baixa do telhado e na direção perpendicular à inclinação. Como na instalação de telhas, cada rolo deve ser sobreposto a 10 cm em favor da inclinação.

A segunda camada de membranas (neste caso, membranas com acabamento de cascalho com 4 mm de espessura) é instalada na primeira camada por termo fusão, desenrolando as suas sobreposições.

Figura 7 — Membrana impermeabilizante na construção



Fonte: <https://www.manutencaoesuprimentos.com.br/membrana-impermeabilizante-na-construcao/#gsc.tab=0>.

4.3 - BARREIRA CONTRA RAÍZES

Tem a função de controlar o crescimento das raízes que seriam danosas para o sistema, promovendo proteção à perfuração, prevenindo danificações mecânicas, tanto das raízes, quanto da cobertura. (SAVI, 2012)

Figura 8 — Barreira contra raízes



Fonte: https://www.google.com/search?q=barreira+contra+raizes&sca_esv=575180918.

4.4 - SISTEMA DE DRENAGEM

é aplicada uma camada de cascalho ou argila expandida com linhas techdreno recoberto por uma manta geotêxtil Bidim para permitir a drenagem do telhado verde. Ela é essencial, pois é responsável pelo escoamento da água para as calhas não deixando o aumento substancial no peso.

O produto Bidim Wavin ExtraDren faz o papel da impermeabilização e a drenagem em um só produto. Assim a camada base pode ficar até 5x mais fina, acumulando menos peso e gerando um custo muito melhor. Ela é a escolha certa para esse tipo de ampliação.

Figura 9 — Sistema de drenagem argila expandida



Fonte: <https://www.cinexpan.com.br/blog/index.php/2021/11/03/cobertura-com-argila-expandida-cinexpan-veja-as-vantagens-quanto-custa-e-como-fazer/>.

4.4.1 - ADUBOS E COMPOSTAGENS

- **Substrato bokashi** (compostado por micro-organismos efetivos)

Além dos compostos de origem animal e vegetal, o Bokashi também possui micro-organismos eficientes, conhecidos pela sigla EM (efficient microorganisms, em inglês). Existem receitas para fazer o Bokashi, como a fornecida pela Embrapa (link

aqui), mas, para uso doméstico, compensa investir no adubo já pronto. Existem duas versões: o farelado e o líquido.

- **Plantas Granuladas (adubo)**

Os adubos granulados têm uma liberação mais lenta de nutrientes, evitando perdas e diminuindo a acidificação do solo. Eles sempre devem ser aplicados ou incorporados no solo/substrato, sem contato com a parte foliar para não queimar as folhas. Além disso, é necessário irrigar após a aplicação

- **Estrume granulado (adubo)**

O estrume possui vários nutrientes importantes para o desenvolvimento dos vegetais, como o nitrogênio. Estudos indicam que a fertilização por compostos orgânicos pode trazer mais resultados do que os fertilizantes químicos. Além disso, se usado corretamente, o estrume apresenta menos riscos para o meio ambiente.

- **Composto misto comercial**

Os fertilizantes minerais mistos são resultados da mistura de dois ou mais componentes mais simples. Um exemplo é o NPK 20-20-20, que traz uma composição balanceada:

- 20% de nitrogênio;
- 20% de fósforo;
- 20% de potássio.

- **Terra preta (compostado)**

A terra preta é uma mistura de matéria orgânica e terra com o intuito de nutrir o solo onde a planta será plantada. Podemos afirmar, então, que ela tem o objetivo de possibilitar a sustentação da planta, além de reter a água e ajudar na síntese de nutrientes.

- **Substrato pindstrup (laranja)**

É produzido com material fibroso natural estabilizado com turfas de sphagnum. Este substrato tem seu conteúdo baixo em fertilizantes e o pH corrigido com calcário.

