

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Arquitetura

Rui Caio Henriques Júnior

Telhados verdes: usos e perspectivas

Belo Horizonte

2018

Rui Caio Henriques Júnior

Telhados verdes: Usos e perspectivas

Monografia apresentada ao curso de Especialização em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de especialista em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído.

Orientador: Marco Antônio Penido de Rezende

Belo Horizonte

2018

Monografia defendida junto ao programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade federal de Minas Gerais e _____ em 20 de Julho de 2017, pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Professor Dr. Marco Antônio Penido de Rezende – EA/UFMG

Professor Dr. Eduardo Cabaleiro Cortizo – EA/UFMG

RESUMO

Sempre ligado à sustentabilidade, o termo “telhado verde” desperta grande interesse e a cada vez é mais usado em edificações novas e existentes. Este trabalho tem a finalidade de explorar o tema telhado verde, estudando seus benefícios econômicos, ecológicos e sociais. Tem também o objetivo de verificar a sua viabilidade econômica frente aos sistemas tradicionais de cobertura. A metodologia foi baseada em revisão bibliográfica de artigos científicos, teses, livros, publicações e sites especializados no assunto. As palavras-chave utilizadas para pesquisa foram: sustentabilidade, telhados verdes e edificações sustentáveis. Estudos indicam que os telhados verdes do tipo vernacular, moldado *in loco*, e os do tipo modular são viáveis por apresentarem, frente aos telhados tradicionais, além dos benefícios ecológicos, um preço competitivo, no caso dos moldados *in loco* e sobrecarga estrutural inferior, no caso dos telhados verdes modulares. O trabalho chega à conclusão que, apesar dos benefícios dos telhados verdes, leis de incentivo são importantes para impulsionar o seu uso que necessita de mão de obra mais especializada para a construção.

Palavras-chave: sustentabilidade, telhados verdes e edificações sustentáveis

ABSTRACT

Always connected to sustainability, the term "green roof" aroused great interest and is increasingly used in new and existing buildings. This study aims to explore the roof theme green, studying its economic, ecological and social benefits. It also has the objective of verifying its economic viability compared to the traditional coverage systems. The methodology was based on literature review of scientific papers, theses, books, publications and specialized in the subject sites. The keywords used for research were: sustainability, green roofs and sustainable buildings. Studies indicate that green roofs of vernacular type, molded *in loco*, and the modular type are viable because they have, compared to traditional roofs, in addition to the ecological benefits, a competitive price, in the case of molded in place and lower structural overload in case of modular green roofs. This review concludes that, despite the benefits of green roofs, incentive laws are important to boost their use needs more skilled labor for construction.

Keywords: sustainability, green roofs, sustainable buildings

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 BREVE HISTÓRICO	8
3 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS	13
3.1 Telhado verde extensivo	15
3.2 Telhado verde semi-intensivo.....	16
3.3 Telhado verde intensivo	17
3.4 Telhado verde modular.....	19
3.5 Espécies indicadas para cultivar	31
4 BENEFÍCIOS.....	36
5 EXEMPLOS DE TELHADOS VERDES.....	40
5.1 Biesbosch Museum - Holanda.....	40
5.2 Instituto Kairós - Brasil.....	48
5.3 Shopping Eldorado - Brasil.....	52
5.4 Shopping Nova América e Shopping Boulevard Rio - Brasil	59
5.5 Empire State Building – USA.....	62
5.6 Edifício da Fundação Cásper Líbero – Brasil	63
5.7 Prefeitura de São Paulo – Brasil	65
6 TELHADOS VERDES: ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTO COM SISTEMAS TRADICIONAIS DE COBERTURA	66
7 LEIS DE INCENTIVO	76
7.1 São Paulo.....	77
7.2 Recife	78
7.3 França	79
7.4 Estados Unidos	79
7.5 Alemanha	80
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	80

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS81

1 INTRODUÇÃO

Quando se fala em sustentabilidade, construções sustentáveis ou edifícios verdes, um dos primeiros termos que vem à tona, seja na cabeça de arquitetos, engenheiros ou pessoas interessadas no assunto é “telhado verde”, também chamado de ecotelhado ou telhado vivo.

Existem diversos tipos de telhados verdes, desde os mais simples até os mais complexos. Podem ser feitos com cobertura simples de grama, com maneira de construir simplificada e custos reduzidos, ou podem envolver soluções mais complexas e caras, com captação de água da chuva, jardins e hortas.

Os telhados verdes trazem inúmeros benefícios para as edificações em que são implantados, desde benefícios estéticos, ecológicos, econômicos e até sociais. (NUNES; CARREIRA; RODRIGUES, 2009; ULUBEYLI; ARSLAN; KAZAZ, 2017).

Países predominantemente quentes como o Brasil tem um grande espaço de crescimento para o uso de telhados verdes em construções e, de fato, começam a ser aplicados em maior escala no país. Existe um número crescente de edifícios no Brasil adotando esse recurso sustentável. A tendência é que esse número continue a crescer uma vez que algumas leis governamentais começam a ser criadas, incentivando o uso de telhados verdes.

O fato é que hoje em dia os telhados verdes vêm ganhando cada vez mais espaço em projetos que buscam os benefícios de se aplicar conceitos sustentáveis sendo assim, o objetivo desse trabalho é apresentar os benefícios que o uso do telhado verde pode trazer para uma edificação e seu entorno, apresentando exemplos de sua aplicação no Brasil e no mundo.

A revisão bibliográfica foi realizada com base em pesquisas na literatura incluindo sites, livros, revistas e periódicos da área de interesse. Nas bases de dados eletrônicas foram utilizados os seguintes termos de busca: telhado verde, sustentabilidade, edificações sustentáveis, telhado ecológico.

2 BREVE HISTÓRICO

Os primeiros relatos acerca dos telhados verdes remetem aos lendários Jardins Suspensos da Babilônia e seu rei Nabucodonosor, por volta do ano 600 a.C, na antiga Mesopotâmia, onde hoje fica o Iraque (ECOBRIEFING, 2009).

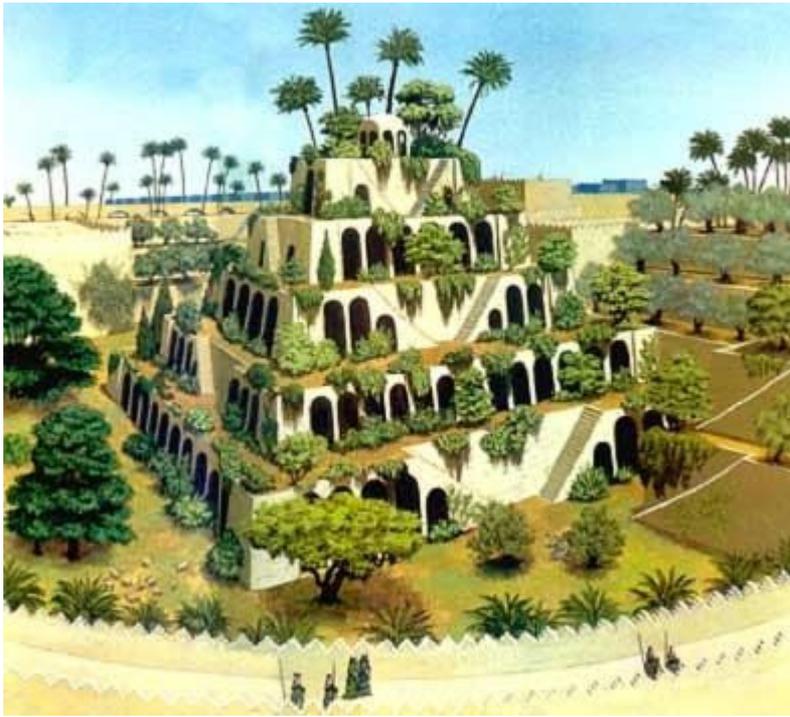


Figura 1 – Os Jardins Suspensos da Babilônia

Fonte: ECOBRIEFING, 2009

Apesar de ser considerada uma das Sete Maravilhas do Mundo Antigo, não há registros de sua existência em pesquisas arqueológicas e sua existência não foi comprovada. Porém, algumas pesquisas indicam que a lenda em torno deles possa ter sido inspirada nos jardins dos Assírios, construídos há quase 3000 anos, que tinham animais, plantas exóticas e sistemas de irrigação (DALLEY, 1989; DUARTE, 2007).



Figura 2 – Jardim Assírio

Fonte: BEZERRA, 2013

Um sítio arqueológico localizado em L'Anse aux Meadows, no extremo norte da ilha de Terra Nova, no Canadá, declarado patrimônio mundial pela Unesco em 1978, revela que os Vikings, antigos guerreiros nórdicos, construíam casas feitas de pedras e madeiras locais e as cobriam com vegetação gramínea. Estudos históricos e arqueológicos tornaram possível a reconstrução das casas que se encontram abertas à visitação (DAEMON, 2015).



Figura 3 – Reconstrução de casas Vikings

Fonte: DAEMON, 2015

A mesma técnica utilizada pelos Vikings foi utilizada por outros povos nórdicos como os Escandinavos e a Islandeses, para combater o frio. Já na Tanzânia, onde também ocorre o uso de coberturas gramíneas, a necessidade da população é resfriar as edificações das altas temperaturas (MINKE, 2004).



Figura 4 – Casa na Tanzânia

Fonte: MINKE, 2004

Já no século XX, o arquiteto francês Le Corbusier concebeu a obra modernista conhecida como Villa Savoye, em que o arquiteto justifica a adoção do terraço verde como uma forma de compensar a pegada ambiental causada pela construção no terreno e melhorar a qualidade de vida das pessoas (HISTÓRIA E ARQUITETURA, 2013).



Figura 5 – Villa Savoye, de Le Corbusier, e seu terraço verde.

Fonte: AMBIENTALISTAS EM REDE, 2012

No início do século XX a Europa foi o lugar onde mais se utilizou esse sistema construtivo. Entre os anos de 1950 e 1970 a Alemanha fez as primeiras pesquisas para desenvolvimento de melhorias e inovações, resultando em um aumento do emprego dos telhados verdes a partir dos anos 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 (QUINTELLA, 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 também é um dos primeiros representantes de terraço verde no país, contando com projeto paisagístico assinado por Burle Marx (AMBIENTALISTAS EM REDE, 2012).



Figura 6 – Terraço verde do Palácio Capanema - RJ, atual sede do MEC.

Fonte: AMBIENTALISTAS EM REDE, 2012

Independente da origem e de quando surgiu o primeiro telhado verde, o fato é que há muitos séculos os telhados verdes vêm sendo usados em construções ao redor do mundo, mas nas últimas décadas é que sua técnica foi aprimorada e está tornando possível uma aplicação em maior escala, embora no Brasil os passos ainda sejam lentos.

3 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

Existem diversas técnicas para construção de um telhado verde, mas de uma maneira geral, uma aplicação típica de um telhado verde é composta pelas seguintes camadas abaixo, onde cada uma realiza uma função específica: (BIANCHINI; HEWAGE, 2012)

A – Estrutura do teto/Cobertura

B - Camada impermeabilizante: tem a finalidade de proteger a laje contra infiltrações. Normalmente esta camada é feita com manta sintética;

C - Camada drenante: esta camada atuará na drenagem da água de chuva e também fará filtragem adicional. Normalmente é feita com seixos, argila expandida ou com mantas drenantes de poliestireno;

D - Camada filtrante: tem a função de reter partículas do substrato para a camada drenante, o que poderia causar prejuízo ao sistema de drenagem. Normalmente é feita com um geotêxtil;

E - Membrana de proteção contra raízes: tem a função de impedir danos na impermeabilização causados pelas raízes da vegetação, além de reter água e nutrientes;

F - Substrato: é a camada onde ficam os nutrientes que dão suporte à vegetação, retendo e absorvendo água. O tipo de substrato a ser usado e a altura do mesmo irá variar de acordo com a vegetação escolhida e o tipo de telhado.

G - Vegetação: consiste na cobertura vegetal propriamente dita. O tipo de vegetação escolhida dependerá do tipo de telhado em que será aplicado: extensivo, intensivo ou semi-intensivo.

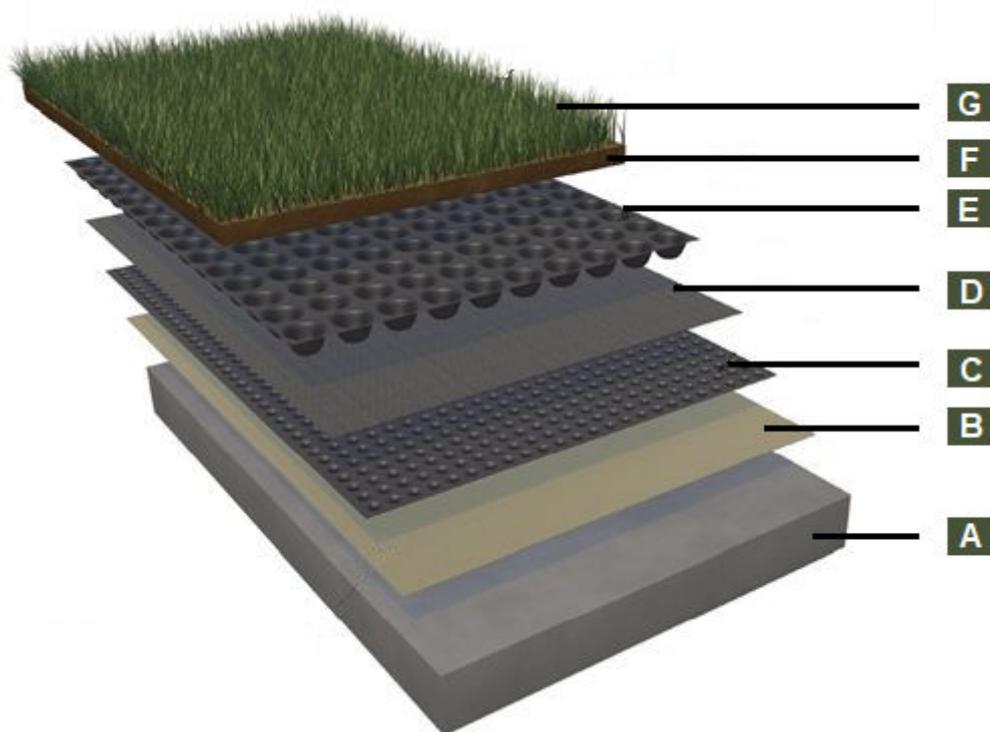


Figura 7 – Corte esquemático de um telhado verde.

Fonte: CORSINI, 2011

A International Green Roof Association (Igra) classifica os telhados verdes em três categorias:



Figura 8 – Tipos de sistemas, segundo classificação da International Green Roof Association (Igra).

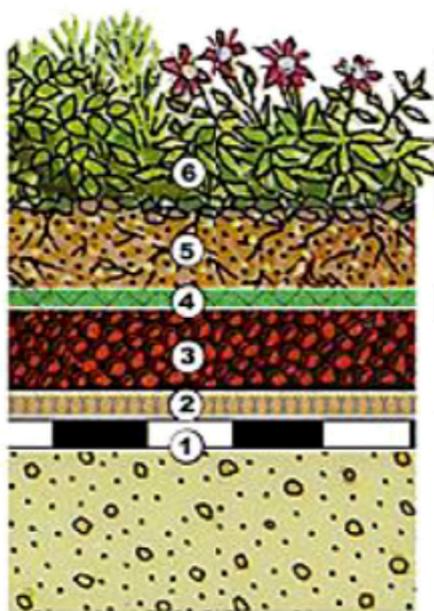
Fonte: CORSINI, 2011

Esta divisão se baseia, principalmente, na sobrecarga estrutural provocada pela espessura do substrato, no porte da vegetação e nas necessidades de manutenção e rega de cada sistema, conforme descrito nos tópicos a seguir. (BIANCHINI; HEWAGE, 2012)

3.1 Telhado verde extensivo

Tem a configuração parecida a de um jardim, composto de plantas rasteiras de pequeno porte. A espessura total da estrutura, excluída a vegetação, fica entre 6 cm a 20 cm. O peso do conjunto varia de 60 kg/m² a 150 kg/m². Este tipo de sistema se caracteriza pela alta resistência às variações pluviométricas, tornando os de baixa manutenção.

As espécies que podem ser utilizadas neste tipo de telhado apresentam menor variação, por se tratarem de plantas mais rústicas que dispensam maiores cuidados com manutenção. Plantas suculentas com folhas e talos engrossados armazenam boa quantidade de água e reduzem a necessidade de regas. A sobrecarga estrutural para este tipo de telhado é menor do que do tipo intensivo, ficando próximo do peso de coberturas de telha de concreto (EMILSSON, 2008).



