



FACULDADE VALE DO AÇO

ANTONIO ALVES DE MEDEIROS FILHO

**TELHADO VERDE: SUA DEFINIÇÃO E PRINCIPAIS INDICATIVOS DE
VANTAGENS NA SUSTENTABILIDADE DE UMA CONSTRUÇÃO**

Açailândia – MA

2021

ANTONIO ALVES DE MEDEIROS FILHO

**TELHADO VERDE: SUA DEFINIÇÃO E PRINCIPAIS INDICATIVOS DE
VANTAGENS NA SUSTENTABILIDADE DE UMA CONSTRUÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade Vale do Aço – FAVALE, como requisito parcial, para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Esp. Randal Silva Gomes

Açailândia – MA

2021

**Ficha catalográfica - Biblioteca José Amaro Logrado
Faculdade Vale do Aço**

M488a

Medeiros Filho, Antonio Alves de.

Telhado verde: sua definição e principais indicativos de vantagens na sustentabilidade de uma construção. / Antonio Alves de Medeiros Filho. – Açailândia, 2021.

53 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Civil, Faculdade Vale do Aço, Açailândia, 2021.

Orientador: Prof. Esp. Randal Silva Gomes.

1. Telhado verde. 2. Sustentabilidade. 3. Construção civil. 4. Construção sustentável. I. Medeiros Filho, Antonio Alves de. II. Gomes, Randal Silva. (orientador). III. Título.

CDU 692.415-022.316

Elaborada pela bibliotecária Dulce Hirli Costa Almeida – CRB-13/917

ANTONIO ALVES DE MEDEIROS FILHO

**TELHADO VERDE: SUA DEFINIÇÃO E PRINCIPAIS INDICATIVOS DE
VANTAGENS NA SUSTENTABILIDADE DE UMA CONSTRUÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade Vale do Aço –
FAVALE, como requisito parcial, para a
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Aprovado em: 02 / 08 / 2021

BANCA EXAMINADORA

Prof. Esp. Randal Silva Gomes (Orientador)
Faculdade Vale do Aço - FAVALE

Prof. Esp. Marcondes Ayres Crocia
Faculdade Vale do Aço - FAVALE

Prof. MSc. Valéria Matos Silva
Faculdade Vale do Aço - FAVALE

À minha família que representa a base e o apoio para minha caminhada durante esse período.

AGRADECIMENTOS

À Deus que sempre me mostrou o caminho me dando força e conhecimento e não me deixando desanimar nos momentos difíceis.

Ao meu pai, Antonio Alves que me mostrou desde cedo o verdadeiro resultado da profissão que hoje sigo.

À minha mãe, Maria do Rosário mulher batalhadora que muitas vezes também foi pai e que deu os ensinamentos necessários para que meus irmãos e eu trilássemos nossos caminhos.

À minha esposa, Edinalva Alves que sempre esteve ao meu lado nos momentos fáceis e difíceis dessa empreitada sempre me apoiando.

Às minhas filhas, Emilly Kamilly minha primogênita onde percebi que uma filha é o combustível para uma jornada longa e Evellyn Kathrynne para que eu tivesse a certeza que tudo que faço não é apenas para mim e sim por elas também.

Ao meu orientador, Randal Gomes onde tenho imensa admiração e respeito, pois se apresenta de forma acolhedora e de um grande conhecimento, buscando sempre o crescimento dos seus.

Aos professores que fizeram parte dessa minha trajetória acadêmica em especial a professora Rachel Avelar que sempre esteve ao lado da turma brigando de forma saudável para que pudéssemos chegar ao mais longe possível.

Aos meus Colegas de classe, por estarmos todo esse período juntos apesar de algumas discordâncias. Mas o que é uma família sem um “barraco”.

Ao grupo fechado, nas pessoas de Talita Ribeiro, Evandro Cordeiro, Miguel Borges, Francisco Cerqueira e eu Antonio Alves. Não é apenas um grupo de WhatsApp, mas sim de estudos onde conseguimos obter bons resultados.

À instituição FAVALE – Faculdade Vale do Aço, que possibilitou meu ingresso nessa nova jornada abrindo as portas para a realização de um sonho.

Aos meus irmãos, Francisco Sobrinho, Alessandro Alves, Edna Maria e Edson Alves.

RESUMO

A presente pesquisa traz um estudo sobre o sistema de implantação do telhado verde, uma técnica inovadora na construção civil que permite uma eficiência no planejamento construtivo de grandes centros urbanos. Esse tipo de sistema tem uma cobertura arquitetada sobre o cultivo de uma vegetação que possibilita a aplicabilidade sobre tetos de casa e edifícios. Tal estrutura possui camadas que servem de base de apoio para a sustentação e crescimento da vegetação, transformando o ambiente sustentável e ocasionando uma série de benefícios aos grandes centros urbanos. No telhado verde existem três categorias sendo elas: intensiva que possui uma vegetação de grande porte, porventura em áreas com capacidade de comporta-las, a semi-intensiva que é um mix das duas categorias e a extensiva na qual a vegetação é de pequeno porte, geralmente com uma espessura vegetal de plantas rasteiras. Esta última categoria na maioria das vezes é aplicada em locais urbanos que não necessitem de uma manutenção corriqueira. Esse sistema é uma técnica nova no Brasil, embora muitos países já utilizem essa estrutura de telhado verde. Políticas públicas de incentivo fiscal têm sido intensificadas para que a prática de implantação dessa estrutura seja propagada. O efeito paisagístico já tem sido notado em vários países da Europa, tendo características que são mensuradas pela qualidade climática, cultura e forma de incentivo para sua implantação. O telhado ecológico como é conhecido em muitos países, gera uma série de benefícios ao meio ambiente e melhora a qualidade de vida da população, bem como a redução de ilhas de calor, proporcionando um isolamento térmico. Dessa forma essa pesquisa mostra os principais indicativos e vantagens na instalação do telhado verde, uma vez que se trata de uma técnica da construção civil que vem ganhando visibilidade como alternativa de sustentabilidade.

Palavras-chave: Telhado Verde. Construção Civil. Sustentabilidade.

ABSTRACT

The present research brings a study about the system of implantation of the green roof, an innovative technique in civil construction that allows an efficiency in the constructive planning of large urban centers. This type of system has a roof built on the cultivation of vegetation that enables the applicability on houses and building roofs. Such structure has layers that serves as a support base for the support and growth of the vegetation, transforming the sustainable environment and bringing a series of benefits to large urban centers. There are three categories of green roofs: intensive, which has a large vegetation, perhaps in areas with capacity to hold them; semi-intensive, which is a mix of the two categories; and extensive, in which the vegetation is small, usually with a thick vegetation of creeping plants. This last category is most often applied in urban locations that do not require routine maintenance. This system is a new technique in Brazil, although many countries already use this green roof structure. Public policies of fiscal incentive have been intensified so that the practice of implanting this structure is propagated. The landscaping effect has already been noticed in several countries in Europe, having characteristics that are measured by the climatic quality, culture and form of incentive for its implantation. The ecological roof, as it is known in many countries, generates a series of benefits to the environment and improves the quality of life of the population, as well as the reduction of heat islands, providing thermal insulation. Thus, this research shows the main indications and advantages in the installation of the green roof, since it is a technique of the civil construction that has been gaining visibility as an alternative of sustainability.

Key-words: Green Roof. Civil Construction. Sustainability.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Zigurate, antigo Templo Mesopotâmico.	17
Figura 2 - Jardins Suspensos da Babilônia.	18
Figura 3 - Foto aérea do Saint Michel.	19
Figura 4 - Palácio de Piccolomini, Pienza, Itália.	19
Figura 5 - Torre de Guinigi, Lucca Itália.	20
Figura 6 - Tecnologia de Cobertura de Relva	23
Figura 7 - Telhado verde Semi-intensivo em Chicago.	24
Figura 8 - Telhado Verde Extensivo.	25
Figura 9 - Inclinações adotadas para coberturas verdes extensivas entre 0° e 40°	25
Figura 10 - Telhado Verde Laminar.	26
Figura 11 - Telhado Verde Modular.	26
Figura 12 - Estrutura do Telhado Verde Hidromodular.	27
Figura 13 - Estrutura do Telhado Verde Laminar Alto.	28
Figura 14 - Estrutura do Telhado Verde Laminar Médio.	29
Figura 15 - Telhado Verde Laminar Médio.	29
Figura 16 - Estrutura do Telhado Verde Modular Alveolar Leve.	30
Figura 17 - Sistema de Armazenamento de água.	31
Figura 18 - Telhado Verde com Cascalhos.	32
Figura 19 - Lona Impermeabilizante.	33
Figura 20 - Manta asfáltica.	34
Figura 21 - Cobertura Contínua com diferentes camadas vegetais.	38
Figura 22 - Colocação de placas.	39
Figura 23 - Telhado verde na Faculdade de Saúde Pública (FSP) da USP.	40
Figura 24 - Gráfico de Ponto de Compensação de Telhado Verde.	43
Figura 25 - Impacto da lei de Telhado Verde em Chicago.	46
Figura 26 - Edifício Conde Matarazzo.	47
Figura 27 - Cortina verde no Japão.	48

LISTAS DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação dos tipos de Telhados Verdes quanto à vegetação.....	22
Quadro 2 - Materiais para telhado verde alveolar leve.....	40
Quadro 3 - Custo referente aos materiais apresentados no quadro 2.....	41

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 - Orçamento Impermeabilização.....	41
Tabela 2 - Preço dos telhados considerando área de projeção da cobertura.....	42

LISTAS DE SIGLAS

FSP - Faculdade de Saúde Pública

IPTU - Imposto Predial e Territorial Urbano

ITBC - Information Technology Business Center

MEC - Ministério da Educação

SEINFRA - Secretaria da Infraestrutura

SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

USP - Universidade de São Paulo

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1 OBJETIVOS	16
1.1.1 Objetivo Geral.....	16
1.1.2 Objetivos Específicos.....	16
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 Histórico do Telhado Verde.....	17
2.2 Definições	21
2.2.1 Classificação dos Telhados Verdes	21
2.2.2 Sistema Intensivo	22
2.2.3 Sistema Semi-Intensivo.....	23
2.2.4 Sistema Extensivo	24
2.2.5 Quanto à declividade.....	25
2.2.6 Quanto ao sistema	26
2.2.7 Telhado Verde Hidromodular	27
2.2.8 Telhado Verde Laminar Alto	28
2.2.9 Telhado Verde Laminar Médio.....	29
2.2.10 Telhado Verde Modular Alveolar Leve	30
2.4 Vantagens.....	30
2.5 Camada impermeabilizante.....	33
2.6 Camada drenante.....	34
2.7 Substrato	34
2.8 Vegetação.....	35
2.9 Desvantagens	36
3 METODOLOGIA.....	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	38
5 CONCLUSÃO.....	49

REFERÊNCIAS	51
-------------------	----

1. INTRODUÇÃO

A Conservação ambiental é um tema discutido desde de 1992, quando na Conferência das Nações Unidas, metas sobre o desenvolvimento de recursos da natureza aliadas ao desenvolvimento socioeconômico foram difundidas, o que intensifica o crescimento de estudos sobre a inserção de práticas sustentáveis e a forma com que o crescimento populacional e urbano, influenciaram a redução de áreas.

