



**INSTITUTO FEDERAL DO SUDESTE DE MINAS GERAIS
CAMPUS AVANÇADO BOM SUCESSO
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO
AMBIENTAL**

ELIZÂNGELA MEDRADO RUAS TEIXEIRA

Telhados Verdes: história e aplicações

Bom Sucesso - MG

2020

ELIZÂNGELA MEDRADO RUAS TEIXEIRA

Telhados Verdes: história e aplicações

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Campus Bom Sucesso, do Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, como parte das exigências do Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, para obtenção do título em Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Victor Schmidt Comitti

Bom Sucesso - MG

2020

Dados internacionais de catalogação na publicação (CIP)
Bibliotecária responsável Maria de Lourdes Cardoso CRB-6/3242

T266t Teixeira, Elizângela Medrado Ruas, 1973 -

Telhados verdes : histórias e aplicações / Elizângela Medrado Ruas
Teixeira. -- 2020.

62 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Victor Schmidt Comitti

Monografia (Graduação) - Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais,
Campus Avançado Bom Sucesso, Coordenadoria de Curso Superior de
Tecnologia em Gestão Ambiental, 2020.

1. Construção sustentável. 2. Telhados. 3. Arquitetura sustentável. 4.
Sustentabilidade. I. Comitti, Victor Schmidt. II. Instituto Federal do Sudeste de
Minas Gerais, Campus Avançado Bom Sucesso. III. Título.

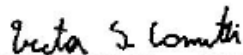
CDD: 720.47

ELIZÂNGELA MEDRADO RUAS TEIXEIRA

Telhados Verdes: história e aplicações

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Campus Bom Sucesso, do Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, como parte das exigências do Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, para obtenção do título em Tecnólogo em Gestão Ambiental.

APROVADA: 12 de Dezembro de 2020.



Presidente: Victor Schmidt Comitti



Membro: Gabriela Miranda Teixeira



Membro: Oswaldo Guimarães Filho

AGRADECIMENTOS

Ao meu esposo Maurílio e meus filhos João Lucas, Luís Guilherme e Giulia, pelo amor incondicional.

Aos meus pais Antônio e Dolores, e meus irmãos Elissandra, Érika e Júnior, sempre presentes e confiantes, em todas as etapas da minha vida.

Ao Sr. Nelson e D. Maninha, pelo carinho compartilhado ao longo dos anos.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Victor Schmidt Comitti, pela disponibilidade em me orientar em todos os momentos necessários.

A Banca de Qualificação o Prof. Dr Victor Schmidt Comitti, Prof. Dr. Osvaldo Guimarães Filho e a Dra. Gabriela Miranda Teixeira.

Aos meus professores do Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia Sudeste de Minas – Campus Bom Sucesso, que ao ministrarem suas aulas transmitiram seus ensinamentos.

“No mistério do sem-fim equilibra-se um planeta. E, no planeta, um jardim, e, no jardim, um canteiro, no canteiro uma violeta, e, sobre ela, o dia inteiro, entre o planeta e o sem-fim, A asa de uma borboleta.” Cecília Meirelles (1901-1964).”

RESUMO

O presente trabalho de monografia em forma de revisão bibliográfica, da utilização dos telhados verdes. A técnica que consiste na aplicação de coberturas vegetais sobre as construções, telhados ou lajes, foi criada para acompanhar um desejo estético e paisagístico durante a Idade Média. O uso de vegetação em coberturas tem antecedentes tão antigos como os Jardins Suspensos da Babilônia e as casas de turfa da Islândia, passando ao século XX no Movimento na Arquitetura com o terraço jardim de Le Corbusier. Das primeiras construções, percorreu um longo caminho até a aplicação no século XXI, mas ao longo do tempo acabou por incorporar novas significações em resposta às consequências geradas pela Revolução Industrial, isto é, a necessidade de práticas e políticas ambientais. Por outro lado, com o crescimento populacional procura-se nos dias atuais adequar as suas técnicas, implantando maiores quantidades de telhados verdes nas cidades, devido possuir uma série de benefícios em relação às coberturas tradicionais: como biodiversidade, retenção de água da chuva, aproveitamento de água da chuva, redução da poluição atmosférica, produção de alimentos, redução da ilha de calor urbano, isolamento acústico e por fim efeitos terapêuticos, estéticos e sociais. A sua utilização é pouco expressiva e se restringe a poucos casos nos principais centros urbanos. Nessa perspectiva, este trabalho tem por finalidade resgatar os eventos históricos que resultaram no uso dos telhados verdes no cenário urbano atual. Os argumentos levantados permitiram entender quais os materiais mais utilizados e levantar novas alternativas para preservar e restaurar ambientes naturais, beneficiar o ser humano e todas as espécies que vivem ao seu entorno.

Palavra chaves: Telhado verde. Bioconstrução. Sustentabilidade

ABSTRACT

The present work of monograph in the form of a bibliographic review of the use of green roofs. The technique that consists of applying vegetable coverings on buildings, roofs or slabs, was created to accompany an aesthetic and landscape desire during the middle ages. The use of vegetation in roofs has a history as old as the Hanging Gardens of Babylon and the peat houses of Iceland, going to the 20th century in the Movement in Architecture with the garden terrace of Le Corbusier. From the first constructions, it went a long way until its application in the 21st century, but over time it ended up incorporating new meanings in response to the consequences generated by the Industrial Revolution, that is, the need for environmental practices and policies. On the other hand, with the population growth, it is sought nowadays to adapt its techniques, implanting greater amounts of green roofs in cities, due to having a series of benefits in relation to traditional coverings: such as biodiversity, rainwater retention, use rainwater, reduction of atmospheric pollution, food production, reduction of the urban heat island, sound insulation and finally therapeutic, aesthetic and social effects. Its use is not very significant and is restricted to a few cases in the main urban centers. In this perspective, this work aims to rescue the historical events that resulted in the use of green roofs in the current urban scenario. The arguments raised made it possible to understand which materials are most used and to raise new alternatives to preserve and restore natural environments, to benefit human beings and all the species that live around them.

Keywords: Green Roof, Benefits, Sustainability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1	<i>Sod Houses</i> ou casas de turfas.....	18
FIGURA 2	Zigurate antigo templo Mesopotâmico.....	19
FIGURA 3	A Torre de Babel por Pieter Bruegher, pintor Belga.....	20
FIGURA 4	Representação artística dos Jardins Suspensos da Babilônia.....	20
FIGURA 5	Reconstrução do telhado verde do Mausoléu do Imperador Adriano.....	21
FIGURA 6	Torre Guinigi em Luca na Itália.....	22
FIGURA 7	Monastério de São Miguel na Normandia.....	23
FIGURA 8	Skagafjprour Folk Museum.....	23
FIGURA 9	Fazenda Bustarfell.....	24
FIGURA 10	Mietskasernen (quartel de aluguel) em Berlim.....	25
FIGURA 11	La Roche House.....	25
FIGURA 12	Rockefeller Center.....	26
FIGURA 13	<i>The Roof Garden, Derry and Toms Summer, 1973</i>	26
FIGURA 14	Telhado verde em Copenhague.....	27
FIGURA 15	Copenhill.....	28
FIGURA 16	Telhado verde com plantas aromáticas, Banco Santander-Madrid.....	29
FIGURA 17	Terraço Jardim do Palácio Capanema, Rio de Janeiro.....	30
FIGURA 18	Telhado-jardim Mineral, na sede do banco Safra, São Paulo	30
FIGURA 19	Edifício Matarazzo.....	30
FIGURA 20	Hotel <i>Fairmont Waterfront</i> produz comida no telhado.....	35
FIGURA 21	Ilhas de calor.....	36
FIGURA 22	Telhado Verde Com 5 Camadas.....	39
FIGURA 23	Passo a Passo para a Instalação.....	44
FIGURA 24	Esquema Estrutural Alveolar Leve.....	43
FIGURA 25	Corte.....	45
FIGURA 26	Telhado verde com sistema alveolar leve.....	45
FIGURA 27	Esquema Estrutural Alveolar Grelhado do Telhado Verde....	47
FIGURA 28	Esquema de sistema alveolar grelhado do telhado verde....	48
FIGURA 29	Corte sistema alveolar grelhado.....	48
FIGURA 30	Telhado verde com alveolar grelhado.....	49
FIGURA 31	Passo A Passo Para Instalação.....	50
FIGURA 32	Esquema do sistema laminar médio.....	50
FIGURA 33	Corte sistema laminar médio.....	51
FIGURA 34	Sistema preenchimento do reservatório automático.....	51
FIGURA 35	Telhado verde com sistema laminar médio.....	52
FIGURA 36	Passo A Passo Para Instalação.....	54
FIGURA 37	Cortes esquemáticos dos sistema Laminar alto.....	54
FIGURA 38	Telhado verde com sistema laminar alto.....	55

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	12 Plantas ideais para telhado verde	41
TABELA 2	Características dos tipos de telhado verde	42
TABELA 3	Políticas públicas de telhados verdes implantadas internacionalmente.	58
TABELA 4	Políticas públicas de telhados verdes implantadas no Brasil.	59

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	Objetivos	16
1.1.1	Geral.....	16
1.1.2	Específico.....	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1	Os Telhados Verdes.....	17
2.2	O Uso Histórico dos Telhados Verdes.....	16
3	BENEFÍCIOS DOS TELHADOS VERDES.....	32
3.1	Biodiversidade.....	32
3.2	Retenção de Água da Chuva.....	32
3.3	Redução da Poluição Atmosférica.....	33
3.4	Produção de Alimentos.....	34
3.5	Redução da Ilha de Calor Urbano.....	35
3.6	Isolamento Acústico.....	37
3.7	Efeitos Terapêuticos, Estéticos e Sociais.....	37
4	CARACTERÍSTICAS BÁSICAS E DESEMPENHO TÉCNICO DOS TELHADOS VERDES.....	39
4.1	Composição Estrutural.....	39
4.2	Vegetação Indicada.....	40
4.2.1	Tipos de Plantas a Serem Plantadas.....	40
4.3	Tipos de Telhados Verdes.....	42
4.4	Sistemas de Telhados Verdes e sua Execução.....	42
4.4.1	Alveolar Leve.....	42
4.4.2	Alveolar Granulado.....	46
4.4.3	Sistema Laminar Médio.....	49
4.4.4	Sistema Laminar Alto.....	52
5	MANUTENÇÃO.....	56
6	CUSTOS.....	58
7	POLÍTICAS PÚBLICAS IMPLANTADAS NOS TELHADOS VERDES.....	59
8	CONCLUSÃO.....	62
	REFERÊNCIAS.....	64

1 INTRODUÇÃO

No Cotidiano, não reparamos, mas as plantas se comunicam, traçam estratégias de guerra, resolvem problemas, guardam memórias, traçam planos para o futuro e elaboram jogos de sedução para se reproduzir. Difícil dizer que não são seres inteligentes. A maior prova de seu brilhantismo é sua abundância.

Segundo Aguiar (2016):

O reino vegetal forma 99,5% de toda a biomassa do planeta e existe na Terra desde muito antes de qualquer animal por aqui. Se todas as espécies vivas hoje em dia são as vencedoras da evolução – a versão mais atualizada e adaptada ao meio ambiente, podemos dizer que os vegetais são mais espertos que nós humanos. Afinal, conseguiram se multiplicar muito mais e melhor do que os seres humanos, por exemplo.

Apesar de seu sucesso evolutivo, só agora estamos começando a perceber o quanto são sagazes. De acordo com Stefano, autor do livro *Brilliant Green – The Surprising History and Science of Plant Intelligence* (Verdes Brilhantes – a Surpreendente História e Ciência da Inteligência das Plantas), as plantas possuem onze sentidos, os quais são descritos da seguinte maneira (AGUIAR, 2016):

1) Visão: Plantas medem a intensidade e seus comprimentos de onda da radiação incidente e, assim, orientam o crescimento de folhas e flores.

2) Paladar: Plantas detectam minerais e escolhem crescer ou fugir deles, de acordo com as necessidades.

3) Olfato: São as folhas que percebem compostos voláteis no ar e os utilizam como sinal de alerta de atração para animais.

4) Audição: A erva-estrelada, por exemplo, distingue o som de lagartas mastigando folhas (nem precisam ser dela mesma) e reage produzindo óleos e pigmentos tóxicos que repelem o predador. Mas isso só acontece com a frequência da mastigação da lagarta.

5) Tato: plantas são capazes de diferenciar o toque – as carnívoras, por exemplo, fecham suas folhas quando um inseto encosta nelas (mas não o fazem quando uma folha as acerta, por exemplo).

6) Sensibilidade à umidade: plantas têm uma espécie de higrômetro nas raízes, que percebe quanta água há no solo e onde ela está. Este conhecimento orienta o crescimento das raízes.

7) Sensibilidade ao pH: Cada espécie tem seus níveis de acidez para sobreviver. As flores da Hortênsia, por exemplo, mudam de cor de acordo com o pH e a concentração de alumínio

do solo: se o pH é baixo e o alumínio é alto, as flores serão da cor azul. Se for o contrário, ser rosa.

