



BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

LETICIA DA SILVA BAIE OURIVES

**APLICAÇÃO DE TELHADO VERDE COMO PRÁTICA
SUSTENTAVEL EM EDIFICAÇÕES**

CUIABÁ/MT

2022

LETICIA DA SILVA BAIE OURIVES

**APLICAÇÃO DE TELHADO VERDE COMO PRÁTICA
SUSTENTAVEL EM EDIFICAÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso II
apresentado ao Curso de Engenharia Civil, da
Faculdade FASIPE Cuiabá, como requisito
parcial para obtenção de título de bacharela
em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof^a Msc. Stela Amanda S.
Azevedo.

CUIABÁ/MT

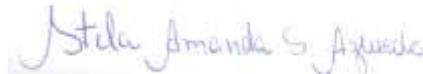
2022

LETICIA DA SILVA BAIE OURIVES

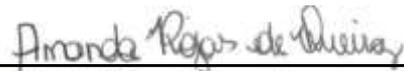
APLICAÇÃO DE TELHADO VERDE COMO PRÁTICA SUSTENTAVEL EM EDIFICAÇÕES

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado à Banca Avaliadora do Curso de Engenharia Civil – FASIPE Cuiabá como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

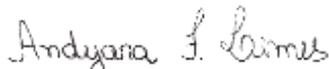
Aprovado em: 07/02/2022.



Professora Orientadora - Avaliadora
Msc. Stela Amanda S. Azevedo
Faculdade de Engenharia Civil – FASIPE



Professora Msc. Amanda Rojas de Queiroz
Professora Avaliadora Externa
Vigilância Sanitária (Visa) – Várzea Grande/MT



Professora Msc. Andyara Ferreira Lemes
Professora Avaliadora
Faculdade de Engenharia Civil - FASIPE

Professor
Coordenador do Curso de Engenharia Civil
FASIPE Cuiabá

CUIABÁ/MT

2022

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por ter deixado tudo isso acontecer na minha vida, não só nos meus anos de estudante universitária, mas em qualquer momento, ele é o maior professor que todos podem conhecer.

Para a faculdade, seu corpo docente, equipe, orientação e gestão me possibilitaram uma janela para que agora eu possa ver a vida sob nova perspectiva. Agradeço a todos os professores por me possibilitarem não só o conhecimento racional, mas também a personificação do caráter educativo e da emoção no processo de formação profissional, agradeço a dedicação que me foi concedida, não só para me ensinar, mas também para aprender comigo.

Sou grata ainda aos meus pais pelo amor, o incentivo e o apoio incondicional, principalmente a minha mãe, ela é uma guerreira e uma mulher trabalhadora, é minha fonte de inspiração, pois nunca desistiu de nós.

Agradeço ao meu pai, ao meu herói e aos meus amigos, que sempre apoiaram o meu sonho e nunca desistiram de mim. Sem esquecer do meu irmão Pedro Neto, ele é o meu mapa, o meu cofre, tudo para mim, e eu estou disposta a dar a minha vida por ele.

Agradecimento especial ao meu marido Welinton, ele é uma pessoa incrível, com um coração gentil, ele está sempre lá nos momentos bons ou ruins, e que ao longo desses meses me deu não só força, mas apoio para vencer essa etapa da vida acadêmica.

Por último, não menos importante aos meus colegas de trabalho Rafael Gomes e Cristiane Lopes, companheiros de trabalhos e irmãos na amizade que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida com certeza.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte de minha formação, o meu muito obrigada.

Dedico este trabalho a minha linda família, em especial a minha mãe que é uma mulher guerreira, batalhadora, minha inspiração, ao meu pai que sempre me apoiou em meus sonhos, meu irmão por sua paciência e meu Marido Welinton Pereira por sempre estar do meu lado.

A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo.

(Albert Einstein).

OURIVES, Baie Silva da Letícia. **Aplicação de Telhado Verde Como Prática Sustentável em edificações**. 2022. 57p. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharela em Engenharia Civil – Faculdade FASIPE, Cuiabá, 2022.

RESUMO

O crescente aumento demográfico mundial impactam diretamente no processo de organização do espaço urbano e em muitas situações, contribuem de forma efetiva para a deterioração ambiental. Ressalta-se que o planejamento cuidadoso em projetos de construção e projetos de política ambiental precisa ser baseado no conhecimento desses procedimentos para que sua aplicação possa ser eficaz. A indústria da construção civil tem grande demanda pelo uso de recursos naturais, e novas pesquisas sobre a viabilidade e uso de tecnologias sustentáveis tornam-se, portanto, é necessário otimizar racionalmente o processo construtivo de forma a viabilizar a desenvolvimento sustentável do setor imobiliário. Em suma, imprimir práticas sustentáveis nas edificações tem se tornado importante, especialmente num momento que há escassez de recursos naturais. A compreensão quanto ao uso de telhados verdes em várias localidades do planeta já é real e precisa ser difundida através de pesquisas, educação, conscientização ambiental e a interferência direta do poder público definindo diretrizes que estimulem o uso deste tipo de cobertura e essa prática precisa ser vista como uma necessidade do homem em estabelecer harmonia em sua relação com o meio em que está inserido. Conclui-se que este trabalho de pesquisa conseguiu mostrar a viabilidade das práticas sustentáveis e que essas precisam ser incorporadas à nova realidade mundial, especialmente na construção civil que, como mencionado, por se tratar de um dos setores que mais demandam o uso de recursos naturais. Diversos estudos apontam para a necessidade de se repensar as relações com o meio ambiente e a utilização dos recursos renováveis.

Palavras-chave: Construção civil. Telhado verde. Sustentabilidade.

OURIVES, Baie Silva da Letícia. Application of Green Roofs as a Sustainable Practice in Buildings. 2022. 57p. Final Course Paper Bachelor's Degree in Civil Engineering – FASIPE Faculty, Cuiabá, 2022.

ABSTRACT

The growing global population has a direct impact on the process of organizing urban space and, in many situations, effectively contributes to environmental deterioration. It is noteworthy that careful planning in construction projects and environmental policy projects needs to be based on knowledge of these procedures so that their application can be effective. The civil construction industry has a great demand for the use of natural resources, and new research on the feasibility and use of sustainable technologies becomes increasingly necessary, therefore, it is necessary to rationally optimize the construction process in order to enable sustainable development of the real estate sector. In short, printing sustainable practices in buildings has become important, especially at a time when there is a shortage of natural resources. In the general objective, we sought to understand, based on a literary review, how the use of green roofs helps in the use of rainwater in homes, reducing heat islands, as well as the main types of roofs used. The understanding of the use of green roofs in various locations on the planet is already real and needs to be disseminated through research, education, environmental awareness and the direct interference of the government, defining guidelines that encourage the use of this type of roof and this practice needs to be seen as a man's need to establish harmony in his relationship with the environment in which he is inserted. It is concluded that this research work was able to show the viability of sustainable practices and that these need to be incorporated into the new world reality, especially in civil construction which, as mentioned here, is one of the sectors that most demand the use of natural resources. Several studies point to the need to rethink the relationship with the environment and the use of renewable resources.

Keywords: Civil construction. Green roof. Sustainability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figuras 1 e 2 – Enchentes como resultado de precipitação nas cidades.....	13
Figura 3 – Jardins Suspensos da Babilônia.....	19
Figura 4 – Reconstrução de casas <i>Vikings</i>	19
Figura 5 – Casa na Tanzânia	20
Figura 6 – Terraço verde em Villa Savove, de Le Corbusier	20
Figura 7 – Telhado verde inclinado a 45° na Alemanha.....	21
Figura 8 – Edificação com modelo de telhado plano na Alemanha	21
Figura 9 – OCA – Casa utilizada pelos indígenas ao longo dos séculos.....	22
Figura 10 – Palácio Capanema, atual sede do MEC – RJ	23
Figura 11 – Telhado verde tipo intensiva.....	25
Figura 12 – Telhado verde extensivo	26
Figura 13 – Representação das camadas em um telhado verde semi-intensivo.....	27
Figura 14 – Camadas de um telhado verde	28
Figura 15 – As 17 finalidades do desenvolvimento sustentável	35
Figura 16 – Tipo de cobertura ideal para telhado verde extensivo	36
Figura 17 – Camadas indispensáveis de um telhado verde extensivo	38
Figura 18 – Projeto de captação e reutilização de água das chuvas.....	41

LISTA DE QUADRO

QUADRO 1 – Diferença dos tipos de telhados	27
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a.C	Antes de Cristo
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBICT	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
NBR	Norma Brasileira
ONU	Organização das Nações Unidas

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 O PROBLEMA.....	13
1.2 JUSTIFICATIVA	14
1.3 OBJETIVOS - GERAL	15
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
2. CONCEITO DE TELHADO VERDE E SEUS REGISTROS HISTÓRICOS DE APLICAÇÃO	16
2.1 ORIGEM DO TELHADO VERDE E TIPOLOGIAS	18
2.2 TELHADO VERDE NO BRASIL	22
3. TIPOS E TECNOLOGIA APLICADA AO TELHADO VERDE NAS EDIFICAÇÕES MODERNAS	24
3.1 TELHADO VERDE INTENSIVO	24
3.2 TELHADO VERDE EXTENSIVO	25
3.3 TELHADO VERDE SEMI-INTENSIVO	26
3.4 ESTRUTURA DO TELHADO VERDE	28
3.5 USO DO TELHADO VERDE PARA SUSTENTABILIDADE.....	29
4. OS BENEFÍCIOS DO USO DE TELHADOS VERDES	38
4.1 VANTAGENS DO TELHADO VERDE.....	39
4.2 APROVEITAMENTO DAS ÁGUAS PLUVIAIS NO TELHADO VERDE	40
4.3 CUSTO DO SISTEMA DE TELHADO VERDE	43
5. METODOLOGIA	45
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

1. INTRODUÇÃO

Os diferentes processos de urbanização acelerados e pouco organizados geraram crescimentos desenfreios nos centros urbanos, contribuindo efetivamente para a deterioração do meio ambiente. Não existe como retornar ao *status quo ante*, tendo em vista o modelo capitalista contemporâneo de produção mundial. Diante disso, medidas indutoras de proteção ambiental sem negligenciar do desenvolvimento nos moldes sustentáveis, devem ser estimuladas pelo poder público, por meio de políticas públicas (MOTTA; AGUILAR, 2019).

A questão ambiental tem sido tratada no âmbito do direito ambiental, baseado em diversos entendimentos, dentre eles: o princípio do desenvolvimento sustentável; o princípio do direito à saudável qualidade de vida; entendimento público com criação de normas para proteger o meio ambiente, dentre outros, que foram objetos de pesquisa para a construção do embasamento desta monografia, além de diferentes políticas de proteção ambiental. Aduz então que, o planejamento sério e um projeto de política ambiental em empreendimentos construtivos precisam ter como pressuposto básico o conhecimento desses procedimentos, para que sua aplicação tenha efetividade (FREITAS; SILVA DIAS; 2017).

Posto isso, na indústria da construção civil existe uma grande demanda por utilização de recursos naturais, novos estudos sobre a viabilidade e o emprego de técnicas sustentáveis especialmente nesse ramo de comércio. Desta forma, faz-se necessária uma razoável otimização desses processos construtivos, proporcionando formas sustentáveis no campo imobiliário.