- **Fibra de coco**

A fibra de coco é um material natural que vem ganhando cada vez mais destaque no mundo da construção, devido às suas incríveis propriedades e benefícios. A fibra de coco é obtida a partir das folhas do coqueiro e é 100% natural e biodegradável. Ela é conhecida por sua alta resistência à umidade e às intempéries, o que a torna ideal para a construção de telhados, pisos, paredes e

muito mais. Além disso, ela é incrivelmente leve, o que facilita sua transporte e instalação.

- **Carcaça de arroz**

Se utilizada de forma correta, a casca de arroz pode ajudar significativamente na produção vegetal, pois:

- Melhora a drenagem e aeração do solo;
- Reduz a necessidade de regas frequentes quando usada como cobertura vegetal;
- Acelera o enraizamento de sementes e estacas;
- Por ser rica em sílica, aumenta a resistência da planta ao ataque de doenças e pragas.

4.5 - TECIDO PERMEÁVEL

Permite somente a passagem dá água para o sistema de drenagem.

Figura 10 — Tecido permeável



Fonte: <https://www.tegape.com.br/produto/manta-geotextil/>.

4.6 - TERRA

A terra é o substrato necessário para o cultivo da cultura (planta) escolhida para o telhado verde.

4.7 - VEGETAÇÃO

Essa é a última camada do telhado e ela é definida em conjunto com as demais camadas, fatores como tipo, espessura do substrato são essenciais para saber qual o tipo de planta poderá ser selecionada.

A Seguir alguns itens importantes de serem observados para a escolha da vegetação:

- Inclinação da cobertura
- Exposição do vento
- Orientação solar
- Sombra por consequência de outras coberturas e obstáculos
- Precipitação local
- Espessura do substrato

A escolha das vegetações deve levar em conta ainda alguns outros fatores destaca Minke (2004): Resistência à seca, resistência ao frio, altura de crescimento da vegetação, tipo de substrato etc. Para telhados extensivos é importante optar por vegetações que exijam pouca manutenção, pois o objetivo desse tipo de telhado é substituir os telhados convencionais quanto a manutenção.

Desta forma a escolha da vegetação está ligada a região onde será instalado o mesmo, sendo necessário avaliar o clima, a incidência solar, os ventos etc.

Tabela 1 — Tabela de opções de plantas

ESPÉCIE	PORTE	ESPESSURA MÍNIMA DE SKYGARDEN	CONSUMO DE ÁGUA	ORIGEM	CARACTERÍSTICAS	
Gramma Esmeralda (zoysia japonica)	forração	4 cm	médio	Japão	Grande efeito estético e pouca manutenção	
Gramma São Carlos (axonopus compressus)	forração	4 cm	médio	Mata Atlântica	Pouca manutenção e verde escuro intenso	
Gramma Amendoim (arachis repens)	forração	7 cm	baixo	Cerrado	Não necessita de podas e tem flores amareladas	
Dinheiro em Penca (callisia repens)	forração	7 cm	baixo	Mata Atlântica	Ideal para áreas sombreadas	
Lantana (lantana monevidensis)	forração	7 cm	baixo	Cerrado	Resistente a seca e flores de grande beleza	
Clusia (clusia sp.)	arbusto para cerca-viva	15 cm na projeção da sombra	baixo	Mata Atlântica	Muito ornamental, exige pouca manutenção	
Podocarpo (podocarpus macrophyllus)	arbusto para cerca-viva	15 cm na projeção da sombra	baixo	Ásia	Ideal para cercas vivas densas visando privacidade	
Pitangueira (eugenia uniflora)	árvore	30 cm na projeção da sombra	baixo	Mata Atlântica	Produtora de frutos saborosos, atrai pássaros	

Fonte: <https://www.skygarden.com.br/index.php/telhados-verdes/opcoes-de-plantas>.

5 - TIPOS DE TELHADO VERDE

Os telhados verdes têm sido utilizados de formas variadas ao longo dos anos, conforme a sua composição e espécie de vegetação. Assim, criou-se a classificação de telhados verdes extensivos, intensivos, semi-intensivos ou intermediários, de acordo com as suas espécies.