8) Dureza: Plantas sentem que estão prestes a encontrar no solo um objeto poroso, que podem perfurar com suas raízes, ou um impenetrável. Assim, mudam a trajetória de crescimento antes mesmo de fazer qualquer contato.

9) Sensibilidade à gravidade: Plantas sentem a gravidade da Terra e a utilizam para orientar seu crescimento. Esse geotropismo faz com que elas cresçam sempre para cima (ou para baixo, no caso das raízes).

10) Eletromagnetismo: está intimamente ligado ao movimento das cargas elétricas e ao movimento da água dentro da planta ajudando na locomoção da seiva bruta sintetizada pela raiz transportando até as folhas. Esta seiva está carregada de íons positivos e negativos que contribuem para o crescimento das plantas.

11) Sensibilidade à temperatura: Plantas são sensíveis a mudanças de temperatura e percebem a variação de apenas 1° C. Assim, coordenam respostas apropriadas: quando a temperatura aumenta, seu DNA liga e desliga alguns genes para proteger as plantas do calor.

As plantas, porém, escondem um passado conturbado, com um papel que moldou a vida no planeta desde os tempos ancestrais. Para conquistar o novo ambiente, as plantas precisaram se adaptar às suas novas condições de vida. Assim, desenvolveram vasos condutores de seiva, que garantem a distribuição das seivas brutas e elaboradas pela planta.

Outra adaptação ao ambiente está relacionada às sementes e sua dispersão. O vegetal mais adaptado é aquele que apresenta sua semente protegida pelo fruto. Sua disseminação ocorre, normalmente, através de agentes polinizadoras, tais como, insetos, pássaros e morcegos, entre outros. Outra adaptação necessária foi o desenvolvimento da capacidade de controlar a perda excessiva de água. Isso passou a ocorrer através da abertura e fechamento dos estômatos – estruturas microscópicas por meio das quais ocorrem as trocas gasosas entre a planta e a atmosfera. Da mesma maneira, as plantas dispensaram a água durante o seu ciclo produtivo, uma vez que seus gametas já não se encontravam num ambiente aquático.

As plantas também, prestaram serviços como evapotranspiração, fotossíntese, entre outros, que alteraram os climas ao redor do globo, trazendo chuvas abundantes onde antes havia desertos.

Com o crescimento populacional, decorrente da Revolução Industrial e o processo de urbanização que se seguiu, perdeu-se parte da consciência de nossa dependência em relação ao reino vegetal. No entanto, o tempo passa e cada vez mais percebe-se que a urbanização desenfreada traz consequências desastrosas para a vida de todos.

Mais intensamente, sobretudo nas últimas décadas, a discussão acerca dos problemas ambientais vem se tornando uma temática obrigatória no cotidiano. A manutenção das áreas verdes tornou-se o principal ponto de debate na defesa ao meio ambiente. Seja pela sua degradação ou pelo pequeno espaço que lhes é destinado nos centros urbanos.

O momento de crise estrutural das cidades em decorrência de problemas de ordem econômica, política, social e cultural, tem conduzido os centros urbanos a um destino incerto e, neste contexto, as ciências transformam-se em forças produtivas e o espaço urbano em mercadoria. Essa relação desigual e de contraposição entre questões socioambientais e econômicas, faz com que, de modo geral esta última se

sobressai, geralmente ficando aquilo que é público em segundo plano ou ainda tratado como problema (LOBODA, 2003).

Uma característica ambiental marcante das grandes metrópoles dos países em desenvolvimento é a acentuada urbanização que faz com que grandes porções de áreas verdes sejam ocupadas, refletindo negativamente na qualidade de vida de seus moradores. A falta de um planejamento que considere também os elementos naturais é um agravante para esta situação e leva à um empobrecimento da paisagem urbana. São inúmeros e de diferentes amplitudes os problemas que podem ocorrer em virtude da interdependência dos múltiplos subsistemas que coexistem numa cidade.

As manifestações mais características de um macroecossistema urbano-industrial são: população humana com altos valores demográficos; multiplicidade e intensidade de intervenções humanas; importação de relevante quantidade de matéria e energia; eutrofização dos ecossistemas biótipos terrestres e aquáticos; compactação e impermeabilização do solo, nas áreas de loteamento e infra-estrutura de transporte; redução do nível do lençol freático e subsidência do solo; formação de um clima urbano essencialmente distinto daquele circundante à cidade (isolamento térmico); geração e exportação de grande quantidade de resíduos sólidos, de efluentes domésticos e industriais, de emissões de poeira e gases, que sobrecarregam o próprio ambiente urbano e o ambiente periférico com efeitos também, a grandes distâncias; e, mudanças tróficas da biocenose anteriormente existente, como consequência da modificação dos biótopos e da introdução de espécies exóticas.

Di Fidio (1985 *apud* Guzzo, 1999, p.6-7) relata que:

Diante deste modelo urbanístico, busca-se atualmente conciliar as contradições entre o social e o ambiental, e entre o econômico e o ecológico. Passando por soluções utilizadas que incluem a revitalização de áreas abandonadas, o adensamento consciente, o incentivo ao transporte público, e finalmente a inclusão de espaços verdes no meio urbano.

O presente trabalho pretende retratar a história dos telhados verdes, destacando a evolução das técnicas de construção ao longo da história, a respeito do conhecimento acerca da utilização dos telhados verdes que tem início na pré-história passando pelas idades antiga, média e contemporânea até os dias atuais. Mostra-se

que, ao longo da história eles foram empregados em diferentes contextos sociais, econômicos e políticos. Em seguida, são tratadas as principais questões para a inserção dos telhados verdes na urbanização das cidades. Parte-se do entendimento dos telhados verdes adotados no Brasil e no mundo, dos impactos positivos sobre as cidades e de sua utilização na história, buscando avaliar o desempenho técnico desses telhados, salientando os materiais mais utilizados, suas aplicações e aspectos de sua manutenção e políticas públicas utilizadas.

1.1 Objetivos

1.1.1 Geral

Apresentar e exemplificar a eficácia dos telhados verdes como uma alternativa sustentável que garante benefícios significativos para este tipo de construção, possibilitando uma estratégia bioclimática, para melhorar o meio ambiente nas cidades com elevado grau de urbanização.

1.1.2 Específicos

- Apresentar a diversidade de telhados verdes;
- Mostrar os benefícios e limitações da construção de um telhado verde;
- Mostrar a aplicação do sistema construtivo bem como sua manutenção.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Os Telhados Verdes

Com o objetivo de conseguir novas alternativas para preservar e restaurar ambientes naturais, é necessário que sejam apresentadas opções viáveis de sustentabilidade em coletividade. Uma opção que tem se mostrado muito prática e que possui resultados positivos visíveis é a construção dos chamados “tetos verdes”, “telhados vivos”, “coberturas verdes”, “lajes jardins”, “telhados ecológicos” entre outros nomes. O telhado verde, se caracteriza pela aplicação de cobertura vegetal sobre as construções, telhados ou lajes.

Essa vegetação superior realiza o processo de fotossíntese todos os dias em coberturas urbanas, purifica e filtra o ar no entorno do projeto, absorvendo gás carbônico da atmosfera e liberando oxigênio, além de muitos outros benefícios, como o isolamento termoacústico, reduzindo os ruídos da energia sonora, a absorção de águas pluviais, evitando enchentes, e a criação de uma biodiversidade com pequenas espécies de vidas animais (FRANÇA, 2012).

Telhados verdes consistem na sobreposição de diversas camadas sobre uma superfície estrutural, que de modo geral incluem: membrana a prova de água (impermeabilização), sistema de drenagem, substrato (meio de crescimento das vegetações) e plantas. Os tetos verdes podem ser intensivos, extensivos ou de um tipo intermediário chamado de semi-intensivo. Essa classificação varia de acordo com a finalidade e características do telhado.

A implantação do sistema requer a instalação de uma estrutura específica na cobertura da construção. Se o telhado for simplesmente uma laje, é preciso impermeabilizá-la; se for feito de telhas de cerâmica, é preciso retirá-las e colocar placas de compensado que servirão de base para a cobertura vegetal. Ali serão colocados a terra e o adubo para o crescimento das plantas. Mantas onduladas, para impedir que o substrato escorra, mantas de impermeabilização para evitar infiltrações na construção, e dutos de irrigação e drenagem também fazem parte do projeto de um telhado verde.

2.2 O Uso Histórico Dos Telhados Verdes

A utilização de telhados verdes é antiga. Na pré-história vai desde os primeiros homens na África até o desenvolvimento da escrita há aproximadamente 5000 anos. Durante esse período, as sociedades humanas passaram por profundas transformações em sua interação com a natureza. Com o passar dos tempos, todas as regiões do planeta foram ocupadas e seus habitantes passaram a explorar os recursos naturais disponíveis, como a caça, a pesca e a coleta de vegetais

Há aproximadamente 10 mil anos, o planeta passou por mudanças climáticas que levaram à consolidação das estações do ano como as conhecemos hoje. Esse foi um dos fatores que levaram à chamada revolução neolítica – populações humanas tornaram-se sedentárias e passaram a investir seus esforços na construção de assentamentos permanentes. Erguem-se então as primeiras cabanas: edificações idealizadas e construídas pelos homens para proporcionar abrigo e conforto aos habitantes.

Em diferentes locais do mundo, os primeiros telhados verdes cobriram as cabanas de agricultores e pescadores. Eram construídos aproveitando a declividade dos solos e as plantas disponíveis do local. O objetivo era manter o interior das estruturas aquecidas ou frescas conforme o clima local. Na Europa estas habitações são conhecidas como *Sod Houses* ou casas de turfas e nas Américas como Casas Subterrâneas (Figura 1).

FIGURA 1: *Sod Houses* ou casas de turfas

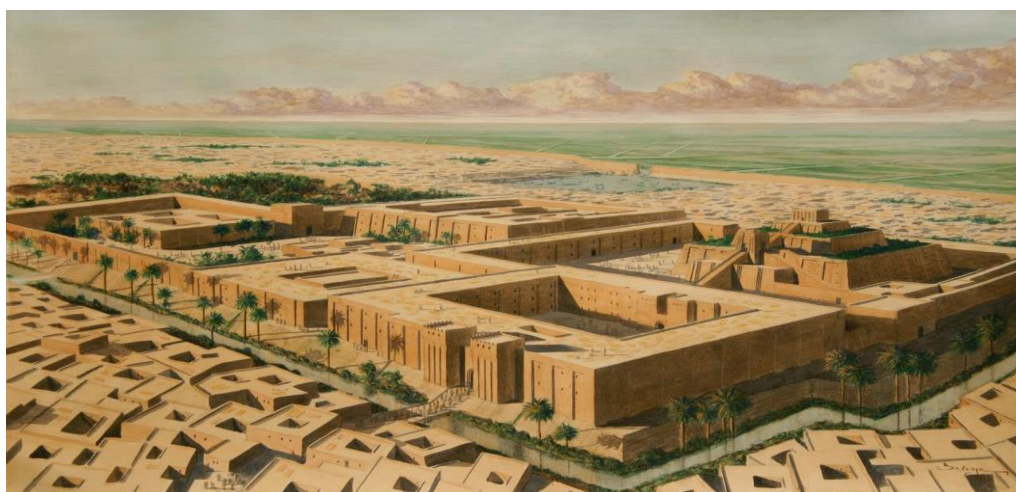


Fonte: <https://tinyurl.com/yxqnlmp> - Acesso em: 28 nov. 2020.

Embora não haja registros precisos do seu aparecimento, evidências de jardins sobre terraços, são encontrados desde as antigas civilizações que floresceram nos vales dos Rios Tigre e Eufrates.

Os primeiros registros de edificações vegetais datam de 2500 anos antes da era cristã com os antigos templos na antiga Mesopotâmia, atual Iraque, conhecidos como *Zigurates* (Figura 2). Estes templos eram utilizados para a realização de cerimônias, mas também serviam como observatórios astronômicos voltados para a previsão das cheias e definição de épocas de plantio e colheita pelas elites (OSMUNDSON, 1999).

FIGURA 2: Zigurate antigo templo Mesopotâmico



Fonte: <https://tinyurl.com/y37q8odj> - Acesso em 28 nov. 2020.

Segundo ROLA (2008), ainda na Mesopotâmia há vários vestígios históricos da existência de outra edificação também coberta com vegetação, um enorme templo chamado *Etemenanki*, *Zigurate*. Em geral associada à *Torre de Babel* (Figura 3), que é descrita no Livro *Gênesis* (Gênesis 11.1-9), da Bíblia, como uma das mais famosas lendas da humanidade.

FIGURA 3: A Torre de Babel por Pieter Bruegher, pintor Belga.



Fonte: <https://tinyurl.com/y5jpsbt> - Acesso em 28 nov. 2020.