Em suma, imprimir práticas sustentáveis nas edificações tem se tornado importante, especialmente havendo escassez de recursos naturais, como a água que por sua vez é a maior fonte de geração de energia na malha elétrica brasileira. Por fim, ao utilizar o telhado verde nas edificações, além de evidenciar a preocupação ambiental, gera-se economia de energia com a climatização dos ambientes, reaproveitamento da água pluvial, dentre outros, pois, ao mesmo tempo em que gera progresso, contribui-se para um empreendimento

sustentável, seja diminuindo os impactos ambientais provocados por este setor ou diminuindo as despesas (MOTTA; AGUILAR, 2019).

Uma das consequências do processo de urbanização é que os solos nos centros urbanos estão dando espaço ao concreto. No Brasil, desastres causados por chuvas intensas afetaram mais de cinco milhões de pessoas entre 2000 e 2010 (MIGUEL, 2013).

Como resultado disso o período chuvoso tem se tornado uma das preocupações dos gestores públicos por causa dos alagamentos constantes, imagens como as mostradas nas Figura 1 e 2 respectivamente tem sido parte da rotina nos grandes centros urbanos em função da ausência de planejamento, como ocupação desordenada.

Figuras 1 e 2 – Enchentes como resultado de urbanização /impermeabilização



Fonte: Lorenzi; Souza (2018).

Por questões como nas Figuras 1 e 2, mudanças na forma de projetar os espaços fazem-se necessária e urgente, além disso é preciso criar soluções a serem adotadas nas edificações existentes.

1.1 O PROBLEMA

A aplicação de telhados verdes pode ser uma das estratégias para reduzir as ilhas de calor nos centros urbanos, como também reduzir grandes enchentes, no entanto, para isso é imprescindível que se ofereça um sistema de telhado com maior eficiência com custos compatíveis com o vastamente utilizado

pelo sistema tradicional de coberturas. A partir dessa demanda surge a problemática desta pesquisa.

1.2 JUSTIFICATIVA

Os transtornos ocasionados pelas inundações em períodos chuvosos, causam impactos ainda mais diretos às pessoas que vivem em situação ou área de risco. Portanto, para um controle efetivo de alagamentos, é indispensável ter a gestão do excesso de águas através de previsão desses eventos catastróficos.

Dessa forma, faz-se necessária a reorganização do espaço, com projetos que visem atender a essa demanda de sazonal. Por isso, as vantagens de se ter uma cobertura verde podem ser inúmeras, não somente no plano econômico e ambiental, esta escolha também pode ter influência social; pois se trata de um espaço de respiro em meio à poluição.

O uso do telhado verde tem despertado também um interesse especial na gestão pública de algumas cidades, pois se tornou uma estratégia de sustentabilidade que possibilita a implantação de vegetação na área urbana sem disputar pelo uso e ocupação do espaço do solo, já que se utiliza da cobertura das edificações para isso. É uma alternativa que combina o crescimento da construção civil nos espaços urbanos, com o respeito ao meio ambiente.

Apesar da construção civil ser uma das atividades que mais impactam negativamente o meio ambiente, suas necessidades continuam em crescimento constante. Déficit habitacional, ampliações e reformas de escolas e hospitais, novas construções para atender o crescimento urbano, desenvolvimento econômico e aumento dos edifícios corporativos, entre outros, ilustram algumas demandas da atividade (PHILIPPI, 2006).

Uma das formas de se contribuir com o desenvolvimento sustentável do setor é o uso dos telhados verdes, aumentar a área verde disponível nas cidades, reduzindo a superfície de concreto exposta ao sol, contribuindo efetivamente para a redução de ilhas de calor, além de contribuir para a biodiversidade do meio urbano.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GERAL

No objetivo geral, se buscou compreender com base numa revisão literária como o uso dos telhados verdes, auxilia no aproveitamento de água de chuvas nas residências, diminuição de ilhas de calor, bem como os principais tipos de telhados utilizados.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Em relação aos objetivos específicos como colunas de sustentação do objetivo geral, se procurou:

- conceituar telhado verde e seus registros históricos de utilização;
- conhecer a tipologia e tecnologia aplicada ao telhado verde nas edificações contemporâneas;
- compreender os benefícios da aplicação do telhado verde nas edificações.

2. CONCEITO DE TELHADO VERDE E SEUS REGISTROS HISTÓRICOS DE APLICAÇÃO

A indústria da construção civil é extremamente poluente e nociva ao meio ambiente, já que as edificações consomem uma expressiva quantidade de eletricidade em suas instalações e outros recursos naturais, como a água. Os gases do efeito estufa tem se agravado, dentre outros fatores em razão do excesso de produção desenfreada, ocasionando desta forma a transformação do ambiente com severas modificações no clima (ROAF; FUENTES; THOMAS, 2003).

Se por um lado a construção de edificações possam parecer vilã no processo de deterioração ambiental, as indústrias do setor imobiliário são vitais para o desenvolvimento econômico e bem-estar das pessoas, dispondo de tecnologias necessárias para a satisfação da necessidade humana. Essas indústrias comercializam diferentes produtos visando a melhora do bem-estar humano. No entanto, é indispensável também que se reconheça que as atividades desenvolvidas nos empreendimentos construtivos contribuem significativamente para o agravamento da crise ambiental, especialmente no tocante ao emprego de determinados produtos em larga escala, como água e energia dentre outros (HEWAGE; BIANCHINI, 2011).

Desde o início da Revolução Industrial, devido à grande demanda de mão de obra no setor industrial, o processo de urbanização foi muito radical e acelerado em termos de relações ambientais, resultando no que ficou conhecido como "êxodo rural" trabalhadores para as cidades. O movimento foi criado e deu início ao processo de crescimento populacional desenfreado nas cidades, sem qualquer padrão. Como resultado da prosperidade, as pessoas estão vivendo em um ambiente instável, e as consequências negativas dessa explosão industrial serão sentidas nas próximas décadas. Ações que afetam a qualidade de vida das pessoas, sua relação com o meio ambiente e o consumo excessivo de recursos naturais considerados inesgotáveis mostram sinais de esgotamento, prejudicando a capacidade da humanidade de se sustentar nesse ciclo vicioso de consumo.

Telhados verdes – coberturas verdes, telhados vivos ou jardins suspensos – são sistemas construtivos que consistem em aplicação de

coberturas vegetais executadas com gramas ou outros tipos de plantações, podendo ser instalados sobre uma laje comum ou sobre um telhado convencional, que é o foco desse trabalho, harmonizando o ambiente com bem-estar acústico e térmico na parte interna do ambiente. Tem por finalidade básica ampliar os espaços verdes, com sensível diminuição das ilhas de calor (QUINTELLA, 2012).

Por volta da década de 1960, a preocupação com o risco de um colapso ecológico e a sustentabilidade passou a ser o tema corriqueiro de discussões, voltou-se olhar para a emergência e a construção do conceito de ambiente que:

“ressignifica as concepções do progresso, do desenvolvimento e do crescimento sem limite, para configurar uma nova racionalidade social que reflete no campo da produção e do conhecimento, da política e das práticas educativas” (LEFF, 2011, p. 11).

O mundo vem se transformando de forma acelerada e com tantas mudanças surgem o lado positivo e o negativo. Nesta busca incessante de evolução o homem esqueceu do meio ambiente, principalmente ao tocante da construção civil que é uma das grandes responsáveis por ilhas de calor, poluições ambientais, enchentes e chuvas ácidas. (THOMAZELLI, 2013).

Por muito tempo o telhado verde tinha um fim estético, e era visto como um meio de recuperar o espaço verde, o seu uso iniciou-se por volta de 600 a.C na antiga Mesopotâmia, atual Iraque e, ficou conhecido como “jardim suspensos da Babilônia” (BUENO, 2010).

Os debates sobre os temas ambientais e a busca por soluções que minimizem os impactos constantes ao meio ambiente mostram-se como necessidades já consolidadas nas organizações, principalmente no setor público. Em âmbito nacional, a criação do Direito Ambiental e das políticas públicas na área deu-se com a edição da Lei n.º 6.938/1981, pois antes somente havia normas jurídicas ambientais setoriais, a exemplo do Código de Águas, do Código Florestal, do Código de Pesca e da Lei de Proteção à Fauna (CASTRO; GOLDENFUM, 2010).

Alguns Estados no Brasil possuem regulamentação com incentivos fiscais, e incentivo de doação de telhados verdes para construções que visam a diminuição de ilhas de calor, diminuição de poluição da atmosférica, criação de

corredores verdes e vários outros incentivos como o caso de: Santa Catarina que dispõe da lei de nº 14.243 que implementa sistemas de maturação através da criação de telhados verdes em espaços urbanos (SANTA CATARINA/SC, 2007).

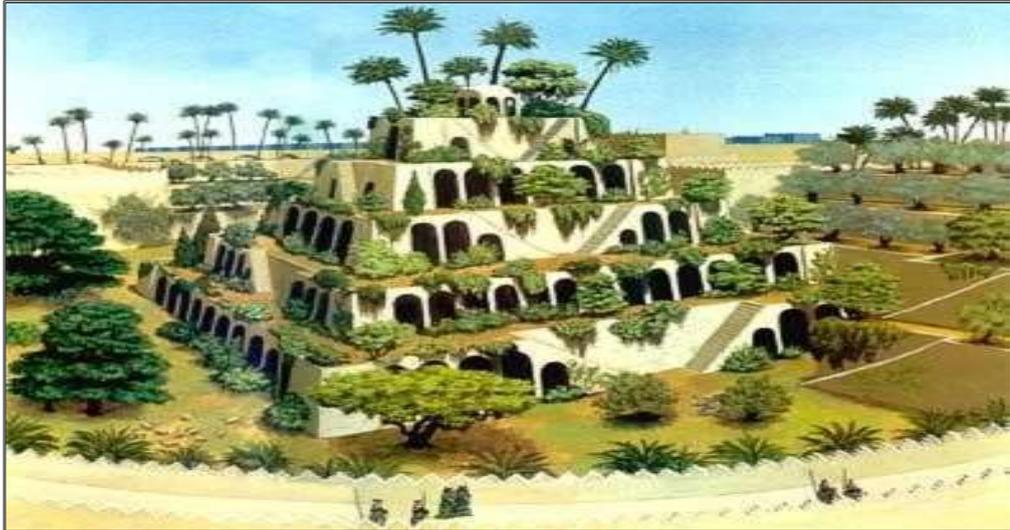
Contudo para Snodgrass e McIntyre (2010) é necessário uma boa técnica e especificações de detalhes técnicos para utilização de materiais utilizados pelos sistemas de telhados verdes, um bom entendimento dos componentes e de como cada parte do sistema irá funcionar trabalhando em conjunto assim sendo única a cada sistema, sendo possível a escolha de dois tipos de telhados verdes sendo os intensivos e os extensivos que podem ser feitos de várias maneiras diferentes e todas essas são opções de telhados ecológicos, com a finalidade de sustentabilidade, beleza e durabilidade.

2.1 ORIGEM DO TELHADO VERDE E TIPOLOGIAS

Registros históricos descrevem que as primeiras edificações com jardins suspensos construídas na Mesopotâmia entre 600 a.C, nos templos zigurates, na Era Moderna o lugar é povoado pelos países do Kuwait e Iraque. À época, o mais famoso era o templo *Etimenanki* e, pelo aqui mencionado da aplicação desse modelo de telhado, pode-se perceber que esta metodologia não é recente na história das edificações; contudo, ainda é pouco empregue nas obras (ECOBRIEFING, 2009).

Em suas considerações sobre a aplicação do telhado verde Camargo e Camargo (2010), asseveram que os mesmos recebem a seguinte classificação: intensivo – ou seja, exige manutenção permanente, proporciona ambientes de lazer, podendo se utilizar de vegetação de maior porte e a estrutura da laje deve ser capaz de suportar a carga do substrato e vegetação; e extensivos – são desenvolvidos principalmente por razões estéticas e ecológicas, exigindo pouca manutenção e possuindo peso estrutural menor.