A construção civil é uma atividade que tem um alto impacto sobre às questões ambientais, pois utilizam muitos recursos provenientes da natureza, sendo uma grande problemática o equilíbrio entre o mercado construtivo e às técnicas e práticas sustentáveis (BRASILEIRO; MATOS, 2018).

Diante desse contexto, técnicas com métodos na construção civil que mitiguem impactos ambientais são de extrema importância, pois geram um ambiente mais propício, econômico e menos poluente.

Muitos pesquisadores atribuem à Construção civil uma parcela da degradação do meio ambiente, tendo em vista o consumo de recursos naturais, logo, a necessidade de uma visão inovadora sobre o modo de construir tem ganhado respaldo ultimamente em muitos países.

“A busca por melhorias influencia diretamente o setor da construção civil. O surgimento desse sistema telhado verde, proporciona uma solução inteligente e mitiga os impactos ocasionados pelos grandes centros urbanos. Esse tipo de sistema é bastante utilizado em muitos países da Europa, no entanto no Brasil a técnica de implantação do telhado verde é algo recente, grandes metrópoles já adotaram esse tipo de cobertura vegetal, destaque para São Paulo e Rio Grande do Sul” (RODRIGUES, 2017).

O crescimento populacional, influencia diretamente na diminuição de áreas verdes, trazendo consigo grandes impactos, como: as ilhas de calor, poluição e enchentes, o que incentiva o surgimento de métodos inovadores e sustentáveis. Em face da grande viabilidade sustentável surge o telhado verde, também chamado de teto verde, ou telhado ecológico. Outro grande benefício desse tipo de teto é o embelezamento dos grandes centros urbanos, gerando um bem estar a população e melhorando sua qualidade de vida.

Esse tipo de cobertura ecológica permite que uma vegetação seja cultivada de forma que possibilite a impermeabilização e através disso seja feito o processo de drenagem das águas, determinando assim, isolamento térmico e acústico (JESUS, 2018).

O telhado verde é geralmente aplicado em uma laje ou telhado impermeabilizado, minimizando os efeitos das ilhas de calor, tornando o ambiente mais propício para a população. Muitas vantagens são notadas, bem como a qualidade do ar, uma vez que a vegetação absorve o dióxido de carbono, contribuindo para mitigar o efeito estufa.

“O tema é de grande relevância, devido ao fato deste sistema proporcionar grandes benefícios para a Construção Civil, meio ambiente e sociedade, porém, deve-se observar os critérios da implantação do telhado verde, pois a escolha da vegetação e dos materiais que fazem parte das camadas são essenciais na hora da construção. O cálculo estrutural é de extrema importância, pois, embora essa estrutura seja considerada leve, proporciona uma sobrecarga sobre si, geralmente as camadas são a base desse alicerce estrutural, sendo as de maior significância a impermeabilização e a laje” (OLIVEIRA, 2019).

Alguns aspectos na implantação do telhado verde devem ser observados, um dos fatores que mais influenciam para que este tipo de sistema tenha uma sustentabilidade adequada, está relacionada à escolha da vegetação, mesmo porque se a vegetação apresenta indícios de infestações de pragas, pode prejudicar o processo de manutenção, o que compromete de certa forma a carga da construção já preestabelecida.

Nos centros urbanos, dentre os principais benefícios ocasionados pelas coberturas verdes, o aumento das áreas verdes é um fator que ocasiona a redução das ilhas de calor, proporcionando uma condição climática agradável para as cidades.

Os telhados verdes melhoram a absorção de ruídos externos, facilita a praticidade do conforto térmico, melhora a qualidade de água captada.

Dessa maneira, a presente pesquisa visa compilar os principais indicativos das vantagens na sustentabilidade de uma construção, por meio de uma revisão literária bibliográfica, analisando-as mediante o sistema na construção civil.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar a eficácia do telhado verde como uma alternativa sustentável observando os benefícios significativos para a construção civil.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Apresentar os diversos tipos de telhados verdes;
- Analisar as vantagens e desvantagens da construção de um telhado verde;
- Verificar como a aplicação do sistema construtivo deve ser viabilizado;
- Servir como fonte de pesquisa para os profissionais da área mostrando os benefícios e limitações do sistema.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

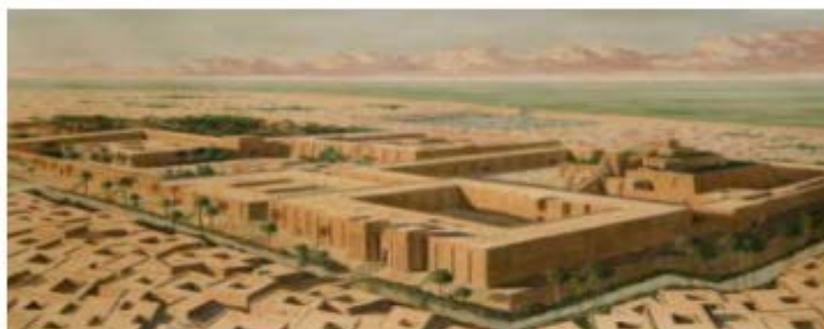
2.1 Histórico do Telhado Verde

A aparição dos telhados verdes datam de aproximadamente 600 a.C., na antiga Mesopotâmia, com o intuito de proporcionar um ambiente com conforto e praticidade, possibilitando um controle térmico (CORSINI,2011).

Segundo Osmundson (1999 apud Nascimento e Schmid, 2008), os jardins sobre terraços, remontam de civilizações antigas, conquanto não existam determinada precisão de registros, sabe-se da existência dos mesmos entre os vales do Rio Tigres e Eufrates. Essas coberturas vegetais, conhecidas como Zigurates, datam de 250 a.C., encontradas nos templos mesopotâmicos, atualmente região iraquiana, o seu formato propiciou a aplicação da vegetação.

A figura 1, expõe um Zigurate, com um processo de escalonamento para facilitar a implementação de coberturas vegetais.

Figura 1 - Zigurate, antigo Templo Mesopotâmico.



Fonte: Quintela, 2012.

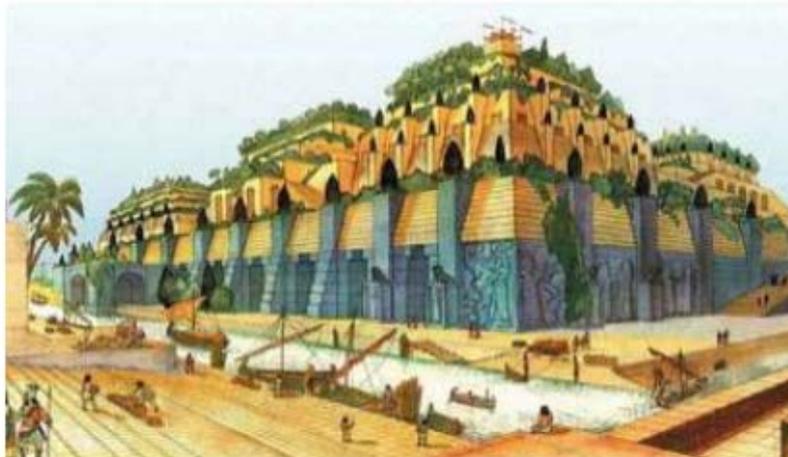
“Outros fatos históricos apontam que tais coberturas vegetais estiveram presentes na Torre de Babel, descrita na Bíblia no Livro de Gênesis (11;1-9). Os Jardins Suspensos, considerados umas das 7 maravilhas do mundo antigo, segundo relatos históricos abrigaram tetos verdes, o Rei Nabucodonosor, com o intuito de consolar a Rainha, constrói os Jardins, como uma forma de amenizar a saudade que a mesma sentia da sua terra natal” (QUINTELA, 2012).

Tal tecnologia empregada no sistema de natureza dos Jardins Suspensos da Babilônia, a técnica de construção feita sobre fileiras dos terraços com suporte de vigas de pedra, alicerçadas por tijolos cimentos, e coberta por chumbo, evitaram assim a

infiltração, para que os mesmos fossem irrigados, canais construídos traziam a água do Rio Eufrates (MARTINS, 2010).

De acordo com a figura 2, percebe-se as camadas vegetais dos Jardins Suspensos da Babilônia, em detalhes de sustentabilidade e requinte, com perfeição e riqueza de técnicas e instrumentos em uma obra arquitetônica.

Figura 2 - Jardins Suspensos da Babilônia.



Fonte: Martins, 2010.

Essas técnicas de terraços verdes são praticadas desde da idade antiga, onde a edificação estrutural já era capaz de promover um isolamento térmico, baixando as altas temperaturas dos locais, tal técnica foi empregada, mesmo sem um conhecimento dessa civilização dos benefícios ocasionados das obras, sendo os precursores.

Na França na Idade Média, nota-se uma expressiva arquitetura de cobertura vegetal, principalmente na Abadia de Bénédictine (1228), Saint Michel, conforme a figura 3, o estilo artístico da época, traz uma arquitetura gótica com arcos e abóbodas ogivais, com claustros com uma cobertura vegetal (NASCIMENTO; SHMID, 2008).

Vale ressaltar que as coberturas vegetais obedeciam a uma certa técnica empregada pela capacidade de arquitetura estética.

A figura 3 mostra uma edificação de 3 andares, com 22 salas, onde um claustro dá acesso a uma cobertura vegetal a céu aberto, com plantas arbustivas e de variadas espécies. A aplicação de solução de cobertura vegetal tem um baixo impacto ambiental e quando a técnica envolve os recursos existentes facilita sua aplicação (OLIVEIRA, 2012).

Figura 3 - Foto aérea do Saint Michel.



Fonte: Oliveira, 2012.

Em Pienza, na Itália o Palácio Piccolomini, mantém preservado uma cobertura vegetal, com uma área elevada onde estão localizados os jardins.