Considerado entre as sete maravilhas do mundo antigo, os Jardins Suspensos da Babilônia (Figura 4) são o exemplo de telhado verde mais extraordinário historicamente (ROLA, 2008). Acredita-se que os jardins foram construídos pelo Rei Nabucodonosor II por volta de 500 a.C. para agradar e consolar a rainha *Amytis*, que se encontrava acometida pela saudade das paisagens montanhosas e verdejantes de sua terra natal, a Média (antiga Pérsia), (OSMUNDSON, 1999 *apud* ROLA, 2008).

FIGURA 4: Representação artística dos Jardins Suspensos da Babilônia



Fonte: <https://tinyurl.com/y4rzxk3s> - Acesso em 28 nov. 2020.

Séculos após o gigantesco desenvolvimento econômico e arquitetônico conseguido pelas Cidades-estados mesopotâmicas, destacam-se as edificações dos povos que ocupavam a região que hoje pertence à Grã-Bretanha. Há 3700 a. C. diversos grupos construíram casas com telhados de turfa sobre estruturas de pedra e madeira (Figura 5). Estas casas estariam relacionadas às mesmas sociedades que construíram os incríveis monumentos de *Stonehenge* (CASTELEN, 2002). Nestes locais no norte da Europa, o clima frio estimulava a construção de edificações cobertas de turfa que funcionavam como isolantes térmicos.

O Império Romano também apresentou o uso de telhados verdes. Os romanos viviam em torno do Mar Mediterrâneo e eram essencialmente urbanos. Suas colônias eram bem organizadas e governadas por famílias aristocratas, que cultivavam jardins intensivos nos telhados.

Tetos verdes também eram observados nas coberturas de edificações de uso público (Figura 5). Um exemplo é o Mausoléu do Imperador Adriano localizado em Roma, no qual foram plantadas árvores nas coberturas, no entanto não existem mais plantas no telhado.

FIGURA 5: Reconstrução do telhado verde do Mausoléu do Imperador Adriano



Fonte: <https://tinyurl.com/y6n2elx2> Acesso em 28 nov. 2020.

Há milênios, as regiões polares dos continentes norte-americano e Europeu são habitadas por povos indígenas conhecidos como esquimós. Esses povos são formados por diferentes grupos que falam línguas distintas, mas exploram o mesmo tipo de ambiente: as zonas geladas próximas ao círculo Polar Ártico. São conhecidos

através da televisão e literatura pelos iglus, utilizando as cabanas construídas com parede de pedras, ossos de baleia e vegetações durante o período de caça.

O clima frio também estimulou no norte da Europa outros grupos humanos a fortificar e melhorar as construções cobertas com vegetação. Um desses grupos foram os Vikings, povo conhecido por suas explorações marítimas no Mar do Norte e Círculo Polar Ártico – região na qual se situam hoje Escócia, Irlanda, Noruega, Finlândia, Suécia, Dinamarca e Islândia.

Foram encontradas também nos Estados Unidos e Canadá entre os séculos XIX e XX, modelos de construções similares a Islândia e Escandinávia trazidos pelos imigrantes do Norte da Europa.

Com a queda do Império Romano, a população sofreu profundas transformações sociais, políticas e econômicas decorrentes das invasões, e saques sofridos pelas colônias nas regiões da Europa e norte da África. Até então controlados pelos romanos foram abandonadas e a população essencialmente urbana fugiu para o interior.

A Torre Guinigi foi construída na segunda metade do século XIV por uma família de ricos comerciantes (Figura 6), que construíram o jardim como um símbolo de renascimento. Possui 44 metros de altura com sete pés de carvalho no seu telhado e o monastério de São Miguel na Normandia no século XIII (Figura 6).

FIGURA 6: Torre Guinigi em Luca na Itália



Fonte: <https://tinyurl.com/yyhkfdyy> - Acesso em 28 nov. 2020.

FIGURA 7: Monastério de São Miguel na Normandia

Fonte: <https://tinyurl.com/yy8spnql> - Acesso em 28 nov. 2020.

Após as revoluções científica e industrial disseminarem novos materiais e técnicas construtivas. Diversas novas estratégias para cobertura das edificações surgiram e os telhados verdes perderam parte de sua importância. Ainda assim, existem exemplos de edificações que utilizaram essas estruturas durante o período que compreende as Idades Moderna e Contemporânea. Ao longo dos séculos XVIII e XIX um conjunto de treze casas conectadas por uma passagem central foi construído na fazenda de Glaumbaer no norte da Islândia. Estas edificações foram construídas com madeira, pedra e turfa e eram utilizadas como áreas comuns para dormir e comer. Apresentavam ainda uma cozinha, uma despensa e uma oficina de ferreiro para produção de ferramentas. Foram habitadas até 1947 e depois transformadas em museu a céu aberto chamado *Skagafjprour Folk Museum* (Figura 8).

FIGURA 8: Skagafjprour Folk Museum

Fonte: <https://tinyurl.com/2gzs7q> - Acesso em 28 nov. 2020.

Ainda durante o século XVIII, na fazenda Bustarfell localizada a Nordeste Da Islândia, um conjunto de 17 edificações com telhados e paredes de turfa foi erguido. São 17 casas construídas com rochas, madeira e turfa nos telhados e paredes. Na década de 1960 as edificações foram reformadas e algumas benfeitorias foram acrescentadas como eletricidade, água corrente e alguns consertos com cimento. Fazem parte da Coleção do Museu Nacional de edificações históricas desde 1943 (Figura 9).

FIGURA 9: Fazenda Bustarfell



Fonte: <https://tinyurl.com/y57vk3jf> - Acesso em 28 nov. 2020.

O movimento de esverdeamento das coberturas como o conhecemos hoje teve origem na década de 1880 na Alemanha. Houve, intencionalmente, inovação no desenvolvimento de telhados verdes devido à rápida urbanização e industrialização da construção em Berlim. Um exemplo desse movimento é o bloco de apartamentos conhecido como “quartel de aluguel” (*Mietskasernen*) (Figura 10), que foi construído para abrigar a massa crescente de trabalhadores.

FIGURA 10: Mietskasernen (quartel de aluguel) em Berlim



Fonte: <https://www.gettyimages.ie/> - Acesso em 28 nov. 2020.

Com o avanço tecnológico, as coberturas planas inspiradas por aquelas de climas desérticos, que tem função utilitária de cozimento e secagem, além de recreação) passaram a ser admiradas por estrelas do movimento modernista, como Frank Lloyd Wright e Le Corbusier, e o paisagista Burle Marx no Brasil, que incluiu o terraço como um dos cinco pontos de “A nova Arquitetura, formalizados em 1927, na Revista *L’Esprit Nouveau*: “o espaço na cobertura é o mais distante do ruído da rua, completamente exposto à luz do sol e o ar mais puro”. O terraço acessível tinha função primordialmente recreativa; porém, o uso de vegetação como arbustos e rasteiras era considerado estratégico para a conservação da laje (MENDES, 2014):

Para manter um nível consistente de umidade no terraço jardim e assim evitar que o concreto armado rachasse, Le Corbusier plantou flores, grama e arbustos no espaço (Figura 11).

FIGURA 11: La Roche House



Fonte: <https://www.arquiteturaemrede.com.br/> - Acesso em 28 nov. 2020.

Em Nova York, o Rockefeller Center, o Projeto de Raymond Hood, com seus tradicionais jardins construídos em meados dos anos 1930 (Figura 12) mantém até os dias de hoje as membranas de impermeabilização originais, segundo (NASCIMENTO, 2008).

FIGURA 12: Rockefeller Center



Fonte: <https://tinyurl.com/y53x4q6o> - Acesso em 28 nov. 2020.

Em Londres no fim dos anos 1930 foi construído o terraço-jardim da primeira loja de departamentos da *Derry & Toms* (Figura 13). Com cerca de 6000 m², consiste de jardins em estilo espanhol e inglês, pátios ajardinados no estilo Tudor e em jardim aquático, a aproximadamente 35 mil de altura no centro de Londres (OSMUNDSON, 1999, apud NASCIMENTO, 2008).

FIGURA 13: *The Roof Garden, Derry and Toms Summer, 1973*



Fonte: <https://tinyurl.com/y6b8bjgt> - Acesso em: 28 nov. 2020.

Em 1999 em Toronto no Canadá, foi criada a organização *Green Roofs Healthy Cities* (telhados verdes para as cidades saudáveis) com a intenção de desenvolver trabalhos que estimulassem a indústria dos telhados verdes na América do Norte (SANTANA, 2017).

Em 2008, a Comissão Europeia determinou que as cidades que adotassem medidas sustentáveis receberiam o título de “Capital Verde Europeia” a partir de 2010 como o objetivo de tornar o meio ambiente mais saudável. A primeira cidade a receber este prêmio foi Estocolmo na Suécia, seguida por Hamburgo na Alemanha (2011), Vitoria-Gasteis na Espanha (2012) e Nantes na França (2013) (REBOLAR, 2017).

Copenhague na Dinamarca aprovou a implementação de uma lei, visando a economia de energia e a melhoria do ar. A primeira cidade do mundo a adotar os telhados verdes foi Toronto no Canadá. Toronto adotou a lei dos telhados verdes, que criou 1,2 milhão de metros quadrados de espaço verde em diferentes tipos de construções. Possuindo uma meta de cobrir de vegetação os terraços das cidades com o objetivo de ser carbono zero até o ano de 2025 (REBOLAR, 2017), (Figura 14).

FIGURA 14: Telhado verde em Copenhague



Fonte: <https://inhabitat.com/> - Acesso em 28 nov. 2020.

Ganha força a construção de telhados verdes como uma maneira de gerenciar com mais eficiência as águas pluviais e residuais. Considerando que estudos mostraram que nos próximos 100 anos haverá uma precipitação pluvial até 30% maior que a atual (REBOLAR, 2017), os terraços verdes surgem como solução para os

problemas de impermeabilização dos centros urbanos. Neste contexto, observa-se a busca por formas de solucionar problemas no desenho urbano que sejam pautadas pela sustentabilidade e preservação da biodiversidade.

Com base nessas medidas, a legislação de 2008 de Copenhague, estipulou que todas as coberturas de edifícios novos com inclinação menor que 30° deveriam ser cobertas com vegetação. Quando o plano realmente entrou em vigor em 2010 a cidade tinha apenas 40 telhados verdes com uma área de 200 mil metros quadrados. Com esse novo plano, a estimativa é de que 5000 mil metros quadrados serão adicionados à área verde a cada ano.

Os telhados desenvolvidos em Copenhague hoje estão localizados em edifícios comerciais, residenciais e públicos (Figura 15).

FIGURA 15: Copenhill



Fonte: <https://epocanegocios.globo.com/> - Acesso em 28 nov. 2020.

De modo geral, além de melhorar a qualidade geral do ar, as coberturas vegetais também podem assumir a função de isolamento térmico e acústico, reduzindo assim a demanda por ar condicionado durante o verão e aquecimento no inverno mais frio. Isso sem contar que eles são bloqueadores das partículas de poeira purificando o ar e retendo o volume de água da chuva, reduzindo o problema de enchentes durante chuvas fortes.

Como as cidades enfrentam o aumento da população e a escassez de espaço, Madrid na Espanha, lança em 2014 o Projeto Madrid + Natural que enfatiza a

importância de promover o desenvolvimento de uma infraestrutura urbana verde para proteger os edifícios de mudanças de temperaturas e climas extremos (REBOLAR, 2017) (Figura 16). Este relatório Madrid + Natural apresenta várias soluções, dentre as quais os telhados verdes são utilizados como fonte de regulação do ambiente urbano de Madrid, além de responder a alguns problemas, como a poluição, o aumento das chuvas, as altas temperaturas e a perda gradual da biodiversidade local. Para reduzir as emissões de carbono das cidades, o documento também destaca a importância de tornar a infraestrutura existente mais ecologicamente correta, criando habitats mais naturais para flora, fauna e humanos.

FIGURA 16: Telhado verde com plantas aromáticas, Banco Santander- Madrid



Fonte: <https://tinyurl.com/yydfpkrv> Acesso 28 nov. 2020.