5.1 - TELHADOS EXTENSIVOS

São aqueles integrados por plantas com pouco peso, resistentes e capazes de sobreviver em condições climáticas instáveis, como falta de chuva, inverno rígido e vento. São úteis para a diminuição do escoamento da água pluvial e ilhas de calor que assolam os centros urbanos, além de proporcionar o aumento da umidade relativa do ar (BALDESSAR, 2012). Tal vegetação atinge a profundidade de 5 cm a 15 cm e é extremamente leve, razão pela qual adiciona um pequeno peso na estrutura a qual foi construída. Podem consistir em erva, grama, musgo e outras (PALMEIRA, 2016).

Escolhe-se uma vegetação que seja capaz de se adaptar a secas extremas e que seja leve para a estrutura. É necessário colocar uma camada que retenha a água, podendo ser drenada.

Essa camada deverá ser a base de materiais que eliminam a água que sobra, retornando em pequenas quantidade, mantendo a umidade da vegetação. Se esta camada não estiver incorporada, uma capa filtrante deve ser aplicada, impedindo que essa água seja arrastada. Por ser leve é indicada também para telhados inclinados porque devido a camada de substrato ser pequena transfere pouca carga para a estrutura, tendo um custo inferior ao telhado do tipo intensivo. (HENEINE, 2008).

Figura 11 — Telhado verde extensivo



Fonte: https://fotos.habitissimo.com.br/foto/telhado-verde-residencial_1693196.

5.2 - TELHADO VERDE INTENSIVO

No que concerne os telhados verdes intensivos de irrigação, as plantas podem alcançar profundidades de 15 a 90 cm, pois que constituem espécies de plantas de maior tamanho como árvores (FERRAZ, 2012). Portanto, Lopes (2014) acrescenta que o telhado intensivo deve conter a dimensão mínima de 15 cm e no máximo 2 metros e dispor de inclinação entre 0° a 1,2°, podendo reunir a carga de 1200 kg/m², haja vista o tamanho da espessura do substrato e a quantidade de água permeada. Os telhados intensivos, conforme Palmeira (2016), possibilitam diversidade de espécies de vegetais, variando-se entre plantas de pequeno porte, o que faz com que o acúmulo de água neste sistema seja maior do que o presente no sistema anterior. Liu e Coffman (2016) explanam que possuem maior profundidade em vista da necessidade de espaço para o enraizamento das plantas.

Figura 12 — Telhado verde intensivo



Fonte: <https://arkpad.com.br/telhado-verde/>.

5.3 - TELHADO VERDE SEMI INTENSIVO

Os telhados verdes semi intensivos caracterizam-se pela sua situação intermediária entre o extensivo e intensivo, apresentando uma profundidade superior entre o extensivo, demanda uma maior capacidade estrutural, com necessidade de manutenção e regas periódicas.

Por outro lado, permite uma maior variedades de espécies, como herbáceas, gramíneas, capins e espécies arbustivas rústicas, e por esse motivo são chamadas de telhados verdes biodiversos. isso confere a este tipo de telhado uma maior liberdade compositiva, permitindo inclusive a produção em menor escala de ecossistemas e habitats naturais, sendo mais efetivos para o aumento da biodiversidade.

Figura 13 — Telhado verde semi intensivo



Fonte: <https://artevegetal.com.br/telhados-verdes/>.

6 - TIPOS DE SISTEMAS

6.1 - SISTEMA ALVEOLAR

Ele se caracteriza por ser feito com placas modulares com reservatório de água para captação e armazenamento das águas das chuvas, diminuindo drasticamente o uso de água potável para a rega e de sistemas de irrigação automatizados, o que o torna mais sustentável em relação aos telhados verdes convencionais. Com isso, a água fica disponível para a planta utilizar de acordo com a sua necessidade hídrica.