A figura 4 mostra o Palácio de Piccolomini, com uma cobertura vegetal com naturalização extensiva.

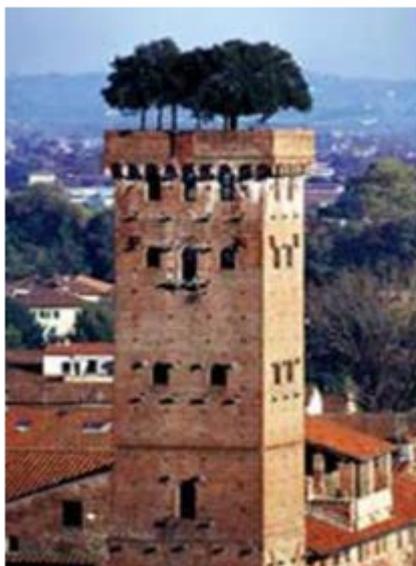
Figura 4 - Palácio de Piccolomini, Pienza, Itália.



Fonte: Oliveira, 2019.

O outro exemplo de teto verde, encontra-se em Lucca, na Itália, na Torre Guinigi, com um jardim suspenso a 36 metros de altura da cidade, sustentado com uma estruturação de tijolos cerâmicos, com 61 cm de espessura, onde são cultivados 7 tipos de carvalhos, como apresentado na figura 5.

Figura 5 - Torre de Guinigi, Lucca Itália.



Fonte: Jesus, 2018.

A espécie de vegetação cultivada na Torre, tem uma cultura centenária, árvores frondosas, que crescem de 30 a 40 m de altura, logo após esse tipo de cobertura passou a ser difundida pelo mundo, em Roma árvores passaram a ser cultivadas nos edifícios no período da renascença, expandindo-se para os demais países como: Espanha e França.

No período dos anos 80 ocorreu um aumento de construções com coberturas verdes significativamente na Alemanha, devido aos incentivos por parte de órgãos federais e estaduais, aproximadamente 9 milhões de tetos verdes (JESUS, 2018).

Embora, seja uma técnica muito difundida desde da antiguidade em muitos países, no Brasil ainda é pouco utilizada. Encontra-se esse tipo de cobertura em grandes metrópoles. O primeiro registro do primeiro telhado verde no país, data de 1936, no prédio do MEC (Ministério da Educação). A naturalização é um processo discreto ainda no País.

Este processo tem o objetivo de sanar problemas que afetam o meio ambiente e também diminuir as ilhas de calor, nos grandes centros do Brasil, já existem empresas especializadas para a aplicação desse tipo de estrutura verde, muitos são os benefícios dessa estrutura para a sociedade e para as edificações e casas.

2.2 Definições

O telhado verde é definido como uma cobertura vegetal, geralmente proveniente dos antepassados e remonta uma técnica de cultivo de vegetação, em substituição do telhado trivial.

“As coberturas verdes trazem consigo a ideia de recomposição da vegetação original retirada do solo, de forma a recuperar suas propriedades superficiais originais. Para isso, tal tecnologia utiliza a cobertura das edificações, onde são implantadas camadas de vegetação, substrato, drenagem e impermeabilização, de forma a simular uma superfície de solo vegetado. Em certo sentido, as coberturas verdes podem ainda ser entendidas como uma forma de realocação da vegetação do solo retirada para a implantação do edifício” (CAETANO; TIBIRIÇÁ; SANTOS, 2010 apud GARRIDO NETO, 2012).

A composição dessa técnica é uma camada de solo, vegetação, com impermeabilização entre essas camadas para drenar uma subcamada inferior, os telhados verdes tem a capacidade de armazenar uma quantidade de água, evitando assim a falência de drenagem, o que possibilita o aumento relativo da umidade do ar, diminuindo às ilhas de calor.

Este tipo de técnica com cobertura vegetal está inserido na construção civil com um objetivo de minimizar impactos ambientais, como: redução da poluição, de ilhas de calor, possibilitando também a qualidade do ar e aumentando a capacidade de espaços verdes nas cidades (JESUS, 2018).

Outro fator importante é a redução no consumo de energia, uma vez que os tetos verdes auxiliam na diminuição do calor, por meio da evapotranspiração da vegetação, reduzindo a carga térmica para o ar, a retenção das águas por meio desse sistema construtivo reduz o impacto de enchentes.

2.2.1 Classificação dos Telhados Verdes

De acordo com seus componentes de natureza, os telhados verdes podem ser classificados em três tipos específicos: intensivas, semi-intensivas, extensivas, conforme mostra o quadro 1 a seguir.

Quadro 1 - Classificação dos tipos de Telhados Verdes quanto à vegetação.

CLASSIFICAÇÃO	CARACTERÍSTICAS						
	Carga superficial	Espessura vegetal	Espessura do substrato	Tipo de vegetação	Manutenção	Irrigação	Custos
Intensiva	de 700 kg/m ² a 1.200 kg/m ²	superior a 250 cm	maior que 20 cm	arbóreo	intensa	regular	alto
Semi-Intensiva	de 100 kg/m ² a 700 kg/m ²	entre 5 cm e 100 cm	entre 10 cm e 20 cm	arbustivo	média	periódica	médio
Extensiva	até 100 kg/m ²	entre 5 cm e 15 cm	atér que 10 cm	herbáceo extensivo	baixa ou nenhuma	nenhuma	baixo
Obs. Para o caso brasileiro, o tipo de vegetação apresenta classificações não definitivas, devido ao fato de que esta técnica ainda está em evolução, pela sua adaptação técnica e biológica às especificidades dos trópicos.							

Fonte: Reis e Silva, 2014.

Cada tipo específico está relacionado com o número de camadas estruturadas na composição do telhado verde, este sistema de cobertura vegetal tem características que possibilitam uma capacidade dimensionada em função da área.

2.2.2 Sistema Intensivo

Projetos desse tipo específico de sistema, tem uma estrutura de plantas com tamanhos de médio e grande porte, geralmente com tamanho superior a 20 cm, mantendo uma necessidade de cuidados com a irrigação, onde o sistema necessita de uma manutenção diária, e uma estrutura que consiga dar suporte a carga. Todavia esse tipo de sistema pode ter uma outra utilização, destinado assim, para áreas de lazer e recreativas, mantendo uma aparência de jardins naturais, por isso não é recomendável que se faça tal estrutura em áreas com declives, trata-se de uma cobertura com um custo mais elevado, já que a estrutura deve resistir a sobrecargas elevadas (IGRA, 2012).

A figura 6, identifica um tipo de estrutura recomendada para grandes edificações, com a presença de uma área verde que proporciona um aspecto natural e harmônico. Garantindo uma integração entre construção e paisagem.

Figura 6 - Tecnologia de Cobertura de Relva



Fonte: <https://pt.decorexpro.com/krysha/zelenaya/>

2.2.3 Sistema Semi-Intensivo

Esse tipo de estrutura é um mix dos dois tipos, onde existem uma combinação entre às duas, podendo ser de aproximadamente 12 cm a 25 cm, este sistema exerce uma carga maior, necessitando de uma manutenção onerosa, e envolve um custo maior, contudo a arquitetura paisagística que o envolve tem uma elaboração detalhista se comparado a qualquer outro tipo e modelo específico. Em Chicago como mostra a figura 7, com um detalhe paisagístico elaborado e estruturado em uma camada vegetal semi-intensiva (FERRAZ, 2012).

Figura 7 - Telhado verde Semi-intensivo em Chicago.



Fonte: Wendy City Chicago (2019).

2.2.4 Sistema Extensivo

A estrutura deste tipo de sistema possui plantas menores, variando de 6cm a 20 cm, geralmente são plantas rasteiras, uma peculiaridade do sistema extensivo é que pode ser construído em praticamente todos os tipos de cobertura vegetal, ambiente para visitação de pessoas, sua estrutura é configurada como um jardim, não exigindo uma manutenção frequente (JESUS, 2018).

Vale ressaltar que este sistema tem adaptabilidade a secas extremas, na sua estrutura é necessário que haja uma cobertura de drenagem para reter água, na eliminação da água que sobrou, mantendo assim, a umidade do telhado, quando esse sistema não tem uma incorporação, a tendência é aplicar uma camada que tenha a capacidade de filtrar a água para que esta não seja desperdiçada, esse tipo pode ser aplicada em lugares que possuem declives, pois, seu substrato tem camada inferior aos demais sistemas, proporcionando uma carga menor a estrutura, logo, o custo torna-se inferior. O telhado verde extensivo é exibido na figura 8.

Figura 8 - Telhado Verde Extensivo.

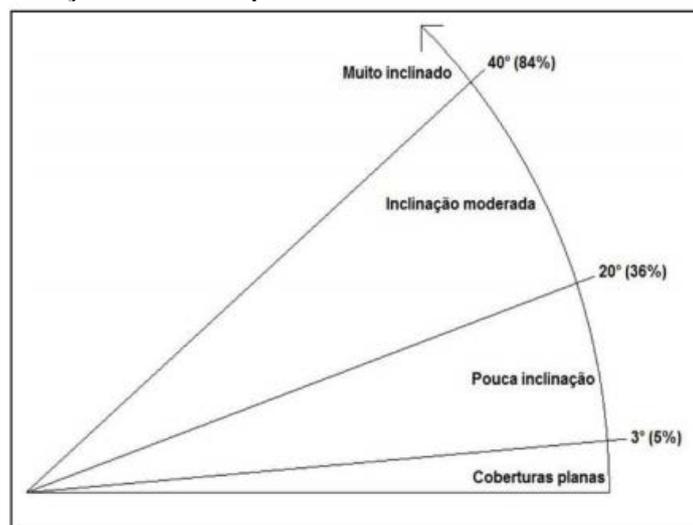


Fonte: ECOTELHADO (2019).

2.2.5 Quanto à declividade

Para que ocorra a escolha do tipo de telhado específico faz-se necessário mensurar a declividade da cobertura. Segundo Minke (2003), a variação para inclinação vai de 0% a 84%, quando a cobertura é completamente plana sua variação é 0°, pouca inclinação de 3° (5%), inclinação moderada 20° (36%), muito inclinada 40° (84%). A figura 9 mostra as classificações conforme o grau de declividade (OLIVEIRA, 2019).

Figura 9 - Inclinações adotadas para coberturas verdes extensivas entre 0° e 40°.



Fonte: Minke (2003).

2.2.6 Quanto ao sistema

O telhado verde pode ser instalado através de uma estrutura laminar, como podemos observar na figura 10, com a facilidade de instalação no local, ou através de um sistema modular, de acordo mostrado na figura 11, onde existem uma cobertura verde formada, através de um extrato vegetal.