Coberturas Verdes Extensivas

6. Plantas, vegetação
5. Substrato/solo para CV extensiva
4. Camada de filtro permeável às raízes
3. Camada de drenagem e capilaridade
2. Camada de proteção e armazenamento
1. Pavimento de cobertura, isolante, impermeabilização.

Figura 9 – Camadas telhado verde extensivo.

Fonte: SAVI, 2012

Segundo Philippi (2006), na Alemanha, um dos países onde os telhados verdes são mais difundidos, 80% dos telhados verde são do tipo extensivo.

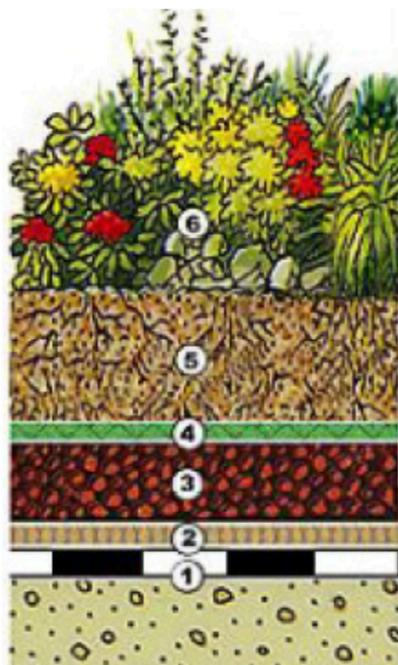


Figura 10 – Telhado verde extensivo.

Fonte: STUDIO CIDADE JARDIM, 2015

3.2 Telhado verde semi-intensivo

Categoria intermediária, com vegetação de porte médio. A espessura dessa estrutura fica entre 12 cm a 25 cm. A carga varia de 120 kg/m² a 200 kg/m². Os cuidados com este sistema também estão em um nível intermediário, necessitando de mais irrigação e manutenção que o tipo extensivo, mas abaixo do tipo intensivo (CORSINI, 2011).



Coberturas Verdes Semi-Intensivas

6. Plantas, vegetação
5. Substrato/solo para CV intensiva
4. Camada de filtro permeável às raízes
3. Camada de drenagem e capilaridade
2. Camada de proteção e armazenamento
1. Pavimento de cobertura, isolante, impermeabilização.

Figura 11 – Modelo telhado verde semi-intensivo.

Fonte: SAVI, 2012



Figura 12 – Telhado verde semi-intensivo

Fonte: STUDIO CIDADE JARDIM, 2015

3.3 Telhado verde intensivo

Para plantas de nível médio a grande. A espessura média do substrato fica entre 15 cm e 40cm. A carga varia entre 180 kg/m² e 500 kg/m².

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).

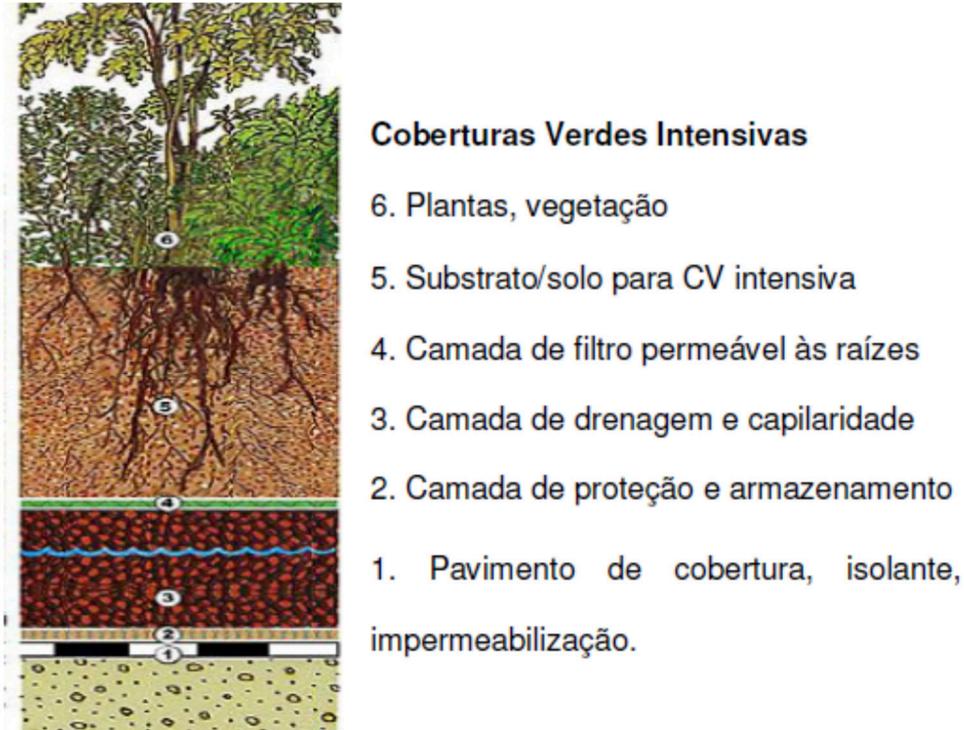


Figura 13 – Camadas telhado verde intensivo.

Fonte: SAVI, 2012

Este tipo de sistema caracteriza-se pelo uso de plantas que demandam maior consumo de água, fertilizantes, adubo e manutenção sistemática.



Figura 14 – Telhado verde intensivo.

Fonte: STUDIO CIDADE JARDIM, 2015

3.4 Telhado verde modular

Outra maneira interessante e prática de se implantar um ecotelhado é com o uso do sistema modular, que propicia uma forma mais rápida de construir este tipo de telhado, por usar formas industrializadas com dimensões padronizadas. Uma das vantagens dos telhados que usam sistema modular é a divisão do telhado em setores, ou seja, caso seja necessária alguma manutenção nas camadas, não precisa remover todo o telhado, mas apenas a área em questão (BIANCHINI; HEWAGE, 2012).

No Brasil os telhados verdes modulares ainda têm um custo mais elevado que a solução tradicional, moldada *in loco*. Porém a solução modular representa uma menor sobrecarga estrutural, o que pode ser fator decisivo na escolha entre os dois sistemas.

Abaixo temos imagens representando o processo de montagem de um telhado verde modular (após a execução de base estrutural e impermeabilização) (D'ELIA, 2009).



Figura 15 – Etapas do telhado verde modular.

1. Instalação das grelhas de drenagem; 2. Instalação dos módulos de grama; 3. Biotelhado recém-instalado; 4. Biotelhado após dois meses.

Fonte: D'ELIA, 2009

Alguns sistemas modulares possuem módulos que já vêm prontos com a vegetação. Já alguns sistemas empregam pisos elevados que armazenam a água das chuvas para posterior irrigação da vegetação (CORSINI, 2011).

A seguir serão apresentados alguns sistemas modulares que são comercializados em módulos prontos, facilitando a sua instalação e oferecendo soluções para diversas necessidades.

3.4.1 Sistema Laminar Alto

Um dos exemplos de telhado verde modular que armazena grande quantidade de água da chuva é a tecnologia desenvolvida pela “Ecotelhado” chamada sistema laminar alto (ECOTELHADO, 2013).



Figura 16 – Passo a passo da montagem do sistema laminar alto.

Fonte: ECOTELHADO, 2013

Segundo informações do fabricante o sistema funciona como uma cisterna e é independente de irrigação com água potável. O sistema retém a água da chuva e funciona como tratamento de águas residuais. Este sistema tem a capacidade de suprimento de 180 l/m² e gera uma sobrecarga estrutural de 250kg/m². A altura total média do sistema é de 25cm.

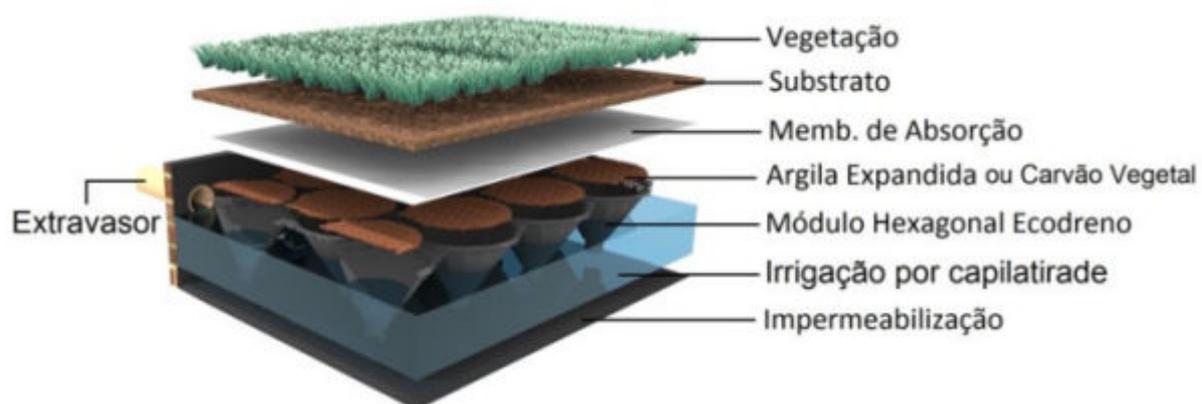


Figura 17 – Camadas do sistema laminar alto.

Fonte: ECOTELHADO, 2013

A figura 18 ilustra o passo a passo para instalação.

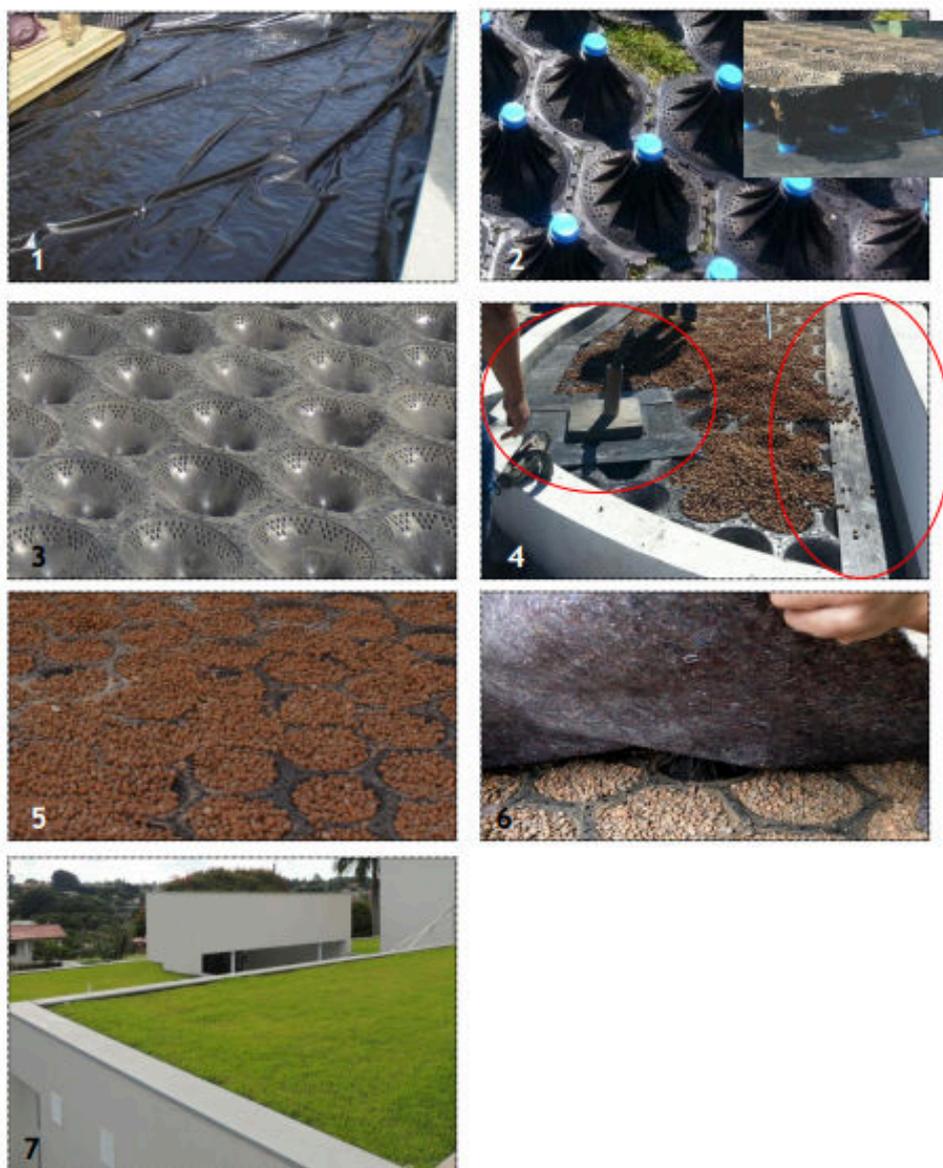


Figura 18 – Passo a passo para instalação do sistema laminar alto.

1. Colocação da membrana de absorção sobre toda área da laje. Deve-se observar sobreposição de 10cm entre membranas; 2. Colocar a tampa azul em todos cones; 3. Colocação das peças drenantes encaixando umas nas outras sobre a laje; 4. Colocação da chapa de PEAD em todo perímetro; 5. Preenchimento interno das peças drenantes com argila expandida; 6. Colocação da membrana de absorção sobre os drenos preenchidos com argila; 7. Colocação da leiva de grama.

Fonte: ECOTELHADO, 2013a

Obs: Quando for utilizado outro tipo de vegetação que não seja grama, deve-se utilizar substrato, que varia conforme porte da vegetação.

3.4.2 Sistema Laminar Médio

Este é considerado um sistema hidropônico, pois utiliza água da chuva, dispensando água potável para irrigação. Segundo informações do fabricante este sistema permite fazer o tratamento do esgoto do prédio para reutilização não potável. Além da captação da água da chuva, este sistema permite a instalação de placas fotovoltaicas para o aproveitamento da energia solar (ECOTELHADO, 2014).

Este sistema utiliza piso elevado que funciona como reservatório de água e permite a passagem de fios ou tubulações. Este sistema exige uma impermeabilização de PVC, como proteção anti-raízes (ECOTELHADO, 2014).

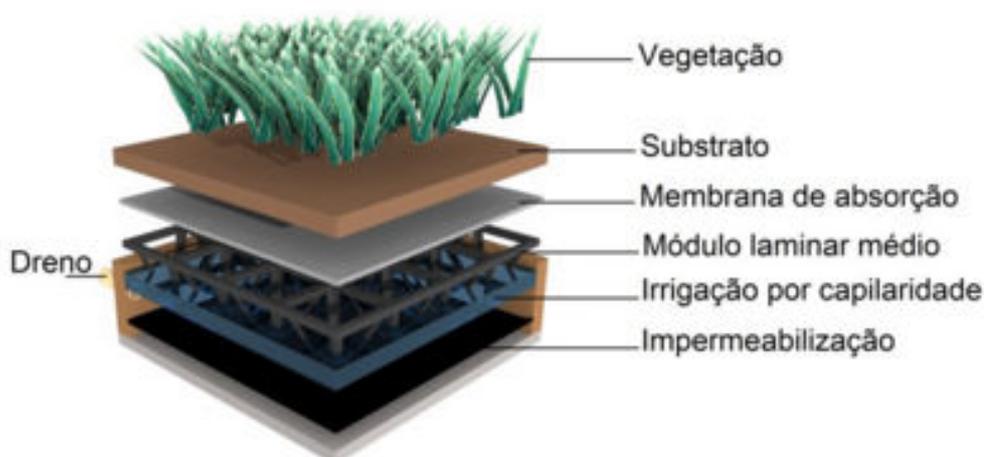


Figura 19 – Camadas do sistema laminar médio.

Fonte: ECOTELHADO, 2014



Figura 20 – Camadas do sistema laminar médio.

Fonte: ECOTELHADO, 2014

Este sistema tem a capacidade de suprimento de 50 l/m² e gera uma sobrecarga estrutural de 100kg/m². A altura total média do sistema é de 15cm.

A Figura 21 ilustra o passo a passo para instalação.