Figura 3: Jardins Suspensos da Babilônia



Fonte: Minke (2004).

Um sítio arqueológico em L'Anse aux Meadows, no extremo norte de Newfoundland, Canadá, declarado Patrimônio Mundial da UNESCO em 1978, revelando casas e vegetação construídas por antigos guerreiros nórdicos vikings a partir de pedra local e cobertura de madeira. A pesquisa histórica e arqueológica tem possibilitado a reconstrução de casas abertas ao turista (DAEMON, 2015).

Figura 4: Reconstrução de casas *Vikings*



Fonte: Minke (2004).

As mesmas técnicas empregues pelos *Vikings* foram utilizadas por outros povos nórdicos como os Escandinavos e a Islandeses, para se proteger de períodos frios. Por sua vez, na Tanzânia, região comum pela ocorrência do uso de coberturas gramíneas, a necessidade da população é resfriar as edificações da elevada temperatura durante boa parte do ano (MINKE, 2004).

Figura 5: Casa na Tanzânia



Fonte: Fonte: Minke (2004).

Na arquitetura contemporânea, já no século XX, o arquiteto francês Le Corbusier concebeu a obra modernista, a Villa Savoy, na qual o arquiteto evidenciou que a adoção de terraços verdes era uma forma de compensar a pegada ambiental da construção do terreno e aperfeiçoar a qualidade de vida dos ocupantes dessas edificações, segundo mostrado na Figura 6 (HISTÓRICO E ARQUITETURA, 2013).

Figura 6: Terraço verde em Villa Savoye, de Le Corbusier



Fonte: Ecobriefing, (2009)

No início do século XX a Europa foi o lugar onde mais se utilizou esse sistema construtivo. Já entre os anos de 1950 e 1970 a Alemanha fez as primeiras pesquisas para desenvolvimento de melhorias e inovações, resultando em um aumento do uso dos telhados verdes. A partir de meados da década de 1980, leis municipais, estaduais e federais na Alemanha também influenciaram

nesse crescimento com o subsídio em dinheiro para o metro quadrado de telhado verde construído, conforme mostra as Figuras 7 e 8 respectivamente e como se vê, os telhados verdes podem estar inseridos em modelos diferentes, sendo planos ou inclinados (QUINTELLA, 2012).

Figura 7 – Telhado verde inclinado a 45° na Alemanha.



Fonte: Quintalla (2012).

É essencial que a estrutura que sustenta tanto o telhado inclinado como o telhado plano seja capaz de suportar o peso do substrato, plantas e outros elementos. Outro fator importante, precisa estar devidamente impermeabilizada para impedir infiltrações na edificação. As técnicas de montagem da cobertura verde, entretanto, variam bastante de um profissional para outro.

Figura 8– Edificação com modelo de telhado plano na Alemanha



Fonte: Quintalla (2012).

Inspirado e assessorado por Le Corbusier, Lucio Costa projetou, com a participação de Niemeyer e Reidy, o Palácio Gustavo Capanema, atual sede do Ministério da Educação e Cultural (MEC), edifício que marca o nascimento do modernismo arquitetônico no Brasil, inaugurado em 1943, este edifício (figura 5) também é um dos primeiros representantes de terraço verde no país, contando com projeto paisagístico assinado por Burle Marx (AMBIENTALISTAS EM REDE, 2012).

2.2 TELHADO VERDE NO BRASIL

Os registros disponíveis apontam que no Brasil que os índios foram os pioneiros a aplicar a técnica construtiva de telhado verde ao cobrirem suas casas com folhas ou algum outro tipo de vegetal, conforme ilustra a Figura 4. Quando os portugueses chegaram ao Brasil iniciou-se o processo de reconstituição dos modelos da arquitetura utilizada pelos mesmos em Portugal. A partir daí, passava-se a levantar casas com pedras e cal, ou pau-a-pique, e a cobertura era executada com a telha de cerâmica (LA PASTINA, 2005).

Figura 9 – OCA – Casa utilizada pelos indígenas ao longo dos séculos.



Fonte: La Pastina (2005).

Figura 10: Palácio Capanema, atual sede do MEC – RJ



Fonte: Leff, (2011).

Existem várias técnicas para a construção de um telhado verde, mas em geral, as aplicações típicas para telhado verde são compostas pelas seguintes camadas: estrutura do teto/cobertura; impermeabilizante; drenagem; filtrante; proteção contra raiz; substrato e vegetação, onde cada uma realiza uma função específica: (BIANCHINI; HEWAGE, 2012).

Em suas considerações sobre telhado verde Neiva e Pozo (2005), mencionam que modelos de coberturas com vegetação são recomendados para diferentes ambientes e climas. Apresentam muitos benefícios, principalmente pelo fator bem-estar, em razão da umidade atmosférica e as variações de temperaturas. Destaca-se dentre esses benefícios, tem-se a absorção de poeira e outros poluentes retidos pela capa de vegetação; uma proteção de eficácia comprovada contra os raios solares e a ampliação da capacidade de esfriamento por evaporação, melhorando de forma significativa a umidade do ambiente. Os maiores custos de implantação do sistema podem ser suavizados pelos benefícios proporcionados ao ambiente, tanto exterior quanto interior.

Segundo o tipo de laje onde deverá ser instalado o sistema e o objetivo que deverá ser alcançado, desta forma poderão ser extensivos, intensivos ou semi-intensivos.

3. TIPOS E TECNOLOGIA APLICADA AO TELHADO VERDE NAS EDIFICAÇÕES MODERNAS

Segundo Morais e Roriz (2004) o telhado verde por definição é todo o telhado que agrega em sua composição, uma camada de solo ou substrato de vegetação. Ou seja, para ser caracterizado como telhado verde é necessário que por cima de uma estrutura adequada para tanto exista uma vegetação plantada, uma área verde no telhado.

Morais e Roriz (2004) classificam os telhados verdes segundo o tipo de laje onde deverá ser instalado o sistema e o objetivo que deverá ser alcançado, desta forma poderão ser extensivos, intensivos ou semi-intensivos.

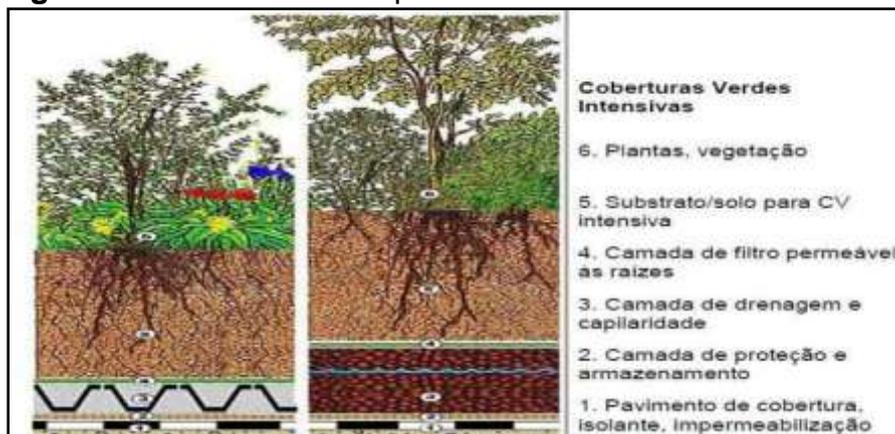
3.1 TELHADO VERDE INTENSIVO

A construção de telhado verde do tipo intensiva tem como característica sua estrutura complexa de implantação e significativos custos relacionados à manutenção. Neste tipo de construção as vegetações cultivadas podem ser gramíneas, arbustos, flores ou árvores, desde que a cobertura não possua uma inclinação favorável para ocorrência de deslizamentos (HENEINE, 2008).

Este tipo de sistema é geralmente composto por terraços ajardinados, exigindo maior qualificação da mão de obra para a sua manutenção, exige ainda uma estrutura mais reforçada, pois o seu peso, quando saturado, é significativamente maior que o do tipo extensivo (CORSINI, 2011).

Segundo International Green Roof Association (IGRA, 2015), exigem manutenção constante, proporcionam espaços de lazer, podendo se utilizar de vegetação de maior porte, protegendo a cobertura da radiação ultravioleta e aumentando sua vida útil, a estrutura da laje deve ser capaz de suportar a carga do substrato e vegetação, necessitando de uma camada de solo de mais de 15 cm, com peso saturado do solo alto de mais de 244 Kg/m² e com diversidade de plantas alta, custo alto.

De acordo com Krebs (2005), além da escolha correta da vegetação para cultivar neste tipo de telhado, é de fundamental importância que os nutrientes e água estejam na quantidade certa, visto que estas são as condições essenciais para o crescimento e sobrevivência das plantas.

Figura 11: Telhado verde tipo intensiva

Fonte: Baldessar (2012).

A construção intensiva pode ser considerada como um jardim em cima do telhado, já que neste modelo é cultivado vegetação de pequeno porte, médio e grande porte, ainda, este tipo de construção fica restrito aos grandes empreendimentos, devido ao maior custo na sua implantação, no reforço das estruturas que suportam o telhado e na manutenção que deve realizada periodicamente, estas áreas podem ser utilizadas como praças ou pequenos parques em hotéis, shoppings centers ou edifícios comerciais e habitacionais (KREBS, 2008).

3.2 TELHADO VERDE EXTENSIVO

Segundo Screnski (2015), são desenvolvidos principalmente por razões estéticas e ecológicas, exigindo pouca manutenção e possuindo peso estrutural menor, comumente utilizados em terraços, são aplicados onde o ambiente será visitado ou visto por pessoas e tem sua beleza espelhada em um parque gramado, tem como principal característica o cultivo de plantas rasteiras de pequeno porte e necessitam de um volume de água menor e pouca manutenção, necessitando de uma camada de solo de menos de 15 cm e Custo baixo.

A construção extensiva de telhados verdes possui vantagens em relação aos modelos intensivo e semi-intensivo, um motivo essencial é que a vegetação cultivada não necessita de cuidados constantes ou especiais, geralmente as plantas cultivadas são gramíneas ou outras espécies que não precisam de muita

água para se desenvolver (xerófitas), além da baixa profundidade, pois a espessura do substrato é baixa (HENEINE, 2008).

Segundo Thá (2010), o telhado verde extensivo apresenta alta resistência à variação pluvial, o que torna quase desnecessária a manutenção da vegetação cultivada, pois em sua maioria são plantas que possuem baixa taxa de crescimento e não requerem uma grande quantidade de água para o seu desenvolvimento.

Figura 12: Telhado verde extensivo



Fonte: Baldessar (2012).