6.1.1 MÓDULO MANCHETA

Modulos feitos de plástico reciclado que funcionam como reservatórios que retém a água da chuva e mantém ela armazenada para uso das raízes da vegetação, diminuindo a necessidade de rega. Esse módulo também evita o contato direto da vegetação com a laje.

Figura 14 — Módulo macheta



Fonte: <https://ecomutare.com/telhado-verde/>.

6.1.2 - GEOMEMBRANA TEXTIL PARA DRENO

A membrana geotêxtil serve para filtrar e drenar a água até os compartimentos de armazenagem. Permite que o substrato se mantenha no lugar, e que a matéria orgânica não se perca com facilidade.

Figura 15 — Manta geotextil



Fonte: <https://ecomutare.com/telhado-verde/>.

6.1.3 - SUBSTRATO LEVE

O substrato utilizado no sistema é especial, de natureza leve para não sobrecarregar a estrutura e edificação. É rico em matéria orgânica para garantir a nutrição das plantas durante o seu enraizamento e desenvolvimento.

Figura 16 — Substrato leve



Fonte: <https://ecomutare.com/telhado-verde/>.

6.1.4 - VEGETAÇÃO DE COBERTURA

Já a vegetação de cobertura do telhado verde fica à critério do cliente, mas oferecemos opções de forrações resistentes e bonitas.

Figura 17 — Vegetação



Fonte: <https://ecomutare.com/telhado-verde/>.

6.2 - SISTEMA MODULAR

Um dos métodos mais usados é o Sistema Modular patentado de telhado vivo que é constituído preferencialmente por plantas adaptadas a solos rasos, resistentes a estiagem, de baixa manutenção. Com peso de 50 kg/m², pode ser colocado sobre qualquer tipo de telhado ou laje. Apresenta módulos já vegetados colocados lado a lado sobre uma membrana anti-raízes e uma membrana para a retenção de nutrientes. Evita a erosão do substrato nutritivo, garante drenagem perfeita, baixa manutenção e excelente retenção de água.

Figura 18 — Sistema modular



Fonte: <https://wfixsf.com.br/modulo-para-telhado-verde>.

7 - EFEITOS ESTÉTICOS, PSICOLÓGICOS (BEM ESTAR) E DE LAZER

Os telhados verdes possuem características positivas no que diz respeito ao conforto e bem estar dos seus usuários, tanto internamente quanto externamente. Várias pesquisas em ambiência mostram os resultados positivos ao se utilizarem coberturas verdes, refletindo no estado psicoemocional dos seus usuários. Proporciona também atividade terapêutica, como a jardinagem em si, envolvida na manutenção dos telhados verdes, e a sensação de bem-estar por amenizar o ambiente urbano com a utilização de vegetação (Laar, 2001).

Figura 19 — Telhados verdes em são paulo



Fonte: <https://www.saopaulo.sp.leg.br/apartes-antiores/revista-apartes/numero-7-maio2014/predios-vivos/>.

8 - BENEFÍCIOS

Segundo levantamento bibliográfico, os telhados verdes apresentam inúmeras contribuições tanto para a sociedade, quanto para as edificações.

8.1 - QUALIDADE DO AR

De acordo com Martins (2010), ondas térmicas verticais que são produzidas devido o aquecimento de superfícies e edifícios durante o verão, auxiliam na movimentação de partículas de poeiras e partículas de sujeira encontradas no solo, que são transportados e distribuídos pelo ar, contribuindo prejudicialmente a saúde do ser humano podendo gerar problemas respiratórios, porque os mecanismos de expulsão destes poluentes não são eficientes, e em casos mais extremos contribui para a formação de câncer na faringe e na laringe conforme publicação do Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente (2012).