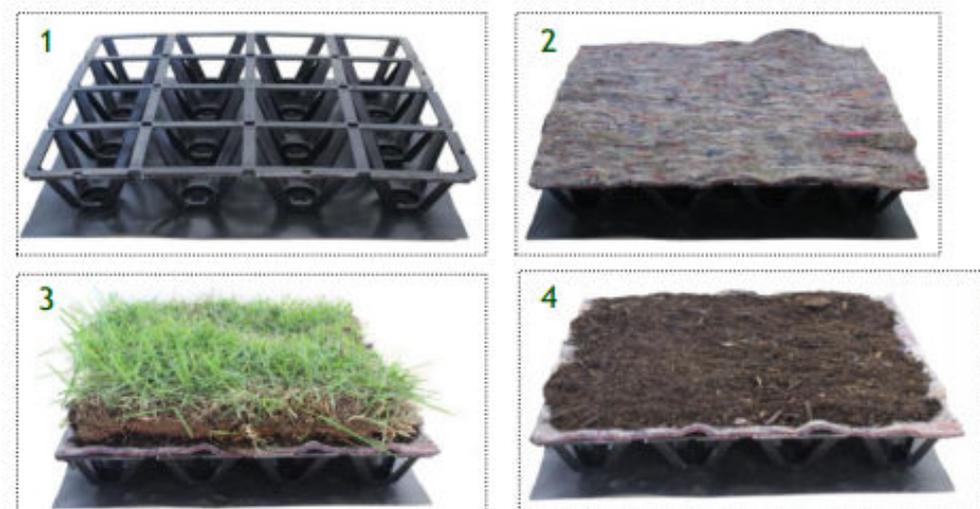


Figura 21 – Passo a passo para a instalação do sistema laminar médio.

1. Colocação do módulo sobre a laje previamente impermeabilizada; 2. Colocação da membrana de absorção sobre o módulo; 3. Colocação da leiva de grama; 4. Quando utilizado outro tipo de vegetação, deve-se colocar substrato antes, conforme espessura especificada.

Fonte: ECOTELHADO, 2014

3.4.3 Sistema Hidromodular

Este tipo de sistema requer instalação em coberturas planas. O sistema usa placas de plástico reciclado que reserva água dispensando, segundo o fabricante, a impermeabilização com manta de PVC. Ainda segundo o fabricante, quando instalado com grama, não necessita de substrato, sendo um sistema semi-hidropônico.

A altura total média do sistema de 12cm e tem a capacidade de retenção de 50 l/m² de água, representando um peso de 70 kg/m².



Figura 22 – Camadas do sistema hidromodular.

Fonte: ECOTELHADO, 2015a

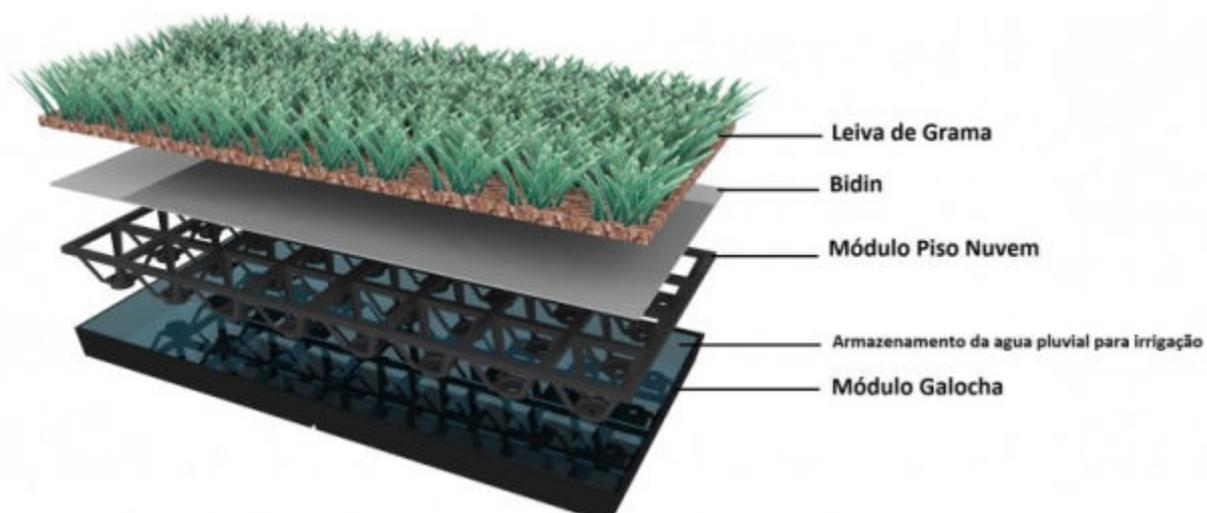


Figura 23 – Camadas do sistema hidromodular.

Fonte: ECOTELHADO, 2015a

A Figura 24 mostra o passo a passo para instalação.

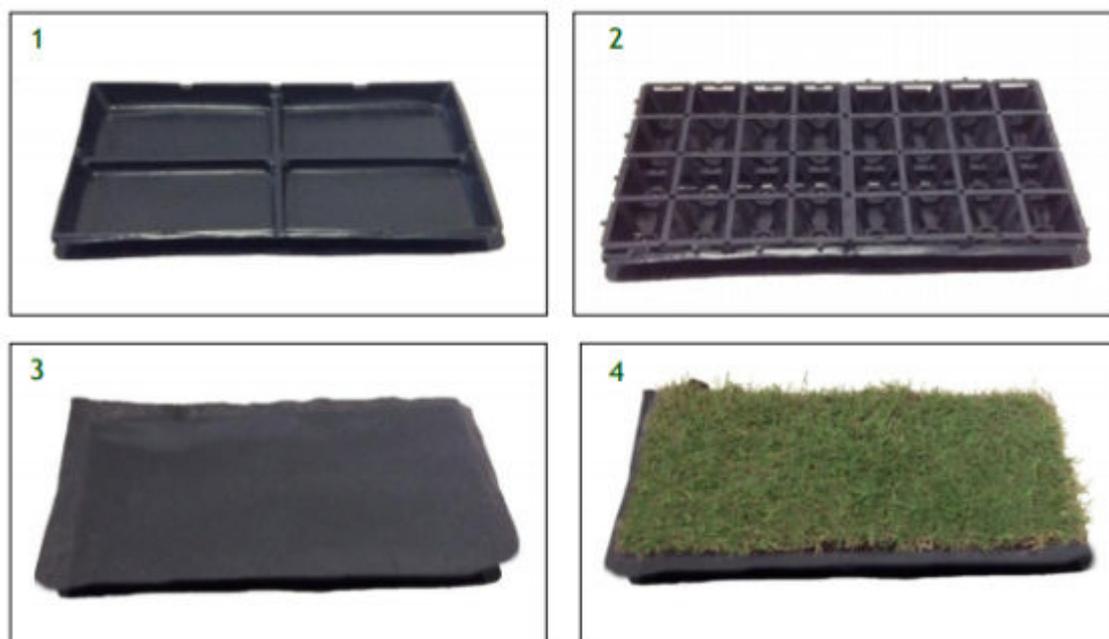


Figura 24 – Passo a passo para instalação do sistema hidromodular

1. Colocação do módulo “Galocha” sobre a laje impermeabilizada; 2. Colocação do módulo “Piso Nuvem”. Devem ser colocados dois módulos “Piso Nuvem” dentro de cada módulo “Galocha”; 3. Colocação da membrana, com sobreposição de 5cm; 4. Colocação da Grama.

Fonte: ECOTELHADO, 2015a

Obs.: Quando for utilizado outro tipo de vegetação que não seja grama, deve-se utilizar substrato, que varia conforme porte da vegetação.

3.4.4 Sistema Hexa

Este sistema é bastante versátil, pois oferece a possibilidade de ser instalado normalmente em coberturas verdes, como as demais soluções, mas também oferece a possibilidade de instalação em ambientes como varandas.



Figura 25 – Sistema hexa instalado em varanda.

Fonte: ECOTELHADO, 2013b

Com peso que varia entre 50 a 80 kg/m², este sistema tem a capacidade de retenção de 25 l/m² e possui instalação mais simplificada, podendo ser instalado em coberturas e varandas já consolidadas e que não podem receber muito peso. Se instalado em

varandas, pode ser usado como paisagismo ou, segundo o fabricante, como mictório para animais que vivem dentro de apartamentos.

A altura total média do sistema de 12cm, podendo variar de acordo com a vegetação utilizada. No site do fabricante 1 m² (7 módulos) é vendido por R\$ 224,00.



Figura 26 – Camadas do sistema hexa com argila.

Fonte: ECOTELHADO, 2013b



Figura 27 – Camadas do sistema hexa com grade

Fonte: ECOTELHADO, 2013b

A figura 28 ilustra o passo a passo para instalação.

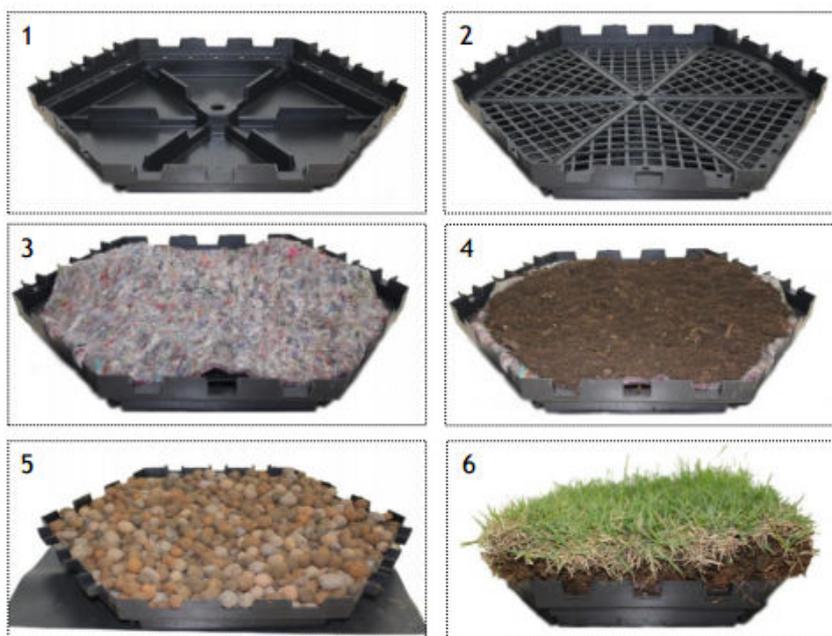


Figura 28 – Passo a passo para instalação do sistema hexa.

1. Colocação dos módulos sobre a laje previamente impermeabilizada, observando de seus encaixes (macho e fêmea); 2. Quando for utilizar substrato, colocar as grades nos módulos. Se for utilizar com argila expandida, deve-se pular para o passo 5; 3. Colocação da membrana de absorção; 4. Colocação do substrato; 5. Quando não utilizada a grade, preencher o módulo com argila expandida e acrescentar camada de 1cm de substrato. Jogar gel para plantio sobre o substrato ou argila. Devem ser colocados aproximadamente 20 gramas por m²; 6. Colocação da vegetação escolhida.

Fonte: ECOTELHADO, 2013b

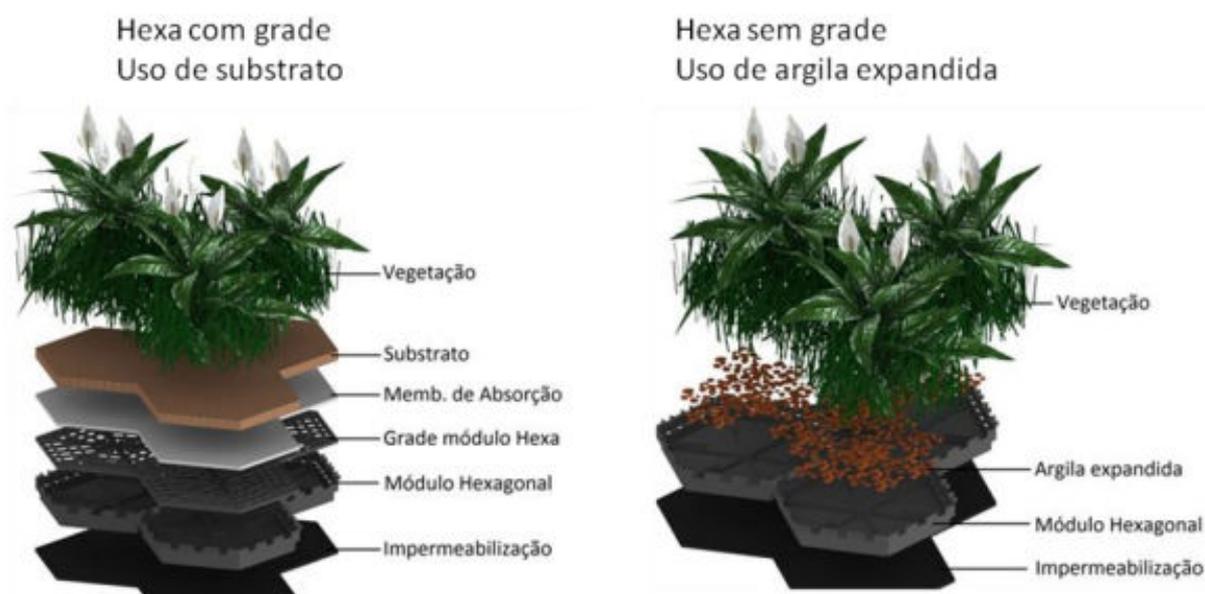


Figura 29 – Esquemático do sistema hexa.

Fonte: ECOTELHADO, 2013b

3.4.5 Sistema Alveolar Leve

Este é um sistema modular mais tradicional e permite a aplicação em coberturas planas ou com inclinação de até 20%.

Este sistema tem altura total média de 12 cm e peso de 60 kg/m².



Figura 30 – Camadas do sistema alveolar leve

Fonte: ECOTELHADO, 2013c

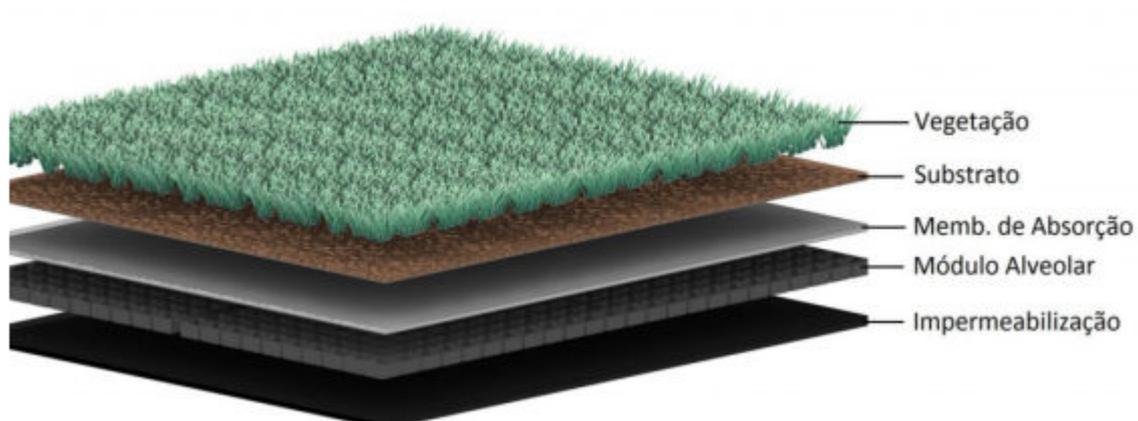


Figura 31 – Camadas do sistema alveolar leve.

Fonte: ECOTELHADO, 2013c

A Figura 32 mostra o passo a passo para instalação.



Figura 32 – Passo a passo para instalação do sistema alveolar leve.

1. Colocação dos módulos sobre a laje ou telhas previamente impermeabilizadas;
2. Colocação da membrana de absorção sobre os módulos;
3. Colocação do substrato;
4. Jogar gel para plantio sobre o substrato. Devem ser colocados aproximadamente 20 gramas por m²;
5. Plantio da vegetação escolhida.

Fonte: ECOTELHADO, 2013c

3.4.6 Sistema Alveolar Grelhado

Este também é um sistema modular mais tradicional e permite a aplicação em coberturas planas, ou com inclinação de até 30%.

Este sistema tem altura total média de 15 cm e peso de 80 kg/m².



Figura 33 – Camadas do sistema alveolar grelhado.