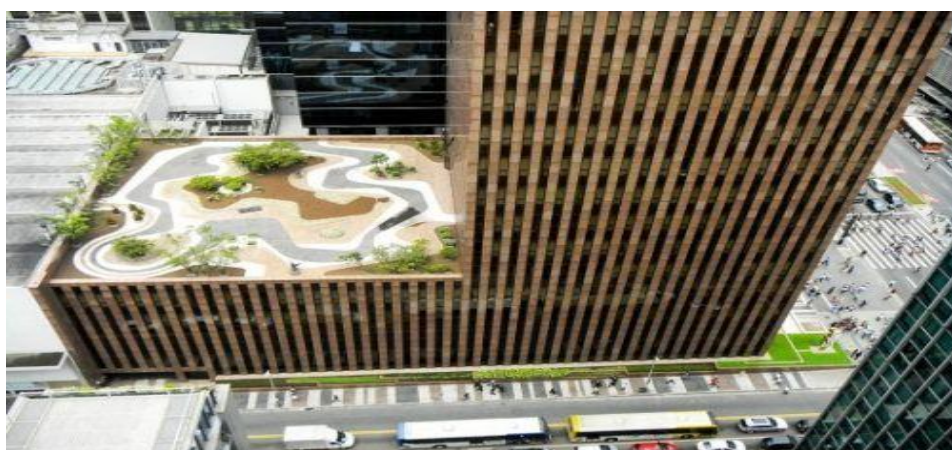
No Brasil a primeira construção a utilizar tetos verdes foi o Palácio Gustavo Capanema – atualmente a sede do Ministério da Educação – projeto do arquiteto Lucio Costa no Rio de Janeiro em 1947 (Figura 17). Depois em 1988 no Banco Safra em São Paulo e em 1992 (Figura 18), a arquiteta Rosa Grená Kliass e Jamil Kfourri projetaram os jardins do Vale do Anhangabaú em São Paulo (Figura 23).

FIGURA 17: Terraço Jardim do Palácio Capanema, Rio de Janeiro



Fonte: <https://tinyurl.com/y5h3sfww> - Acesso em: 28 nov. 2020.

FIGURA 18: Telhado-jardim Mineral, na sede do banco Safra, São Paulo



Fonte: <https://tinyurl.com/yya85rls> - Acesso em: 28 nov. 2020.

FIGURA 19: Edifício Matarazzo



Fonte: <https://tinyurl.com/y5wlayvw> - Acesso em: 28 nov. 2020.

Percebe-se que, no Brasil, desde a década de 1990, a utilização do telhado verde está se expandindo lentamente. Os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul são os mais notórios na aplicação destes sistemas, havendo inclusive, nas capitais destes estados, leis de incentivo à construção de coberturas vegetadas. (FERRAZ, 2012).

Atualmente no Brasil o interesse pela tecnologia é ainda relativamente pequeno, é possível notar uma expansão da quantidade e variedade de estudos relacionados ao tema desenvolvidos no país. Também se destacando a existência de empresas que utilizam técnicas modernas e adaptadas ao Brasil.

A empresa Ecotelhado em 2005 (Porto Alegre/RS) foi a primeira empresa brasileira a comercializar o Telhado Verde e, junto ao Instituto Cidade Jardim (Itu/SP) em 2008, são as principais empresas em destaque no mercado, tendo executados diversas obras e possuindo técnicas modernas e adaptáveis a diversos tipos de construção.

3 BENEFÍCIOS DO TELHADO VERDE

Segundo levantamento bibliográfico, os telhados verdes possuem uma série de vantagens em relação às coberturas tradicionais. Nesta seção serão mostrados os principais benefícios desse tipo de estrutura.

3.1 Biodiversidade

Os telhados verdes consistem no desenvolvimento de vegetação na cobertura das edificações, transformando uma cobertura inerte, em viva. Essa composição orgânica composta de plantas e substrato, forma um novo habitat para várias espécies, como artrópodes, aves, entre outros. Dessa forma, a junção entre esses tipos de coberturas vegetadas proporciona o fluxo das espécies que, por sua vez, caracteriza maior valor ecológico e maior biodiversidade (BRAAKER *et. al*, 2014, apud MENDONÇA, 2017).

Outras pesquisas confirmam que os telhados vegetados possuem impacto muito mais amplo. Eles servem como habitats para diversas espécies urbanas e se tornam elementos essenciais para a preservação da biodiversidade das grandes cidades (MENDONÇA, 2017).

3.2 Retenção de Água da Chuva

Segundo dados da ONU (2015), o crescente aumento da população urbana que representa 54% da população mundial e 85% da população brasileira -- nos alerta a pensar soluções para mitigar os problemas causados pela urbanização. Entre esses problemas, um dos mais importantes é a impermeabilização da superfície devido à construção de ruas e calçadas, o que reduz a infiltração natural das águas pluviais e aumenta o escoamento superficial, acarretando em inundações.

As metodologias utilizadas para a captação e armazenagem das águas de chuva podem apresentar algumas variações, dependendo das características do local onde são implantadas, a estação do ano, a profundidade do substrato, a umidade, o tipo e número de camadas utilizadas na sua construção, a inclinação da cobertura, as propriedades físicas dos substratos, o tipo de plantas utilizadas e a intensidade das chuvas.

De acordo por Cunha e Mediondo, 2004 *apud* Baldessar, 2012:

[...] desenvolveu uma pesquisa na Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) da Universidade de São Paulo (USP), apresentou capacidade de absorção de água pluvial, partindo de um solo seco, de aproximadamente 14 mm e ainda demonstrou ser capaz de absorver a água pluvial no momento de maior intensidade de chuva. Os pesquisadores concluíram que este resultado comprova que a CVL gera o retardamento no escoamento de águas pluviais equivalente a 14 mm de chuva, se comparado com uma cobertura tradicional, onde a maior parte deste montante seria destinada diretamente à rede pública de drenagem urbana, ocasionando um superfluxo que pode gerar inundações. Assim, a pesquisa demonstrou a eficácia de telhados verdes no que tange ao combate e prevenção de enchentes.

As águas captadas podem ser utilizadas para consumo doméstico, industrial e rural. De acordo com (TOMAZ, 2003, *apud* MONTEIRO e FARIAS, 2012) Em relação ao consumo doméstico, as águas captadas e armazenadas podem ser utilizadas nas descargas de banheiro, na lavagem de pisos, roupas e na irrigação de jardim. No uso industrial podem ser utilizadas para resfriamento de equipamentos, irrigação de jardins, serviços de limpeza, entre outros. Na área rural, podem ser utilizados na irrigação de lavouras.

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2007) regulamenta o uso da água da chuva através da Norma NBR 15527, que fornece requisitos para o aproveitamento das águas de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não-potáveis. E sua capacitação até momento é gratuita, relativa simples e eficaz, e o seu armazenamento reduz a quantidade de água despejada nos arruamentos no momento do evento de chuva (FERREIRA e MORUZZI, 2007).

3.3 Redução da Poluição Atmosférica

De acordo com Leal, Farias e Araújo (2008):

O desenvolvimento industrial e urbano tem originado em todo o mundo um aumento crescente da emissão de poluentes atmosféricos. O crescimento das concentrações atmosféricas destas substâncias, a sua disposição no solo, nos vegetais e nos materiais é responsável pela redução da produção agrícola, danos nas florestas, degradação de construções e obras de arte de uma forma geral origina desequilíbrios nos ecossistemas.

O mundo todo está sentindo os efeitos negativos trazidos pela poluição atmosférica e agravados pelo desmatamento. A emissão de partículas e metais

pesados por veículos e fábricas, ainda que em baixas concentrações, agrava os problemas respiratórios da população e pressiona os sistemas de saúde do mundo inteiro.

Tetos verdes contribuem para a redução da poluição do ar já que a vegetação do telhado absorve CO₂ do ar para o seu processo de fotossíntese natural e libera oxigênio livre de poluição, e também filtrando os poluentes e metais pesados da água da chuva, melhorando a qualidade do ar das cidades. (MINKE, 2004, *apud* SANTANA, 2017).

3.4 Produção de Alimentos

A produção de alimentos nos telhados verdes oferece uma oportunidade de plantio alimentar saudável, principalmente em áreas de grande concentração urbana, onde os espaços das lajes podem ser utilizados para o cultivo de alimentos. Segundo Tomaz (2007) *apud* Rebollar *et al.* (2017) em alguns países (Haiti, Colômbia, Tailândia, Rússia e Canadá) topos de coberturas e sacadas têm sido usadas para produzir frutas e vegetais.

Em Vancouver no Canadá, o Hotel *Fairmont Waterfront*, com 2100 m² de jardim no telhado, se tornou um dos primeiros a ter um telhado verde. A economia em seu restaurante é de cerca US\$ 30.000 (trinta mil dólares) por ano, e tem mais de sessenta variedades de ervas, legumes, frutas e flores comestíveis, bem como mais de dez espécies diferentes de aves no local (KLINKENBORG, 2009 *apud* Silva, 2011) (Figura 20).

FIGURA 20: Hotel *Fairmont Waterfront* produz comida no telhado.



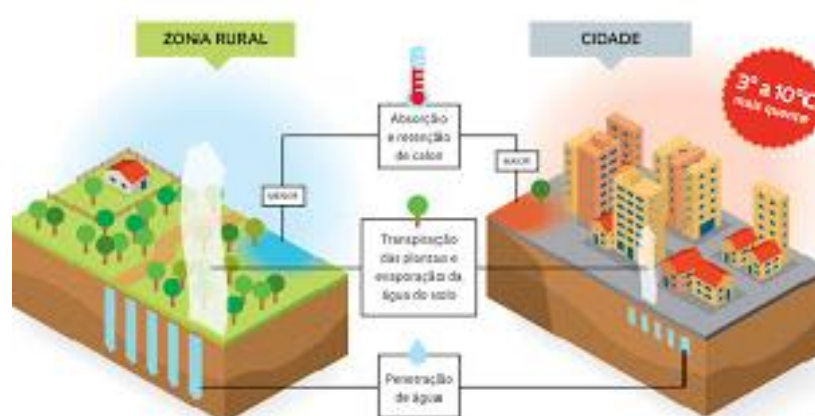
Fonte: <https://tinyurl.com/y4aen368> - Acesso em: 29 nov. 2020.

3.5 Redução da ilha de calor urbano

Ilha de calor é um fenômeno climático que ocorre a partir da elevação da temperatura de uma área urbana se comparada a uma zona rural. Ele ocorre devido à substituição da cobertura vegetal em grandes aglomerados urbanos por materiais com propriedades térmicas que favorecem a absorção de radiação ao longo do dia – asfalto e concreto por exemplo. Além disso, a geometria das grandes cidades, caracterizada por prédios altos e muitas construções, modifica os padrões de circulação dos ventos e dificulta a formação de áreas convectivas, o que altera o padrão de chuvas do local e piora a qualidade do ar.

A utilização da técnica de cobertura verde, traz benefícios bastante significativo para as grandes cidades reduzindo esse efeito, pois reinsere na cidade a evapotranspiração, a percolação de água e uma menor capacidade de retenção de calor, como pode ser visto na figura 21.

Figura 21: Ilhas de calor



Fonte: <https://tinyurl.com/y6qaz9s3l> - Acesso em: 29 nov. 2020.

Em busca de novas tecnologias para tornar as edificações sustentáveis, o telhado verde foi resgatado da antiguidade e tem sido um aliado na diminuição das ilhas de calor nas grandes cidades reduzindo as temperaturas internas das edificações e ajudando a melhorar a qualidade do ar e controlar o efeito estufa.

Silva (2011) e Santana (2017) relatam que a eficiência dos telhados verdes em relação aos telhados de concreto, cerâmica, metálicos ou de fibrocimento já que esses últimos armazenam radiação solar e reemitem na forma de calor o que pode tornar as cidades até 17°C mais quentes. Com a vegetação instalada, parte da radiação solar é refletida e outra parte é absorvida e não se dispersa no ambiente; é essa capacidade de absorver calor ao ambiente que diminui a formação das ilhas de calor aumentando a sensação de bem estar da população especialmente nos dias mais quentes.

Catuzzo (2013), testou a eficiência dos telhados verdes na atenuação das temperaturas e, portanto, no aumento do conforto ambiental e minimização das ilhas de calor que se formam sobre as grandes cidades. O autor estudou dois edifícios localizados no centro de São Paulo. O primeiro, foi o Edifício Conde Matarazzo (sede da Prefeitura Municipal de São Paulo) que possui um amplo telhado verde, e o segundo foi o Edifício Mercantil/FINASA, que possui laje de concreto. Os dois edifícios estão no centro de São Paulo e estão dentro da mesma zona microclimática.

Os resultados da pesquisa indicam que o edifício com telhados verdes ficou até 5,3 graus Celsius (°C) mais frio do que o edifício de concreto e a umidade relativa do ar foi 15,7% maior.

[...] o telhado verde além de absorver e emitir parte da radiação solar, também contribui para o aumento da quantidade de umidade em decorrência da evaporação, evapotranspiração e redução do aquecimento, ou seja, influência tanto no balanço de radiação, quanto no de energia. Este tipo de estrutura é essencial para a área central, onde os eventos como a formação da ilha de calor, as enchentes, os ventos, entre outros, são potencializados pelas ações antrópicas (CATUZZO, 2013).

3.6 Isolamento Acústico

As camadas de solo, vegetação e ar presas entre as plantas e as superfícies construídas podem funcionar como isolantes acústicos já que são capazes de absorver ondas sonoras.

Segundo Minke (2004) o efeito acústico ocorre pela redução da passagem de som do exterior para o interior. O telhado verde pode reduzir a reflexão do som em até 3dB (decibéis) e melhorar o isolamento acústico em até 8 dB (decibéis).