Entretanto, ao utilizar esse sistema construtivo de coberturas verdes contribui-se para a diminuição da poluição melhorando a qualidade do ar das cidades, pois a vegetação absorve as substâncias tóxicas e libera oxigênio na atmosfera, havendo o bloqueio da circulação de impurezas. (MINKE, 2004).

8.2 - ILHAS DE CALOR

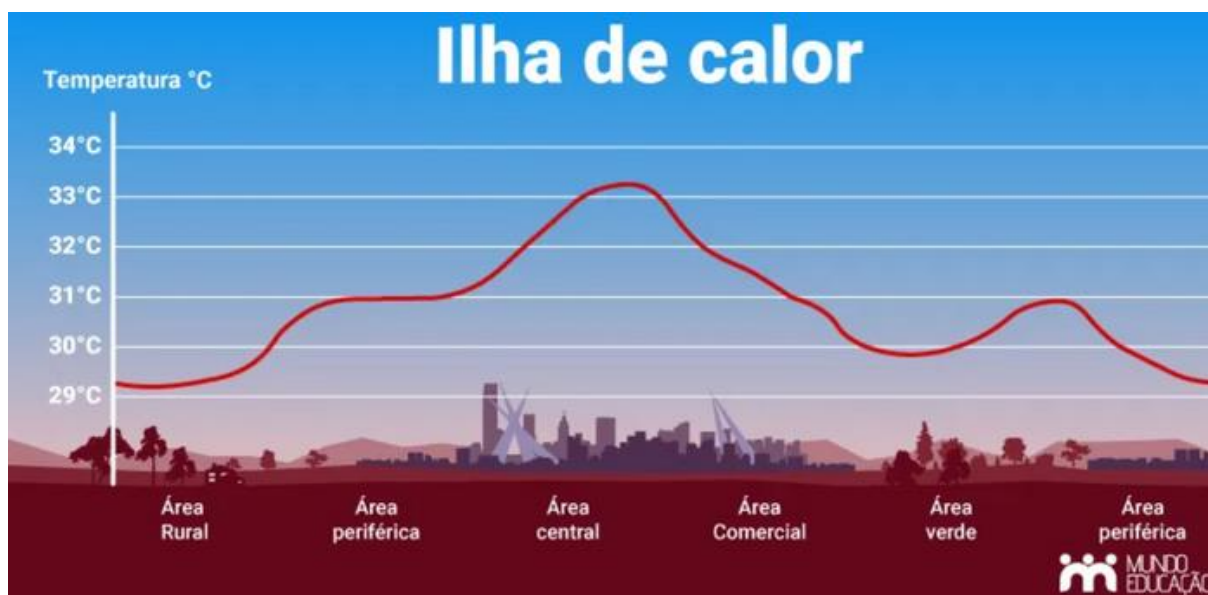
O fenômeno de ilhas de calor é um problema ambiental grave, consequente de um planejamento urbano deficiente, ou até mesmo da falta dele. Os impactos negativos afetam muitas pessoas de várias maneiras, causando não apenas desconforto térmico, devido às temperaturas elevadas, mas também atinge diretamente a saúde das pessoas, prejudicando a qualidade de vida dos habitantes (MONTEIRO, 1976).

Raios solares incidem sobre superfícies rígidas, como o asfalto, aumentando a temperatura no local e a movimentação das partículas de poeira. É característica dos centros urbanos possuírem materiais de cores mais escuras facilitando a absorção de calor e não o reflexo, com isso segundo Martins (2010), a temperatura

nos centros urbanos possui aproximadamente 8°C a mais do que nas áreas periféricas urbanas, onde há uma maior percentagem de áreas verde.

Contudo, coberturas verdes por reduzirem a temperatura se torna uma forte aliada na redução desse fenômeno, melhorando o isolamento térmico da edificação, protegendo-as contra as altas temperatura no verão e ajuda a manter a temperatura interna no inverno e em decorrência, dispensam o uso do ar-condicionado para o resfriamento do ambiente. (CATUZZO, 2013).