3.3 TELHADO VERDE SEMI-INTENSIVO

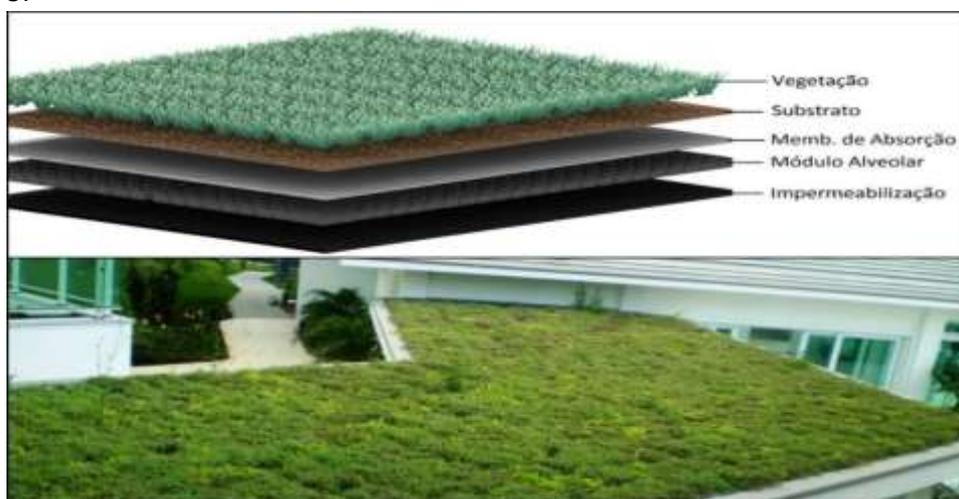
Em suas considerações sobre telhado verde Nascimento (2008) assevera que esse modelo de cobertura verde tem propriedades iguais às coberturas intensivas e extensivas, no entanto, no telhado existe vegetação de médio porte e que carece de conservação e cuidados mais constantes.

Conforme dados da Associação Internacional de Telhados Verdes (IGRA, 2012), os telhados assim conhecidos semi-intensivos são as combinações entre as duas formas de telhados verde, se comparados aos extensivos, pois eles precisam de manutenção mais frequente, as despesas são mais elevadas e são mais pesados, contudo, admitem um sistema de paisagem mais elaborada no espaço. Esse padrão apresenta particularidades de alturas de substratos, podendo variar entre 12 a 25 centímetros e exercendo maior

pesagem sobre o telhado em média que pode variar entre 120 e 200 Kg/m² (IGRA, 2015).

Coberturas verdes semi-intensivas, por serem constituídas de camadas de substratos mais profundos quando comparados aos modelos extensivos, propiciam cultivos de espécies diversificadas, tais como a planta herbácea, arbusto ou ainda planta da espécie lenhosa, ou seja, aquelas plantas capazes de produzir madeira que crescem a uma altura média (HENEINE, 2008).

Figura 13: Representação das camadas em um telhado verde semi-intensivo.



Fonte: Baldessar (2012).

Os dados apresentados na Quadro 1, a seguir orientam para as diferenças de cada tipo de telhado verde em quando relacionados às especificidades de cada telhado conforme IGRA (2015).

QUADRO 1: Diferença dos tipos de telhados

Tipos	Intensivo	Extensivo	Semi-intensivo
Manutenção	Alto	Baixo	Periodicamente
Irrigação	Regularmente	Não	Periodicamente
Plantas	Gramado, arbustos e árvores	Sedum, ervas e gramíneas	Gramas, ervas e arbustos
Altura do sistema	150-400 mm	60 - 200 mm	120 - 250 mm

Peso	180-500 kg/m ²	60-150 kg/m ²	120-200 kg/m ²
Custo	Alto	Baixo	Médio
Usos	Parque igual a um Jardim	Camada de proteção ecológica	Projetado para ser um telhado verde

Fonte: Adaptação IGRA, 2015.

3.4 ESTRUTURA DO TELHADO VERDE

Thomazelli (2013), em suas recomendações sugere que nas estruturas básicas de telhados verdes são indispensáveis quatro elementos considerados de fundamental importância, a saber: membranas impermeabilizantes aderidas às armações que sustentam, utilização de mantas para drenar e filtrar sedimentos, através do substrato e, por último a camada de vegetação.

Em edificações que passam por reformas, um dos aspectos importantes para a aplicação de telhados verdes diz respeito à capacidade de resistências de sobrecargas que a nova cobertura passará a exercer sobre a estrutura construída anteriormente, considerando que a nova estrutura aumentará a sobrecarga, sobretudo no período chuvoso. Assim sendo, em projetos de edificação ou na aplicação de telhados verdes, considera-se que um dos requisitos prioritários é verificar o peso que será exercido pelo novo modelo de cobertura, com vistas a uma edificação que garanta segurança de seus ocupantes (HENEINE, 2008).

Figura 14: Camadas de um telhado verde



Fonte: Baldessar (2012).

Alberto (2013, p. 172) aponta que as etapas de execução do telhado verde são: “Impermeabilização da laje; Sistema de drenagem; Preparo do solo; Plantio da vegetação”.

Quanto ao plantio da vegetação, Ferreira (2007, p. 8) afirma que:

É importante uma prévia definição da vegetação a ser adotada, escolhendo espécies de pouco crescimento, que necessitem de pouco extrato vegetal e que sejam adaptadas ao clima da região, evitando dificuldades na manutenção. A empresa gaúcha Ecotelhado adota as espécies do gênero sedum da família das Crassulaceas por considerar adequadas já que o lento crescimento diminui a manutenção e que são resistentes as condições adversas.

Para a construção de um telhado verde, possui vários procedimentos como a laje deve ser preparada com impermeabilização e possuir um sistema de drenagem para receber o telhado, em casos de estruturas que já foram executadas sem o planejamento para receber o telhado, deverá ser feito um estudo para analisar a carga que pode ser colocada ou até mesmo fazer um reforço estrutural (ALBERTO, 2013).

Essa aplicação diferente da teoria de Thomazelli (2013) se dá por conta das deficiências que vinham tendo na prática por este motivo se tornou mais eficiente a utilização das 7 camadas evitando assim possíveis infiltrações.

3.5 USO DO TELHADO VERDE PARA SUSTENTABILIDADE

Acredita-se que o conceito de sustentabilidade é recente, e que surgiu através de reuniões pela ONU durante a década de 70. Quando vários estudiosos apontavam uma crise no modelo econômico vigente e que poria em risco toda a sociedade. A construção do conceito de desenvolvimento sustentável, se deu através de diversas conferências realizadas como a Rio-92, a Rio+20, em Johannesburgo, África do Sul, no ano de 2010, em que foi definida a aplicação do desenvolvimento sustentável em três pilares: desenvolvimento econômico, desenvolvimento social e proteção ambiental.

A sustentabilidade, provém do âmbito da biologia e da ecologia. “Representa tendência dos ecossistemas ao equilíbrio dinâmico, à cooperação e à coevolução, e responde pelas interdependências de todos com todos,

garantindo a inclusão de cada um, até dos mais fracos” (RUBIN; BOLFE, 2014. p.45).

Para Rubin Bolfe (2014) os termos desenvolvimento e sustentabilidade se encontram em contradição, onde um privilegia o indivíduo e o outro o coletivo, competição e cooperação. Apresentando-se como um conceito equivocado onde alega que a pobreza é a principal causa da degradação ecológica e, no entanto, a pobreza deve ser vista como efeito e não como causa.

Para Villa (2013) a diferença entre “sustentabilidade” e desenvolvimento sustentável” é que sustentabilidade significa viver dentro da capacidade de suporte do planeta e desenvolvimento sustentável é aquele desenvolvimento que conduz à sustentabilidade. O conceito de Sustentabilidade é bem amplo e deve se levar em conta não só os três pilares definidos pela ONU, mas sim priorizar também, a cultura local, ecologia, educação dentre outros fatores a serem aplicados na sociedade. “A habitação sustentável, tal como a entendemos, requer um novo olhar para o projeto e a construção. É essencial um olhar tecnológico, pelo qual se considerem os fluxos de materiais e energia, sob um enfoque de análise de ciclo de vida, que analise desde a forma como se extraem os materiais e a energia da natureza, até a destinação final dos materiais, quando da demolição ou desmonte da edificação, ao final de sua vida útil “(FITTIPALDI, 2008, p.74).

A sustentabilidade, em toda a sua extensão é avaliada por Wieczynski (2014) e deve ser levada em consideração 5 pontos primordiais para o sistema global, a saber:

a) Sustentabilidade social: prioriza uma cidade com maior equidade na distribuição de rendas e bens, reduzindo o distanciamento e as discrepâncias entre as camadas sociais.

b) Sustentabilidade econômica: informa que a eficiência econômica deveria ser medida em termos macrossociais, e não somente por meio de critérios macroeconômicos de rentabilidade empresarial.

c) Sustentabilidade ecológica: busca pela racionalização dos recursos, e a limitação daqueles esgotáveis ou danosos ao meio ambiente, a redução do volume de resíduos e o aumento das práticas da reciclagem e da conservação de energia.

d) Sustentabilidade geográfica ou espacial: propõe uma configuração rural/urbana mais equilibrada, com a proteção da biodiversidade, a proteção dos ecossistemas frágeis.

e) Sustentabilidade cultural: Encontra-se associada as raízes endógenas, admitindo a valorização das cidades locais, do ecossistema, das transformações e a sintonia com o contexto social que permita a continuidade cultural.

De acordo com Tasca (2019) os princípios da sustentabilidade, outra ação que deve ser adotada é a da reciclagem. O lixo produzido diariamente pode levar milhares de anos para desaparecer da natureza, trazendo impactos ao meio ambiente. Para garantir cidades mais limpas e sustentáveis é necessário que através da educação e consciência humana, o indivíduo adote ações prevendo a reutilização de materiais e evite desperdícios.

Alguns estudos apontam para a importância dos 3 R da Sustentabilidade, que são: Reduzir, Reutilizar e Reciclar. De acordo com o Conselho internacional da Construção – CIB, aponta que a indústria da Construção Civil é o setor que mais consome os recursos naturais e que utiliza energia de forma intensa (FERNANDES, 2015).

Estima-se que mais de 50% dos resíduos sólidos gerados pela humanidade provém da construção civil. Para a arquitetura sustentável, deve-se prever a utilização de materiais, certificados e possíveis de reciclagem. O controle da energia e da água, a coleta das águas da chuva e energias renováveis, optando-se por produtos regionais, do local onde será implantada a edificação (TASCA, 2019).

Qualquer ambiente que tenha sofrido interferência humana passa por alguma transformação. Dentre essas transformações, o ambiente construído não é diferente, pois modifica a paisagem segundo os desejos e os modelos da preferência humana desde os tempos mais remotos. Cita-se como um desses exemplos a milenar e mais antigas cidades do mundo, Jericó situada na costa ocidental do vale do Rio Jordão, por estar na Cisjordânia é um dos palcos de conflitos entre israelenses e palestinos, apresenta construções de tijolos que datam de dez mil anos a.C. igualmente, a cidade turca de Çatal Hüyük, edificada sete mil anos atrás, ainda exhibe suas construções unidas por uma rede urbana de passarela. Por sua vez, na Mesopotâmia, onde situa-se os países Irã e Iraque,

no fim do terceiro milênio a.C., a maioria esmagadora de sua população, em torno de 95% morava nas cidades (KIBERT, 2008).

A partir dos anos de 1960, em razão das precárias condições de viver no campo, as famílias tem mudado para as cidades como uma forma de garantir sua subsistência e esse fenômeno têm aumentado significativamente as populações urbanas em função do êxodo rural, e isso tem provocado reflexos direto nas questões ambientais. No Brasil, posteriormente às crises como a crise petrolífera, após os anos de 1950, o mundo começou a ter outra ótica acerca das questões ambientais e esse evento expôs os problemas suscitando debates filosóficos, políticos e sociais, como a questão da moradia (MASCARÓ, 2010).

As atividades desenvolvidas no setor da construção civil se configuram como as que mais ocasionam impactos de origens negativas ambientais. Conforme expresso em Montaner (2011, p. 2) “As etapas de construção de um edifício respondem por uma parcela significativa dos impactos negativos causados ao meio ambiente, principalmente os consequentes às perdas de materiais e à geração de resíduos [...]” Contudo, os impactos não se reduzem apenas nessa fase. Em suas considerações sobre os impactos antrópicos esses autores asseveram que as representações de conflitos ambientais gerados nas indústrias da construção civil são facilmente notadas em diversos pontos, independentemente de serem negativos ou positivos. Criação de empregos, participação no produto interno bruto - PIB, elevada demanda pelo consumo de água para citar apenas um fator positivo e outro negativo, dentre tantos.