Figura 10 - Telhado Verde Laminar.



Fonte: PERUSSI (2016).

Figura 11 - Telhado Verde Modular.



Fonte: PERUSSI (2016).

2.2.7 Telhado Verde Hidromodular

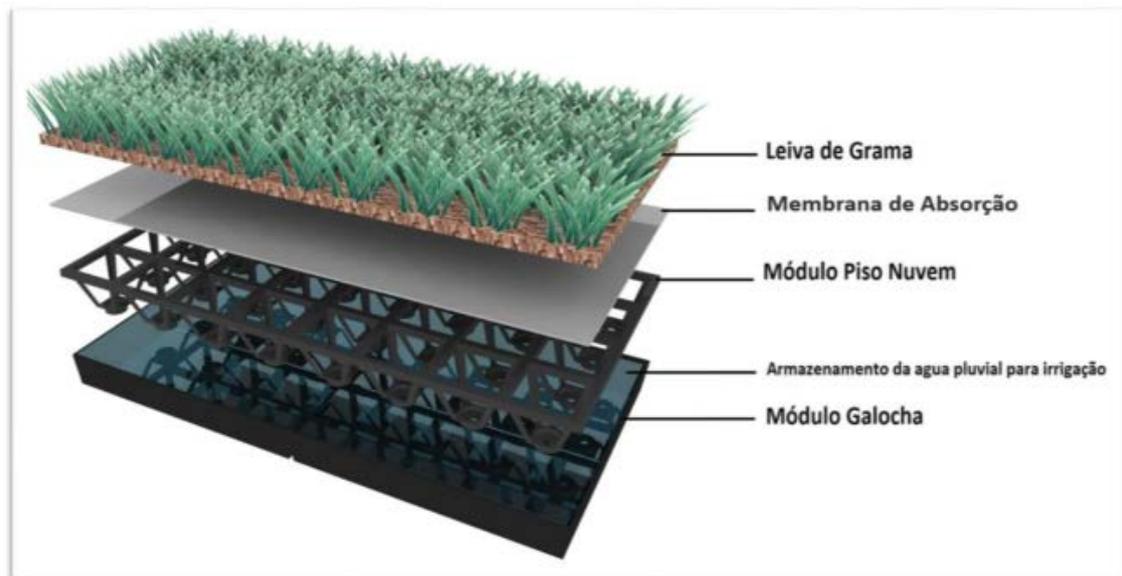
Esta estrutura de cobertura vegetal possui um sistema que tem a capacidade de reservar água em três módulos.

O primeiro módulo é um piso que possui uma vegetação que permite o controle de escoamento das águas, tornando indispensável um sistema de irrigação.

O segundo módulo, é chamado de Galocha, pois armazena água em estruturas que possuam laje.

O terceiro configura uma camada que absorve a água, dando condições de nutrir às raízes. Conforme a figura 12, onde há a demonstração do sistema ecotelhado com as camadas de absorção de água.

Figura 12 - Estrutura do Telhado Verde Hidromodular.



Fonte: ECOTELHADO (2019)

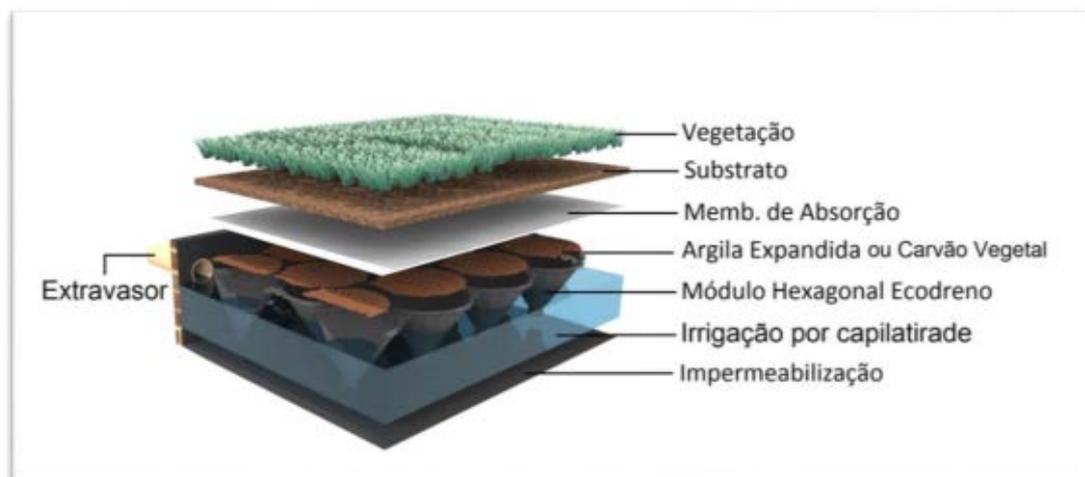
Neste tipo de estrutura, não existe a necessidade da presença do solo, uma vez que as raízes se desenvolvem na camada do substrato, logo essas vantagens contribuem para custos menores, tanto na questão da manutenção, bem como na instalação deste sistema.

2.2.8 Telhado Verde Laminar Alto

Segundo dados da Organização das Nações Unidas, o consumo diário humano de água varia em aproximadamente 110 litros. Este tipo de estrutura possibilita e facilita o abastecimento de água, tendo em vista que este tem uma característica de cisterna, com a capacidade de captar água para consumo humano (OLIVEIRA, 2019).

As especificações desta estrutura têm bases de camadas distintas. A camada de absorção tem a funcionalidade de reter água para suprir as necessidades de nutrição das raízes da cobertura vegetal. O substrato é uma camada riquíssima em orgânicos facilitando a retenção de água, compreende uma carga de peso menor, e uma camada de argila, que serve de suporte para as raízes da vegetação. A figura 13 apresenta este tipo de telhado com suas camadas (QUINTELLA, 2012).

Figura 13 - Estrutura do Telhado Verde Laminar Alto.

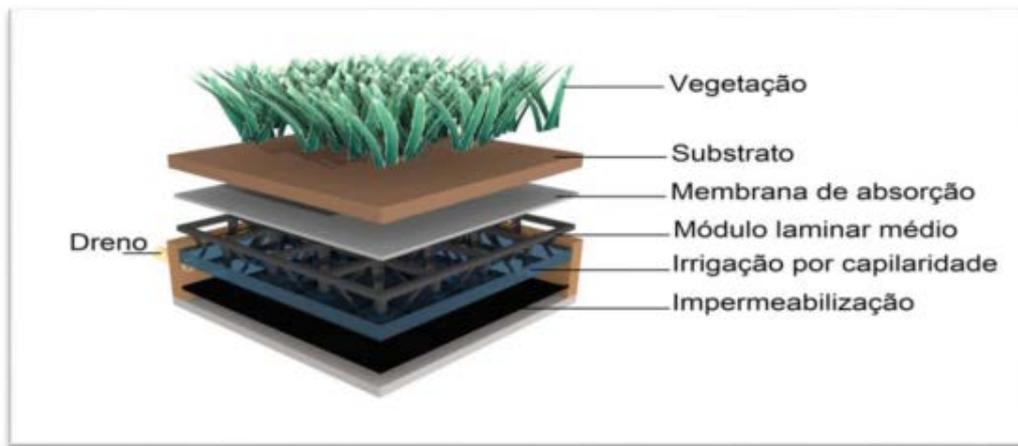


Fonte: adaptado de ECOTELHADO (2019).

2.2.9 Telhado Verde Laminar Médio

Com características quase idênticas ao Hidromodular, embora não possua uma placa de armazenamento de água, conforme mostrado no detalhamento da figura 14 retem uma quantidade significativa, esse sistema torna-se ideal para coberturas de casas que possuam lajes e para edifícios. Como visto na figura 15.

Figura 14 - Estrutura do Telhado Verde Laminar Médio.



Fonte: adaptado de ECOTELHADO (2019).

Figura 15 - Telhado Verde Laminar Médio.

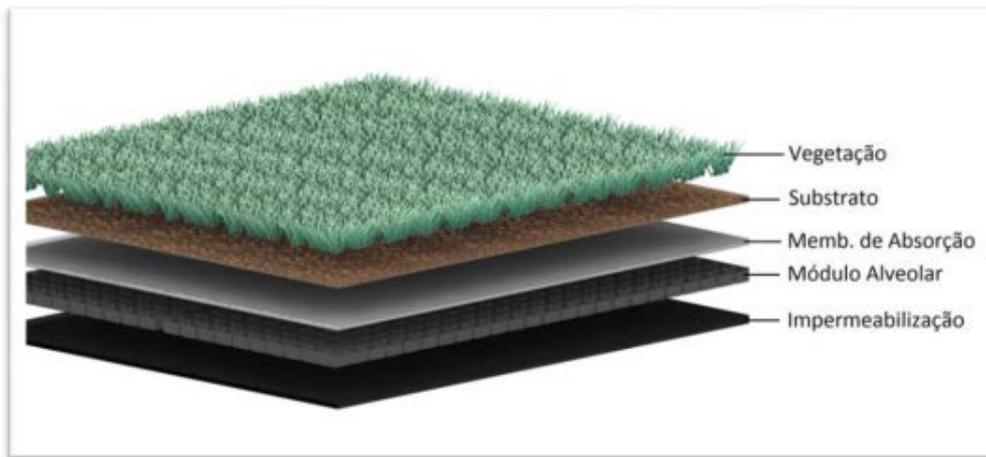


Fonte: ECOTELHADO (2019).

2.2.10 Telhado Verde Modular Alveolar Leve

O Sistema Alveolar Leve permite que a cobertura tenha pouca inclinação, deve suportar cargas leves, a aplicação de um módulo com placas que formam um reservatório, a drenagem da água tem a finalidade de controlar as retenções de água, o que impossibilita o contato da vegetação com a laje da casa. A figura 16 demonstra as especificações da estrutura do telhado Verde Alveolar Leve (OLIVEIRA, 2019).

Figura 16 - Estrutura do Telhado Verde Modular Alveolar Leve.



Fonte: ECOTELHADO (2019).

2.4 Vantagens

As vantagens na aplicação de uma estrutura de um telhado verde têm uma expressividade que reflete na vida do homem, uma vez que envolve aspectos sociais e econômicos. O telhado verde tornou-se uma estratégia de sustentabilidade, possibilitando uma implantação de áreas verdes em coberturas, sugerindo uma alternativa para uma construção de espaços para escoamento de águas, garantindo a qualidade de umidade do ar.