Figura 20 — Ilhas de calor



Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/ilhas-calor.htm>.

8.3 - ISOLAMENTO TÉRMICO

As várias camadas utilizadas na instalação do telhado verde garantem que o mesmo funcione como um isolante térmico, reafirmando a ideia que com o telhado verde é desnecessário a utilização de ar-condicionado para esfriar ou aquecer o cômodo. Martins (2010), afirma que ao ser feita a cobertura da edificação com a vegetação, o calor é impedido de chegar ao revestimento no verão e impedido de sair durante o inverno. Martins chama atenção para o cuidado em que se deve ter ao escolher a vegetação, para não optar por uma que durante os meses frios perdem suas folhas.

Segundo Lambert, Dutra e Pereira (1997) “Muito se tem ouvido falar em economia de energia elétrica em edifícios. Além das campanhas contra o desperdício que vêm sendo feitas, surgem cada vez mais equipamentos de baixo consumo e maior eficiência energética”. Eles afirmam que “A eficiência energética pode ser entendida como a obtenção de um serviço com baixo dispêndio de energia.

Portanto, um edifício é considerado mais eficiente do que outro se esta edificação oferece as mesmas condições ambientais com menor consumo de energia.” Assim o telhado verde na edificação é visto como uma solução sustentável, uma vez que melhora a eficiência energética devido à redução da temperatura no ambiente interno, diminuindo a necessidade de refrigeração.

8.4 - FILTRAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Metais pesados como o cádmio, principal componente de baterias de celulares, o chumbo e o cobre são carregados pela água. E segundo Martins (2010) o telhado verde ajuda na retenção desses compostos químicos que além de regular a temperatura do solvente universal, filtra as impurezas principalmente em razão do substrato. Assim há maior retenção da água das chuvas, pois vegetação auxilia na drenagem reduzindo assim a necessidade de escoamento de água e de sistemas de esgoto e ainda filtra a poluição dessas águas. Conseqüentemente diminui a possibilidade de enchentes, como retém melhor a água da chuva, o excesso não vai para as ruas.

8.5 - ISOLAMENTO ACÚSTICO

Por meio da ação do substrato e também das plantas, o telhado verde proporciona isolamento acústico. As plantas reduzem o ruído mediante a absorção da energia sonora em energia de movimento e calórica, reflexão e deflexão ou dispersão. Um telhado verde com 12 centímetros de substrato pode reduzir a transmissão de sons em até 40db. (ALBERTO, 2012) Uma pesquisa realizada em um hospital na Alemanha mostrou que a absorção e reflexão são diminuídas de 2 a 3 dB e as frequências altas são mais bem absorvidas. (MINKE, 2004).

8.6 - BLINDAGEM DAS EDIFICAÇÕES AOS RAIOS SOLARES

Machado et al. (2004) afirma que os telhados verdes são capazes de formar uma camada protetora da irradiação solar, principalmente pelas folhas, que refletem a radiação e também não permite a sua penetração através da cobertura. Ao blindar a cobertura, um dos pontos mais vulneráveis da construção, é possível então melhorar o desempenho térmico da edificação.

Segundo marais et al (2004), os telhados verdes podem acumular até 40% da incidência da radiação solar, contribuindo para que, nos horários, mais quentes do dia, possibilite o conforto térmico do ambiente.

9 - MANUTENÇÃO

Segundo Heneine (2008) para garantir a manutenção e funcionalidade do telhado verde é preciso passar pelos três estágios: A manutenção de instalação, o desenvolvimento da manutenção e a manutenção constante. Durante a instalação, no estágio de manutenção, tem-se o cuidado com a “pega” das plantas e com o surgimento de ervas daninhas. Assim como, deve-se atentar para manter a irrigação constante, principalmente em períodos de seca. Na etapa do desenvolvimento da manutenção consiste em manter a manutenção no decorrer da instalação, mantendo os cuidados com a vegetação, porém com menor frequência. Após o desenvolvimento da vegetação, é indispensável os cuidados para assegurar sua continuidade, com irrigação frequente; verificar se há presença de ervas daninhas para que não danifiquem a plantação e controlar as pragas; além de serviços como aparar o perímetro da vegetação.