A pouco mais de duas décadas, Kibbert já apontava para posicionamentos críticos sobre o setor da construção civil brasileiro. Ele defendeu a proposta de que este setor precisa avaliar os métodos construtivos convencionais versus construções sustentáveis e adicionar em suas atividades práticas que tivessem de fato um caráter de sustentabilidade. Desta forma, se materializaram os termos construções sustentáveis (HENEINE, 2008).

Sobre sustentabilidade na construção civil, Zambrano (2008) em um documento para a Instituto para o Desenvolvimento da Habitação – IDHEA, ecológica classifica nove passos para uma edificação com traços de sustentabilidade, conforme o autor, são que os principais métodos de avaliação e certificação de obras sugerem:

Planejamento Sustentável da obra. Aproveitamento passivo dos recursos naturais. Eficiência energética. Gestão e economia da água. Gestão dos resíduos na edificação. Qualidade do ar e do ambiente interior. Conforto termo acústico. Uso racional de materiais. Uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis (ZAMBRANO, 2008, p. 21).

Os conceitos de práticas sustentáveis são largamente discutidos por todos os setores da sociedade contemporânea, e a inclusão de princípios e conceitos sustentáveis se fazem necessários e urgentes no setor da construção imobiliária. As iniciativas que visam a construção de edificações com princípios sustentáveis devem assegurar o desenvolvimento, sem esquecer das questões ecológicas, sociais e econômicas. E ao se equilibrar entre esses três pontos cruciais a indústria da construção civil se firma como ramo da economia que se preocupa com o bem-estar social e o futuro das gerações.

Em Costa (1982) apresenta-se os seguintes conceitos sobre essa relação sociedade e meio ambiente assim:

O equilíbrio do tipo lábil que resulta da interação entre os organismos vivos e o meio, pelo qual constantemente se restabelece tudo aquilo que é consumido. Nesse processo contínuo de destruição e renovação é que se abrem as possibilidades para o aprimoramento, para a evolução (COSTA, 1982).

Aqui Costa define a construção ecológica como o ofício de edificar casas aplicando, nas intervenções contra desconfortos criados pelo meio, somente os recursos imediatos disponibilizados pela natureza, sem transformar o equilíbrio do ecossistema (COSTA, 1982).

Como a economia globalizada, o excesso de ofertas do petróleo e os custos irrisórios da eletricidade a inovação em projetos arquitetônicos a questão da sustentabilidade nas edificações foi deixada de lado, como o bem-estar térmico, a luz natural e conforto acústico. Essas necessidades eram supridas por recursos artificiais. Porém, em 1973 a indústria do petróleo entraria em crise e por isso entrou na pauta das discussões as questões sustentáveis como práticas a serem adotadas pela engenharia (CORBELLA; YANNAS, 2003).

As questões que definem as nomenclaturas: sustentáveis, sustentabilidades e desenvolvimentos sustentáveis, ainda são muito complexas

pois, embora não seja tão nova, ainda são termos em construção, não há definições que as conceituam na literatura acadêmica, na esfera privada ou no ambiente público (BARBOSA; DRACH; CORBELLA, 2014).

Dentre as opiniões mais aceitas é a preconizada no documento “Nosso futuro comum 1” com certificação da ONU (Organização das Nações Unidas), que assim o considera:

desenvolvimento sustentável como aquele que atende as necessidades do presente, sem comprometer as possibilidades de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades”. Ou seja, a sustentabilidade tem sentido amplo e multidisciplinar o qual é amparado por “três pilares”: o ecológico, o econômico e o social (BARBOSA; DRACH; CORBELLA, 2014, p 51).

Os acordos previstos na Agenda 21 (1992) que se referem ao meio ambiente e desenvolvimento sustentável, apontou para o compartilhamento de ações éticas e moralmente aceitáveis no contexto da preservação do planeta e sua biodiversidade, como exemplo, a produção em 1997, do Protocolo de Quioto. As preocupações com os excessos de emissões de diversas formas de gases poluidores, determinantes para o aumento da temperatura no planeta. Além disso, considerou-se à época as ações de combates à atividades que exploram de forma ilegal a floresta, a criando o Acordo sobre Diversidades biológicas (SAKAGAMI, 2016).

Posteriormente, já em 2015, durante a reunião mundial da Organização das Nações Unidas, em Nova York, (EUA), foi estabelecido o documento intitulado “Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”, contendo 17 objetivos de desenvolvimento sustentável, desmembrados em 169 finalidades a serem alcançadas, que comprovam as escalas e as ambições propostas dessa nova agenda global, as quais precisam ser implementadas por todas as nações até o ano de 2030 (ONU, 2015).

Figura 15: As 17 finalidades do desenvolvimento sustentável



Fonte: Nações Unidas Brasil, 2019.

Dentre os dezessete alvos a serem alcançados de desenvolvimento sustentável, os objetivos 3; 6; 11; 12 e 15, fazem referência à relevância da manutenção dos recursos hídricos para a preservação da vida, abrangendo nesse contexto ainda as garantias de abastecimento humano e dos animais, cultivo de alimentos, higienização, dentre outros (ONU, 2015).

A água por sua vez é um bem comum da humanidade, embora saiba-se que uma parcela considerável da população mundial não tem acesso a esse bem para satisfação de suas necessidades básicas em condições de normais de uso, seu uso inadequado vem ocasionado mudanças climáticas, com consequências negativas nos regimes de pluviosidades, a saber, longas estações de estiagem (CORRENT; LEHMANN, 2017).

A utilização de vegetações como infraestruturas complementares é uma das opções viáveis para as edificações convencionais do tipo massa asfáltica ou concretagem do solo tornando menos agressiva ao meio ambiente, proporcionando serviços ecossistêmicos que visam aumentar a capacidade dos centros urbanos em lidar com o problema, dentre as vantagens geradas pelo telhado coberto por vegetais pode-se citar: a vantagem estética, bem-estar, econômica e ambiental (SANTOS, *et al.*, 2013).

Sabe-se que a parte alta de uma residência recebe uma maior incidência de ventos e sobre essa questão é de suma importância que se previna incidentes

dessa natureza. Por isso, o tipo de planta escolhida para compor a cobertura do telhado verde precisa ter uma boa fixação das raízes com o solo, capaz de suportar a ação do tempo, como ventanias e evitando desta forma que essa planta se desloque do ambiente em que foi fixada (FERREIRA; MORUZZI, 2017).

Nas edificações em que o tipo de telhado seja o extensivo, com baixas intervenções de manutenção, a cobertura vegetal selecionada para o ambiente requer uma condição de sobrevivência num período de estiagem prolongada, além de promover uma boa evapotranspiração, ou seja, as perdas simultâneas de água do solo pelo processo natural de evaporação e pela planta pela transpiração (TUCCI, 2003).

É importante ressaltar que as folhagens da plantação precisam ter superfícies suficientes para o sombreamento do espaço, conforme mostra a Figura 16, evitando, desta forma o desenvolvimento de outro tipo de vegetação como a erva daninha.

Figura 16 – Tipo de cobertura ideal para telhado verde extensivo



Fonte: Snodgrass; McIntyre (2010).

A planta que comporá o telhado verde, assim, elimina-se os desperdícios de tempo de manutenção e substituição de plantas. Um bom jardim é aquele que executa o fornecimento de armazenamento de água e movimento, de refrigeração, de alimentos para os polinizadores, de habitat e, por fim, beleza (SNODGRASS; MCLNTYRE, 2010).

Se apropriar de tecnologias sustentáveis e em seguida aplicá-las nas edificações, novas ou já construídas, é uma maneira eficiente de reduzir impactos ao meio ambiente sem, no entanto, influenciar no conforto e bem-estar dos moradores. Esta sessão analisou algumas técnicas construtivas que demonstram que o progresso pode se aliar à preservação ambiental.

4. OS BENEFÍCIOS DO USO DE TELHADOS VERDES

As edificações com aplicação de telhados verdes são coberturas de projetos em telhados ecológicos que tem alcançado cada vez mais espaço na indústria da construção civil. Composto por vegetação, o telhado é mais que uma cobertura verde e envolve métodos de impermeabilização e de cultivo que devem ser feitos por profissionais qualificados.

Segundo Minke (2004), a implantação de telhados verdes e jardins poderiam melhorar muito o clima das cidades, através da purificação do ar, redução de pó e variação das temperaturas nos centros urbanos, afirma ainda que a aplicação de telhados verdes em 10% a 20% nas coberturas já garantiria um clima urbano saudável.

Se utilizarem como base de cálculo os bairros centrais das grandes cidades, 1/3 da superfície está edificada, 1/3 corresponde a ruas e praças e sobra apenas 1/3 de superfície verde, livre de pavimentos, desta forma se uma a cada 5 casas fossem cobertas com telhados verdes dobraríamos a quantidade de folhas nas cidades (MINKE, 2004).

Figura 17- Camadas indispensáveis de um telhado verde extensivo



Fonte: Souza; Coelho (2021).

Segundo Souza e Coelho (2021) um telhado verde para ser considerado seguro deve obedecer às seguintes camadas em seu processo de construção. São 6 camadas que compõem o processo, a saber:

a) Impermeabilização: após a limpeza da laje, fixa-se, com solda específica, uma manta de PVC (6 mm) em toda a extensão. Essa membrana evita infiltrações.

b) Água: após 45 dias de irrigação, surge uma lâmina de água (5 cm, ou 50 litros por m²) sobre a laje. Depois, o reservatório se mantém cheio pelas chuvas. Drenos a cada 20 m² levam o excesso a uma calha.

c) Módulos: acima da lâmina de água, encaixa-se a grelha de plástico, que separa o líquido. Os módulos têm 7 cm de altura.

d) Membrana: feita de TNT reciclado, uma espécie de cobertor protege a grelha. Esta pele permite que as raízes cheguem à água e formem uma teia, evitando que o substrato caia no reservatório.

e) Substrato: sobre esta película de absorção, o composto orgânico começa com 3,5 cm de altura (medida própria para grama e forração). Outras vegetações, como arbustos e árvores, pedem espessura maior para a instalação do telhado ecológico.

g) Plantio: Para o Telhado Verde pode ser usado grama, arbustos e árvores baixas (varia de acordo com a estrutura) ou vegetação que possa receber alta incidência solar. Além disso, as plantas nativas são as principais escolhas para o ecotelhado, por causa da adaptação ao clima.

4.1 VANTAGENS DO TELHADO VERDE

Dentre as várias vantagens da implementação do telhado verde numa edificação está a possibilidade de produção de alimentos. Não são raras as edificações que utilizam o espaço construído da cobertura para produzir hortaliças. O telhado verde pode atuar como agente atenuador de acúmulo de água das chuvas, evitando, assim, enchentes e alagamentos. As águas das chuvas ficam retidas, refazendo posteriormente o ciclo de evaporação, diminuindo de águas acumuladas no solo (BRANDÃO, 2007).

Eficiência no consumo energético: Coberturas verdes diminuem o consumo de eletricidade, aperfeiçoando o bem-estar termal e diminuindo as despesas de energia gasta com a climatização ambiental interna.

Valoriza o imóvel: a jardinagem sempre imprime valor à edificação, ajuda na valorização das edificações, além de tornar a qualidade do ar mais agradável, sem esquecer do isolamento acústico, pela ação não apenas do substrato, como também das plantas.