3.7 Efeitos Terapêuticos, Estéticos e Sociais

O benefício de ter vegetação claramente visível, mesmo que inacessível foi constatado por pesquisas realizadas em hospitais, com o simples fato de pacientes poderem contemplar a vista da natureza das janelas dos quartos (HENEINE, 2008 apud GATTO, 2012).

Segundo MINKE (2004), os telhados verdes compostos com ervas aromáticas podem proporcionar a difusão de aromas agradáveis pelo ar, funcionando como incensos naturais; têm contribuição estética e influenciam positivamente o bem estar e saúde das pessoas ao seu redor, proporcionando um envolvimento onde os cinco sentidos do ser humano são acionados. Quanto mais um jardim conseguir aguçar o tato, visão, audição, paladar e olfato, mais ele cumpre seu papel.

No Brasil alguns hospitais adotaram telhados verdes para fins terapêuticos. Alguns exemplos são o Hospital Parque Belém em Porto Alegre -- pioneiro na instalação de telhado verde -- o Hospital Sírio-Libanês, o Santa Catarina, o Bom Samaritano e o Albert Einstein em São Paulo. De acordo com (REBOLLAR *et al.*, 2017)

eles funcionam como uma excelente ferramenta para a melhoria na recuperação de pacientes e aumento de conforto humano.

Também como efeito da urbanização, as coberturas urbanas ficaram cheias de estruturas de concreto, diminuindo sensivelmente a integração da população com a natureza. Está sendo possível uma reestruturação com o verde, trazendo a beleza das plantas, árvores e arbustos. Desta forma os arquitetos vêm difundindo as novas técnicas, interagindo a paisagem natural com a modernidade das edificações, promovendo o bem estar da população.

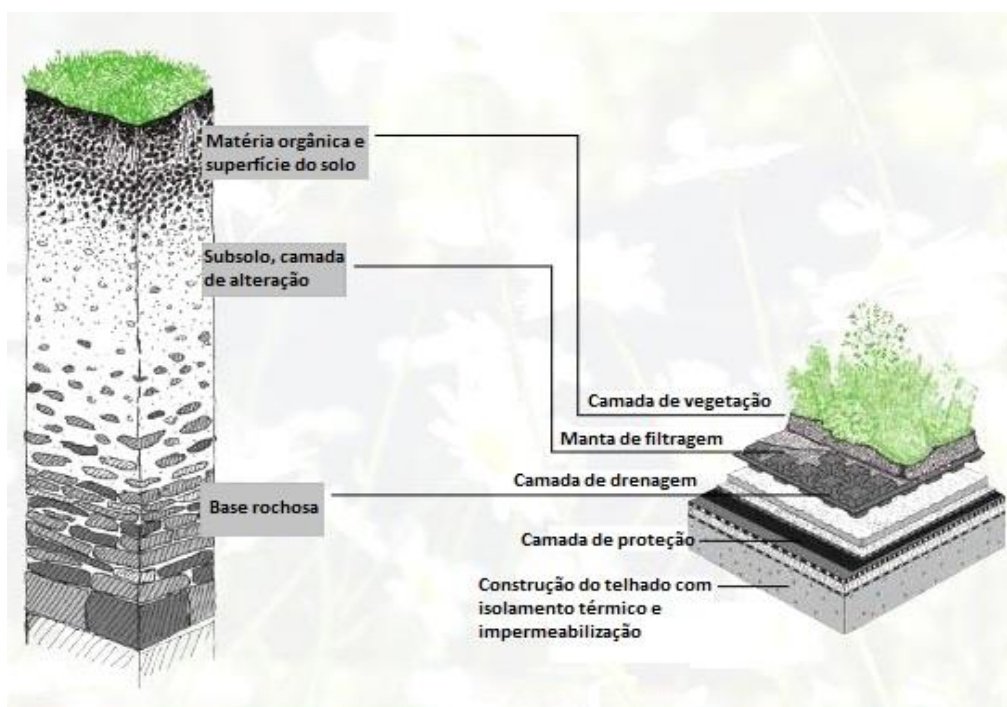
Segundo Rola *et al.* (2008) o telhado verde promove uma solução paisagística agradável, sendo uma ferramenta no aumento de áreas verdes nos centros urbano, aumentando as áreas de lazer, com aproveitamento de locais inertes para a criação de jardins, onde anteriormente não havia mais espaço. Visto que a beleza natural influencia diretamente no estado de ânimo e espiritual humano, assim como o relaxamento das pessoas.

4. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS E DESEMPENHO TÉCNICO DOS TELHADOS VERDES

4.1 Composição estrutural

O telhado verde é composto por 5 camadas, conforme descritas na figura 22.

FIGURA 22: Telhado Verde Com 5 Camadas



Fonte: www.igra-world.com - Acesso em: 29 nov. 2020.

A camada impermeabilizante tem como objetivo proteger a laje contra infiltrações. Existem diversos materiais possíveis para impermeabilizar a estrutura como betuminosos e sintéticos.

A camada drenante tem função de drenar a água da chuva dando vazão ao excesso de água e filtrando-a a fim de separar os poluentes. Pode ser constituída de brita, seixos, argila expandida e tem espessura de 7 a 10 cm.

A camada Filtrante retém partículas que poderiam ser levadas pelo escoamento da água da chuva.

A Membrana de proteção contra as raízes controla o crescimento das raízes que seriam danosas para o sistema.

A camada solo e substrato para telhados verdes onde haverá pisoteio e uso intensivo, existe no mercado uma tecnologia onde todos os componentes estruturais (drenagem, filtro e reservatório) estão numa mesma peça com encaixe lateral, onde o substrato é leve e há um adequado desenvolvimento radicular.

4.2 Vegetação indicada

A escolha das plantas depende de diversos fatores:

- A finalidade e o tipo de telhado verde (intensivo, extensivo ou semi-intensivo);
- A escolha e a espessura disponível do substrato e das diversas camadas de suporte necessária;
- As condições do meio (urbano, rural, exposição ao sol, ao frio, ao vento e à poluição);
- As questões estéticas (composição, integração, etc.);
- A pesquisa da biodiversidade de espécies e habitats;
- As possibilidades de manutenção;
- Aos custos de realização e gestão.

4.2.1 Tipos de plantas a serem cultivadas

Na Tabela 1 encontra-se uma lista de espécies aplicáveis nesse sistema construtivo com características específicas quanto a irrigação, consumo de água, luminosidade necessária, manutenção e adubação.

TABELA 1: 12 Plantas ideais para telhado verde

	Espécies	Irrigação	Consumo de água	Luz	Manutenção (Poda e/ou retirada de plantas invasoras)	Adubação
	Estrelinha dourada <i>Sedum acre</i>	A cada 20 dias	baixo	pleno sol	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses
	Mosquitinho <i>Sedum sp1</i>	A cada 20 dias	baixo	pleno sol	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses
	Bulbine <i>Bulbine frutescens</i>	A cada 10 dias	baixo	pleno sol	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses
	Russelia <i>Russelia equisetiformes</i>	A cada 10 dias	médio	pleno sol / meia sombra	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses
	Rosinha de sol <i>Aptenia cordifolia</i>	1x por semana	médio	pleno sol / meia sombra	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses
	Alho social <i>Tulbaghia violacea</i>	3x por semana	médio	pleno sol / meia sombra	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses
	Lrio dos ventos <i>Zephyranthes candida</i>	3x por semana	médio	meia sombra	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses
	Alyssum <i>Lobularia maritima</i>	3x por semana	médio	pleno sol	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses
	Capim azul <i>Festuca glauca</i>	3x por semana	médio	pleno sol	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses
	Grama preta <i>Ophiopogon japonicus</i>	3x por semana	médio	sombra / meia sombra	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses
	Grama amendoim	3x por semana	alto	pleno sol / meia sombra	mínimo: 1/3 meses Ideal: 1/30 dias	mínimo: 1/3 meses Ideal: 1/30 dias
	Grama esmeralda	3x por semana	muito alto	pleno sol	mínimo: 1/3 meses Ideal: 1/30 dias	mínimo: 1/3 meses Ideal: 1/30 dias

Fonte: <https://www.ecocasa.com.br> - Acesso em: 29 nov. 2020.

Outras espécies também podem ser utilizadas como boldinho (*Plectranthus ornatos*), capuchinha (*Tropaeolum majus*), verbena (*Verbena officinalis*), grama são carlos (*Axonopus compressus*), lambari roxo (*Tradescantia zebrina*), lantana, vedélia (*Sphagneticola trilobata*), clorofito (*Chlorophytum comosum*), lambari (*Tradescantia zebrina*), aspargo (*Asparagus officinalis*), bulbine (*Bulbine frutescens*), alho social (*Tulbaghia violacea*), dinheiro em penca (*Callisia repens*), clúsia (*Clusia major*), calancói (*Kalanchoe blossfeldiana*), rosinha de sol (*Aptenia cordifolia*), amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), dentre outras (ECOTELHADO, 2020).

4.3. Tipos de Telhados Verdes

Essa tipologia depende do tipo de laje onde deverá ser instalado o sistema construtivo e o objetivo que se quer alcançar. Dessa forma, após avaliação estrutural, o telhado pode ser extensivo, intensivos ou semi-intensivo conforme classificação feita pela International Green Roof Association (IGRA) os telhados verdes podem ser classificados em três tipos: extensivo, semi-intensivo e intensivo. A tabela abaixo resume as características de cada uma dessas formas (IGRA, 2011). A tabela 2 abaixo resume as características de cada uma dessas formas.

TABELA 2: Características dos tipos de telhado verde

Itens	Telhado Verde extensivo	Telhado Verde semi-intensivo	Telhado Verde intensivo
Manutenção	Baixo	Periodicamente	Alto
Irrigação	Não	Periodicamente	Regularmente
Plantas	Sedum, ervas e gramíneas	Gramas, ervas e arbustos	Gramado, arbustos e árvores
Altura do sistema	60 - 200 mm	120 - 250 mm	150-400 mm
Peso	60-150 kg / m ²	120-200 kg / m ²	180-500 kg / m ²
Custos	Baixo	Meio	Alto
Uso	Camada de proteção ecológica	Projetado para ser um telhado verde	Parque igual a um jardim

Fonte: www.igra-world.com - Acesso em: 29 nov. 2020.

4.4. Sistemas de telhados verdes e sua execução

Visando a melhor adaptação do telhado verde aos diversos tipos de cobertura existentes, bem como aos diferentes tipos de plantas e regimes hidrológicos, a Ecotelhado Soluções em Infraestrutura Verde Ltda., uma empresa de Porto Alegre/RS, desenvolveu quatro sistemas: Alveolar Leve, Alveolar Grelhado, Laminar Médio e Laminar Alto.

4.4.1. Alveolar Leve

Esse sistema se caracteriza por ser leve, em sua composição possui a membrana alveolar, responsável pela reserva de água para vegetação. Possuindo

pouco peso e é recomendado para telhados onde haverá pouca circulação. O local deve suportar o peso de 80kg/m².

Estrutura do sistema:

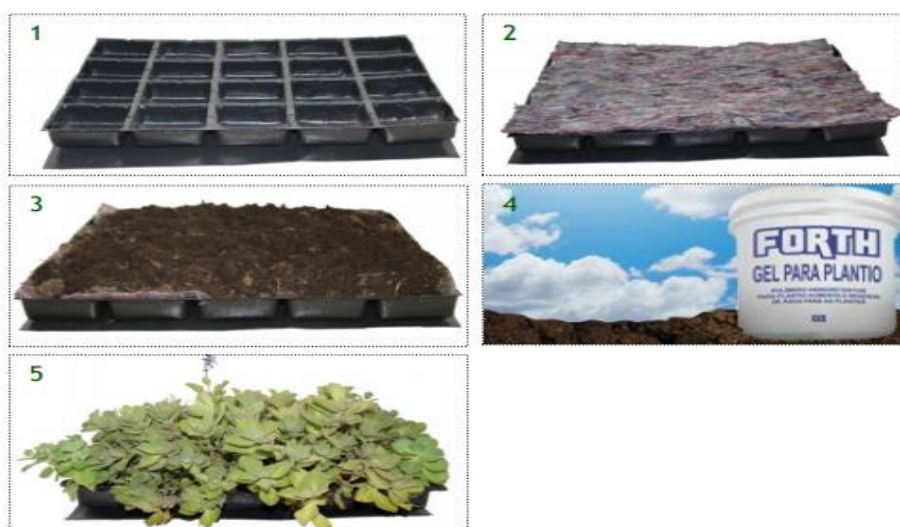
- Módulo: modo semi-flexível, preta, fornecida em placas, possui reservatórios de formato retangular, material de plástico reciclado. Placas nas dimensões de 70 X 115 X 3,5 cm. Retenção de água de 35 l/m². Possui drenagem controlada, retenção de água para as raízes da vegetação (reserva de água sobre as raízes), evita contato direto da vegetação com a laje.
- Membrana de absorção: membrana na tonalidade verde acinzentada, fornecida em rolo, composta de não tecido reciclado, espessura de 5mm, largura de 200 cm e comprimentos diversos. Sua finalidade é de retenção de água e nutrientes para suprir parcialmente as raízes da vegetação.
- Substrato: substrato composto de materiais orgânicos oriundos da indústria de reciclagem, de baixo peso específico com altura recomendada de 3,6 cm de forma a permitir que as raízes rapidamente cheguem nos alvéolos para se abastecer da umidade existente, dentro deste. Proporciona baixa carga na base da cobertura e grande poder de retenção de água e nutrientes.
- Gel: o gel para plantio é um copolímero de poliacrilato de potássio. Seu objetivo é reter a umidade.
- Vegetação de gramíneas ou outra (opcional): membrana em tecido, substrato incorporado e mudas pré-vegetadas de plantas rústica, com predominância de boldo e gramíneas, espessura de 4 mm e dimensões de 75 X 220 cm. Sua finalidade é de retenção de água e nutrientes e suporte para a vegetação rústica pré-vegetada.
- Colocação do módulo sobre a laje ou telhas.
- Colocação da membrana de absorção sobre o módulo.
- Colocação do substrato, com altura recomendada de 3,6 cm.
- Jogar gel a lanço em cima do substrato. Coloque aproximadamente 20 gramas por m².