Para o ECOTELHADO deve-se fazer uma ou duas visitas anuais no intuito de verificar se há a presença de espécies indesejadas como arbóreas e em caso de notar fraqueza na vegetação utilizar um fertilizante com algum composto orgânico em pequena quantidade.

CUSTOS

10 - CUSTOS

O custo da instalação de um telhado verde se compara com o de um telhado convencional. Em muitos casos, gasta-se praticamente o mesmo valor (FEIJÓ, 2011). A variação de preço está em torno de R\$100,00 a 150,00/m² a depender da escolha do tipo e da região. O custo inicial é maior que dos telhados convencionais, no entanto, o telhado verde apresenta a grande vantagem de durar geralmente o dobro se comparado aos mesmos. Além de proteger a laje concentrando e suportando as diferenças de temperatura e insolação. (BONI, 2015).

11 - CONCLUSÃO

Finalizando esse estudo, garante-se que o telhado verde é uma excelente opção para diminuir alguns problemas ambientais que a sociedade enfrenta com suas vantagens apresentadas nessa pesquisa.

Contudo, deve-se ressaltar os cuidados necessários para sua implantação e também contratar mão de obra qualificada junto com engenheiros (as) e arquitetos (as) especializados no assunto.

REFERÊNCIAS

AECWEB. **Telhado verde diminui danos ambientais com economia e conforto térmico**. AEC web. porto Alegre - SC. Disponível em:

<https://www.aecweb.com.br/empresa/ecotelhado/15177/conteudo/telhado-verde-diminui-danos-ambientais-com-economia-e-conforto-termico/3343>. Acesso em: 20 out. 2023.

AKPAD. **Telhado Verde: Entenda como funciona, tipos e benefícios**. Akpad. 2020. Disponível em: <https://arkpad.com.br/telhado-verde/>. Acesso em: 20 out. 2023.

ARCHIDAYLI. **Telhados verdes: quais são as camadas e como impermeabilizá-los usando membranas líquidas**. archidayli. brasil, 2019. Disponível em:

<https://www.archdaily.com.br/br/910310/telhados-verdes-quais-sao-as-camadas-e-como-impermeabiliza-los-usando-membranas-liquidas>. Acesso em: 20 out. 2023.

BARBIERI. **COBERTURAS VERDES EM STEEL FRAME**. ADBARBIERI. PARANÁ, 2021. Disponível em: <https://www.adbarbieri.com/pt-br/blog/coberturas-verdes-em-steel-frame>. Acesso em: 20 out. 2023.

CASA COR ABRIL. **Telhado Verde: O que é e quais as vantagens** **Leia mais em: <https://casacor.abril.com.br/sustentabilidade/telhado-verde-o-que-e/>**: Um tipo de telhado ecológico, essa cobertura verde traz diversos benefícios **Leia mais em: <https://casacor.abril.com.br/sustentabilidade/telhado-verde-o-que-e/>**.

CASACOR.ABRIL. BRASIL, 2021. Disponível em: <https://casacor.abril.com.br/sustentabilidade/telhado-verde-o-que-e/>. Acesso em: 20 out. 2023.

COSTA, CAROL. **BOKASHI, O QUE É E COMO USAR ESSE SUPER ADUBO**. MINHAS PLANTAS. BRASIL. Disponível em:

<https://minhasplantas.com.br/tv/adubo/bokashi-o-que-e-e-como-usar-esse-super-adubo/>. Acesso em: 20 out. 2023.