Valor impresso à marca: à medida em que se apela para a tomada de consciência com relação ao debate permanente sobre transformações do clima no planeta, crescem igualmente as demandas por bens e serviços que ajudam a diminuir os impactos ambientais (SETTA, 2017).

4.2 APROVEITAMENTO DAS ÁGUAS PLUVIAIS NO TELHADO VERDE

O acelerado e desordenado aumento demográfico nas grandes cidades tem provocado uma redução nos espaços urbanos com vegetação, acelerando, desta forma a deterioração e escassez dos recursos naturais e ocasionando como consequência desse aumento populacional diferentes atritos ao ciclo hidrológico, que acarretam por sua vez, grandes alterações no meio ambiente como um todo (BARBIERI, 2007).

A transformação ambiental vista como uma necessidade humana e a introdução do desenvolvimento urbano trouxe como consequência, a redução de penetração das águas pluviais, pelo fato de que o solo tenha se tornado mais impermeável em função das áreas construídas (TEXEIRA, *et al.*, 2017).

Todo o ecossistema que até então absorvia com facilidade as águas pluviais e o excesso da radiação solar, sofreram desequilíbrios em demasia e continuam sendo alterados pela ação humana, com consequência mais visíveis e negativas nos centros urbanos (GHIRARDO, 2009).

O telhado verde também tem a função de purificar o ar. As toxinas e outras partículas presentes no ar podem ser decantadas através de precipitação. Também, ao absorver a água das chuvas, o telhado verde, contribui para a redução de transbordamentos de bueiros e esgotos, muito comuns nas cidades em dias chuvosos (KÖHLER *et al.* 2002).

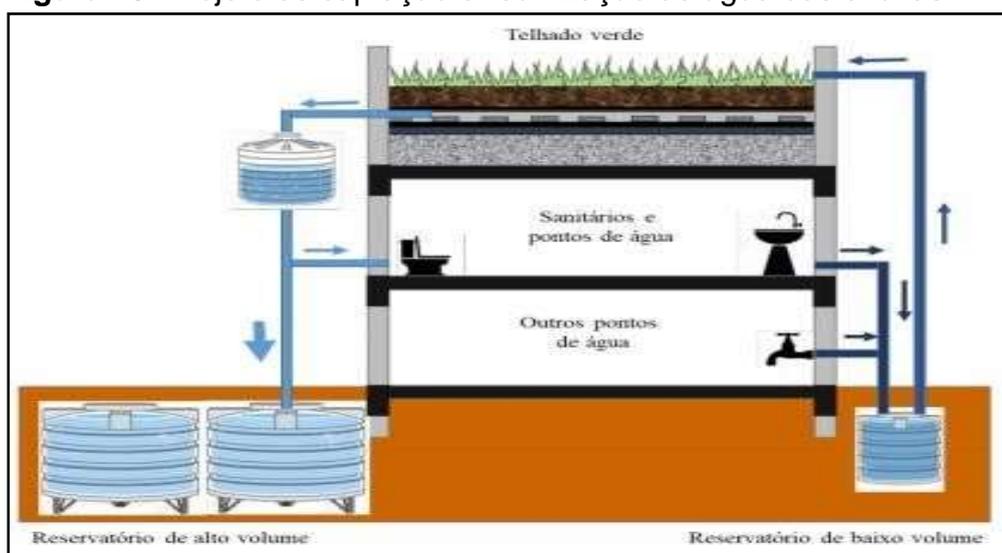
Como se pode observar a implementação de telhados verde nas edificações quando construídos dentro das especificações legais podem apresentar diversos benefícios, como alternativas inovadoras e sustentáveis,

como o reuso da água das chuvas. Auxiliando nos fluxos da referida água das chuvas, que passam pelo processo de filtragem nas camadas construídas do telhado verde e conduzidas para a vazão nas calhas com destino aos reservatórios, ou sendo conduzidas diretamente para o escoamento no sistema de esgoto (BALDESSAR, 2012).

Nos locais em que a incidência das chuvas é muito intensa, esses espaços construídos com o telhado verde retêm em média 15% a 70% dos volumes das águas decorrentes do período chuvoso, podendo, desta forma, prevenir a ocorrência de inundações. Pesquisas evidenciam que nas coberturas verdes leves de 100 m², ocorre uma retenção de em média 1.400 Litros de água pluvial. Ou seja, o sistema público de captação pluvial deixa de receber uma quantidade considerável de água que poderia contribuir para a causa de enchentes (BÄR; TAVARES, 2017).

Ressalta-se ainda que nos telhados cobertos de vegetação, as baixas e as elevadas temperaturas são menos percebidas, já que o sistema tem ainda uma característica térmica, proporcionando, desta forma, um clima muito mais agradável, aprimorando em até 30% a qualidade térmica na parte interna do ambiente construído, tornando desnecessária a instalação sistema artificial de ar condicionado (TASSI *et al*, 2014).

Figura 18: Projeto de captação e reutilização de água das chuvas



Fonte: Tassi *et al.*, (2014)

Os métodos e processos de captação da água pluvial em telhado verde são modelos de procedimentos utilizados em projetos de drenagens que estão atrelados a um ponto de vista com caráter de sustentabilidade, no tocante a controles dos escoamentos superficiais (TASSI *et al.*, 2014).

Constata-se que existe uma quantidade considerável das águas pluviais que precipita nos centros urbanos pode ser armazenada pelas camadas componentes das coberturas verdes, nas quais ocorrem a retenção superficial nas folhas da vegetação, a evapotranspiração do sistema planta-substrato, e o armazenamento de água nas camadas de substrato e drenagem, deste modo, os telhados verdes promovem a retenção de parcela da água pluvial, reduzindo o escoamento superficial, atrasando a vazão de pico, associada a um evento de chuva, nas galerias de drenagem (GARRIDO NETO, 2016).

Ao abordar a questão do aproveitamento das águas pluviais Tassi *et al.* (2014) constataram em suas experiências com monitoramento das águas pluviais 75% da redução dos volumes escoados, sendo este volume de água armazenado em caixas para uso posterior. Os mesmos autores, igualmente analisaram a capacidade de armazenamento média de água na cobertura verde implantada é o equivalente a aproximadamente de 12 mm/m².

Tucci, Araujo e Goldenfum (2010) observaram em seus experimentos a capacidade de armazenagem média de 14 mm/m² num dos telhados com substratos de 15 cm, aplicado e fez-se o monitoramento pelo período de 30 dias em São Carlos, cidade do interior de São Paulo, no qual o maior volume de precipitação observado foi em média de 35 mm.

Ao longo desse trabalho pode-se observar que a aplicação de telhados verdes é eficaz, também para controlar o fluxo de escoamentos superficiais (água das chuvas) e se constitui num modelo de sustentabilidade de captação dessas águas podem ser destinadas para diferentes finalidades nas cidades, ressaltando que esse processo de captação não produz impactos ambientais, além de cooperar para a diminuição do volume das inundações, muito comuns nos grandes centros urbanos (CASTRO; GOLDENFUM, 2010; GARRIDO NETO, 2016).

4.3 CUSTO DO SISTEMA DE TELHADO VERDE

Ao se fazer a comparação entre o custo dos diversos sistemas de cobertura disponíveis, é importante incluir no cálculo não só o custo inicial, mas o custo benefício de todo o ciclo de vida dos telhados em questão, mesmo entre os diversos tipos de telhado verde é importante levar este fator em consideração, segundo Philippi (2006), se a principal necessidade da edificação for, por exemplo, ampliar a retenção de água da chuva, o ideal é a aplicação de telhado verde do tipo intensivo, apesar do custo inicial mais alto para implantação (MORAIS *et al.* 2004).

As variações de valores da implementação de sistema de coberturas verdes em edificações são muito grandes, em razão do sistema específico para cada obra pode adotar. Minke (2004) assegura que essas variações podem chegar em torno de 70% dos custos do telhado de uma obra para outra, em que o telhado também seja diferente.

Se a edificação tiver em sua planta o projeto de telhado verde, os custos desse empreendimento ficam mais próximos ao telhado comum, por sua vez, os custos para telhados reformados são mais elevados. Esses custos elevados estão quase sempre relacionados ao fator estrutural, assevera Hewage (2011).

Segundo Claus e Rousseau (2012), uma cobertura convencional tem vida útil de cerca de 25 anos, metade da vida útil de um telhado verde que gira em torno de 50 anos.

Em suas considerações, Willes e Reichardt (2014), relatam que os custos do telhado devem ser colocados no período de duração útil do material utilizado, a laje impermeabilizada desprotegida terá um ciclo de vida bem menor que lajes vegetadas.

Por sua vez, Hewage (2011) ressalta que é indispensável que se avalie os custos dos diferentes tipos de telhado verde: tanto o telhado extensivo quanto o intensivo. O modelo de telhado extensivo apresenta variações de custos de fabricação por m² dependendo da região. Por sua vez, o padrão telhado intensivo possui custos em média de 400% maior em relação ao telhado extensivo.

Este acaba se tornando um fator decisivo para a opção entre o intensivo e o extensivo, ou seja, suas variantes de custos.

Sobre os tipos de telhados, Philippi (2006) menciona que ao escolher uma ou outra cobertura não pode basear somente nos custos iniciais de cada uma, a saber, no sistema intensivo é indispensável que se projete uma maior retenção de água, já que quando analisado seus custos no período de vida útil, esses valores iniciais elevados são diluídos nas vantagens proporcionadas. Contudo, assegura o autor, em 2006, 70% das edificações alemãs com telhado verde eram do extensivas, em razão dos cálculos custos x benefícios.

5. METODOLOGIA

O estudo trata-se de uma revisão de literatura com a finalidade reunir e resumir o conhecimento científico já produzido sobre o tema investigado, que permite buscar, avaliar e sintetizar as evidências disponíveis. A pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, buscando referências teóricas publicadas com o objetivo de recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o problema a respeito do qual se procura a resposta (FONSECA, 2002).

A coleta de dados ocorreu no período de março a dezembro de 2021. A análise das informações foi realizada por meio de leitura exploratória do material bibliográfico encontrado, a leitura dos artigos permitiu evidenciar as principais convergências encontradas que foram sintetizadas e agrupadas em planilha.

Fez-se um estudo descritivo de revisão de literatura com abordagem qualitativa sobre o tema proposto, a partir das análises de artigos indexados nas principais bases de dados da *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e Google Acadêmico.

Os critérios de inclusão na seleção dos artigos foram: idioma da publicação ser de tradução livre em português (BR), artigos cuja temática seja a relação entre o tema ora abordado e o período de publicação entre 2000 e 2021; disponibilidade na íntegra dos artigos, de forma online e gratuita, contudo, sabe-se que existem informações consideradas relevantes para o corpo do trabalho que foram publicadas fora desse período de prioridade e que farão parte do mesmo.

Como critério de exclusão, indica-se: artigos não disponíveis em sua integralidade; artigos de revisão de literatura e/ou integrativa e editorial incompletos/inconclusos.

Este trabalho é resultado de uma revisão bibliográfica, não sendo, portanto, necessária pesquisa de campo ou estudo de caso ou levantamento de preços e ou planilhas, e por assim ser, não foi submetido ao comitê de ética e os dados foram descritos conforme a narrativa e interpretação colhida de diferentes autores. Os teóricos embasados nessa pesquisa estão mencionados como

citação indireta no decorrer ou preferencialmente no final de cada parágrafo do texto.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fim de uma melhor compreensão, fundamentado no material pesquisado, separou-se cinco artigos publicado para ressaltar as principais aplicações de coberturas ecológicas, ou telhados verdes e fazer uma breve exposição de seus principais benefícios, a saber:

Alberto *et al.*, (2015) adverte que a associação de cobertura com sistema múltiplo que combine telhados verdes, aproveitamento da água de chuva e dispositivo para infiltração no solo, possibilitam, mesmo em áreas densamente edificadas, um manejo completo das águas pluviais, dispensando a ligação na rede pluvial existente.