Fonte: ECOTELHADO, 2013d

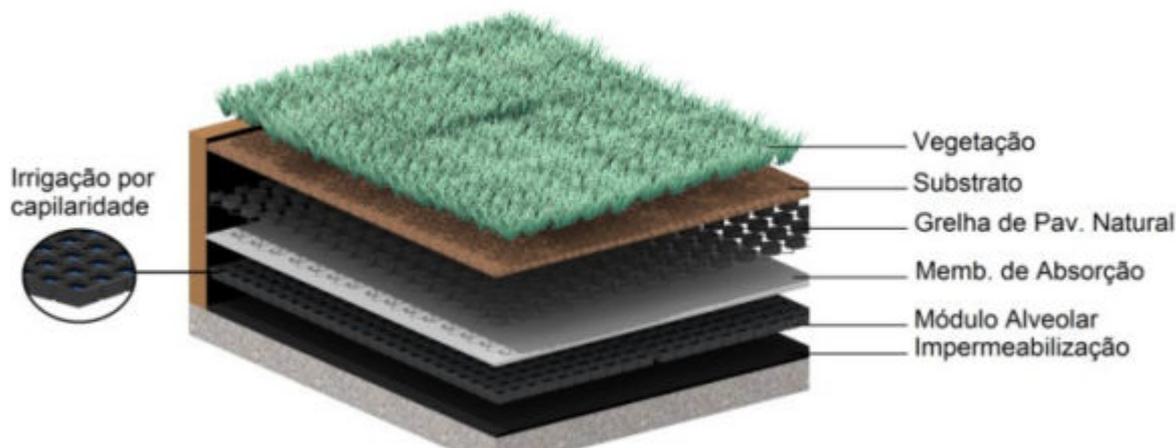


Figura 34 – Camadas do sistema alveolar grelhado.

Fonte: ECOTELHADO, 2013d

A Figura 35 mostra o passo a passo para instalação.



Figura 35 – Passo a passo para instalação do sistema alveolar grelhado.

1. Colocação dos módulos sobre a laje ou telhas previamente impermeabilizadas; 2. Colocação da membrana de absorção sobre os módulos; 3. Colocação da grelha, observando os encaixes existentes; 4. Preenchimento da grelha com substrato; 5. Jogar gel para plantio sobre o substrato. Devem ser colocados aproximadamente 20 gramas por m²; 6. Plantio da vegetação escolhida.

Fonte: ECOTELHADO, 2013d

3.5 Espécies indicadas para cultivar

Existe uma grande quantidade de espécies que podem ser cultivadas em um telhado verde, devendo a escolha ser baseada em alguns critérios como maior ou menor necessidade de manutenção e maior ou menor capacidade de absorção de água.

Também podem ser usadas plantas com fins medicinais, frutíferas, verduras e legumes. (NAGASE; DUNNETT, 2012)

O cultivo de frutas, verduras, legumes e plantas medicinais é extremamente interessante pois, além de cumprir as funções ecológicas que se espera de um telhado verde, ainda tem a vantagem de tornar possíveis ações sociais como, por exemplo, a distribuição de alimentos para comunidades carentes. É possível cultivar, por exemplo, alface, tomate, abóbora, couve, morango, pimenta, temperos, além de plantas medicinais e uma infinidade de outras plantas

Existem algumas espécies que podem ser cultivadas para auxiliar no cuidado das plantas citadas anteriormente sem usar pesticidas ou agrotóxicos, possibilitando o seu cultivo de maneira orgânica. Estas espécies auxiliam no controle de pragas e repelindo insetos prejudiciais ao cultivo de algumas plantas. (NAGASE; DUNNETT, 2012)

Algumas das espécies que podem atuar como repelente natural de insetos são a citronela, lavanda, alecrim e manjerição, que ainda pode ser usado como tempero culinário. O cultivo de alho irá servir para obtenção de tempero e também para repelir as pragas que normalmente atacam os tomates (CICLO VIVO, 2015).



Figura 36 – Citronela, lavanda e alho.

Fonte: CICLO VIVO, 2015

A hortelã, além de poder ser usada para chás e sucos, tem a função de repelente de alguns insetos voadores, formigas e ratos. A sálvia repele a mariposa do repolho, enquanto o coentro tem propriedades contra pulgões e ácaros. A capuchinha é uma flor comestível e que é capaz de repelir vermes e insetos que atacam algumas plantas (CICLO VIVO, 2015).

Outras espécies como grama-amendoim, cacto-margarida, azulzinha, tapete-inglês, grama-esmeralda e orelha-de-rato são muito utilizadas. Além dessas também podem ser utilizadas plantas como boldinho, grama esmeralda, grama amendoim, capuchinha, verbena, grama são carlos, lambari roxo, lantana, vedélia, clorofito, lambari, aspargo, bulbine, alho social, dinheiro em penca, clúsia, calancói, rosinha de sol, amendoim forrageiro, dentre outros (ECOTELHADO, 2016).

A escolha da espécie a ser cultivada em um telhado verde é muito importante, pois uma escolha errada pode comprometer o ciclo ecológico esperado. Por exemplo, o uso de espécies suculentas, originárias de alguns desertos, e que possuem como característica uma fotossíntese de pouca liberação de água, não são interessantes para alguns países como o Brasil, por exemplo. Faz mais sentido, para o Brasil, o uso de vegetação nativa regional, como o Manacá da Serra, por exemplo, ou algumas espécies nativas da mata atlântica. Estas espécies trarão um maior equilíbrio ambiental (CARDIM, 2010).



Figura 37 – Manacá da serra, árvore típica da floresta paulistana, enraizada em 30cm do solo.

Fonte: CARDIM, 2010

Na sede da prefeitura de São Paulo há uma série de plantas nativas de grande porte em seu 14º andar. Espécies como palmeiras-jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) e até pau-brasil (*Caesalpinia echinata*) formam um telhado com vegetação densa e que traz inúmeros benefícios para a edificação e seu entorno (CARDIM, 2012).



Figura 38 – Espécies de grande porte na cobertura da prefeitura de São Paulo.

Fonte: CARDIM, 2012

No edifício sede da Fundação Cásper Líbero, mais conhecido como Edifício Gazeta, espécies nativas da mata atlântica foram plantadas, formando uma vegetação densa com mais de 100 árvores nativas. Segundo a empresa Skygarden, responsável pela execução, foi possível essa plantação com apenas 15cm de espessura de substrato, gerando uma sobrecarga de estrutural de 300kg/m². Segundo a empresa responsável, as mudas de 1m de altura foram plantadas em janeiro de 2014 e já chegaram a atingir de 2 a 3m (SKYGARDEN, 2015).



Figura 39 – Espécies da Mata Atlântica na Fundação Cásper Líbero.
Fonte: SKYGARDEN, 2015



Figura 39 – Espécies da Mata Atlântica na Fundação Cásper Líbero.
Fonte: SKYGARDEN, 2015

4 BENEFÍCIOS

O Telhado verde é uma excelente alternativa para aplicação em projetos que envolvam sustentabilidade, trazendo uma série de benefícios para a edificação, seu entorno e, dependendo da escala de sua aplicação, até para uma cidade inteira.

Em cidades cada vez mais saturadas de asfalto e concreto, onde áreas verdes ou permeáveis são cada vez mais escassas, esse sistema construtivo tem a capacidade de ajudar a amenizar os impactos causados pelo adensamento demográfico e pela crescente impermeabilização do solo urbano (VIJAYARAGHAVAN, 2016).

Esse sistema construtivo é uma excelente maneira de melhorar o desempenho do sistema de cobertura e devolver ao terreno parte da área permeável que foi tomada pela edificação (SARAT; LEMONSU; MSSON, 2006). Com o emprego do telhado verde é possível 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 (ALCAZAR; OLIVIERI; NEILA, 2016).

A adoção de cobertura vegetal nas edificações promove o processo de evapotranspiração, importantíssimo para o Ciclo Hidrológico em termos globais, para a redução da ilha de calor em termos locais e contribuindo para o controle térmico da edificação, fazendo com que a troca de calor entre o lado interno e externo da edificação aconteça de maneira mais lenta (WILKINSON; FEITOSA; KAGA, 2017). Este processo é benéfico não apenas no calor, mas também no frio, impedindo a perda de calor da edificação para o exterior. Além disso, telhados verdes têm a capacidade de promover a biodiversidade local, dando espaço para o desenvolvimento de espécies vegetais e pequenos animais (LAURA, 2016).

Outra relevante contribuição é com o recolhimento de água pluvial que pode ser armazenada e tratada para posterior reaproveitamento, além de contribuir para o retardamento da velocidade com que a água da chuva chega à rua e aos bueiros, contribuindo para a redução de enchentes e alagamentos e, ainda, pode ajudar a reduzir o impacto da água da chuva no caro sistema de drenagem urbano (MONTEIRO; CALHEIROS; PIMENTEL-RODRIGUES, 2016). Estima-se que o

telhado verde, com o acúmulo da chuva no substrato, pode atrasar em 15 minutos o escoamento da água para o bueiro (MOVIMENTO MAIS CIDADANIA METODISTA, 2010).

Em um estudo conduzido pelos pesquisadores Eleftheria Alexandri e Phillip Jones da Universidade Cardiff, do País de Gales, calculou-se, através de simulação computacional, o benefício que os telhados verdes representariam para a temperatura de 9 grandes cidades, numa situação hipotética de todos os prédios da cidade serem cobertos por vegetação. As simulações foram feitas para cidades com diversos tipos de clima como o húmido de Mumbai, temperado de Londres e o tropical de Brasília. Eles concluíram que a temperatura local pode cair de 3,6 até, expressivos, 11,3 graus Celsius. Quanto mais quente for a cidade em questão, maior será a redução na temperatura. Algumas empresas especializadas na instalação de telhados verdes prometem resfriamento no interior da edificação de até 18 graus Celsius (ALEXANDRI; JONES, 2008).

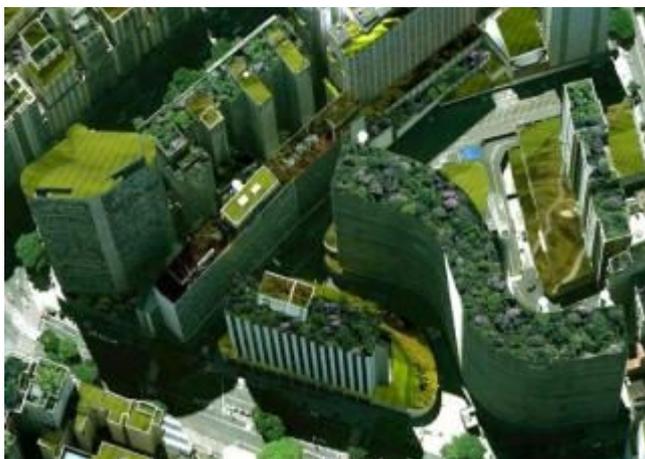


Figura 40 – Simulação da cidade de São Paulo coberta por telhados verdes.

Fonte: ECOANDO, 2013

Roaf (2006) defende que a resposta da sociedade para o enfrentamento das mudanças climáticas não está na criação de soluções sustentáveis mas, sim, em instalar sistemas de ar condicionado para contornar o calor. Segundo o autor, 40% da energia gerada nos EUA vai para alimentar sistemas de ar condicionado.

Segundo Minke (2004) a instalação de telhados verdes em 10 ou 20% das coberturas das edificações urbanas já seria suficiente para um clima mais saudável nas cidades.

Ainda segundo Minke (2004), ao longo do ano as lajes impermeabilizadas existentes em edificações europeias sofrem uma variação de temperatura superficial que pode chegar a 100°C, sendo de -20°C no inverno a 80°C no verão. Segundo o autor, com a colocação de cobertura verde, essa variação ficaria na casa dos 30°C ao longo do ano.

Segundo Minke (2004) estudos revelam que uma laje impermeabilizada na cor preta alcança 90°C de temperatura superficial durante o dia, caindo para 10°C à noite. De acordo com o autor, com a colocação de cobertura verde, a temperatura durante o dia não ultrapassaria os 25°C, enquanto que à noite a temperatura superficial ficaria em torno dos 15°C. Com esta medida a amplitude térmica superficial da cobertura cairia dos 80°C, no caso da laje impermeabilizada, para 10°C no caso do telhado verde, conforme mostra a Figura 41.

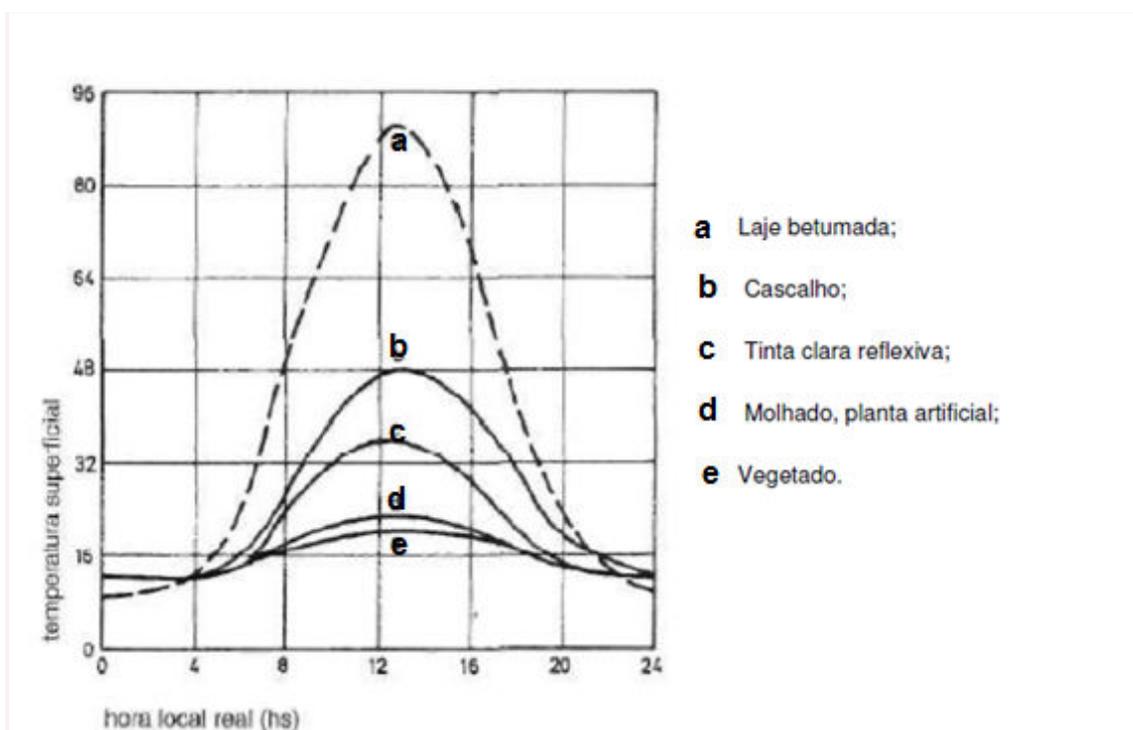


Figura 41 - Temperaturas medidas ao longo do tempo em diferentes superfícies de coberturas planas em um dia ensolarado de verão.

Fonte: MINKE, 2004

Vecchia (2005), da Universidade de São Carlos, elaborou um estudo em que a construção de alguns protótipos de coberturas usando os sistemas mais tradicionais

utilizados no Brasil permitiram fazer uma comparação de sua eficiência energética frente a uma cobertura verde. Os sistemas construídos foram para análise foram: Aço galvanizado, telha de fibrocimento ondulada, laje pré-moldada com lajotas de cerâmica com inclinação e laje impermeabilizada com pintura na cor branca com resina a base de óleo, além da cobertura verde leve. Os resultados mostram que a cobertura verde tem eficiência muito superior a todos os demais sistemas testados, conforme aponta a Figura 42.

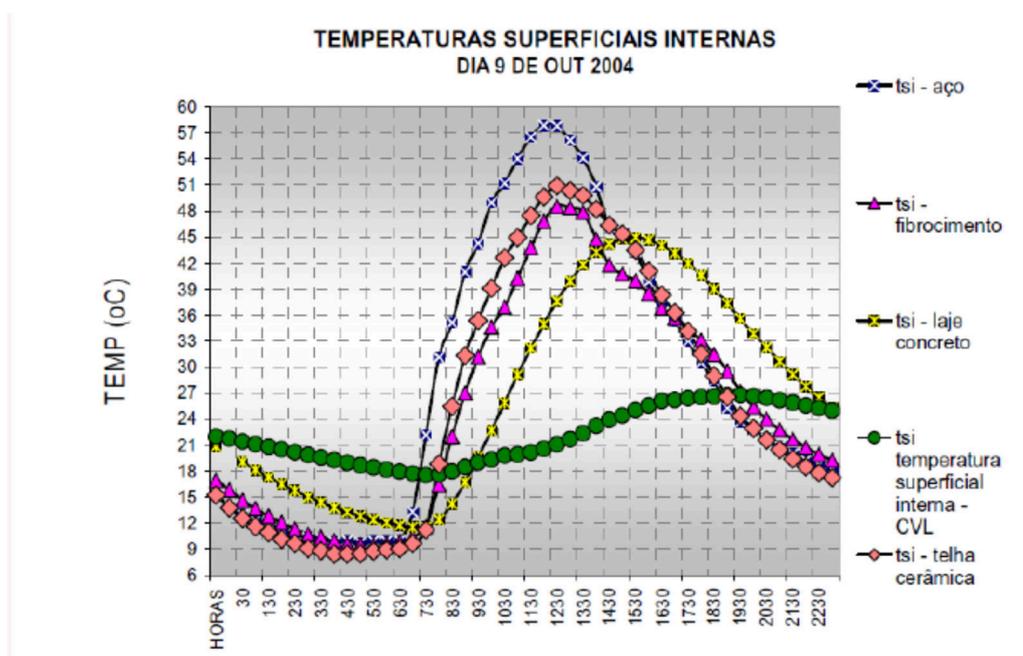


Figura 42 – Comparativo das temperaturas superficiais de cinco protótipos.