DIKOKO. **Descubra os incríveis benefícios da fibra de coco na construção: resistência, durabilidade e estilo**. DIKOKO. BRASIL, 2023. Disponível em:

<https://www.dikoko.com.br/descubra-os-incriveis-beneficios-da-fibra-de-coco-na-construcao-resistencia-durabilidade-e-estilo/#:~:text=A%20fibra%20de%20coco%20tem,durabilidade%20e%20resist%C3%A0ncia%20%C3%A0s%20intemp%C3%A9ries..> Acesso em: 20 out. 2023.

ECO MUTARE. **Beleza, conforto térmico e proteção acústica!**. ECO MUTARE. FLORIANÓPOLIS-SC. Disponível em: <https://ecomutare.com/telhado-verde/>. Acesso em: 20 out. 2023.

ECYCLE. **Estrume: o que é e quais são seus usos.** ECYCLE. BRASIL. Disponível em:

<https://www.ecycle.com.br/estrume/#:~:text=O%20estrume%20%C3%A9%20formado%20por,fertilizantes%20agr%C3%ADcolas%2C%20biog%C3%A1s%20e%20biochar..> Acesso em: 20 out. 2023.

FERTILIZANTES minerais: os principais tipos e a sua importância. JACTO. BRASIL, 2023. Disponível em: <https://blog.jacto.com.br/fertilizantes-minerais/#:~:text=Mistos,ou%20mais%20componentes%20mais%20simples..> Acesso em: 20 out. 2023.

LIMA, Carol. **Telhados Verdes:** Site de curiosidades relativas as artes de arquitetura. carol loma arquitetura. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <https://clarquiteturas.wordpress.com/tehdados-verdes/>. Acesso em: 19 out. 2023.

LOSCHIAVO, Rafael. **O que é e como fazer um Telhado Verde.** Ecoeficientes - Escritório de arquitetura especializado em Sustentabilidade. BRASIL, 2020. Disponível em: <https://www.ecoeficientes.com.br/o-que-e-e-como-fazer-um-telhado-verde/>. Acesso em: 20 out. 2023.

LUIZ, CAROLINE. **BENEFÍCIOS DA CASCA DE ARROZ.** MANEJE BEM. BRASIL, 2021. Disponível em: <https://www.manejebem.com.br/publicacao/novidades/beneficios-da-casca-de-arroz-para-a-producao-organica-de-alimentos#:~:text=Melhora%20a%20drenagem%20e%20aera%C3%A7%C3%A3o,ataque%20de%20doen%C3%A7as%20e%20pragas..> Acesso em: 20 out. 2023.

MAAHS. **Telhado verde: A Natureza mais perto do que nunca.** maah areia e brita. Santa Catarina. Disponível em: <https://www.maahsareiaebrita.com.br/blogs/tehdado-verde/>. Acesso em: 20 out. 2023.

MACHADO, GISELE. Prédios vivos: Uso de vegetação em telhados é uma tendência que promete gerar economia e bem-estar. **APARTES**, SÃO PAULO-SP, v. 1. 1 p. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.leg.br/apartes-antiores/revista-apartes/numero-7-maio2014/predios-vivos/>. Acesso em: 20 out. 2023.

MUNDO EDUCAÇÃO. **Ilha de calor.** MUNDO EDUCAÇÃO. BRASIL. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/ilhas-calor.htm>. Acesso em: 20 out. 2023.

TECHDUTO. **TELHADOS VERDES E A IMPORTÂNCIA DA DRENAGEM.** techduto. São José dos Campos, 2022. Disponível em: <https://www.techduto.com.br/artigos/tehdados-verdes-e-a-importancia-da-drenagem/#:~:text=Ent%C3%A3o%20%C3%A9%20aplicada%20uma%20camada,amento%20substancial%20no%20peso%20ali..> Acesso em: 20 out. 2023.

WFIX. **Módulo para telhado verde WFIX**. WFIX. São Paulo - SP, 2021. Disponível em: <https://wfixsf.com.br/modulo-para-telhado-verde>. Acesso em: 20 out. 2023.