- Colocação da vegetação escolhida.

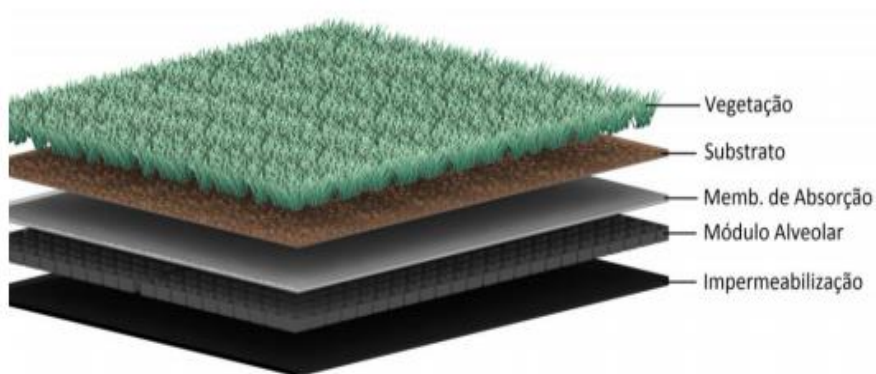
Seguindo a numeração da figura 30, a instalação é detalhada de 1 a 5:

1. Colocação do módulo sobre a laje ou telhas.
2. Colocação da membrana de absorção sobre o módulo.
3. Colocação do substrato, conforme espessura especificada na compra.
4. Jogar o gel a lanço em cima do substrato. Coloque aproximadamente 20 gramas por m².
5. Colocação da vegetação escolhida.

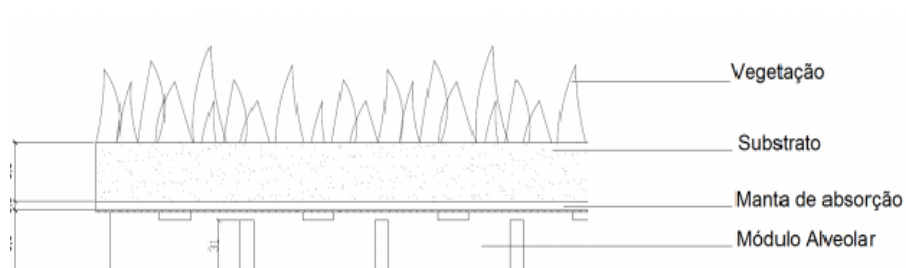
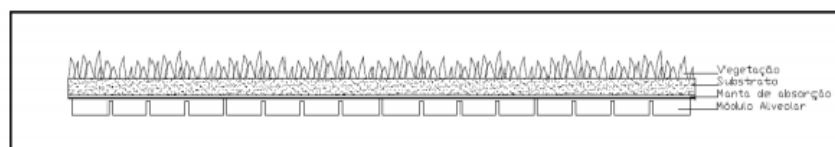
FIGURA 23: Passo a Passo para a Instalação



Fonte: www.ecotelhado.com - Acesso em: 29 nov. 2020.

FIGURA 24: Esquema Estrutural Alveolar Leve

Fonte: www.ecotelhado.com - Acesso em: 29 nov. 2020.

FIGURA 25: Corte

Fonte: www.ecotelhado.com – Acesso em: 29 nov. 2020.

FIGURA 26: Telhado verde com sistema alveolar leve

Fonte: www.ecotelhado.com - Acesso em: 29 nov. 2020.

4.4.2 Alveolar Grelhado

Esse sistema se caracteriza pela presença, em sua composição, da membrana alveolar, responsável pela reserva de água para vegetação, e inclusão da grelha tridimensional de PEAD, que retém o substrato dentro de seus círculos, não permitindo que o mesmo escoe com a inclinação. O local deve suportar peso de 80kg/m².

Estrutura do Sistema

- Módulo: semi-flexível, fornecida em placas, possui reservatórios de formato retangular, material plástico reciclado, placas com espessura de 1400 micras nas dimensões de 140 X 115 X 3,5 cm. (A=1,61m²), retenção de água 35 l/m². Drenagem controlada, retenção de água para as raízes da vegetação (reserva de água sob as raízes), evita contato direto com a laje.
- Membrana de absorção: membrana de tonalidade acinzentada, fornecida em rolos, composta de tecido reciclado, espessura de 5 mm, largura de 200 cm e comprimento diversos. Sua finalidade é de retenção de água e nutrientes para suprir parcialmente as raízes da vegetação.
- Grelha de pavimento natural: cor acinzentada escuro, substrato composto de materiais orgânicos e sintéticos oriundos da indústria de reciclagem, substrato de baixo peso específico e nutritivo, proporcionando baixa carga na base da cobertura e grande poder de retenção de água e nutrientes.
- Gel: o gel para o plantio é um copolímero de poliacrilato de potássio. Seu objetivo é reter a umidade.

Vegetação de gramíneas outra (opcional): membrana de tecido, fornecida em rolo, substrato incorporado e mudas pré-vegetadas de plantas rústicas, com predominância de boldo e gramíneas, espessura de 4 mm e dimensões de 75 x 220 cm. Sua finalidade é de retenção de água e nutrientes e suporte para a vegetação

rústica pré-vegetada. Seguindo a numeração da figura 31, a instalação é detalhada de 1 a 5:

Seguindo a numeração da figura 34, a instalação é detalhada de 1 a 6:

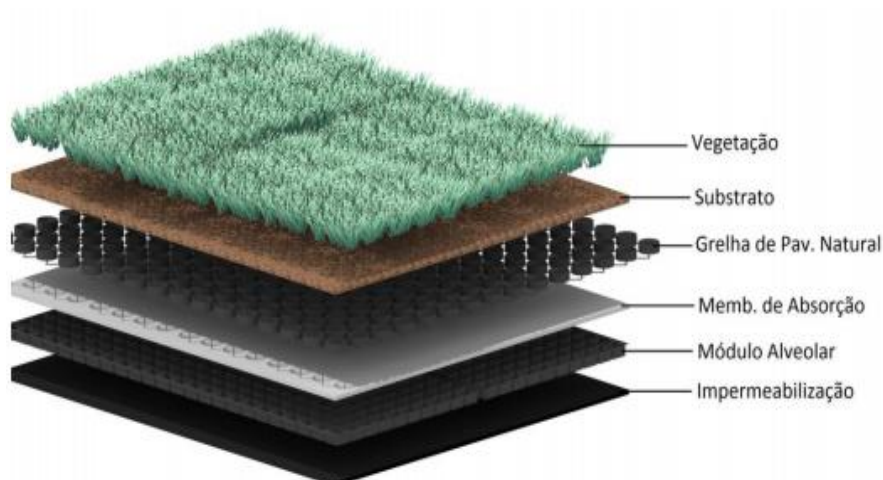
- 1- Colocação do módulo sobre a laje ou telhas;
- 2- Colocação da membrana de absorção sobre o módulo. Colocação da grelha de Ecopavimento, encaixando-as entre si conforme encaixe existente;
- 3- Preenchimento da grelha com substrato leve e nutritivo, preencher toda a grelha e sobrepor o substrato conforme espessura específica na compra;
- 4- Jogar o gel a lanço em cima do substrato, aproximadamente 20 gramas por m²;
- 5 - Colocação da vegetação escolhida.

FIGURA 27: Esquema Estrutural Alveolar Grelhado do Telhado Verde



Fonte: www.ecotelhado.com - Acesso em: 29 nov. 2020.

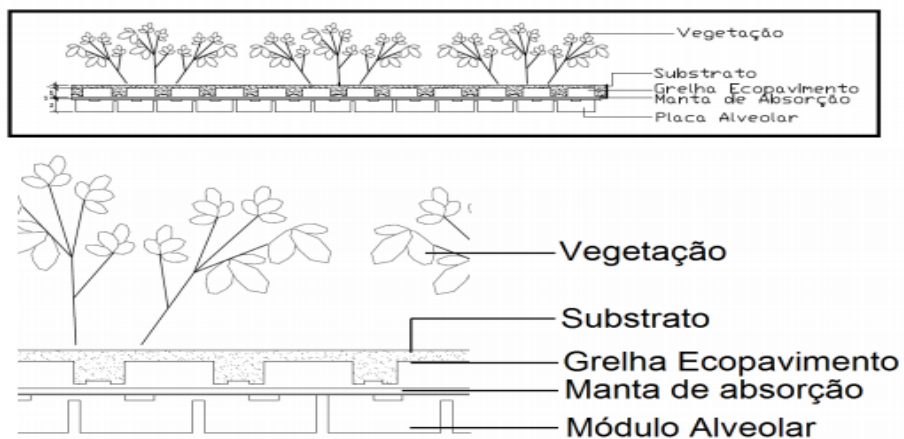
FIGURA 28: Esquema de sistema alveolar grelhado do telhado verde



Fonte: www.ecotelhado.com - Acesso em: 29 nov. 2020.

FIGURA 29: Corte sistema alveolar grelha

o Corte:



Fonte: www.ecotelhado.com - Acesso em: 29 nov. 2020.

FIGURA 30: Telhado verde com alveolar grelhado



Fonte: www.ecotelhado.com Acesso em: 29 nov. 2020.

4.4.3 Sistema laminar médio

Este sistema se caracteriza pelo seu módulo de 7 cm de altura, responsável pela reserva de água de até 50l/m², proporcionando irrigação da vegetação por capilaridade. A laje deverá suportar o peso de 110 kg/m².

Estrutura do Sistema

- Módulo piso nuvem: semi-flexível, preta, fornecida em placas, material de plástico reciclado, medindo 0,40 x 0,40 x 0,07 m, retenção de água 50l/m² para as raízes da vegetação (reserva de água sobre as raízes), reservatório d'água, sem necessidade de irrigação superficial.
- Membrana de absorção: tonalidade verde acinzentada, fornecida em rolo, composta de não tecido reciclado, espessura de 5 mm, largura de 200 cm e comprimento diversos. Sua finalidade é de retenção de água e nutrientes para suprir parcialmente as raízes da vegetação.
- Substrato: cor acinzentada escuro, composto de materiais orgânicos e sintéticos oriundos da indústria de reciclagem, de baixo peso específico. Proporcionando baixa carga na base da cobertura e grande poder de retenção de água e nutrientes.

FIGURA 31: Passo A Passo Para Instalação

Fonte: www.ecotelhado.com - Acesso em: 29 nov. 2020.

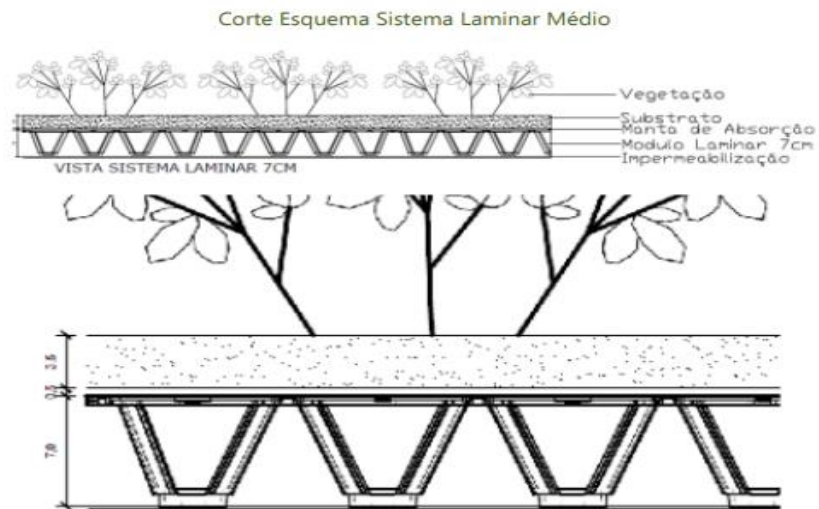
Seguindo a numeração da figura 38, a instalação é detalhada de 1 a 4:

- 1- Colocação do módulo piso nuvem sobre a laje impermeabilizada;
- 2- Colocação da membrana de absorção sobre o módulo;
- 3- Quando utilizado outro tipo de vegetação, coloque substrato antes, conforme espessura (altura) especificada;
- 5- Colocação da leiva de grama.