Fonte: VECHIA, 2005



Figura 43 – Simulação de cidade toda coberta por telhados verdes.

Fonte: EQUIPE ONB, 2015.

Segundo a arquiteta e urbanista Adriane Cordoni Savi, especialista em construções sustentáveis, o atraso térmico gerado pelos telhados verdes pode chegar a quatro horas. Este atraso proporciona um resultado interessante em que, ao meio dia, com uma temperatura externa de 32°C, a temperatura interna da edificação que contém telhado verde, abaixaria em torno de 10°C, ficando, portanto, com 22°C. Na mesma situação descrita acima, a temperatura superficial de uma telhada cerâmica chegaria aos 51°C, enquanto que a temperatura superficial do telhado verde fica nos 24°C (SAVI, 2012).

5 EXEMPLOS DE TELHADOS VERDES

Existem inúmeros exemplos de telhados verdes implantados com sucesso ao redor do mundo no Brasil, alguns representando, além de importância ecológica, iniciativas sociais interessantes. A seguir são apresentados alguns exemplos de implantações bem sucedidas.

5.1 Biesbosch Museum - Holanda



Figura 44 – Vista panorâmica do Biesbosch Museum.

Fonte: WANG, 2015

Com projeto de reforma assinado pelo escritório Marco Vermeulen, o Biesbosch Museum, na Holanda, foi recentemente reinaugurado – 27 de junho de 2015 – com uma proposta arquitetônica totalmente renovada.

Foi criada uma nova ala para exposições com planos de vidro que propiciam diversas vistas para o lago.

Esta nova ala foi coberta com um telhado verde formado por gramas e ervas, simulando uma topografia montanhosa, se integrando à paisagem.

Outras medidas visando à sustentabilidade foram tomadas, como a utilização de vidros com maior resistência ao calor, o que reduz o uso de ar condicionado. Para os dias frios de inverno, o museu conta com fogão de biomassa, que mantém a edificação aquecida. Para os dias quentes a edificação conta com sistema de resfriamento utilizando a água do lago, além, é claro, de contar com os benefícios térmicos do telhado verde (SIMONELLI, 2015).



Figura 45 – Construção do novo pavilhão.

Fonte: EDION BOUW EN MANAGEMENT, 2015



Figura 46 – Preparação do substrato do telhado do novo pavilhão.

Fonte: EDION BOUW EN MANAGEMENT, 2015



Figura 47 – Construção do novo pavilhão.

Fonte: EDION BOUW EN MANAGEMENT, 2015



Figura 48 – Preparação do substrato do telhado do novo pavilhão.

Fonte: EDION BOUW EN MANAGEMENT, 2015



Figura 49 – Substrato e impermeabilização do telhado do novo pavilhão.

Fonte: EDION BOUW EN MANAGEMENT, 2015



Figura 50 – Preparação do substrato do telhado do novo pavilhão.

Fonte: EDION BOUW EN MANAGEMENT, 2015



Figura 51 – Gramas são plantadas no telhado do novo pavilhão.

Fonte: EDION BOUW EN MANAGEMENT, 2015



Figura 52 – Vista do Biesbosch Museum.

Fonte: EDION BOUW EN MANAGEMENT, 2015



Figura 53 – Vista aérea do Biesbosch Museum.

Fonte: EDION BOUW EN MANAGEMENT, 2015

A água foi um elemento explorado no projeto, estando presente nos jardins externos do museu, no lago do entorno e também no telhado da edificação. Foram criados espelhos e percursos d'água percorrendo os jardins e o telhado.



Figura 54 – Curso d'água no jardim.

Fonte: EDION BOUW EN MANAGEMENT, 2015



Figura 55 – Curso d'água no jardim.

Fonte: EDION BOUW EN MANAGEMENT, 2015



Figura 56 – Curso d'água no telhado.

Fonte: EDION BOUW EN MANAGEMENT, 2015



Figura 57 – Passarela no telhado.

Fonte: EDION BOUW EN MANAGEMENT, 2015



Figura 58 – Vista do Biesbosch Museum.

Fonte: EDION BOUW EN MANAGEMENT, 2015

5.2 Instituto Kairós - Brasil



Figura 59 – Instituto Kairós.

Fonte: Arquivo pessoal

Localizada em São Sebastião das Águas Claras – mais conhecida como Macacos, distrito da cidade mineira de Nova Lima, a sede do Instituto Kairós é mais um belo exemplo da aplicação correta de telhados verdes.

Atuando em Macacos desde 2002, a ONG tem a missão “de gerar e transferir tecnologias sociais orientadas ao desenvolvimento humano, atua no território por meio do fortalecimento de políticas públicas, de redes sociais e educativas, da autonomia produtiva, do protagonismo cultural das comunidades, da valorização dos recursos naturais e da biodiversidade”. Suas ações são voltadas para o planejamento ambiental e ampliação da “participação sociocultural e econômica das comunidades nos processos de desenvolvimento local” (INSTITUTO KAIRÓS, 2011a).

Em 2002 a área onde hoje está instalada a sede do instituto encontrava-se abandonada e ambientalmente degradada.



Figura 60 – Área degradada antes da intervenção.

Fonte: INSTITUTO KAIRÓS, 2011b

Quando o Instituto Kairós iniciou a recuperação da área contou com a participação da comunidade e de mestres de tradição oral na transferência das tecnologias e dos saberes locais, fator que, certamente, representou um ganho expressivo para as construções do local e para a comunidade que teve acesso a essas técnicas tradicionais (INSTITUTO KAIRÓS, 2011a).



Figura 61 – Transferência de tecnologias e saberes locais.

Fonte: INSTITUTO KAIRÓS, 2011b

A construção coletiva do espaço contou com a aplicação de técnicas tradicionais e de bioarquitetura, resultando em um espaço com riqueza arquitetônica e cultural. Os prédios do instituto se integram perfeitamente à paisagem do entorno por usar materiais disponíveis localmente, como terra, bambu e fibras naturais. Esta integração é fortalecida pelo uso de telhados ecológicos nas edificações.



Figura 62 – Telhado verde no Instituto Kairós.

Fonte: Arquivo pessoal

Desde então o instituto se inseriu de maneira significativa na comunidade local e oferece uma série de programas, projetos, cursos e palestras nas áreas socioambiental, socioeducativa, sociocultural e socioeconômica, representando inúmeros benefícios para a população. Um dos cursos ofertados é voltado justamente para a construção de telhados verdes (INSTITUTO KAIRÓS, 2011a).



Figura 63 – Telhado verde no Instituto Kairós.

Fonte: Arquivo pessoal

5.3 Shopping Eldorado - Brasil



Figura 63 – Vista do Shopping Eldorado em São Paulo.

Fonte: SHOPPING ELDORADO, 2015

Apesar de não possuir a mesma tipologia construtiva dos exemplos anteriores, o Shopping Eldorado, localizado na Marginal Pinheiros, em São Paulo, se destaca pela iniciativa social e pelo ciclo sustentável pensado no uso do seu telhado.

O grande diferencial da iniciativa do Shopping é a transformação dos resíduos orgânicos gerados pelas sobras das refeições servidas na sua praça de alimentação em composto orgânico.



Figura 64 – Horta cultivada no telhado do Shopping Eldorado.

Fonte: SHOPPING ELDORADO, 2015

Aproximadamente 300 mil refeições são servidas mensalmente, gerando, junto com os demais materiais de descarte do shopping, cerca de 300 toneladas de lixo por mês. Desse total, 25% é reciclado através da reciclagem tradicional ou da compostagem.

O processo de compostagem funciona da seguinte maneira: Os resíduos orgânicos da praça de alimentação são recolhidos e são levados para a central de compostagem do shopping. Lá são acrescentadas duas enzimas que aceleram o processo de decomposição do lixo. A decomposição do lixo com essas enzimas leva cerca de 1 hora. Esse processo na natureza levaria em torno de 180 dias.

Após a utilização das enzimas é acrescentado serragem, dando origem a 14 toneladas de composto orgânico, ou adubo, por mês.



Figura 64 – Enzimas misturadas aos resíduos orgânicos.

Fonte: CHAYAMITI, 2013

Os compostos gerados são colocados em baldes e caixas plásticas reutilizadas e levados ao telhado da edificação, onde serão utilizadas como substrato para a horta orgânica do shopping. Lá são cultivados legumes e verduras, frutas, ervas aromáticas e medicinais que são fornecidos aos funcionários do shopping. Nesses anos que o projeto está em funcionamento já foram colhidos alface, abóbora, couve, abobrinha, salsinha, hortelã, manjerição, berinjela, pimenta, tomate, ervas medicinais, morangos, orégano, dentre outros, além de flores.



Figura 65 – Flores plantadas no teto do Shopping Eldorado.

Fonte: BIO IDEIAS, 2016a

Foi criado também o setor chamado de “Farmácia Viva”, onde são cultivadas plantas com propriedades medicinais.



Figura 66 – Farmácia Viva do Shopping Eldorado.

Fonte: BIO IDEIAS, 2016a



Figura 67 – Horta cultivada no teto do Shopping Eldorado.

Fonte: BIO IDEIAS, 2016a



Figura 68 – Horta cultivada no teto do Shopping Eldorado.

Fonte: CHAYAMITI, 2013

O substrato onde as plantas são cultivadas é formado por 100% de composto orgânico produzido no local. Não é utilizado nenhum outro tipo de material para complementar o substrato.



Figura 69 – Horta cultivada no teto do Shopping Eldorado.

Fonte: CHAYAMITI, 2013

O shopping tem um gasto aproximado de 12 mil reais por mês para manter o projeto e pretende ampliá-lo, pois a projeção feita é que em cinco anos as taxas para se enviar todo esse lixo para o aterro superem o valor gasto na compostagem (CHAYAMITI, 2013).

No ano de 2013 dos 9.800m² do telhado do Shopping, 1000m² estavam ocupados com o projeto. Atualmente a área ocupada cresceu para 2500m² (BIO IDEIAS, 2016a) e a intenção, segundo o engenheiro agrônomo Rui Signori, responsável pelo projeto, é utilizar toda a área disponível para, no segundo passo do projeto, tentar diminuir em um grau a temperatura interna do shopping, gerando economia de energia com os equipamentos de ar condicionado (CHAYAMITI, 2013).



Figura 70 – Miriam Reis da Silva, auxiliar de compostagem do Shopping Eldorado.

Fonte: CHAYAMITI, 2013

Segundo dados de 2012 do IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2012, os rejeitos orgânicos correspondem a cerca de 52% do volume total de resíduos produzidos no Brasil. Infelizmente o país sofre com a ausência de políticas públicas que deem uma destinação correta a estes resíduos que, invariavelmente, são descartados com os outros resíduos em aterros sanitários sem receber o tratamento adequado. Nos lixões, na sua decomposição, o material orgânico passa por processos biológicos, químicos e físicos e se transforma em chorume, também conhecido como “líquido percolado” ou “lixiviado”. Por fim, este líquido se infiltra no solo e contamina o lençol freático (BIO IDEIAS, 2016a).



Figura 71 – Horta cultivada no teto do Shopping Eldorado.

Fonte: CHAYAMITI, 2013



Figura 72 – Horta no teto do Shopping Eldorado.

Fonte: CHAYAMITI, 2013



Figura 72 – Horta no teto do Shopping Eldorado.

Fonte: CHAYAMITI, 2013

Iniciativas como a do Shopping Eldorado são interessantíssimas, uma vez que consegue englobar todo o tripé da sustentabilidade que é atender aos aspectos econômicos, ambientais e sociais, além de servir como exemplo para outras iniciativas parecidas, conforme a que será apresentada a seguir.

5.4 Shopping Nova América e Shopping Boulevard Rio - Brasil



Figura 73 – Shopping Nova América no Rio de Janeiro.

Fonte: SHOPPING NOVA AMÉRICA, 2015

Inspirado no telhado verde do Shopping Eldorado, de São Paulo, o Shopping Nova América, no Rio de Janeiro, implantou seu telhado verde, nos mesmos moldes do projeto paulista.



Figura 74 – Telhado verde do Shopping Nova América.

Fonte: BIO IDEIAS, 2016b

No Shopping Nova América são gerados em torno de 2 toneladas de lixo por dia. A diferença deste projeto para o Shopping Eldorado é que, além de ser destinado aos funcionários do shopping, o projeto social “Plantando o Amanhã” é beneficiado com doações de alimentos colhidos no local.



Figura 75 – Alimentos colhidos no telhado do Shopping Nova América.

Fonte: BIO IDEIAS, 2016b

Depois do sucesso do projeto implantado no Shopping Nova América, o Shopping Boulevard Rio, gerido pela mesma administradora, adotou a mesma prática e também está obtendo sucesso.

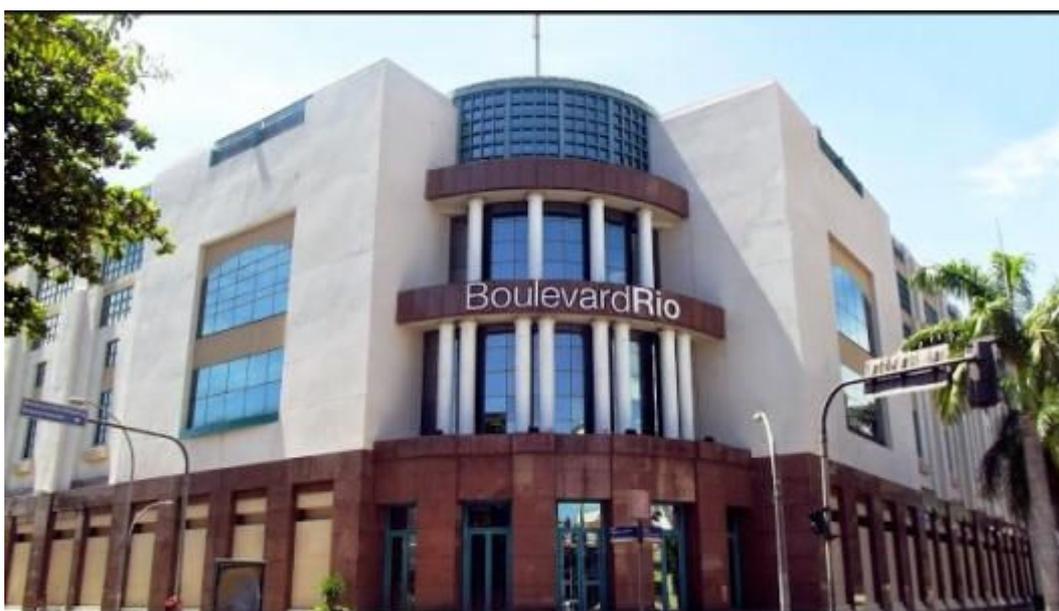


Figura 76 – Shopping Boulevard Rio.

Fonte: BOULEVARD RIO SHOPPING, 2015

Assim como no Shopping Nova América, o Shopping Boulevard Rio destina uma parte da colheita para os seus funcionários, enquanto a outra parte tem uma destinação social, no caso para as comunidades próximas (BIO IDEIAS, 2016c; MAGESTE, 2016).

5.5 Empire State Building – USA

Um dos edifícios mais icônicos de Nova York, o Empire State Building, teve quatro terraços convertidos em jardins. Os quatro novos jardins, que serão usados como espaços de convivência, têm uma área total de 845m² (ECO D, 2013).



Figura 77 – Terraço verde do Empire State Building.