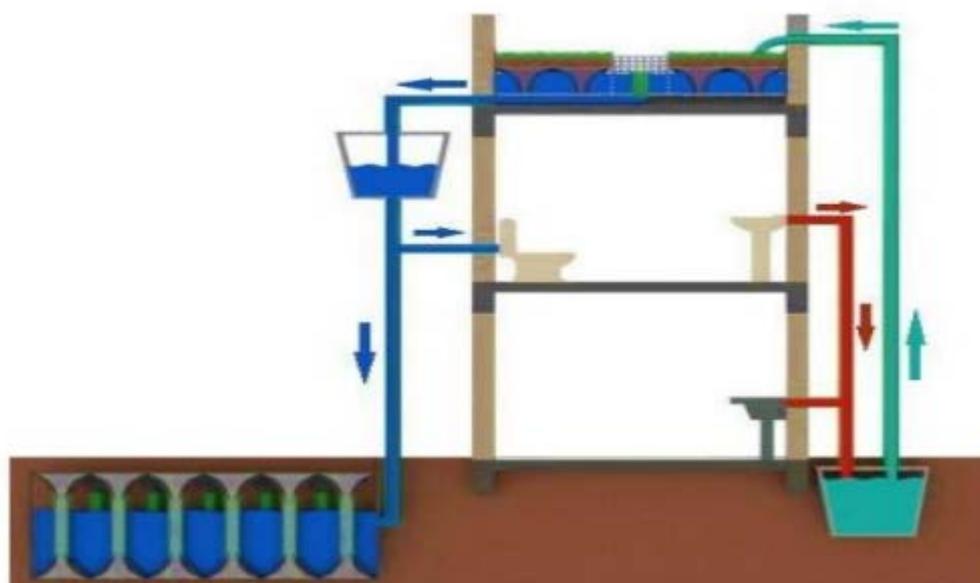
Na maioria dos centros urbanos ocorre um fenômeno que acarreta problemas ambientais, conseqüentemente esse fato ocasiona uma carga elevada no sistema de drenagem das cidades, provocando enchentes e alagamentos. O telhado verde é um dos

mecanismos para reduzir esse aumento de áreas impermeáveis, assim, sendo uma alternativa para a redução do pico desse escoamento (NAKAMURA, 2019)

Quando existe a possibilidade de aplicação do telhado verde em uma cobertura, faz-se necessário mensurar a capacidade de retenção de água dessa estrutura, promovendo também uma diversidade visual aos ambientes, formando uma contraposição a estética urbana das cidades.

Tem-se falado muito em relação ao desperdício de água, além das preocupações com as enchentes, este tipo de estrutura proporciona a reutilização de água, através do sistema de armazenamento que o mesmo oferece, estas soluções para reter água pra fins do uso diário são alternativas, geralmente as águas captadas são levadas para um reservatório, que na maioria das vezes encontram-se no subsolo, conforme esquema da figura 17 (OLIVEIRA, 2019).

Figura 17 - Sistema de Armazenamento de água.



Fonte: ECOTELHADO (2019).

Os materiais utilizados para aplicação de uma cobertura verde, podem evitar incêndios, isso está associado ao fato da presença de umidade na camada de substrato, formando assim uma barreira e impossibilitando que o fogo se propague nesta situação, dos materiais que não tem um alto poder de combustão está o cascalho, quando colocado para compor uma das camadas do telhado verde (PERUSSI, 2016). Conforme mostra a

figura 18, a presença de materiais como pedras e cascalhos, são essenciais para evitar incêndios.

Figura 18 - Telhado Verde com Cascalhos.



Fonte: Amanda Forte Arquitetura (2019).

O aumento da área verde útil promove a criação de um referencial, servindo de orientação para os habitantes da cidade, modifica o cenário urbano, que facilita o bem estar da sociedade, promovendo um meio para o desenvolvimento de plantas e animais, gerando um ambiente de biodiversidade.

O telhado verde é uma medida que evita a ocorrência de cheias, promove o bem estar paisagístico e visual aos centros urbanos. A amplitude térmica do telhado é menor que a do convencional, isso gera uma economia de energia e resfria o ambiente interno, reduzindo o salto térmico, evitando os gastos com possíveis danos (OLIVEIRA, 2016).

O telhado verde pode ser dividido em camadas. Nesta estrutura cada camada tem uma função importante que contribui no projeto de instalação da cobertura vegetal.

Além disso o telhado verde pode ser incluso como área permeável podendo variar em porcentagem de acordo com o código de obras de cada cidade, um exemplo disso é a Lei Complementar nº 1.174/2018 aprovada em Blumenau, a mesma prevê que o telhado

verde possa ser contado como até 50% da área permeável obrigatória, podendo obter com isso uma maior área construída (FEIJÓ, 2018).

2.5 Camada impermeabilizante

Tem o objetivo de proteger a camada de suporte contra infiltrações de qualquer espécie, de suma importância para impermeabilizar a base do suporte onde o telhado verde será aplicado, pode ser feita de outros materiais, geralmente é composta de manta asfáltica, ou até mesmo uma lona plástica, como mostrado na figura 19.

Figura 19 - Lona Impermeabilizante.



Fonte: Oliveira,2019

A manta asfáltica tem uma característica física importante que é a resistência a perfurações, para que não ocorra passagem de resíduos, como areia e raízes, esse tipo de impermeabilização tem como objetivo selar o telhado verde, pois o polietileno é usado para potencializar a densidade dessa estrutura, apresentando alta resistência física e química, com a modalidade de fazer conexões com soldagem e fusão (OLIVEIRA,2019).

A figura 20 apresenta uma manta asfáltica para aplicação me telhados verdes (OLIVEIRA, 2019).

Figura 20 - Manta asfáltica.



Fonte: Oliveira,2019.

2.6 Camada drenante

Tem o objetivo de dar vazão ao acúmulo de água, funciona como um filtro, recolhendo às águas da chuva, possibilitando que o excesso da água de acordo com o sistema de aplicação seja drenado para fora da cobertura, e assim podendo ser reaproveitado, esse sistema deve ter aporte de escoamento livre de resíduos e poluentes, mantendo uma rotina de manutenção como precaução (FERRAZ, 2012).

Na maioria das vezes aproveita-se tijolos, pedras e concreto, como método alternativo, pois, o sistema de drenagem é de grande viabilidade no substrato vegetal, uma vez que o aproveitamento de materiais apresenta uma escala benéfica ambiental.

2.7 Substrato

Estabelece uma função de base da cobertura vegetal. Assim cada sistema de telhado, está submetido a um substrato com espessura diferente, a escolha dos componentes desse tipo de camada está associada ao tipo de sistema, variando sua capacidade de caracterização quanto a escolha de aeração, matéria orgânica e nutrientes, uma vez que o solo necessita de uma profundidade para que haja a escolha da vegetação adequada, para alicerçar o substrato aos diferentes climas, criando assim uma barreira que protege as raízes, para que não ocorra danos ocasionados pelos micro-organismos presentes no solo (MENDES, 2014).

De acordo com os estudos de Santos (2016), na classificação de componentes para a camada de substrato, comprovou-se que é essencial o uso de matéria orgânica, para que ocorra uma melhor compactação da camada, a fim de que o resultado esperado aconteça e a superfície do telhado tenha uma proteção de transferência de calor adequada é necessário a utilização de: areia, solo e matéria orgânica.

Outros componentes destacaram-se e possibilitaram a aplicação de outras técnicas, adequando-se ao ambiente e modificando características que influenciaram o sistema e estrutura da camada de substrato, dos tipos de componentes avaliados a Turfa Marrom, apresentou uma densidade considerável, com altos índices de captação de água e retenção, sendo de suma importância para aplicação em coberturas vegetais. (WILLES, 2014).

2.8 Vegetação

A camada de vegetação é um dos fatores importantes para a composição do telhado verde, pois a vida útil da cobertura depende diretamente dessa escolha, deve-se avaliar as condições de manutenção e o clima do local. De acordo com Quintela (2012), as mais utilizadas são:

- Capim-Chorão: gramínea muito rústica e quase sem exigências de cultivo, deve ser mantida com até 50 cm de altura;
- Erva- 6: gordas, muito boa para telhados verde, e resistente a solos rasos;
- Capuchinha: herbácea comestível sem exigência quanto ao solo, pode se comportar como forrageira;
- Rabo-de-gato: Rasteira leve e ornamental que suporta bem o sol, mas não é aconselhada para locais aonde ocorrem geadas;
- Malmequer: excelente para dar estabilidade a telhados muito inclinados: resistente a extremos de umidade;
- Grama esmeralda: muito usada em telhados verdes, tem efeito atapetado e baixa necessidade de poda, e também contém o avanço de ervas daninhas. (QUINTELLA, 2012).

Outro fator importante é a manutenção da estrutura do telhado verde, essa rotina deve ter um ciclo para a adaptabilidade da vegetação, o substrato é uma camada com capacidade de adubação vegetal. A irrigação deve acontecer com frequência, bem como no desenvolvimento da vegetação, evitando assim o surgimento de ervas daninhas. O controle e proteção contra pragas, associado ao uso de fertilizantes asseguram que os sistema e estruturação do telhado verde sejam mantidos.

2.9 Desvantagens

Dentre às principais desvantagens da implantação do telhado verde está o elevado custo com a mão de obra, como é um processo inovador no Brasil, o preço de qualificação da mão de obra tende a ser alto. Outro fator é o sistema de aprovação do projeto, uma vez que a burocracia no Brasil é um entrave que pode ocasionar lentidão, todo projeto que envolva área verde, deve ser aprovado pela prefeitura, infelizmente o padrão brasileiro é o de travar algo que gere uma certa falta de informação (OLIVEIRA,2019).

A adaptação do ciclo de manutenção, também é vista como uma desvantagem, pois o ciclo de manutenção de cada cobertura é diferente, mesmo porque dependendo da vegetação escolhida, deve-se seguir critérios que direcione a sua preservação.

Embora, esses entraves existam, a compensação em prol desse tipo de cobertura vegetal sustentável é satisfatória em determinado período, uma vez que a economia de energia e os incentivos fiscais, como o desconto do IPTU, criam essa função compensatória, futuramente o telhado verde se tornará um padrão e modelo a ser seguido pelas cidades brasileiras (JESUS,2018).

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa teve como método a revisão literária alicerçada por teses, dissertações e outros trabalhos científicos já publicados, com coletas de informações para base do estudo. As etapas das consultas foram feitas por sites especializados.

O estudo bibliográfico é uma técnica construtiva da linha do raciocínio de outros pesquisadores, com rol de análise para a abrangência da importância da delimitação do tema, contribuindo assim, para pesquisas futuras.