FIGURA 32: Esquema do sistema laminar médio**Detalhe: Altura de 5cm para escoamento da água**

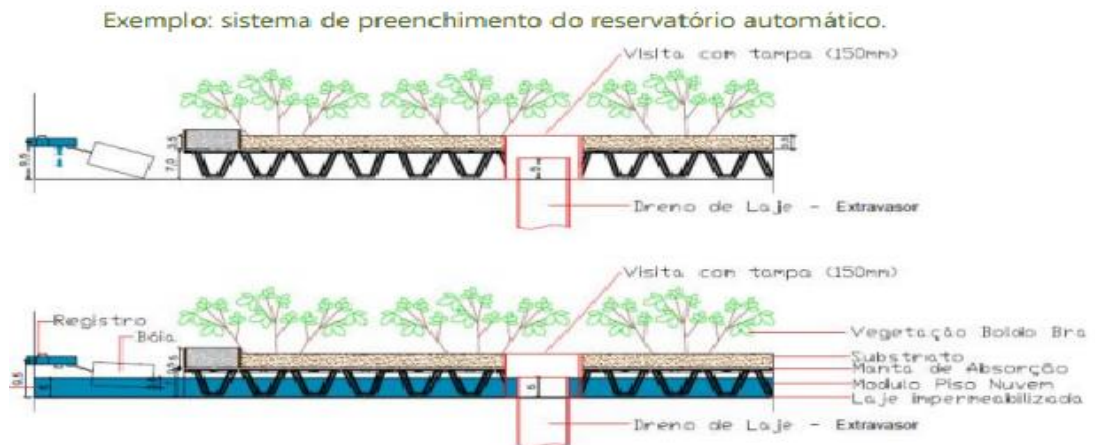
Fonte: www.ecotelhado.com - Acesso em: 29 nov. 2020.

. **FIGURA 33:** Corte sistema laminar médio



Fonte: www.ecotelhado.com - Acesso em: 29 nov. 2020.

FIGURA 34: Sistema preenchimento do reservatório automático



Fonte: www.ecotelhado.com - Acesso em: 29 nov. 2020.

FIGURA 35: Telhado verde com sistema laminar médio



Fonte: www.ecotelhado.com - Acesso em: 29 nov. 2020.

4.4.4 Sistema Laminar Alto

Este sistema proporciona um grande reservatório de retenção de água pluvial, ou seja, na mesma área do Sistema Laminar Ecodreno, funciona como um piso flutuante e sob ele se localiza o reservatório de retenção de água pluvial.

Graças a isto a vegetação possui menor necessidade de irrigação superficial ou, em algumas regiões, até mesmo substitui ou suplementa a irrigação da vegetação e o empreendimento pode se beneficiar com o reservatório de retenção, em alguns casos prescindindo das cisternas enterrada no térreo. O local deve suportar o peso de 250kg/m² e deve ser prevista uma caixa de visita para análise do reservatório (ECOTELHADO, 2020).

Estrutura do Sistema

- Ecodreno: módulo rígido, preto, fornecido em peças, material de plástico reciclado, medindo 0,30 x 0,33 x 0,18 m, retenção de água 160l/m². Drenagem controlada, retenção de água para as raízes da vegetação (reserva de água sob as raízes), reservatório d'água, sem necessidade de irrigação superficial.
- Membrana de absorção: membrana de tonalidade verde acinzentada, fornecida em rolo, composta de não tecido reciclado, espessura de 5 mm, largura de 200 cm e comprimento diversos. Sua finalidade é de retenção de água e nutrientes para suprir parcialmente as raízes da vegetação.

- Membrana anti-raízes: membrana de tonalidade preta, fornecida em rolo, espessura de 200 micras, rolos de 4 m x 100 m. Com a finalidade de proteger a

Impermeabilização contra as raízes.

- Substrato: cor acinzentada escuro, composto de materiais orgânicos e sintéticos oriundos da indústria de reciclagem, de baixo peso específico, proporcionado baixa carga na base da cobertura e grande poder de retenção de água e nutrientes.
- Argila expandida: cor marrom clara, proporcionado baixa carga e suporte para as raízes, com grande poder de retenção de água.

Seguindo a numeração da figura 40, a instalação é detalhada de 1 a 7:

1- Colocação da membrana de absorção sobre toda a área da laje, sobreposição de 10 cm entre membranas;

2- Coloque a tampa azul em todos os cones;

3- Colocação de peças Ecodreno, encaixando um nas outras sobre a laje;

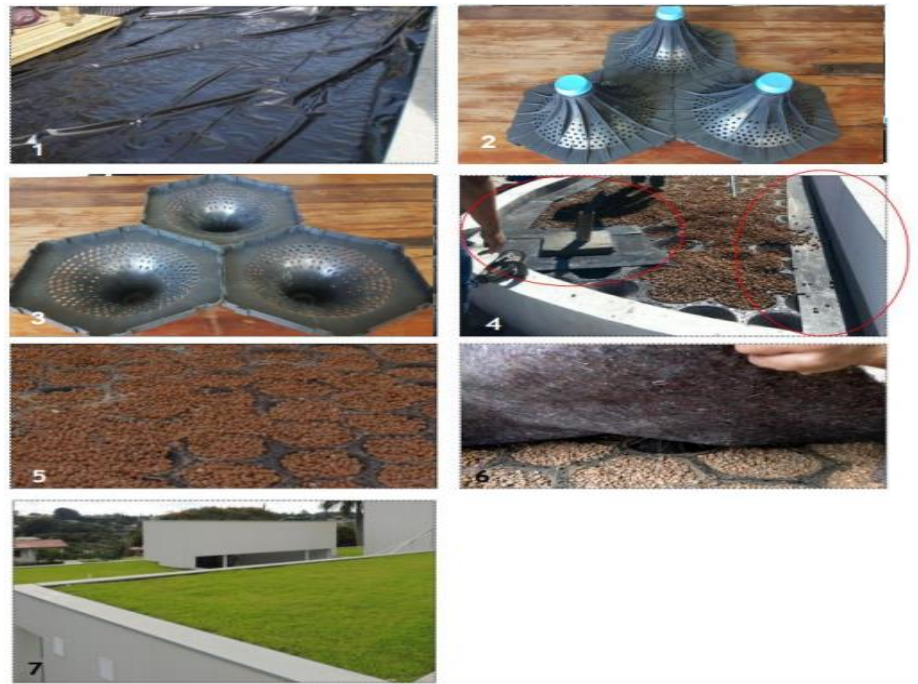
4- Colocação da chapa de PEAD em todo perímetro;

5- Preenchimento interno dos Ecodrenos com argila expandida;

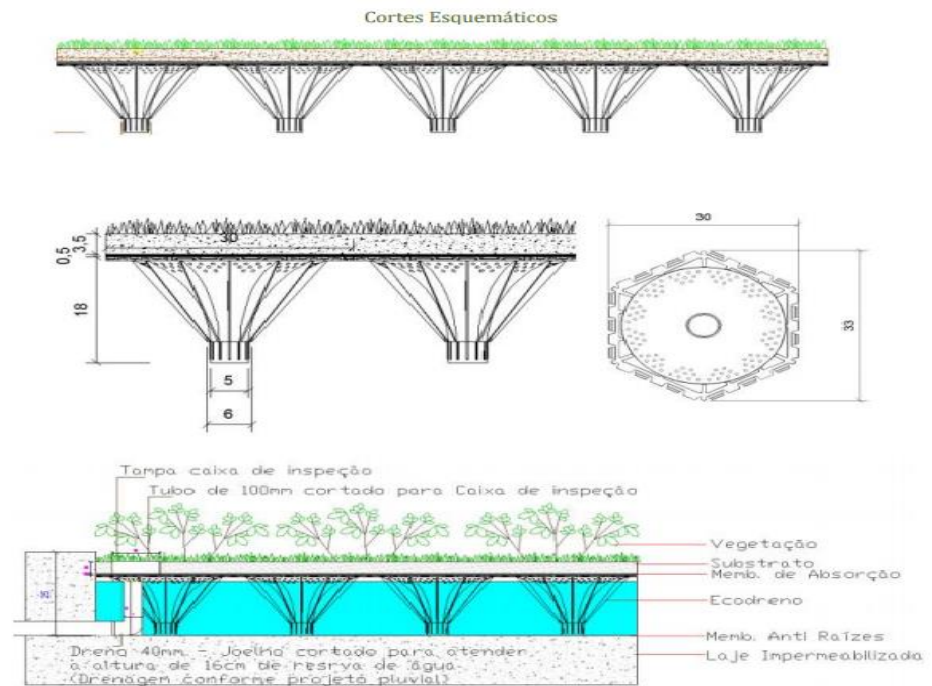
6- Colocação da membrana de absorção sobre os Ecodrenos preenchidos com argila;

7- Colocação da leiva de grama.

Observação: Quando utilizado outro tipo de vegetação, utilizar substrato, variando o volume conforme porte.

FIGURA 36: Passo A Passo Para Instalação

Fonte: www.ecotelhado.com Acesso em: 29 nov. 2020.

FIGURA 37: Cortes esquemáticos dos sistema Laminar alto

Fonte: www.ecotelhado.com – Acesso em: 29 nov. 2020.

FIGURA 38: Telhado verde com sistema laminar alto



Fonte: www.ecotelhado.com - Acesso em: 29 nov. 2020.

5 MANUTENÇÃO

O nível de manutenção será definido a partir do planejamento detalhado do jardim, quais os tipos de plantas que deverão ser cultivadas, a melhor forma de impermeabilização a ser aplicada e a devida vazão para o escoamento das águas de irrigação e chuvas.

As regas e podas são os principais cuidados de manutenção, que devem ser mais frequentes de acordo com a vegetação escolhida. Devem ser tomados cuidados desde a escolha das plantas até as doenças que possam contaminar a vegetação.

É recomendável reservar um ponto de água com boa pressão para irrigação ou sistema de irrigação automatizado para telhados maiores, mesmo para uso eventual. Em alguns locais as estiagens prolongadas o uso da irrigação é imprescindível.

A escolha das plantas com crescimentos semelhantes diminui os cuidados com a poda e o controle de ervas daninhas. Embora cresçam espontaneamente sendo levadas pelo vento ou por pássaros, eles tiram os nutrientes do solo e prejudicam a luz solo na vegetação. Por isso a melhor opção é arrancá-las e de preferência manualmente.

Em jardins, os insetos e pragas são comuns, mas a presença deles não significa que devem ser mortos, em sua maioria, trazem benefícios às plantas. Os insetos devem ser controlados quando prejudicam ou quando representam risco às pessoas ou animais, como aranhas e escorpiões, assim como o uso de inseticidas é desaconselhável.

Também se deve evitar regas excessivas ou falta de sol, evitando doenças causadas por fungos que surgem favorecidas por altas umidades e calor. Caso a doença persista, pode ser um indício de que a planta não é capaz de se adaptar ao ambiente escolhido.

Segundo a ECOTELHADO (2020), recomenda-se fazer uma ou duas visitas anuais que possa verificar a presença de espécies indesejadas como arbóreas. Em caso de notar fraqueza nas plantas, pode se utilizar fertilização com algum composto orgânico em pequena quantidade.

6 CUSTOS

Em 2020, o telhado verde no Brasil possui uma variação de preço entre R\$100,00a 150,00 /m² dependendo do tipo e região, com um custo de implantação maior do que os telhados convencionais ou lajes impermeabilizadas, porém a duração é em média o dobro da opção convencional. Além de proteger a laje concentrando e suportando as diferenças de temperaturas e insolação (UGREEN, 2020).

7 POLÍTICAS PÚBLICAS ENVOLVENDO TELHADOS VERDES

As primeiras políticas públicas implantadas e voltadas para telhados verdes se iniciaram na Europa, na segunda metade do século XX. Outras cidades como Copenhague, na Dinamarca, Nashville, Chicago e Nova Iorque, nos Estados Unidos, e Toronto, no Canadá, implantaram, nas últimas décadas, políticas com incentivo ao uso de telhados verdes, como forma para aumentar áreas verdes em seus territórios (SHARP, 2008). A Tabela 3 mostra com detalhes a descrição de algumas políticas implantadas nestes países supracitados e em outros.

TABELA 3: Políticas públicas de telhados verdes implantadas internacionalmente.