Fonte: ECO D, 2013

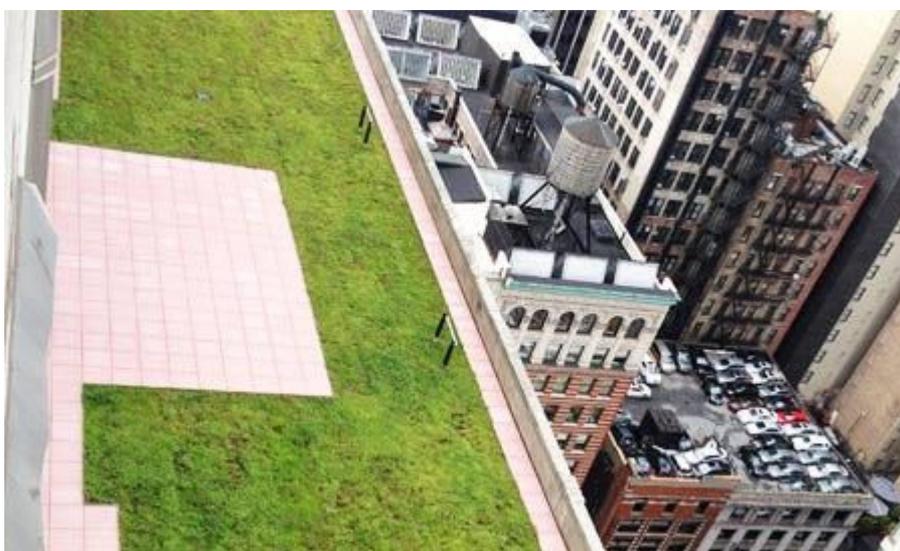


Figura 78 – Terraço verde do Empire State Building.

Fonte: ECO D, 2013

A administração do edifício implantou um programa de eficiência energética que pretende tornar o edifício mais sustentável e recebeu certificação Leed. Aplicando retrofit e outras medidas o edifício conseguiu reduzir seu consumo energético e tornou de 38%. No caso deste projeto é importante ressaltar que o telhado verde tem pouco impacto na redução do consumo energético. A redução do consumo de ar condicionado terá efeito apenas para o andar imediatamente abaixo. Este exemplo é interessante pelo espaço de convivência criado, o que gera benefícios para os trabalhadores do edifício e para mostrar que mesmo edificações icônicas podem receber um telhado verde.

5.6 Edifício da Fundação Cásper Líbero – Brasil



Figura 79 – Edifício da Fundação Cásper Líbero.

Fonte: VIVA REAL, 2014

Sede da TV Gazeta, o Edifício da Fundação Cásper Líbero, localizado na Avenida Paulista, em São Paulo, também recebeu vegetação em um terraço de 700m². Este é mais um exemplo de edificação já consolidada onde foi possível construir um telhado ecológico criar um espaço de convivência e para amenizar a temperatura local (CARDIM, 2015).



Figura 80 – Terraço verde do edifício da Fundação Cásper Líbero.

Fonte: SKYGARDEN, 2015

Nesta edificação foram usadas algumas espécies nativas da mata atlântica, criando uma vegetação mais densa. Apesar de representar um peso de apenas 300kg/m², algumas plantas podem chegar a 3,50 metros de altura. Neste tipo de projeto a espessura do substrato varia de 4 a 15 cm e o peso pode ficar entre 40 a 300 kg por m², tornando possível instalar sobre prédios antigos (CARDIM, 2015).



Figura 81 – Terraço verde do edifício da Fundação Cásper Líbero.

Fonte: SKYGARDEN, 2015

5.7 Prefeitura de São Paulo – Brasil



Figura 82 – Prefeitura de São Paulo.

Fonte: CARDIM, 2012

Localizado junto ao Viaduto do Chá, no centro da cidade, o edifício sede da Prefeitura de São Paulo exibe uma exuberante “floresta” suspensa no décimo quarto andar. São árvores de grande porte como palmeiras-jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) e até pau-brasil (*Caesalpinia echinata*) (CARDIM, 2012).

O centro de São Paulo, assim como da maioria das grandes metrópoles, é repleto de grandes edifícios. Uma grande parte desses edifícios foi erguida em épocas que não existiam parâmetros urbanísticos que preservassem a permeabilidade do terreno. Soma-se a isto o fato desses edifícios serem rodeados de concreto e asfalto e têm-se uma cidade quase que inteiramente impermeabilizada. O resultado disso é sentido pelas pessoas ao longo do ano, mas com maior intensidade no verão, onde o calor nessas regiões é extremo e as chuvas tradicionais no final do dia causam alagamento e transtornos.

Portanto, o prédio da prefeitura é um bom exemplo das possibilidades do uso de coberturas vegetais em centros urbanos densamente ocupados. Iniciativas como esta podem ajudar a combater os efeitos negativos supracitados, trazendo áreas verdes permeáveis ao centro totalmente árido e impermeabilizado.

6 TELHADOS VERDES: ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTO COM SISTEMAS TRADICIONAIS DE COBERTURA

Apesar de todo o apelo sustentável que os telhados verdes trazem consigo apenas este fator não é suficiente para convencer as pessoas a adotarem tal tecnologia em suas edificações. Sem dúvida o fator econômico tem um forte peso nas tomadas de decisões.

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.

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.

Philippi (2006) aponta para a grande variação do preço do telhado verde, mesmo entre duas das maiores potências econômicas mundiais, como Alemanha e Estados Unidos. Na Alemanha o telhado custa em média \$18,50/m² enquanto que nos Estados Unidos o mesmo telhado custa em média \$ 47,30/m². Ainda segundo Philippi (2006), esta diferença ocorre, provavelmente, pelos incentivos e pela maior concorrência em solo alemã, onde o grande interesse pelo sistema proporciona o desenvolvimento em maior escala de fornecedores e materiais. Nos Estados Unidos ainda é uma solução individual, não possibilitando, ainda, uma concorrência que garanta um preço mais próximo do praticado na Alemanha.

Na figura abaixo, Philippi (2006) faz uma comparação entre o preço final e o preço de cada camada do telhado verde na Alemanha e nos Estados Unidos.

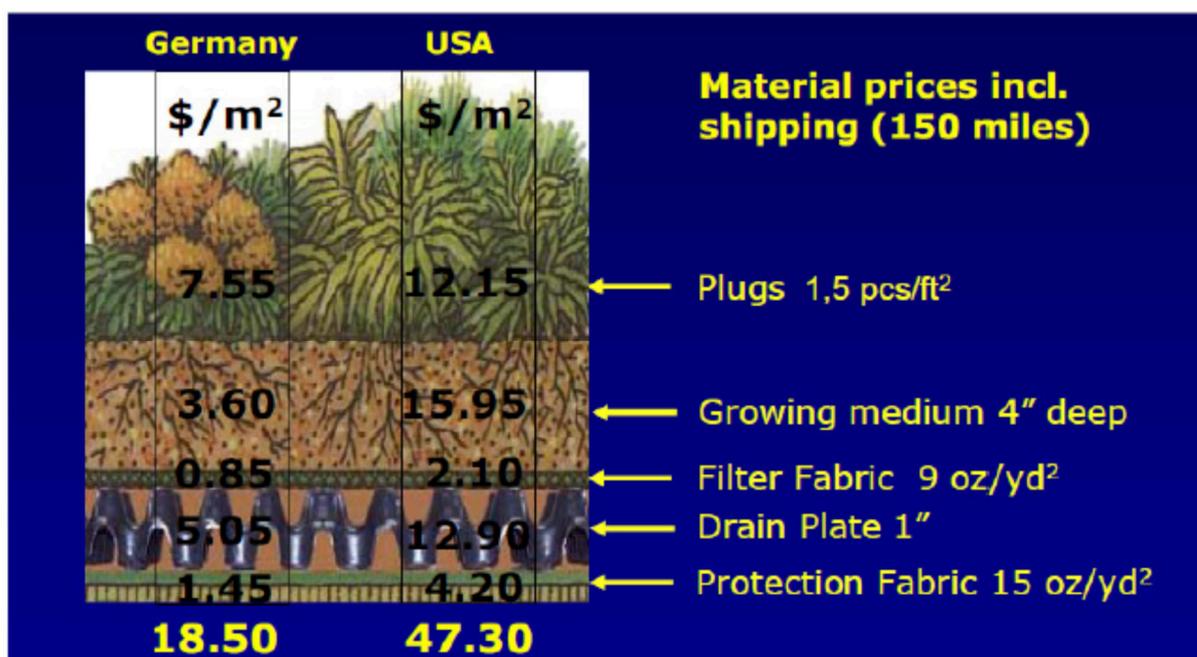


Figura 83 – Comparação de custos entre telhados verdes.

Fonte: Philippi, 2006

O estudo desenvolvido por Savi (2012) apresenta uma série de dados que permitem uma boa comparação entre o custo entre a implantação de diferentes tipos de telhados verdes e diferentes tipos de telhados tradicionais no Brasil. É apresentada ainda a diferença entre o peso de cada estrutura.

Para chegar aos valores listados no estudo, a autora desenvolveu um projeto padrão em que apenas a cobertura, com área de 57,60 m², foi alterada para um dos sete sistemas escolhidos para a pesquisa. Os telhados usados na pesquisa foram: “Laje pré-moldada com telha cerâmica”; “Laje pré-moldada sombreada com argila expandida”; “Estrutura em madeira, telha cerâmica e forro em madeira”; “Telhado verde - sistema hexa”; “Telhado verde - Sistema modular”; “Telhado verde - Sistema vernacular” e “Telhado verde - Sistema vernacular com laje pré-moldada”.

- Sistema 1 - O primeiro sistema, denominado pela autora como “Sistema 1” é composto de laje pré-moldada com telha cerâmica. Foi considerado um sistema com laje pré-moldada com lajota de cerâmica com espessura de 8 cm, recobertos com capa de concreto de 4cm e Fck de 20MPa. Na estrutura do telhado foi prevista madeira serrada não aparelhada. A telha escolhida foi cerâmica do tipo romana. Foram incluídos nos custos da cobertura os oitões, uso de calhas e rufos, chapisco, reboco, emboço e pintura da laje.

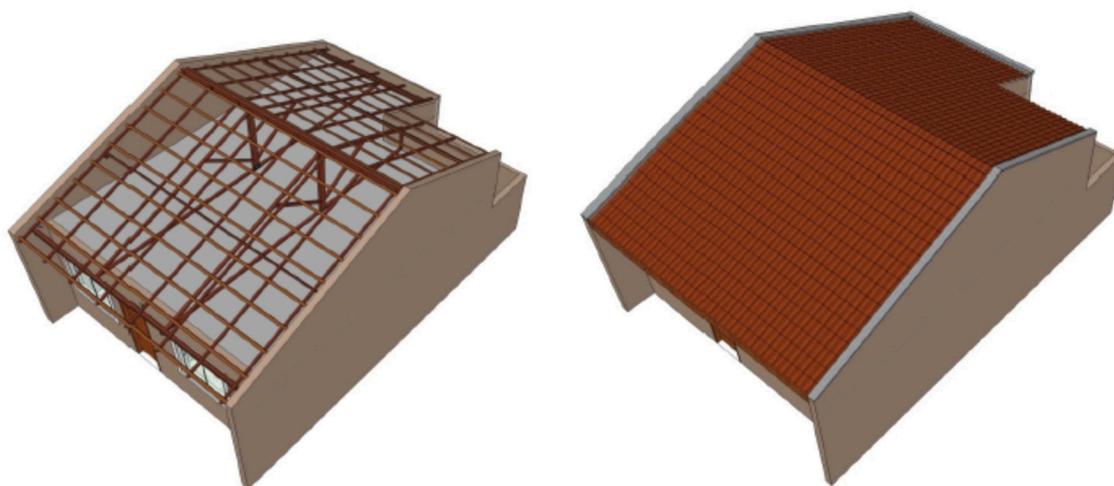


Figura 84 – Estrutura do telhado em madeira com cobertura em telha cerâmica tipo romana.

Fonte: SAVI, 2012

- Sistema 2 - O segundo sistema analisado pela autora, laje pré-moldada sombreada com argila expandida, considerou um sistema com laje pré-moldada com lajota de cerâmica com espessura de 8 cm, recobertos com capa de concreto de 4cm e Fck de 20MPa. Foi considerada platibanda com 1m com chapisco, reboco e rufo. A laje foi impermeabilizada com manta asfáltica com 3mm de espessura com film de proteção e alumínio gofrado com espessura de 0,8mm. Sobre a camada de impermeabilização é empregada uma camada de argila expandida com espessura de 5cm. Esta camada de argila tem a finalidade de proteção da laje.

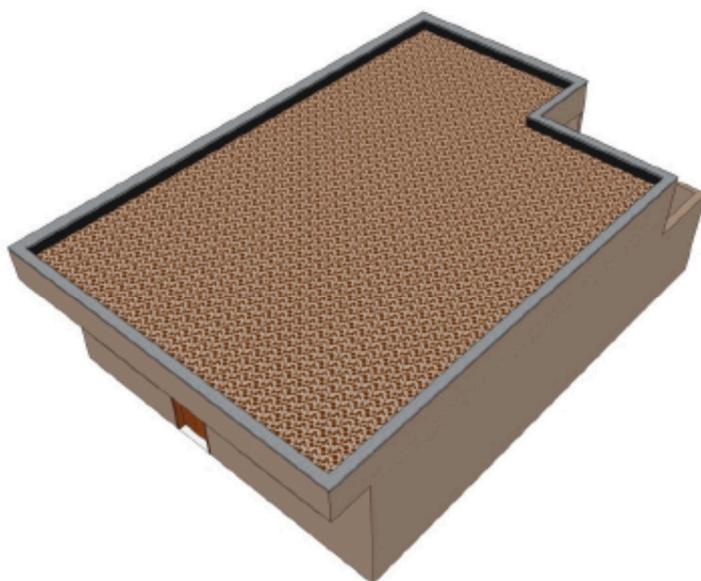


Figura 84 – Sombreamento da laje com argila expandida.

Fonte: SAVI, 2012

- Sistema 3 - O terceiro, e mais simples dos sistemas analisados, é composto de estrutura em madeira, telha cerâmica e forro em madeira. Na estrutura do telhado foi prevista madeira serrada não aparelhada. A telha escolhida foi cerâmica do tipo romana. Foram incluídos nos custos chapisco e reboco da alvenaria que faz o fechamento lateral do telhado, calhas e rufos. O forro utilizou madeira tipo cedrinho envernizado, com tábuas de largura de 10cm e 1cm de espessura.

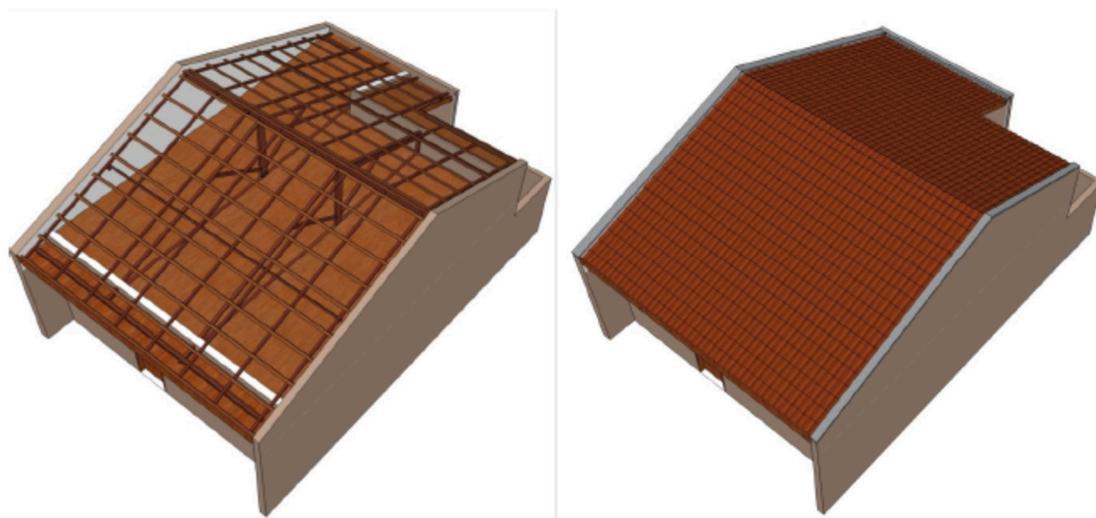


Figura 85 – Forro e beirais em madeira com cobertura em telha cerâmica tipo romana.