Segundo Souza:

A pesquisa bibliográfica envolve características e meios intitulados por fontes secundárias, são informações que já constam e são estão publicadas em outros lugares, logo já foram analisadas, como livros, matérias jornalísticas, artigos e documentos, sites (SOUZA, 2013).

Sendo assim, a pesquisa bibliográfica tem o propósito de conceituar o entendimento de outros pesquisadores na sistematização das informações obtidas e observações sobre a aplicabilidade dos casos, segmentando a expressividade do tema sugerido.

Foram selecionados os trabalhos que mais se aproximavam com os objetivos da pesquisa, segmentados dentro da visibilidade do tema decorrente., dentre os critérios de escolha, pode-se citar os que delimitavam os mais diversos tipos de telhados verdes.

Logo, o procedimento metodológico adotado será de abordagem na potencialização das formas de aplicação do telhado verde, com visão crítica objetivando legitimar a implantação dessa técnica de sustentabilidade verde e sua eficácia na construção civil.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O telhado verde é uma estrutura alternativa para uma série de problemas na construção civil, tendo em vista que não existem barreiras que interfiram diretamente na sua aplicação, contudo é necessário que haja um cuidado específico para cada tipo de sistema. Com isso existe a possibilidade de três tipos característicos de aplicação. Sendo eles: aplicação contínua, com módulos pré-elaborados e aérea.

A aplicação contínua tem uma base de impermeabilização com mais camadas, sendo estruturada no substrato, embora seja um tipo de estruturação antiga é bastante aplicada na construção civil, pois existem uma mudança nas camadas de acordo com a alteração climática, o que viabiliza a estruturação e proteção, evitando assim a condensação da água em lugares com climas frios. Conforme mostra a figura 21, cobertura contínua com diferentes camadas (JESUS, 2018).

Figura 21 - Cobertura Contínua com diferentes camadas vegetais.



Fonte: <http://wwwo.metlica.com.br/>

Os módulos pré-elaborados são de fácil aplicabilidade no telhado das casas, empresas especializadas têm desenvolvido essas bandejas compostas por substrato e vegetação já desenvolvida, essa técnica é aplicada diretamente na laje das casas, obtendo um resultado prático, uma vez que o encaixe já delimita a aplicação das bandejas. A figura 22, demonstra a aplicação dessa técnica (OLIVEIRA, 2019).

Figura 22 - Colocação de placas.



Fonte: <http://construirtv.com/>

A cobertura aérea separa a base da vegetação, geralmente o alicerce do substrato é substituído por uma tela, que será a base de sustentação da vegetação, embora essa base facilite o crescimento da vegetação, proporcionando um efeito isolante satisfatório, geralmente esse sistema sustenta plantas frutíferas ou de grande porte, como as trepadeiras.

A figura 23 demonstra as especificações da cobertura aérea, geralmente a aplicação desse tipo de estruturação, facilita a diminuição do calor, e diminui o barulho intenso da chuva sobre os edifícios, outro fato interessante está relacionado a qualidade do ar dos ambientes onde é aplicada essa estrutura de cobertura aérea (SANTOS, 2016).

É notório que a transferência de calor empregada em ambientes que possuem um telhado verde, possibilita a diminuição de ilhas de calor, provocando uma melhoria nas condições climáticas e ambientais das cidades.

Figura 23 - Telhado verde na Faculdade de Saúde Pública (FSP) da USP.



Fonte: <http://techne17.pini.com.br/>.

Vale ressaltar que o custo benefício da instalação de um telhado verde comparado a de um telhado normal, diante da análise dos custos de uma empresa especializada em telhados verdes, observou-se que dependendo da escolha do tipo do telhado, o custo pode tornar-se mais alto. Diante de tal afirmação analisou-se o custo da estrutura do telhado verde no sistema alveolar leve.

De acordo com os dados da empresa ECOTELHADO, segue a quantidade de materiais para a aplicabilidade deste tipo específico de telhado: O quadro 2, mostra a especificação de materiais e quantidades (ECOTELHADO, 2019).

Quadro 2 - Materiais para telhado verde alveolar leve.

Descrição	Quantidade	Unidade
Módulo Alveolar 0,7 x 1,15 x 0,015 metros (0,805m ²)	125	PÇ
Membrana fag14 Feltro	110	m ²
Forth gel Balde 12 Kg	2	kg
PORTA TAMPA P CAIXA SIFONADA PVC BR 250MM ESG CLSSE 8 TIGRE	3	PÇ
TAMPA CEGA REDONDA PVC BR 250MM ESGOTO CLASSE 8 TIGRE	3	PÇ
TUBO 250MM ESGOTO CLASS 8 TIGRE	0,36	METRO

Fonte: Orçamento oferecido pela empresa Ecotelhado.

A ECOTELHADO é uma empresa brasileira de design Biofílico com sede na cidade de Porto Alegre-RS, com aporte de sustentabilidade e estrutura verde, no seu portfólio a empresa apresenta a gama de benefícios que este tipo de estrutura oferece ao promover a conforto térmico, reservatório de amortecimento pluvial, design biofílico e retenção de partículas do ar e purificação do ar com produção de oxigênio. Pode ser instalado sobre laje plana ou inclinada. É composto de uma membrana alveolar que faz a reserva de água. Seu uso permite inclinação no telhado de até 10° ou 20% (ECOTELHADO,2021).

De acordo com o quadro acima de aplicação dos materiais, o custo final segundo a empresa ficou conforme os valores apresentados no quadro 3 abaixo:

Quadro 3 - Custo referente aos materiais apresentados no quadro 2.

INCLUSO NOS VALORES ACIMA:		Prestadoras dos serviços (emissora da NF)
a) Materiais (conforme item 1):	R\$ 8.073,22	Ecotelhado
b) Instalação:	Não inclusa	
c) Frete:	A consultar	FOB

Valor Total
R\$ 8.073,22

Fonte: Orçamento oferecido pela empresa Ecotelhado.

De acordo com Oliveira (2019), foi recomendado um sistema de impermeabilização, assim sendo mensurado os valores dos insumos de acordo com a tabela do SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) em abril de 2019, entretanto feita uma adequação pela autora para uma área específica de 100m², como apresentado na tabela 1.

Tabela 1 - Orçamento Impermeabilização.

Impermeabilização de superfície com manta asfáltica, uma camada E=3MM. AF 06/2018				
Descrição do item	Un	COEF	Preço Unitário	Custo Total para 1M²
Primer para manta asfáltica a base de asfalto modificado, aplicação a frio	L	0,615	R\$ 12,91	R\$ 7,93
Manta asfáltica elastomérica em Poliéster 3MM, Tipo III, Classe B, Acabamento PP	M ²	1,125	R\$ 35,02	R\$ 39,39
Gás de cozinha - GLP	KG	0,26	R\$ 5,27	R\$ 1,37
Ajudante especializado com encargos complementares	H	0,192	R\$ 14,71	R\$ 2,82
Impermeabilizador com encargos complementares	H	0,948	R\$ 16,49	R\$ 15,62

Fonte: Oliveira ,2019, adaptada.

Conforme mensurado por Oliveira (2019), o custo após a simulação ficou em torno de R\$ 67,14, para cada 1m², logo o valor total da impermeabilização ficou de R\$ 6.714,00, de acordo com a análise do autor, não se encontrou empresa especializada para mensurar o preço total da instalação do telhado verde neste ano, então fez-se necessário analisar uma pesquisa de 2015. Segundo a análise do trabalho de Pereira et al (2015), mensurando os dados de uma pesquisa de mercado na cidade de São Paulo, o custo da instalação de um telhado verde foi de aproximadamente R\$ 2.500,00. Totalizando R\$ 17.287,00, incluindo (impermeabilização+ materiais+ mão-de-obra).

O valor da instalação de um telhado verde pode variar de acordo com a extensão da área, contudo pode-se observar que em relação ao telhado convencional o seu custo é bem menor.

Segundo Oliveira (2016), quando comparado os custos de duas estruturas de telhados verde, em relação a uma de um telhado colonial convencional, com 203,01m², obteve-se os seguintes resultados, mensurado por uma pesquisa de mercado na cidade de Natal/RN, conforme as tabelas do SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) e SEINFRA (Secretaria da Infraestrutura) com dados referentes ao mês de agosto de 2016. A tabela 2, mostra o orçamento de três estruturas, onde duas possuem componentes de camadas para aplicação de vegetação.

Tabela 2 - Preço dos telhados considerando área de projeção da cobertura.

Tipo	Preço Total	Área (m ²)	Preço/m ²
Telhado Verde 1	R\$ 14.794,78	203,01	R\$ 72,88
Telhado Verde 2	R\$ 14.689,19	203,01	R\$ 72,36
Telhado Colonial	R\$ 20.874,80	249,49	R\$ 83,67

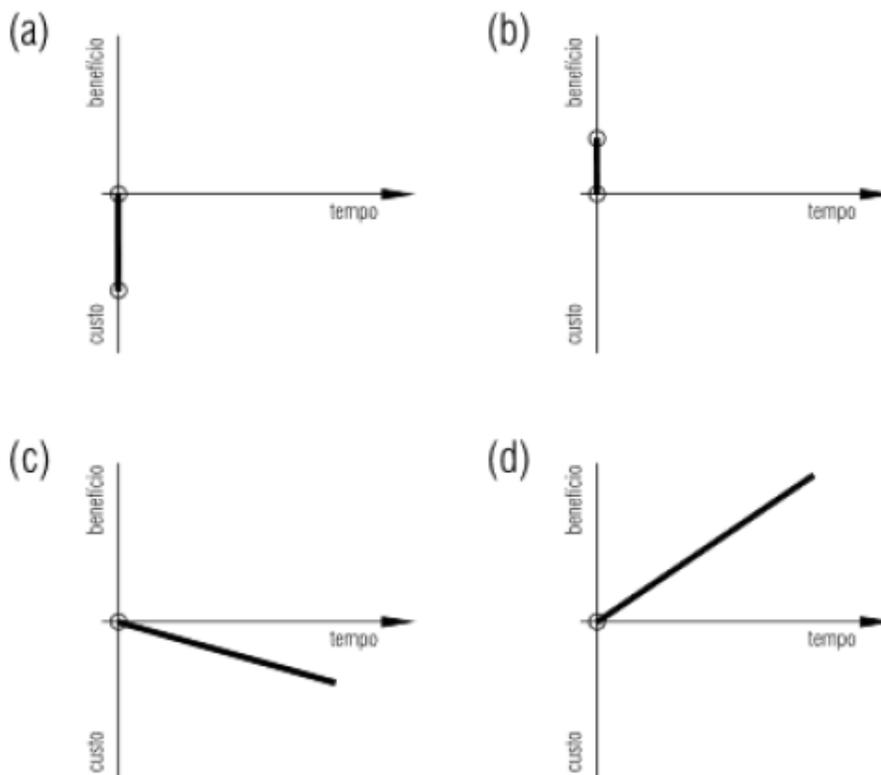
Fonte: OLIVEIRA (2016).