França, (2012), menciona que o retardamento do tempo de escoamento superficial, graças ao armazenamento de água pelos poros da vegetação, que as liberam de forma gradativa. Dessa forma, fica evidente que o telhado em si não trabalha sozinho, ao combiná-lo com demais formas de infraestrutura de retenção de água, sua eficiência se torna maior.

Por sua vez, Castro e Goldenfum, (2010) relatam que os dados preliminares indicam que a utilização de coberturas vegetais podem proporcionar uma melhor distribuição do escoamento superficial, diminuição da corrente de água, reduzindo a velocidade de liberação do excesso de água e redução nos volumes escoados.

Saadatian, (2013) afirma que há uma melhora na qualidade do ar, pois há um maior sequestro de dióxido de carbono do ar, conseqüentemente maior produção de oxigênio e filtragem, otimizando a qualidade do mesmo. Além disso, nessas áreas, o fenômeno das ilhas de calor sofre diminuição, diminuindo a temperatura dentro e fora das edificações, proporcionando conforto térmico. Além do conforto térmico, é proporcionado também um conforto acústico aos usuários das edificações com telhados verdes, diminuindo o impacto da poluição sonora externa, provendo maior amortecimento de ruídos desconfortáveis.

Castleton, *et al.*, (2010) relatam que numa pesquisa de campo que o conforto térmico é notável, em situações de dias quentes, um telhado convencional continuou transmitindo calor para a parte interna da edificação mesmo durante a noite, já nos telhados com as vegetações, esse ganho de calor

para a parte interna da edificação, foi muito menor. Ao verificar a temperatura ao redor da vegetação do telhado ecológico, constatou que houve uma diminuição, contribuindo assim para o resfriamento interno da edificação.

Numa análise comparativa Baldessar (2012) concluiu que basicamente o telhado verde extensivo é mais viável economicamente, porém, não possui uma capacidade de suporte de águas tão elevada, sendo ele mais fino e mais leve. Já o intensivo, possui essa capacidade mais elevada, porém é mais pesada, exigindo maior manutenção e maior cuidado em seu dimensionamento de cargas.

Não seria coerente expor apenas os benefícios de um empreendimento dessa natureza. Existem as desvantagens da aplicação de telhados verdes em seus projetos e é necessário expor algumas delas aqui. Embora seja algo pelo qual se almeja, a verdade é que ainda existem obstáculos que podem dificultar a adoção de um modelo de cobertura sustentável (PANZIERA, *et al*, 2015).

Caso o proprietário queira aplicar telhado verde de uma edificação, faz-se necessário que se atente a algumas dificuldades potenciais que poderão ser encontradas no processo, a saber:

Dentre as dificuldades que podem ser encontradas e já mencionadas ao longo desse trabalho, pode-se ressaltar os custos de mão de obra qualificada. Quando se fala em processos novos, em termos de qualidade do resultado final da obra, que é altamente técnico e revolucionário, não se pode esperar que os custos dessa mão de obra sejam baratos, sem esquecer do processo de licenciamento da obra que são mais burocráticos também, desde sua fase projetual. Principalmente quando se considera o tamanho e o peso da burocracia brasileira, o fator novidade pode impactar negativamente. Obviamente, o projeto precisa ser aprovado pela prefeitura local antes que a construção possa começar (LEITE, 2011).

A preocupação com o ajustamento dos ciclos de conservação do telhado verde. Embora esses ciclos de manutenção sejam, em determinados aspectos, até mais suaves do que os telhados convencionais, é indiscutível que assim telhados verdes inspiram e demandam cuidados. Como o ciclo de manutenção dessas coberturas é diferente, a adaptação a ela pode causar estranhamento no início (POLETO, 2010).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O seguimento corporativo da construção civil carece de novos métodos para que possa adicionar com mais frequência o uso de metodologias sustentáveis que reduzam os impactos ambientais, sociais e econômicos ocasionados pelos empreendimentos construtivos o telhado verde. Como destacado ao longo da revisão bibliográfica aqui nesse trabalho, auxilia na diminuição dos impactos das novas construções e das construções existentes, podendo ser uma excelente ferramenta a ser aplicada nos centros urbanos já consolidados.

Existem sim mecanismos de estudo que procuram amenizar os efeitos nocivos e danos ao meio ambiente em decorrência do desenvolvimento desenfreado da humanidade. A compreensão quanto ao uso de telhados verdes em várias localidades do planeta já é real e precisa ser difundida através de pesquisas, educação, conscientização ambiental e a interferência direta do poder público definindo diretrizes que estimulem o uso deste tipo de cobertura e essa prática precisa ser vista como uma necessidade do homem em estabelecer harmonia em sua relação com o meio em que está inserido. Diversos estudiosos mencionam que os custos mais elevados com os telhados verdes se justificam em comparação aos telhados convencionais sob a justificativa dos valores dos materiais aplicados e pela sobrecarga na estrutura.

Conclui-se que este trabalho de pesquisa conseguiu mostrar a viabilidade das práticas sustentáveis e que essas precisam ser incorporadas à nova realidade mundial, especialmente na construção civil que, como foi mencionado aqui, por se tratar de um dos setores que mais demandam o uso de recursos naturais. Diversos estudos apontam para a necessidade de se repensar as relações com o meio ambiente e a utilização dos recursos renováveis.

Outrossim, ressalta-se que embora achava-se que a água fosse um recurso renovável e inesgotável, o que se tem visto e sentido é uma ausência generalizada desse recurso em período de estiagem prolongada, tornando-se indispensável sua reutilização e uso racional, pois a natureza não está conseguindo repor os recursos naturais em razão do consumismo desenfreado. Posto isso, o entendimento adquirido nessa pesquisa sobre a aplicação de

telhados verde, é uma realidade em diferentes países, como a Alemanha aqui citada anteriormente. Entretanto, dado ao potencial ambientalmente viável precisa ser democratizada, seja por meio de pesquisas, educação, consciência ambiental e que o poder público seja o principal interessado, deliberando novas diretrizes que possam estimular a utilização do telhado verde. Saliencia-se que, ainda que haja os incentivos para projetos com certificações sustentáveis, é prematuro contar com apoio integral e/ou incentivos por parte do setor público. Ocorre um desestímulo do ponto de vista financeiro e executivo em relação ao uso desta importante tecnologia sustentável, por parte das empresas.

Deste modo, o uso da tecnologia do telhado verde aplicado às residências tem o reconhecimento de todas as nações por ser uma tecnologia com as vantagens como as mencionadas ao longo desse trabalho, contudo, carece de que se conscientize e estimule pessoas e empresas a abraçar essa causa, ainda que esteja acontecendo aos poucos em diferentes locais, e isso já serve como modelo a ser seguido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIKO, A. K. **Introdução à gestão habitacional**. São Paulo, EPUSP. Texto técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/12.1995.

ALBERTO, E. **Estudo do telhado verde nas construções sustentáveis**. Anais do Congresso Mundial de Segurança, Saúde e Meio Ambiente. 2013. p.171-173.

ALBERTO, E.Z. *et al.* **Estudo do telhado verde nas construções sustentáveis**. XII Safety, health and environment world congress. São Paulo, 2015.

AMBIENTALISTAS EM REDE. O telhado verde de Le Corbusier. **Ambientalistas em rede**, 2012. Disponível em: <http://ambientalistasemrede.org/o-telhado-verdede-le-corbusier>. Acesso em: 07 jun. 2021.

BALDESSAR, S. M. N. **Telhado verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada**. Dissertação de mestrado. Curitiba: UFPR PPGCC, 2012.

BÄR, B. V.; TAVARES, S. F. **Estado da arte do comportamento hidrológico de telhados verdes no Brasil: uma revisão sistemática**. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, v. 8, n. 4, p. 257-271, 2017.

BARBOSA, G. S.; DRACH, P. R.; CORBELLA, O. D. Uma revisão conceitual dos termos desenvolvimento sustentável e sustentabilidade. **Jornal Internacional de Ciências Sociais**, v. III, n. 2, 2014.

BIANCHINI, F.; HEWAGE, K. Quão “verdes” são os telhados verdes? Análise do ciclo de vida de materiais para telhados verdes. **Construção e Meio Ambiente**; 48: 57-65, 2012.

BUENO, R. **Telhado verde: os Jardins da Babilônia continuam funcionais**. Disponível em: <http://www.ecocidades.com/2010/09/02/telhado-verde-os-jardins-dababilonia-continuam-funcionais>. Acesso em: 01 de nov. 2021.

BRANDÃO, R. M. L. **Telhado Verde**: Estado de Goiás. 2007. 196 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Mestrado em Engenharia Civil, Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2007.

CAMARGO, Ângelo Paes de; CAMARGO, Marcelo Bento Paes de. **Uma revisão analítica da evapotranspiração potencial**. Bragantia online. 2010, vol.59, n.2, pp. 125-137. ISSN 0006-8705. doi: 10.1590/S000687052000000200002. SciELO Brazil.

CASTRO, A. S.; GOLDENFUM, J. A. Uso de telhados verdes no controle quantitativo do escoamento superficial urbano. **Revista Atitude**, Ipatinga, Ano IV, n. 7, p. 5-81, 2010.

CASTLETON, H.F. *et al.* **Green roofs**; building energy savings and the potential for retrofit. Elsevier. *Energy and Buildings*. p. 1582–1591. 2010.

CASTELNOU, A. M. N.; FRANCISCONI, A. M.; BORMIO, A. P.; LOVATO, K. E.; SOUZA, H. M. B.; VECCHIATTI, S. O. F.; KAESTNER, S. **Considerações Gerais sobre a Eco-Arquitetura**. Terra e Cultura, Londrina PR, v. 01, n. 33, p. 76-90, 2001.

CORBELLA, Oscar e YANNAS, Simos. **Em busca de uma Arquitetura Sustentável para os trópicos: Conforto Ambiental**. Rio de Janeiro: **Editora Revan**, 2003.

COSTA, Enio C. d; **Arquitetura Ecológica: Condicionamento térmico Natural**. São Paulo. Edgard Blücher, 1982.

CLAUS, K.; ROUSSEAU, S. Incentivos públicos versus privados para investir em telhados verdes: uma análise de custo-benefício para Flandres. **Urban Forestry e Urban Greening**, v. 11, Edição 4, p.417-425, 2012.

CORRENT, L.; LEHMANN, P. Telhado verde: da babilônia aos dias atuais. **Revista Científica Semana Acadêmica**, Fortaleza, v. 107, n. 1, p. 1-20, 2017.

CORSINI, R. Equipamentos públicos. Telhado verde. **Infraestrutura**. 2011. Disponível em: <http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/16/1-telhado-verde-cobertura-de-edificacoes-com-vegetacao-requer-260593-1.aspx>. Acesso em: 12 jun. 2021.

DAEMON, C. Quando o telhado verde vira lei. **Caroldaemon. blogspot**, 2015. Disponível em: <http://caroldaemon.blogspot.com.br/2015/04/quando-o-telhadoverde-vira-lei.html>. Acesso em: 07 jun. 2021.