Fonte: SAVI, 2012

Para os sistemas 4, 5 e 6, foi considerada uma estrutura de madeira composto por 14 vigas de 6,50m e 4 vigas de 4m com perfil de 2x22,5cm. Acima das vigas foram colocadas chapas de madeira compensada autoclavadas com dimensão de 122x244cm e 1,8cm de espessura. Para fechamento lateral foram usadas placas cimentícias sem amianto com espessura de 6mm. Sobre as chapas foi considerada impermeabilização com manta asfáltica com espessura de 3mm, protegida com filme de alumínio gofrado com espessura de 0,8mm. Esta estrutura será comum aos três sistemas descritos a seguir (4, 5 e 6), variando apenas a solução adotada para o sistema de telhado verde.

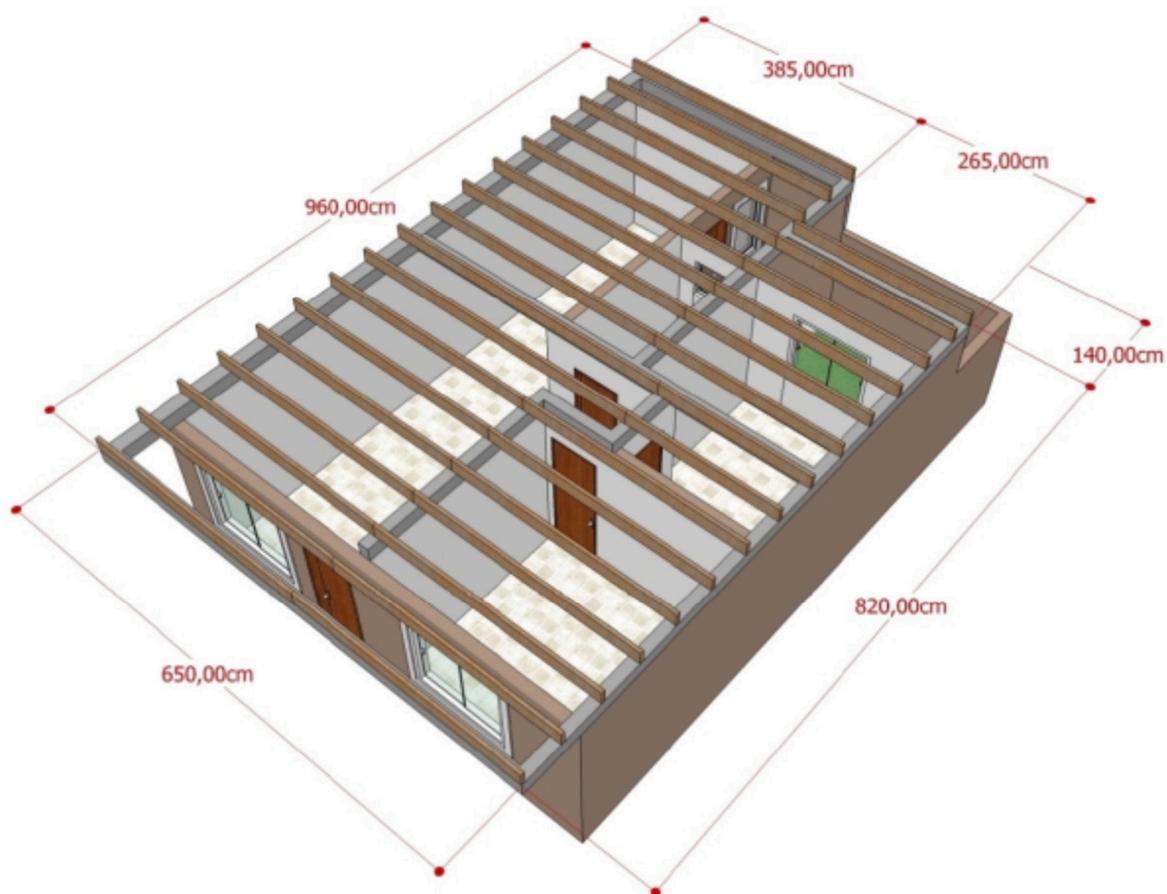


Figura 86 – Vigas em madeira.

Fonte: SAVI, 2012

Todos os sistemas de telhado verde descritos a seguir adotaram como vegetação o Cacto Margarida, espécie que proporciona boa retenção de água.



Figura 87 – Cacto Margarida (*Lampranthus productus*).

Fonte: STUMPF, 2015

- Sistema 4 - O quarto sistema, telhado verde - sistema hexa, é um sistema industrializado modular. Sobre a estrutura comum descrita anteriormente, será colocada uma membrana de polietileno de alta densidade. Sobre a membrana são instalados os módulos hexagonais. Logo acima desta camada é colocada a membrana de retenção de nutrientes de 5mm de espessura, feita de poliéster e materiais reciclados. O substrato usado é composto de materiais orgânicos e sintéticos reciclados. O sistema escolhido foi do tipo extensivo, com uso do Cacto Margarida, espécie ideal para proporcionar o armazenamento de água. Este telhado possui capacidade de retenção de 22,5 l/m² com peso, nesta situação, de 61 kg/m².

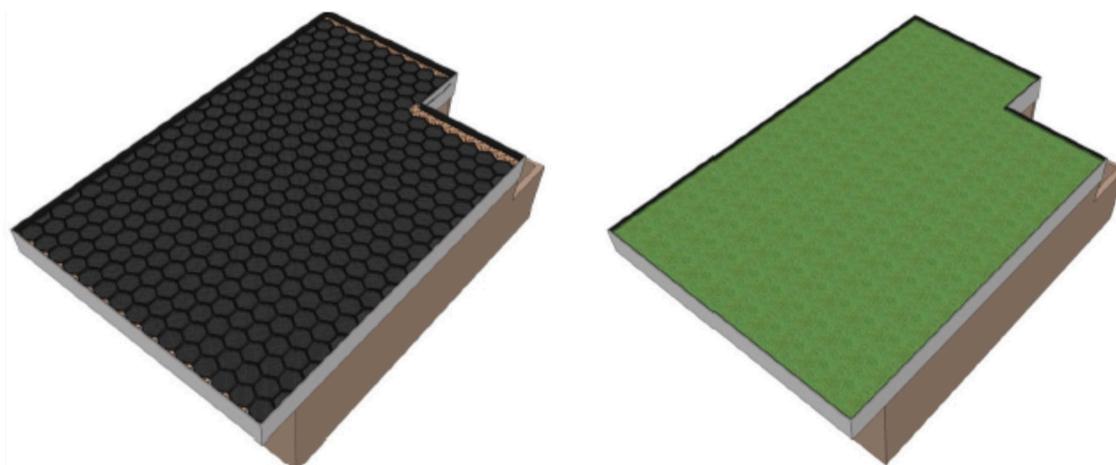


Figura 88 – Telhado verde sistema hexa - disposição dos módulos plásticos de retenção de água e telhado verde sistema hexa vegetado.

Fonte: SAVI, 2012

- Sistema 5 - O quinto sistema, telhado verde - sistema modular, também utiliza a estrutura descrita anteriormente. Uma manta geotêxtil é colocada sobre o sistema impermeabilizado. Esta manta, feita de poliéster, protege a impermeabilização das raízes da vegetação. Acima da manta são colocados os módulos industrializados com dimensões de 40x50x8cm. Sobre os módulos é colocado o substrato, entregue pelo próprio fabricante. A vegetação escolhida também foi o Cacto Margarida. Este telhado possui capacidade de retenção de 33 l/m² com peso, nesta situação, de 80 kg/m².

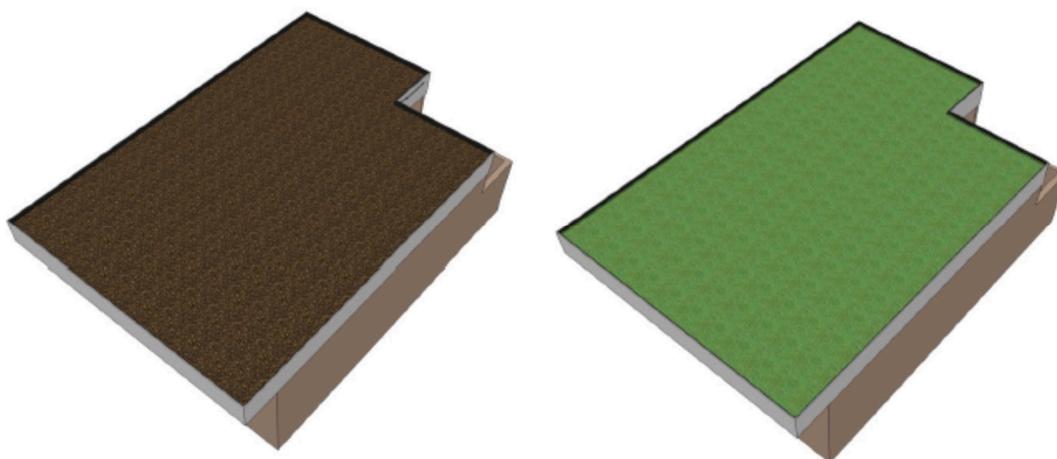


Figura 89 – Telhado verde sistema modular – camada de substrato e telhado verde sistema modular vegetado.

Fonte: SAVI, 2012

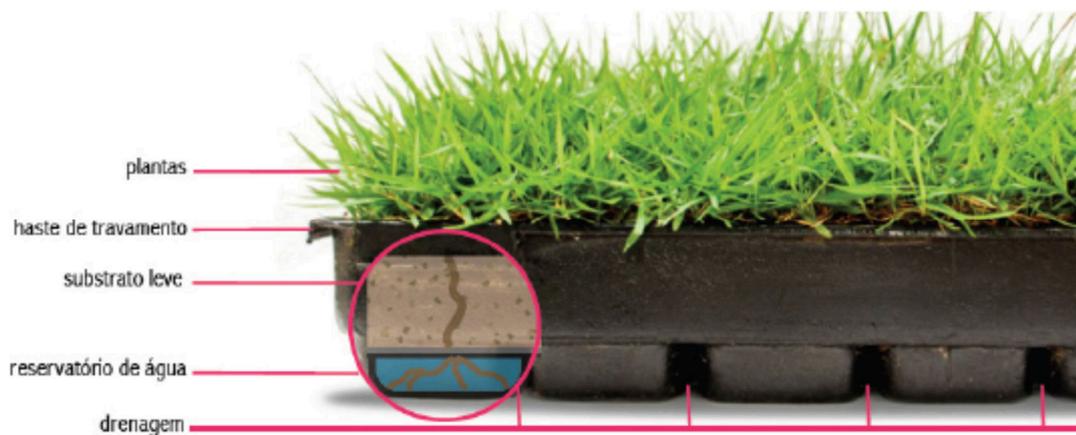


Figura 90 – Módulo telhado verde – Instituto Cidade Jardim.

Fonte: INSTITUTO CIDADE JARDIM, 2012



Figura 91 – Módulo telhado verde manta de separação água e substrato – Instituto Cidade Jardim.

Fonte: INSTITUTO CIDADE JARDIM, 2012

- Sistema 6 - O sexto sistema estudado, telhado verde - sistema vernacular, sendo este um sistema moldado *in loco*. Este sistema também utiliza a estrutura descrita anteriormente. Uma manta geotêxtil é colocada sobre o sistema impermeabilizado. Acima da manta é acrescentada uma camada de argila expandida com 3cm de espessura. Sobre esta camada de argila é acrescentada outra manta geotêxtil que terá a finalidade de segurar o substrato e melhorar o desempenho da camada drenante, formada pela argila expandida. Em seguida é acrescentado o substrato com espessura de 5cm. Por fim, é plantado o Cato Margarida.

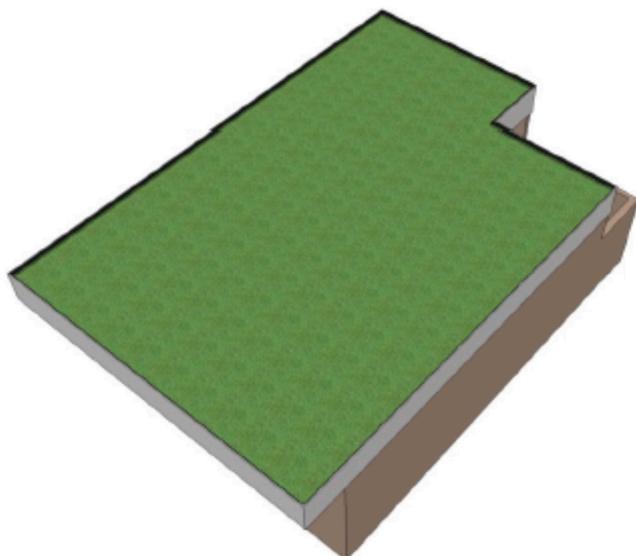


Figura 92 – Telhado verde vernacular vegetado moldado *in loco*.

Fonte: SAVI, 2012

- Sistema 7 - O sétimo e último sistema analisado pela autora, telhado verde - sistema vernacular com laje pré-moldada, considerou um sistema com laje pré-moldada com lajota de cerâmica com espessura de 8 cm, recobertos com capa de concreto de 4cm e Fck de 20MPA e platibanda de 100cm. Para impermeabilização foi usada manta asfáltica com espessura de 3mm e filme de alumínio gofrado. Como solução de telhado verde foi adotada a mesma descrita no item anterior, um sistema moldado *in loco*.

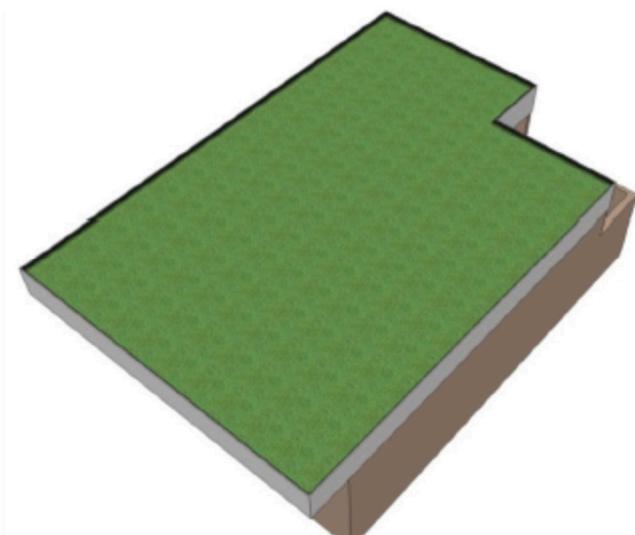


Figura 93 – Telhado verde vernacular vegetado com laje pré-moldada.

Fonte: SAVI, 2012

Na tabela a seguir, estão representados os custos e o peso de cada um dos sete sistemas analisados por Savi (2012). Na tabela estão discriminados os custos de material, mão de obra, custo total e por metro quadrado, além do peso total e peso por metro quadrado do sistema.

	Custo Material	Custo Mão de Obra	Custo Total	Custo por m ²	Peso Sistema (kg)	Peso por m ² (kg/m ²)
Sistema 1	R\$ 6.632,94	R\$ 7.721,01	R\$ 14.353,95	R\$ 249,55	22.396,60	389,37
Sistema 2	R\$ 5.631,99	R\$ 6.026,00	R\$ 11.657,99	R\$ 202,68	18.619,49	323,7
Sistema 3	R\$ 5.603,21	R\$ 5.618,22	R\$ 11.221,43	R\$ 195,09	6.575,78	114,32
Sistema 4	R\$ 9.922,19	R\$ 4.221,16	R\$ 15.832,38	R\$ 275,25	5.357,81	93,15
Sistema 5	R\$ 9.696,38	R\$ 3.301,28	R\$ 15.606,57	R\$ 271,32	6.459,81	112,31
Sistema 6	R\$ 6.877,49	R\$ 3.594,76	R\$ 10.472,25	R\$ 182,06	7.265,66	126,32
Sistema 7	R\$ 6.821,40	R\$ 6.138,88	R\$ 12.960,28	R\$ 225,32	23.089,49	401,42
Onde,						
Sistema 1 - Laje pré-moldada com telha cerâmica						
Sistema 2 - Laje pré-moldada sombreada com argila expandida						
Sistema 3 - Estrutura em madeira, telha cerâmica e forro em madeira						
Sistema 4 - Telhado verde - sistema hexa						
Sistema 5 - Telhado verde - Sistema modular						
Sistema 6 - Telhado verde - Sistema vernacular						
Sistema 7 - Telhado verde - Sistema vernacular com laje pré-moldada						

Quadro 1 – Comparação entre custo e peso de telhados.

Fonte: Adaptado de: Savi (2012)

Com a tabela observa-se que o mais barato foi o sistema 6, telhado verde – sistema vernacular, com custo total de R\$ 10.472,25. Já o mais leve foi o sistema 4, telhado verde – sistema hexa, com peso total de 5.357,81 kg.