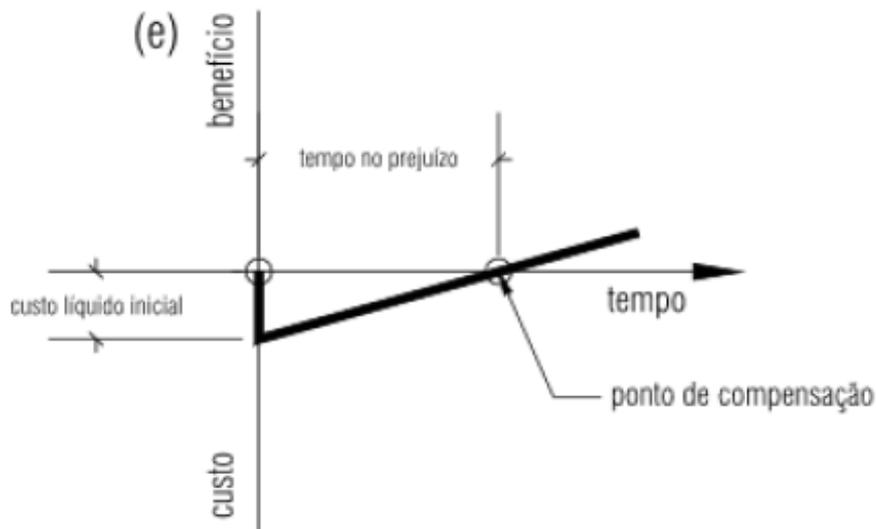
Observa-se mediante a tabela que existe uma grande diferença de preço entre os três tipos de estruturas, conforme Oliveira (2016), a justificativa está na desigualdade da

área de cobertura, já que a telha colonial exige uma inclinação maior para garantir o escoamento, faz-se necessário um acréscimo em centímetros para a colocação das telhas, variando em torno de 80 cm, porém no telhado verde a aplicação da cobertura vegetal pode ser feita com a mesma proporção da área estimada.

De acordo com os gráficos de Mendes (2014) vistos na figura 24, existem padrões na aplicação de um telhado verde, o que gera um custo benefício com tempo menor de instalação, dois aspectos na implantação desse tipo de estrutura são fundamentais: a economia de energia e os incentivos fiscais como: descontos no IPTU, contribuem para que haja uma compensação dos valores a serem pagos.

Figura 24 - Gráfico de Ponto de Compensação de Telhado Verde.





Fonte: Mendes, 2014.

Conforme os gráficos da figura 24, a letra a) representa o custo inicial, na construção de um projeto do telhado verde, b) subsídio para que ocorra a aplicação, c) o custo de manutenção constante do teto verde, d) economia de energia e os incentivos fiscais, e) valores de compensação, quando o investimento gera seu retorno compensatório.

Muitas políticas públicas estão sendo adotadas em países no mundo, incentivando o uso de telhados verdes nos prédios e edifícios. No Brasil, alguns estados já estão gerando benefícios como ferramentas para a implantação desse tipo de cobertura vegetal.

Algumas leis foram criadas para dar suporte para aplicação de telhados verdes. Como exemplos cita-se:

Florianópolis (Lei 14.243 de 2007): tendo principal objetivo de adotar em espaços urbanos telhados verdes.

Goiânia (Lei complementar 235 de 2012): Lei que institui política pública de incentivo fiscal que gera o IPTU VERDE, descontando assim, um percentual para as pessoas que aplicarem telhados verdes nas suas casas e residências.

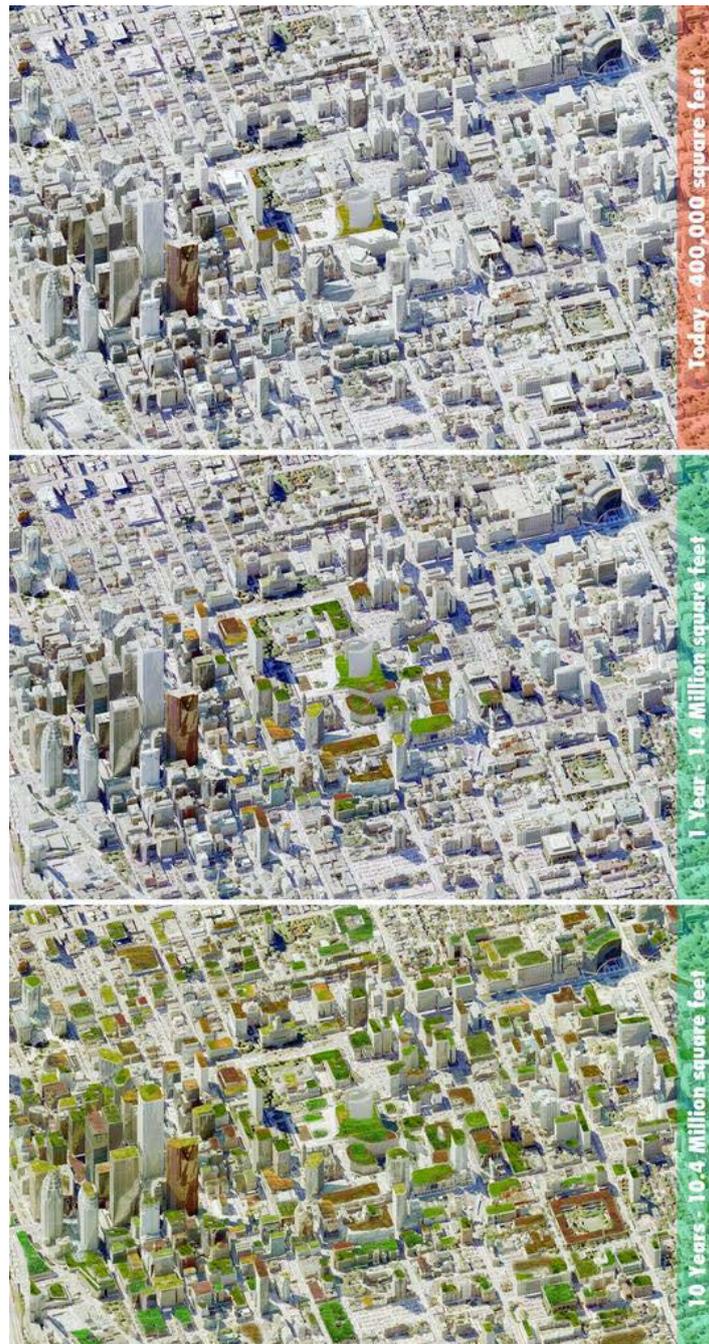
Recife (Lei 18.112 de 2015): Imposição de implantação de telhados verdes em áreas que tenham edifícios com 4 ou mais pavimentos e para espaços urbanos com área de cobertura superior a 400m².

Como as experiências com a implantação de telhados verdes tem-se comprovadas positivas, fez-se necessário analisar, algumas cidades como modelo de aplicação de coberturas vegetais.

A cidade de Toronto, no Canadá, adotou uma medida de incentivo através de uma lei, chamada de Telhados Verdes, adotando como medida precisa a instalação da estrutura em coberturas acima de 200m², notou-se que após a entrada da lei em vigor, mais de 1.113 metros quadrados de tetos verdes, haviam sido instalados, gerando benefícios positivos, como empregabilidade, economia de energia e retenção de água para escoamento de lençóis freáticos (JESUS, 2018).

Conforme a figura 25, elaborada por alunos da Universidade do Canadá, nota-se a evolução das mudanças ocasionadas, logo após a adoção da instalação dos telhados verdes, em uma perspectiva de dez anos após a publicação da Lei.

Figura 25 - Impacto da lei de Telhado Verde em Chicago.



Fonte: Jesus,2018.

A estrutura do sistema de telhado verde tem a capacidade de diminuir as ilhas de calor, que são incidentes em grandes centros urbanos devido às edificações e a malha asfáltica. De acordo com a figura 26 do Edifício Conde Matarazzo, o geógrafo Humberto Catuzzo verificou em 2013, que a estrutura da laje do prédio com cobertura vegetal

apresentou uma temperatura mais baixa do que o outro prédio com estrutura de concreto proporcionando um conforto térmico devido a diminuição do calor.

Figura 26 - Edifício Conde Matarazzo.



Fonte: Research Gate (2019).

No Japão a estrutura verde foi incentivada depois do acidente nuclear na cidade de Fukushima, o que aumentou consideravelmente a temperatura de 23 cidades, para solucionar os problemas das ilhas de calor, incentivaram a aplicação de uma cobertura verde que ficou conhecida como “cortina verde”, que vem sendo usada como uma câmara de diminuição de temperatura. Segundo a pesquisa, prédios que não continham uma cortina verde, estimavam uma temperatura de aproximadamente 40°, enquanto que as que apresentavam a estrutura com vegetação tinham uma temperatura de 32°. A figura 27 mostra a cortina verde projetada em um edifício no Japão (KOVALICK, 2011).

Figura 27 - Cortina verde no Japão.



Fonte: Jornal Nacional, 2011.

As vantagens da aplicação de telhados verdes são inúmeras, gerando uma série de benefícios para a população, não obstante às questões ambientais e econômicas, bem como a qualidade de escolha, podem influenciar na interação social, provocando uma qualidade de vida e diminuindo a poluição urbana nas cidades.

Os órgãos públicos têm incentivado a aplicação de telhados verdes, pois estes geram uma elevada sustentabilidade, implantando assim, técnicas de coberturas vegetais, sem uma possível disputa de uso e ocupação do solo, servindo de alternativa na construção civil para elaboração de aplicação em espaços urbanos, respeitando o meio ambiente.

As camadas do telhado verde propiciam um isolamento térmico, diminuindo a capacidade de absorção de calor, a grande variedade de vegetação nesse espaço, também qualifica uma melhoria na diminuição do efeito estufa, pois as plantas absorvem gás carbônico, outro fator importante é o aumento da durabilidade da cobertura, o telhado verde aumenta a proteção das coberturas, tornando-as mais duráveis.