País	Cidade	Descrição da política
Canadá	Toronto	Apresenta como necessária a cobertura verde para novas construções acima de 200 m ² . Desde quando foi aprovada na Câmara Municipal, resultou mais de 1,2 milhões de metros quadrados verdes em diferentes tipos de construções, assim como na economia de energia de mais de 1,5 milhões de KW/h por ano para os proprietários dessas edificações.
Alemanha	---	Foi o primeiro país a adotar a política de telhados verdes em padrões nacionais na década de 1970. Em 2001, a área de telhados verdes na Alemanha já chegava a 13,5 milhões de metros quadrado, chegando a cobrir 14% de todos os telhados do país.
Estados Unidos	Nashville	Uma medida prevê redução de US\$ 10 nas taxas de esgoto para cada metro quadrado de telhado verde.
	Nova Iorque	A Lei estadual concede crédito fiscal de um ano de US\$ 4,50/m ² para quem tem telhado verde em pelo menos 50% da cobertura.
	Chicago	Oferece até 50% do custo ou até US\$ 100.000 para o desenvolvimento de telhados verdes que cubram 50% ou mais do espaço na cobertura.
		As leis, benefícios e/ou incentivos fiscais são reguladas pelos próprios municípios. Na média, o subsídio fica entre 25 € e 50 € por m ² , sendo limitado na maioria dos casos, a metade do

Holanda	Amsterdam	custo total de sua implantação. O objetivo da cidade é ter um total de 800.000 m ² de telhados verdes até o ano de 2030.
Dinamarca	Copenhagen	Estabeleceu como meta para ser neutra em carbono até 2050 e vê os telhados verdes como uma ferramenta chave para atingir esta meta. Todos os novos telhados com menos de 30 graus de inclinação necessitam ter telhados verdes.

Fonte: Kist, 2015; Rangel *et al.*, 2015; Mendonça, 2015, Setta, 2007.

No Brasil, as políticas de incentivos fiscais para práticas sustentáveis ainda são muito tímidas, sendo ainda uma iniciativa voluntária quer em busca de certificação, tendências de mercado ou estética.

TABELA 4: Políticas públicas de telhados verdes implantadas no Brasil.

Cidade	Descrição da política
Santa Catarina	A Lei Estadual nº 14.243/2007 criou o Programa Estadual de Incentivo à Adoção de Telhados Verdes em espaços urbanos densamente povoados, que definiu em seu art. 2º que para fazer parte do programa, a implantação dos sistemas vegetados não poderiam ser inferiores a 40% da área total do imóvel, responsabilizando o Poder Executivo, no art. 3º, a criar parcerias, incentivos fiscais e financeiros aos municípios participantes do Programa.
São Paulo, SP	Aprovado o projeto Lei nº 115/2009, extensivo a todos os prédios com mais de três andares, porém, e até o presente momento, este não votou a ser apreciado pelos parlamentares.
Rio de Janeiro	A Lei Estadual nº 6.349/2012 torna a obrigatoriedade de instalação de telhados verdes nos prédios que fossem projetados a partir da promulgação da lei.
Niterói, RJ	Aprovado o projeto de Lei nº 090/2013 que dispõe sobre a instalação de telhados verdes em projetos de edificações residenciais ou não, que tiverem mais de três andares agrupados verticalmente, e os respectivos incentivos fiscais e financeiros aos que adotarem o telhado verde.
Recife, PE	Foi aprovada a lei nº 18.112/2015, que exige aos projetos de edificações habitacionais multifamiliares com mais de quatro pavimentos e não-

	habitacionais com mais de 400 m ² de área de coberta, a implantação de “Telhado Verde” para sua aprovação.
Paraíba	Lei estadual nº 10.047/2013, dispõe a obrigatoriedade aos projetos de condomínios edificados, residenciais ou não, com mais de 3 (três) unidades agrupadas verticalmente, a implantação de telhados verdes.

Fonte: Kist, 2015; Rangel *et al.*, 2015; Mendonça, 2015, Setta, 2007.

8 CONCLUSÃO

O grande patrimônio cultural relacionado aos telhados verdes é o registro para uma sociedade cada vez mais atenta às necessidades nos grandes centros urbanos, ou seja, às alterações no meio ambiente que ocorrem por ações antrópicas e que acabam de gerar consequências no clima, vegetação, solo e ar e todos os elementos que compõem esses contextos. Por essa razão, os telhados verdes surgem como uma contribuição de um novo sentido de como enfrentar os problemas de urbanização. Cabendo às pessoas que tem consciência ambiental de se preocupar com práticas para manutenção de áreas verdes nas cidades.

Ademais, percebe-se que o processo histórico de surgimento, desenvolvimento e evolução dos telhados verde esclarece o fato de que houve uma transformação da compreensão social ao longo do tempo, uma vez que a técnica mostrou-se como uma perspectiva aos anseios de pessoas importantes da antiguidade que aspirava um projeto paisagísticos de grandes dimensões estéticas para demonstrar o seu poder, ao passo que a Revolução Industrial transformou o pensamento sobre a degradação do meio ambiente e os pequenos espaços que lhes é destinado nos centros urbanos, mitigando os impactos com o aperfeiçoamento das técnicas utilizadas nos telhados verdes.

Portanto, é preciso salientar a importância de entendermos dessas técnicas para que possamos participar do processo de transformação do pensamento coletivo, viabilizando a mudança de costumes que são comprometedores ao meio ambiente, a partir do crescimento da urbanização, com pouca preocupação diante aos impactos gerados.

Devemos compreender, portanto que a importância das áreas verdes não pode ficar restrita às pessoas que se interessam pelo assunto, faz-se necessário um discernimento dos saberes em relação ao uso efetivo de telhados mais saudáveis ao ecossistema em que vivemos.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15527:2007** Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. Disponível em: <http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-15.527-Aproveitamento-%C3%A1gua-da-chuva.pdf> Acesso em: 29 Nov. 2020.
- AGUIAR, L. A. Genialidade das plantas. **Revista Superinteressante**. Editora Abril, 2016. Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/> Acesso em: 16 nov. 2020.
- BALDESSAR, S. M. N. **Telhado verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia em Construção Civil) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Curitiba, 2012.
- BRAAKER, *et. al.* Habitat connectivity shapes urban arthropod communities: the key role of green roofs. *Ecology*, v. 95, n. 4, Pages: i-iv, 795-1118 April 2014. Ecological Society of America
- CATUZZO, H. **Telhado Verde: impacto positivo na temperatura e umidade do ar. O caso da Cidade de São Paulo**. 2013. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- CUNHA, A. P. da; S. R. da; MENDIONDO, Eduardo M. **Experimento Hidrológico para aproveitamento de águas de chuva usando coberturas verdes leves**. Disponível: http://www.shs.eesc.usp.br/index.php?option=com_content&view=article&id=21:nib Acesso em: 2 Out. 2020.
- DI FIDIO, M. **Verde urbano: architetture del paesaggio-criteri di pianificazione e costruzione con numerosi schemi e illustrazioni**, Milan: Pirola, 1985.
- ELIADE, M. **Mito e realidade**. São Paulo: Perspectiva, 1972.
- ECOTELHADO – Soluções em estruturas verdes Ltda**. Disponível em: <http://eco4planet.com/blog/guia-da-construcao-verde-telhados-verdes/>. Acesso em: 1 nov. 2020.
- FARIAS, M. M. M. W. E. **Aproveitamento de águas de chuva por telhados: aspectos quantitativos e qualitativos**. Caruaru, PE, 115 f. Dissertação– Universidade Federal de Pernambuco, Engenharia Civil e Ambiental, 2012.
- FERRAZ, I. L. **O desempenho térmico de um sistema de cobertura verde em comparação ao sistema tradicional de cobertura com telha cerâmica**. 2012. Dissertação – Escol Politécnica Da Universidade De São Paulo, São Paulo, 2012
- FERREIRA, C. A. e MORUZZI, R. B. **Considerações sobre a aplicação do telhado verde para capacitação de água de chuva em sistemas de aproveitamento para fins não potáveis**. UNESP Campus de Rio Claro, 2007
- FRANÇA, L. C. de. O uso do telhado verde como alternativa sustentável aos centros urbanos: opção viável para a sociedade moderna do século XXI. **Revista Húmus**, Bom Jesus, v. 2, n. 4, p.105-113, 2012.

GATTO, C. M. **Coberturas verdes: a importância da estrutura e da impermeabilização utilizadas.** 2012. Tese (Doutorado em Ambiente Construído) - Curso de Arquitetura, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, p. 161, 2012.

GRANT *et al.* **Green roofs: their potential for conserving biodiversity in urban areas.** London, Ecoschemes, 2003.

GUZZO, P. **Estudos dos espaços livres de uso público e da cobertura vegetal em área urbana da cidade de Ribeirão Preto, SP.** 1999. Dissertação (Mestrado em Geociências) Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, p. 106, 1999.

HENEINE, M. C. A. S. de. **Cobertura Verde.** 2008. Trabalho de Conclusão de Curso. 2008. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

IGRA - **The International Green Roof Association**, 2006. Disponível em: <https://igra-world.com>. Acesso em: 11 Out. 2020.

KIST, T. **Direito urbanístico e políticas públicas: estímulos legais e fiscais para a adoção de técnicas sustentáveis na construção civil, quanto à implantação de telhados verdes.** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Direito) - Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, RS, p.78, 2015.

KLINKENBORG, V. **O céu é verde: a ideia dos jardins suspensos floresce em cidades cujas alturas permitem esses espaços naturais.** 2009. Disponível em: <http://viajeaquibril.com.br/materias/telhado-jardins-suspensos>. Acesso em 10 out. 2020.

LEAL, G. C. S. de G., FARIAS; M. S. S. de; ARAÚJO, A. de F. **O processo de industrialização e seus impactos no meio ambiente urbano.** Qualitas Revista Eletrônica. ISSN 1677-4280 V7.n.1. Ano 2008.

LOBODA, C. R.; DE ANGELIS, BALDESSAR.L.D. **Ambiência – Revista do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais**, local, v.1, n. 1, pag. 125-129.

LOPES, T. V. **Telhado verde, energia embutida e emissão de CO2: uma análise comparativa a sistemas de cobertura convencionais.** 2014.92 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Construções Sustentáveis) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

MENDES, B. H. E. **Tetos verdes e políticas públicas: uma abordagem multifacetada.** 2014. Dissertação (Mestrado em Paisagem e Ambiente) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

MENDONÇA, T. N. M. de; MELO, A. B. de. **Telhado verde modular extensivo: biodiversidade e adaptação das plantas aos Blocos TEVA. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 8, n. 2, p. 117–126, 2017.

MINKE, G. **Techos verdes: planificación, ejecución, consejos prácticos.** Editorial Fin In Siglo, ISBN 9974-49-323-4, 2004.

NASCIMENTO, W.C.do. **Coberturas verdes no contexto da região metropolitana de Curitiba: barreiras e potencialidades.** 2008. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

OSMUNDSON, T. **Roof gardens**: history, design and construction. New York, NY: W.W. Norton & Company, Inc, .1999.

RANGEL, A. C. L. C.; ARANHA, K. C.; SILVA, M. C. B. C. Os telhados verdes nas políticas ambientais como medida indutora para sustentabilidade. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente** – SER/UFPR. v.35, p.397-409, dez.2015.

REBOLLAR, N. A. P. *et al.* **Telhados verdes**: uma abordagem multidisciplinar. Florianópolis, 2017. Disponível em: https://issuu.com/fatenp/docs/telhados_verdes_e-book. Acesso em: 8 set. 2019.

ROLA, S. M.; MACHADO, L.F.C.; BARROSO-KRAUSE, C.M.L.; ROSA, L.P. **Naturação**: água e o futuro das cidades no contexto das mudanças ambientais globais. In: CBA 2003.

SANTANA, A. C. F. de. **Os desafios projetais e construtivos dos telhados verdes**. 2017. Disponível em: <https://issuu.com/amandaciibele/docs/tccfinal>. Acesso em: 22 ago. 2020.

SETTA, B. R. S. Telhados Verdes como políticas públicas ambientais para o município de Volta Redonda – RJ. **Revista Labverde**, São Paulo, v.8, n.1, 13-35, 2017.

SHARP, R. J. **Introduction to Green Walls**: technology, benefits & design. Toronto: Green Roofs for Healthy Cities, 2008.

SILVA, M. E. **Meio ambiente, recursos hídricos e saneamento ambiental 2**. Ponta Grossa, PR: Atena, 2011a.

SILVA, N. C. **Telhado verde**: sistema construtivo de maior eficiência e menor impacto ambiental. 2011. Monografia (Especialização em Construção Civil). Escola de Engenharia, Universidade Estadual de Minas Gerais. 2011.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. São Paulo: Ed. Navegar, 2003

UGREEN. **O Guia Completo**, 2020. Disponível em: <https://www.ugreen.com.br/telhado-verde>. Acesso em: 10 nov. 2020.