D'ELIA, R. **Telhado Verde**. Coberturas verdes projetadas no Brasil oferecem sistemas diferenciados para proporcionar conforto térmico colaborando com o meio ambiente. Disponível em: <http://www.revistatechne.com.br/engenhariacivil/148/artigo144157-3.asp>. Acesso em 25 de maio de 2021.

ECOBRIEFING. Telhado verde das babilônias aos dias atuais. **Ecobriefing**, 2009. Disponível em: <https://ecobriefing.wordpress.com/2009/06/14/telhado-verdedas-babilnias-aos-dias-atuais>. Acesso em: 07 jun. 2021.

FERNANDES, Priscila. **Arquitetura Contêiner: Uma nova proposta de moradia estudantil para a cidade de Vila Velha**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Vila Velha. Vila Velha, 2015.

FERREIRA, C.A.; MORUZZI, R.B. **Considerações sobre a aplicação do telhado verde para captação de água de chuva em sistemas de aproveitamento para fins não potáveis**. ELECS 2017. IV Encontro Nacional e II Encontro Latino Americano Sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis. Campo Grande – MS. Campus da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

FERREIRA, M. F. **O uso de coberturas vegetais em edificações**. 2007. Disponível em http://www.pucrio.br/pibic/relatorio_resumo2007/relatorios/art/art_manuela_de_freitas_ferreira.pdf. Acesso em 15 março 2021.

FITTIPALDI, M. **Habitação Social e Arquitetura Sustentável em Ilhéus/Ba**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) - Universidade Estadual de Santa Cruz. Bahia, p.159,2008.

FONSECA, J.J.S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

FRANÇA, L.C.J. **O uso do telhado verde como alternativa sustentável aos centros urbanos**: opção viável para a sociedade moderna do século XXI. Revista Húmus, 2012.

FREITAS, Edmilson D. de; SILVA DIAS, Pedro L. **O Efeito da Ilha de Calor Urbanasobre os Fluxos de Calor Através da Utilização do Modelo RAMS (Regional Modeling Atmospheric System)**. In: XI Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2017, Rio de Janeiro - RJ. Anais do XI Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2017. p.

GARRIDO NETO, P. S. **Telhados verdes como técnica compensatória em drenagem urbana na cidade do Rio de Janeiro**: estudo experimental e avaliação de sua adoção na bacia do Rio Joana a partir do uso de modelagem matemática. 2016, 344f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Engenharia Civil, COPPE, 2016.

GHIRARDO, Diane. **Arquitetura Contemporânea**. Uma história concisa. Editora WMF Martins Fontes, 2009.

HEWAGE, Kasun; BIANCHINI, Fabricio. How “green” are the green roofs? Lifecycle analysis of green roof materials. Building and Environment, Canadá, V 48 Pg 57 a 65. Ago, 2011. Disponível em: 115 Acesso em: 13 de agosto de 2012.

HEINEINE, M.C.A.S. **Cobertura Verde**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 2008.

HISTÓRIA E ARQUITETURA. O telhado verde de Le Corbusier. **História e arquitetura**, 2013. Disponível em: <http://historiaearquitetura.blogspot.com.br/2013/10/o-telhado-verde-de-lecorbusier.html>. Acesso em: 10 jun. 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006**, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/default.shtm/>. Acesso em: 07 nov.2021.

IGRA - **Associação Internacional de Telhados Verdes**. 2015. Disponível em: http://www.igraworld.com/types_of_green_roofs/index.php. Acesso em: 10 nov. 2021

LA PASTINA FILHO, José. **Manual de Conservação de telhados**. 1ª Edição. IPHAN, 2005.

LEITE, V. F. **Certificado Ambiental na Construção Civil** – Sistemas Leed e Aqua. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2011.

LEITE, B.; FUJIMURA, J.; FERNANDES, J. **Avaliação dos impactos na drenagem com implantação de telhados verdes na UFMT – Campus Cuiabá utilizando o software SWMM**. Universidade federal de Cuiabá, Cuiabá, Mato Grosso: 2016. 363 p.

LEFF E. **Saber ambiental**: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. Tradução de Lúcia Mathilde Endlich Orth. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M. **Plantas Ornamentais do Brasil**: arbustivas, herbácease trepadeiras. São Paulo: Ed. Plantarum, 2018.720p.

MIGUEL, Jorge Marão Carnielo. **A Casa**. Curitiba. Imprensa Oficial, 2013.

MINKE, G. Techos verdes - Planejamento, execução, conselhos práticos. Uruguay: **Editora Fin de Siglo**, 2004.

KIBERT, Charles J. **Sustainable Construction**. Green Building Design and Delivery. John Wiley e Sons, Inc. Hoboken, New Jersey, 2008.

KÖHLER, M.; SCHMIDT, M.; GRIMME, F. W.; LAAR, M .; ASSUNÇÃO PAIVA, V. L .; TAVARES, S. **Telhados verdes em climas temperados e nos trópicos quente-úmidos**. In: Conferência Internacional sobre Arquitetura Passiva e de Baixa Energia, PLEA, 18., 7-9 2001, Florianópolis. Procedimentos. 2001.

KREBS, L.F. **Coberturas Verdes Extensivas**: Análise da Utilização em Projetos na Região Metropolitana de Porto Alegre e Serra Gaúcha. 2005. Mestrado apresentado a Escola de Engenharia UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 37-39, 68. 2005. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/10177>. Acesso em: 26 jul. 2021.

MASCARÓ, Juan Luis. Sustentabilidade em urbanizações de pequeno porte. **Masquatro Editora**, 2010.

MORAIS, C.S. de, RORIZ, M. **Comparação entre os desempenhos térmicos de cobertura ajardinada e laje comum em guaritas.** ENCAC –COTEDI. Curitiba. 2004.

MOTTA, Silvio R.F.; AGUILAR, Maria Teresa P. **Sustentabilidade e processos de projetos de edificações. Gestão e Tecnologia de Projetos.** Vol.4, nº1, maio de 2019.

MONTANER, Josep Maria. A Modernidade Superada. Arquitetura, arte e pensamento do século XX. **Editorial Gustavo Gili, S.A.**, Barcelona, 2011.

NASCIMENTO, Wânia C. do. **Coberturas verdes no contexto da região metropolitana de Curitiba – Barreiras e potencialidades.** Dissertação de mestrado. Curitiba: UFPR, PPGCC, 2008.

NIEVA, Antonio BañoGuía; POZO, Alberto Vigi-Escalera del. **Guía de construcción sostenible.** Espana: Instituto Sindical do Trabajo, Paralelo Edición, noviembre, 2005.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. ONU. **Declara acesso à água um direito humano essencial.** 2010. Disponível em: https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/recursos_naturais_homem_EDUCS_ebook.pdf. Acesso em: 13 nov. 2021.

PACIFICO, Ana. **Moradia estudantil.** Trabalho de conclusão de curso. Centro Universitário Uninovafapi. Teresina, 2017.

PANZIERA, A.G, *et al.*, **Desempenho de diferentes tipos de telhado verde no conforto térmico urbano na cidade de Santa Maria/RS.** Santa Maria, 2015.

POLETO, C. (Org.). **Introdução Ao Gerenciamento Ambiental.** Rio de Janeiro: Interciência, 2010.

PHILIPPI, P.M. Como obter redução de custos na construção de telhados verdes. Anais da conferência, 2006.

QUINTELLA, M.T. A Origem dos Telhados Verdes. **Telhados criativos**, 2012. Disponível em: <http://telhadosciativos.blogspot.com.br/2012/03/origem-dostelhados-verdes.html>. Acesso em: 10 jun. 2021.

ROAF, S.; FUENTES, M.; THOMAS, S. **Ecohouse.** 3a. ed. Burlington MA: Architectural Press, 2003.

RUBIN, Graziela Rossatto; BOLFE, Sandra Ana. **O desenvolvimento da habitação social no Brasil.** Ciência e Natura, Santa Maria, v. 36 n. 2, p. 201–213. mai-ago. 2014.

SAADATIAN, O. *et al.* **A review of energy aspects of green roofs.** Elsevier - Renewable and sustainable energy reviews. p. 155-168. 2013.

SANTA CATARINA. LEI N 14.243, DE 11 DE DEZEMBRO DE 2007. Dispõe sobre a implementação de sistemas de naturezação através da criação de telhados verdes em espaços urbanos de Santa Catarina. **O GOVERNADOR DO ESTADO DE SANTA CATARINA**, Santa Catarina, S.C, 11 Dez. 2007.

SANTOS, P. T. S. *et al.* **Telhado verde: desempenho do sistema construtivo na redução do escoamento superficial.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 13, n. 1, p. 161-174, 2013.

SAKAGAMI, T.A. **Desempenho hidrológico de telhado verde extensivo – Trabalho de conclusão do curso de engenharia ambiental.** Universidade estadual paulista, Rio Claro, 2016.

SETTA, B. R. S. Telhados verdes como políticas públicas ambientais para o município de Volta Redonda – RJ. **Revista LABVERDE**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 14-35, 2017.

SCRENSKI, J. A. **VIABILIDADE DO TELHADO VERDE COMO INSTRUMENTO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE CARBONO.** Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

SNODGRASS, E. C.; McINTYRE, L. **The Green Roof Manual: Um guia profissional para projeto, instalação e manutenção.** Timber Press Inc. Portland, Oregon. EUA, 2010.

TASSI, R.; TASSINARI, L. C. S.; PICCILLI, D. G. A.; PERSCH, C. G. **Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 139-154, 2014.

TASCA, Luciane. **Instrumentos de Planejamento Urbano e Legislação Urbana.** Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Juiz de Fora. Minas Gerais, 2019.

TEIXEIRA, C. A.; BUDEL, M. A.; CARVALHO, K. Q.; BEZERRA, S. M. C.; GHISI, E. **Estudo comparativo da qualidade da água da chuva coletada em telhado com telhas de concreto e em telhado verde para usos não potáveis.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p. 135-155, 2017.

THÁ Filho, Fernando. **Arquivos pessoais de Eduardo Thá referentes a edificação com telhado verde escolhida para a pesquisa.** Arquivos fornecidos por Fernando Thá Filho, 2010.

THOMAZELLI, L. **Telhado verde, o telhado ecológico: um modelo prático, sustentável e de baixo custo.** 2013, Artigo acadêmico - Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

TUCCI, C.E.M. **Água no meio urbano**. Livro água doce, n. 14. Universidade federal do Rio Grande do Sul, 1997.

TUCCI, C. E. M. ARAUJO, Paulo Roberto de; GOLDENFUM, Joel A. Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução de escoamento superficial. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 5, n. 3, p. 21-29, 2010.

VECCHIA, F. **Cobertura Verde Leve: Ensaio Experimental**. Encac, Enlacac. Maceio, out. 2005. Disponível em: http://www.eesc.usp.br/shs/attachments/121_COBERTURA_VERDE_LEVE_E_NSAIO_EXPERIMENTAL.pdf. Acesso em: 31 março. 2021.

VILLA, Simone. **Qualidade ambiental na habitação: avaliação pós – ocupação**. São Paulo: oficina de textos,2013, p.15.

WIECZYNSKI, Vlademir. **Construções mais sustentáveis: alternativas para uma habitação de baixo custo econômico**. Especialização em Captação de Recursos e Projetos de Investimento. Santa Catarina: 2014.

WILLES, J. A.; REICHARDR, K. Tecnologias em telhados verdes extensivos: substratos comerciais regionais mais apropriados ao sistema. **Revista Internacional de Ciências**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 2-12, 2014.

ZAMBRANO, Letícia m. de A. **Integração dos princípios da sustentabilidade ao projeto de arquitetura**. Tese de doutorado. Rio de Janeiro: UFRJ/FAU/PROARQ, fev.2008.