5 CONCLUSÃO

Com base na revisão do tema notou-se que o telhado verde é visto como uma alternativa tanto para solucionar problemas na construção civil, como nas questões que envolvem a degradação do meio ambiente. Esse sistema tem sido difundido no mundo por ocasionar um rol de benefícios.

Inúmeras preocupações em relação ao consumo de energia de famílias, enfatiza o estudo sobre o presente tema, o que explica a necessidade da pesquisa como aporte amenizador e redutor de ilhas de calor.

Cabe ressaltar que devem ser adotadas medidas na implantação desse tipo de estrutura, e as camadas são de suma importância para evitar problemas como infiltrações, a impermeabilização do telhado, a drenagem e o substrato, outro fator de extrema importância está relacionado à escolha da vegetação, para que não ocorra o aparecimento de pragas, dificultando assim a manutenção do telhado verde.

O telhado verde provoca mudanças, proporcionando uma solução eficiente, que pode ser aplicada em telhados, lajes, tendo como requisito a impermeabilização, com inclinação mínima de 2% e máxima de 35%.

A escolha do tipo de telhado é crucial para sua manutenção, se comparado a um telhado convencional, o grau de durabilidade é maior, uma vez que pode chegar a ser o dobro.

Embora, a quantidade de estudos sobre a aplicabilidade dos telhados verdes, tem incentivado governos a concederem benefícios que permitam a implantação de tal estrutura, a maioria destes são leis que oferecem apenas descontos.

Em algumas cidades do mundo, os incentivos fiscais geraram resultados positivos, como em Chicago. A legislação brasileira sobre a regulamentação dos telhados verdes é recente. É notório que o custo que envolve a implantação de um telhado verde deve ser mensurado por sua viabilidade econômica em relação ao telhado convencional, deve-se analisar também as práticas e limitações regionais, garantindo assim, a difusão prática do método.

Em termos econômicos acredita-se que a consolidação de políticas públicas, incentivando o surgimento de empresas especializadas em implantação de telhados

verdes, possibilitem uma ampla concorrência neste setor, disponibilizando uma evolução aos meios empregados para a sua instalação.

Observa-se que além dos incentivos fiscais obtidos, como por exemplo os descontos do IPTU, o telhado verde também contempla as áreas permeáveis solicitadas durante as construções e a partir de sua implantação pode haver um aumento área construída.

O direcionamento de pesquisas futuras, visando analisar a biodiversidade de vegetações brasileiras, incentivarão a implantação de telhados verdes, contribuindo na manutenção dessas espécies nos centros urbanos.

Conclui-se que os telhados verdes podem se tornar uma realidade no Brasil, devido a presença de inúmeras vantagens, principalmente colaborando com a construção civil, através da promoção da sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

AMANDA. Disponível em <https://www.vivadecora.com.br/amandaforte/projetos>. Acesso em 15 de jun de 2021.

BENETTI PAISAGISMO. **Telhado Verde**. Disponível em: <<http://www.benettipaisagismo.com.br/telhado-verde/benetti-paisagismo.php>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

BODE, K; GONÇALVES, J. C. S. (2015) p.25. **Edifício Ambiental**: Editora OFICINA DE TEXTO

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E.. **Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil**. Cerâmica, [s.l.], v. 61, n. 358, p.178-189, 27 fev. 2018.

BUENO, R., (2010) **Telhado verde: os Jardins da Babilônia continuam funcionais**. Disponível em: <<http://www.ecocidades.com/2010/09/02/telhado-verde-os-jardins-da-babilonia-continuam-funcionais/>> Acesso em abril de 2021.

CATUZZO, Humberto. **Telhado verde: impacto positivo na temperatura e umidade do ar**. O caso da cidade de São Paulo. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, p.1-207, out. 2013. Universidade de São Paulo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBiUSP. <http://dx.doi.org/10.11606/t.8.2013.tde-18122013-123812>. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-18122013-123812/pt-br.php>>. Acesso em: 14 mai. 2021.

CORSINI, Rodnei. **Telhado verde**. 2011. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/16/1-telhado-verde-cobertura-de-edificacoes-com-vegetacao-requer-260593-1.aspx>>. Acesso em: 10 jun 2021.

ECOTELHADO. Disponível em: <[http https:// https://ecotelhado.com/sistema/telhado-verde/](http://https://ecotelhado.com/sistema/telhado-verde/)>. Acesso em: 10 mai. 2021.

FEIJÓ, João Manuel. **Seminário desmistifica questão dos custos para implantação do telhado verde em SP**. São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.sandratadeu.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=190:seminario-desmistifica-questao-dos-custos-para-implantacao-do-telhado-verde-em-sp&catid=15:noticias&Itemid=103>. Acesso em: 10 jun. 2021.

FEIJÓ, Catarina Schmitz. **Construções com telhado verde terão mais área disponível para construção.** 2018. Disponível em: <<https://ecotelhado.com/construcoes-com-telhado-verde-terao-mais-area-disponivel-para-construcao/>>. Acesso em: 09 de agosto de 2021.

FERRAZ, I. L. (2012) **O Desempenho Térmico de um Sistema de Cobertura Verde em Comparação ao Sistema Tradicional de Cobertura com Telha Cerâmica.** Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo (USP). São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-07062013-144209/pt-br.php>. Acesso em 20 de jun 2021.

GARRIDO NETO, Pedro. **Telhados verdes associados om sistema de aproveitamento de água de chuva: projeto de dois protótipos para futuros estudos sobre uma técnica compensatória em drenagem urbana e prática sustentável na construção civil.** Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10004589.pdf>> Acesso em: 05 jun 2021.

IGRA - International Green Roof Association. (2011) Global Networking for Green Roofs.

JESUS de Laina Maria Santana. 2018. **Telhado Verde “revisão bibliográfica”.** Disponível em: https://www2.ufrb.edu.br/bcet/components/com_chronoforms5/chronofoms/uploads/tcc/20190604193523_2017.2_TCC_Laina_Maria_Santana_De_Jesus_Telhado_Verde_Reviso_Bibliogrifica.pdf> Acesso em 10 jun 2021.

KOVALICK, Roberto. **Japoneses usam cortina feita de pepino e plantas para fugir do calor.** Japão, 2011. Entrevista feita por Jornal Nacional. Disponível em: <<http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2011/06/japoneses-usam-cortina-feita-de-pepino-e-plantas-para-fugir-do-calor.html>> Acesso em: 25 jun 2021.

MARTINS, Filipe Daniel Painço. **Coberturas Verdes: Seu contributo para a eficiência energética e sustentabilidade.** 2010. 134 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura, Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura, Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2010.

MENDES, B. H. E. (2014) **Tetos verdes e políticas públicas uma abordagem multifacetada.** Universidade de São Paulo (USP). São Paulo.

MINKE, Genot. **Techos Verdes: Planificación, ejecución, consejos prácticos.** **Montevideo:** Editorial Fin de Siglo, 2003.

NAKAMURA, J. **Como impermeabilizar Coberturas Verdes.** Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/como-impermeabilizar-coberturas-verdes-veja-dicas-e-normas-a-seguir_17405_10_0> Acesso em 5 de maio de 2021.

NASCIMENTO, Wânia Cruz do; SHMID, Aloisio Leoni. **Coberturas Verdes na Região Metropolitana de Curitiba. Barreiras e potencial de estabelecimento na visão dos profissionais de Construção Civil.** 2008. XII Encontro Nacional de Tecnologia e Ambiente Construído. Disponível em: <<https://www.academia.edu/>>. Acesso em: 06 de jun de 2021.

OLIVEIRA, C. C. (2012) **Substratos para uso em telhados verdes: Avaliação da retenção hídrica e qualidade da água de escoamento.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

OLIVEIRA, Silveira Helena Rêgo de. 2019. **Telhado Verde: Uma Possibilidade Sustentável.** Disponível em: <https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/9032/1/R%C3%A0go%20de%20Oliveira_S%C3%ADvia%20Helena_Telhado%20verde%20uma%20possibilidade%20sustent%C3%A1vel.pdf> Acesso em 05 mai 2021.

OLIVEIRA, T. A. A. (2016) **Comparação De Preços Entre Telhados Verdes E Telhas Coloniais.** **Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).** Rio Grande do Norte. Natal.

PEREIRA, Manoela de Freitas. **Teto verde: o uso de coberturas vegetais em edificações.** Rio de Janeiro. 2007, p.1 a 11. Disponível em: <[http://www.puc-rio.br/pibic/relatorio_resumo2007/relatorios/art/art_manoela_de_freitas_ferreira .pdf](http://www.puc-rio.br/pibic/relatorio_resumo2007/relatorios/art/art_manoela_de_freitas_ferreira.pdf)>. Aceso em: 10 jun de 2021

PERUSSI, R. (2016) **Comportamento Térmico de um Sistema de Cobertura Verde: um Experimento Utilizando Plataformas de Teste.** Universidade de São Paulo (USP). São Paulo.

QUINTELLA, Maria Tereza. **A Origem dos Telhados Verdes.** 2012. Disponível em: <<http://telhadoscriativos.blogspot.com.br/2012/03/origem-dos-telhados-verdes.html>>. Acesso em: 20 jun 2021.

REIS E SILVA, D. F., (2014) **Aproveitamento De Água De Chuva Através De Um Sistema De Coleta Com Cobertura Verde: Avaliação Da Qualidade Da Água Drenada E Potencial De Economia De Água Potável**. Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Rio de Janeiro.

RODRIGUES, Caroline. **Novas construções apostam em telhados verdes**. 2017. Disponível em: <<http://www.segs.com.br>>. Acesso em: 05 jun. 2021.

SANTOS, Patrícia (2016). **Diferentes Substratos no Desenvolvimento de um Gramado Ornamental para Uso em Telhados Verdes**. Disponível em <http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/cidades_verdes/article/view/1393> acesso em 20 de maio de 2021.

SILVA, M. C. e DUARTE, S. (2017) **Concepção e Projeto de Métodos Construtivos Sustentáveis: Aplicação de Telhado Verde e Aproveitamento de Água Pluvial em um Ambiente Escolar**. Disponível em: <<https://www.riuni.unisul.br/handle/12345/2218>> acesso em 10 de maio de 2021.

Tecnologia de Cobertura. Disponível em:< <https://pt.decorexpro.com/krysha/zelenaya/>. Acesso em 22 de jun 2021.

WILLES, J. A. (2014) **Tecnologias em telhados verdes extensivos: meios de cultura, caracterização hidrológica e sustentabilidade do sistema**. Universidade de São Paulo (USP). São Paulo.