A título de comparação, em São Paulo, após aprovação de lei municipal que incentiva a adoção de iniciativas verdes nas imediações do “Minhocão”, dois edifícios fizeram a implantação de jardins verticais nas paredes sem janelas. O primeiro edifício tinha uma área de paredes sem janelas de 302 m². O custo para se cobrir essa área ficou em torno de R\$ 253,9 mil. O segundo edifício tem área disponível de 561 m², O custo da obra ficará em torno de R\$ 500 mil (LEITE, 2016).

7 LEIS DE INCENTIVO

Algumas cidades e países possuem leis específicas que visam incentivar o uso de tecnologias sustentáveis nas edificações, incluindo o telhado verde. A primeira cidade do mundo a tornar obrigatório o uso do telhado verde foi Toronto, no Canadá. Como resultado a cidade já conta com 1,2 milhões de metros quadrados em telhados verdes e com a economia de 1,5 milhões de kWh por ano para essas edificações.

A segunda cidade do mundo a torná-los obrigatório foi Copenhague, capital da Dinamarca, que tem a ambiciosa meta de zerar suas emissões de carbono até o ano de 2025 (ECO D, 2014). A seguir temos alguns outros exemplos de cidades e países que também estão sancionando leis que favorecem o uso de telhados verdes.

7.1 São Paulo

No dia 11 de março de 2015 a Prefeitura de São Paulo publicou no Diário Oficial do município uma mudança no artigo 4º do decreto que regulamenta o Termo de Compromisso Ambiental (TCA), permitindo que telhados verdes e jardins verticais possam ser usados como medidas de compensação ambiental (ECOTELHADO, 2015b; REOLOM, 2015).

Alguns projetos estão ou estiveram em discussão na Câmara Municipal de São Paulo nos últimos anos, principalmente na Frente Parlamentar pela Sustentabilidade, reforçando a urgência em trazer a sustentabilidade para o dia a dia das cidades.

Vereador pelo Partido Verde (PV), Gilberto Natalini é autor de Projeto de Lei (PL 622/2008) que prevê 15% de desconto no valor do IPTU para os imóveis que possuem telhado verde (CUNHA, 2015).

O Projeto de Lei PL 115/2009 da Vereadora Sandra Tadeu (DEM), propõe tornar o telhado verde obrigatório para todas as novas edificações da cidade que tenham três ou mais andares (CUNHA, 2015).

O PL 47/2013 de autoria do vereador Eduardo Tuma (PSDB) sugere um desconto no IPTU para os proprietários de edificações que tomarem medidas que garantam a proteção ambiental (CUNHA, 2015).

Já o projeto dos vereadores Alfredinho (PT) e Edemilson Chaves (PP) (PL 388/2013) prevê desconto de 25% no IPTU para edificações com mais de quatro pavimentos que possuam vegetação na sua fachada (CUNHA, 2015).

No mês de março do ano de 2015, o prefeito Haddad alterou o decreto que regulamenta o Termo de Compromisso Ambiental (TCA), permitindo, desta forma, a compensação da perda de áreas verdes com a construção de telhados verdes. Essa

alteração está favorecendo a implantação de jardins verticais em prédios vizinhos ao “Minhocão” (PINHO, 2015).

No dia 06/10/2015 o prefeito de São Paulo, Fernando Haddad (PT), vetou um artigo da lei municipal criada pela Vereadora Sandra Tadeu (DEM). O projeto foi aprovado pela Câmara do município no mês de setembro do ano de 2015 sob o número nº 16.277. O artigo vetado versava acerca da obrigatoriedade da presença de telhado verde em novas edificações com três ou mais pavimentos (PINHO, 2015).

No ofício publicado no Diário Oficial o prefeito Haddad argumentou que “a obrigatoriedade acabaria por inviabilizar a construção das Habitações de Interesse Social – HIS dentro dos valores para elas previstos, inclusive no âmbito do Programa Minha Casa Minha Vida” (PINHO, 2015).

Ainda no ano de 2015, no dia 14 de outubro, o prefeito de São Paulo, Fernando Haddad (PT), enviou para a Câmara Municipal a proposta de abater até 12% no IPTU para prédios sustentáveis, o chamado “IPTU verde” (PAULO, 2015).

Além dos telhados verdes, outras medidas sustentáveis como utilização de água de reuso e energia solar irão contar para a redução do IPTU.

A concessão do benefício, válida por oito anos, se aplicará para novos empreendimentos comerciais, residenciais e mistos, imóveis que passarão por obra de reforma/retrofit ou ampliação da edificação. A estimativa é que entre 500 e mil empreendimentos sejam beneficiados por ano nas três faixas de desconto, de acordo com o grau de certificação do empreendimento: 4%, 8% e 12% (PAULO, 2015).

7.2 Recife

No mês de abril de 2015, a prefeitura da capital pernambucana, Recife, sancionou a Lei Municipal 18.112/2015, obrigando novos edifícios residenciais com mais de 4 pavimentos e área de cobertura superior a 400 metros quadrados a adotarem telhados verdes.

Além disso, as novas construções residenciais e comerciais que possuem área de projeção acima dos 500 metros quadrados e mais de 25% do terreno

impermeabilizado deverão fazer a captação da água da chuva para uso da própria edificação.

Outra lei sancionada em Recife na mesma data, nº 18.111/2015, determina que novos empreendimentos construídos ao redor de 340 praças e parques do município deverão manter um recuo de dois metros na divisa frontal do terreno para receber arborização. Esta medida visa aumentar as áreas verdes ao redor dos parques e praças (HYPENESS, 2015).

7.3 França

No mês de março de 2015 a França aprovou uma lei que determina que todos os novos edifícios comerciais deverão instalar telhados verdes ou painéis solares. A intenção é reduzir a dependência do país das usinas nucleares que, atualmente, representam em torno de 75% da sua demanda energética.

A proposta inicial dos ambientalistas era que todos os novos edifícios, comerciais ou residências, fossem obrigados a possuir cobertura verde, mas a ideia foi rechaçada pelos parlamentares franceses por considerar que teria um custo elevado para os proprietários residenciais. Desta forma foi criada a alternativa dos painéis solares, cabendo ao proprietário escolher qual alternativa seguir (BARBOSA, 2015).

7.4 Estados Unidos

Nos Estados Unidos há um grande crescimento de programas governamentais de incentivo para construções sustentáveis, sendo federais, estaduais ou locais. Grandes cidades como Nova York, Chicago, Los Angeles, Seattle, Portland e San Francisco contam com seus programas específicos (HSIEH, 2007).

Desde o ano de 2008 Nova York conta com uma lei de incentivo específica para aplicação de telhados verdes. Já no primeiro ano de entrada em vigor, foram solicitadas licenças para cobrir de vegetação uma área de 87.700m², aproximadamente 11 campos oficiais de futebol. O benefício oferecido pela cidade para quem resolver adotar esse tipo de telhado é o desconto no imposto predial (MUNIZ, 2010). Dez por cento dos edifícios construídos atualmente em Nova York, contam com telhado verde (CIPA, 2016).

7.5 Alemanha

O interesse pelos telhados verdes começou, na Alemanha, na década de 1960. Porém, as primeiras membranas de impermeabilização começaram a apresentar patologias com aproximadamente 10 anos de uso, na década de 1970. Foi quando ocorreu um grande investimento com o intuito de sistematizar novas técnicas e desenvolvimento de materiais. Já na década de 1980 esse investimento começou a dar resultado e ocorreu um grande avanço nas pesquisas sobre os benefícios da adoção dos telhados verdes em edificações, aumentando significativamente a demanda pela tecnologia (ROCHA, 2011).

Na década de 1990 os estudos estiveram focados na escolha de espécies que demandassem menos manutenção dos telhados que, predominantemente, são do tipo extensivo. Foi nesta década que se iniciaram as políticas públicas governamentais incentivando a construção de telhados verdes (ROCHA, 2011).

O resultado desse processo revela números expressivos já no ano de 2001: a área construída de telhados verdes na Alemanha alcançava a marca de 13,5 milhões de metros quadrados, o que representa 14% de todos os telhados do país.

Todo esse processo contribuiu para se criar uma cultura sustentável no país, facilitando o acesso da população à mão de obra qualificada e o consequente sucesso dos telhados verdes. No ano de 2002 o número de empresas especializadas na instalação de telhados verdes chegava a 1200, enquanto que número de fabricantes ou fornecedores de insumos e suprimentos para os telhados chegava ao número de 200 (ROCHA, 2011).

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos sugerem a viabilidade ecológica e econômica do emprego de telhados verdes em edificações, sejam estas novas ou já consolidadas. Apesar disto, o emprego da técnica ainda não acontece em grande escala no Brasil e na maioria dos países do mundo.

Leis de incentivo governamentais se mostraram importantes em países e cidades onde foram implantadas, gerando resultados interessantes. Tais medidas começam a

ser implantadas em algumas cidades do Brasil e os primeiros resultados, ainda que tímidos, começam a surgir. Esses incentivos são importantes, pois ainda há uma série de preconceitos e temores em relação ao emprego dos telhados verdes.

De fato, o emprego da técnica exige cuidado e uma maior preparação da mão de obra, pois a sua implantação inadequada pode trazer sérios danos à integridade estrutural da edificação.

Desta forma, as leis de incentivo são importantes para promover não só os telhados verdes, mas outras iniciativas sustentáveis. Essas leis aumentam a escala com que a técnica é empregada, promovendo uma sistematização de procedimentos, aumento de empresas fornecedoras, melhor preparação da mão de obra, redução de custos diretos e indiretos e, por fim, os benefícios que os telhados verdes trazem individualmente para cada edificação se espalharão para todo o seu entorno.

É importante salientar ainda que os telhados verdes também têm a sua limitação. Em edificações verticalizadas o telhado verde trará benefícios em relação ao isolamento apenas para o pavimento imediatamente inferior ao telhado e, portanto, não representará, sozinho, uma grande economia em termos energéticos para toda a edificação. Já as edificações mais horizontalizadas, onde haverá uma grande laje exposta ao sol, o telhado verde poderá representar uma economia energética proporcionalmente maior. Portanto, para maximizar os efeitos do telhado verde sobre uma edificação, é importante que outras práticas sustentáveis sejam empregadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDRI, E.; JONES, P. Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates. **Building and Environment**, v. 43, p. 480–493, 2008.

AMBIENTALISTAS EM REDE. O telhado verde de Le Corbusier. **Ambientalistas em rede**, 03 jun. 2012. Disponível em: <<http://ambientalistasemrede.org/o-telhado-verde-de-le-corbusier>>. Acesso em: 07 jun. 2015.

ARGENTA, V.M. Telhado ecológico – Que tal levar um pouco de verde para o telhado de sua casa? **Coletivo Verde**, 10 jul. 2011. Disponível em: <<http://www.coletivoverde.com.br/telhado-ecologico>>. Acesso em: 07 jun. 2015.
TIRAR???

BARBOSA, V. Prédios na França deverão ter telhado verde ou painel solar. **Exame.com**, 30 mar. 2015. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/mundo/noticias/predios-novos-na-franca-deverao-ter-telhado-verde-ou-solar>>. Acesso em: 22 nov. 2015.

BEZERRA, K. Os jardins suspensos da Babilônia não estavam na Babilônia. **Cliografia**, 10 mai. 2013. Disponível em: <<http://www.cliografia.com/2013/05/10/os-jardins-suspensos-da-babilonia-nao-estavam-na-babilonia>>. Acesso em: 10 jun. 2015.

BIO IDEIAS. Shopping Boulevard Rio - RJ - Brasil. **Bio Ideias**, 2016c. Disponível em: <<http://www.bioideias.com/cases/2>>. Acesso em: 05 jan. 2016.

BIO IDEIAS. Telhado Shopping Nova América - RJ - Brasil. **Bio Ideias**, 2016b. Disponível em: <<http://www.bioideias.com/cases/2>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

BIO IDEIAS. Telhado Verde do Shopping Eldorado: legumes e verduras brotam mais perto do céu de São Paulo, sobre adubo gerado de resíduo orgânico. **Bio Ideias**, 2016a. Disponível em: <www.bioideias.com/midia/midia/exibir/41>. Acesso em: 06 jan. 2016.

BOULEVARD RIO SHOPPING. 2015. Disponível em: <<http://www.boulevardrioshopping.com.br>>. Acesso em: 18 dez. 2015.

CARDIM, R. O primeiro telhado verde com floresta de Mata Atlântica é em São Paulo. **Árvores de São Paulo**, 23 abr. 2015. Disponível em: <<https://arvoresdesaopaulo.wordpress.com/2015/04/23/o-primeiro-telhado-verde-com-floresta-de-mata-atlantica-e-em-sao-paulo>>. Acesso em: 19 nov. 2015.

CARDIM, R. O telhado verde e a escolha da vegetação – plantas suculentas (sedum) x vegetação nativa. **Árvores de São Paulo**, 09 fev. 2010. Disponível em: <<https://arvoresdesaopaulo.wordpress.com/2010/02/09/o-telhado-verde-e-a-escolha-da-vegetacao>>. Acesso em: 12 nov. 2015.

CARDIM, R. Telhado verde na cobertura da prefeitura de São Paulo: exemplo a ser seguido. **Árvores de São Paulo**, 27 fev. 2012. Disponível em: <<https://arvoresdesaopaulo.wordpress.com/2012/02/27/telhado-verde-na-cobertura-da-prefeitura-de-sao-paulo-exemplo-a-ser-seguido>>. Acesso em: 13 nov. 2015.

CHAYAMITI, I. Teto de shopping tem horta de 1 000 metros quadrados. **Veja SP**, 23 abr. 2013. Disponível: <<http://vejasp.abril.com.br/materia/telhado-shopping-horta>>. Acesso em: 05 nov. 2015.

CICLO VIVO. Vida Sustentável. 15 plantas que ajudam no controle de pragas na horta. **Ciclo Vivo**, 16 dez. 2015. Disponível em: <<http://ciclovivo.com.br/noticia/15-plantas-que-ajudam-no-controle-de-pragas-na-horta>>. Acesso em: 06 fev. 2016.

CIPA. Subsídio verde. **Cipa**, 2016. Disponível em: <<http://www.cipa.com.br/notM134.shtml>>. Acesso em: 23 nov. 2015.

CLAUS, K.; ROUSSEAU, S. Public versus Private Incentives to Invest in Green Roofs: A Cost Benefit Analysis for Flanders. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 11, Issue 4, p.417-425, 2012.

CORSINI, R. Equipamentos públicos. Telhado verde. **Infraestrutura**, 16 dez. 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. 2015.

CUNHA, R.C. Telhados verdes são a nova tendência. **Câmara Municipal de São Paulo**, 17 mai. 2015. Disponível em: <www.camara.sp.gov.br/blog/telhados-verdes-sao-nova-tendencia-em-sao-paulo>. Acesso em: 19 nov. 2015.

D'ELIA, R. Projetos. Telhados verdes. **Téchne**, ed 148 jul. 2009. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/148/artigo287671-1.aspx>>. Acesso em: 16 jun. 2015.

DAEMON, C. Quando o telhado verde vira lei. **Caroldaemon.blogspot**, 08 abr. 2015. Disponível em: <<http://caroldaemon.blogspot.com.br/2015/04/quando-o-telhado-verde-vira-lei.html>>. Acesso em: 07 jun. 2015.

DALLEY, S. **Myths from Mesopotamia: creation, the flood, Gilgamesh, and others**. New York: Oxford University Press, 1989.

DUARTE, M.L. Jardins Suspensos da Babilônia. **Aventuras na história**, 01 mar. 2007. Disponível em: Acesso em: <<http://guiadoestudante.abril.com.br/aventuras-historia/jardins-suspensos-babilonia-435134.shtml>>. Acesso em: 07 jun. 2015.

ECO D. Um Copenhague é segunda cidade no mundo a tornar obrigatórios os telhados verdes. **Eco D**, 22 set. 2014. Disponível em: <<http://www.ecodesenvolvimento.org/posts/2014/copenhague-e-segunda-cidade-no-mundo-a-tornar>>. Acesso em: 19 nov. 2015.

ECO D. Um dos símbolos de Nova York, Empire State inaugura telhado verde. **Eco D**, 10 out. 2013. Disponível em: <<http://www.ecodesenvolvimento.org/posts/2013/outubro/um-dos-simbolos-de-nova-york-empire-state-inaugura>>. Acesso em: 18 nov. 2015.

ECOANDO. Telhado Verde e Planejamento Urbano. **Ecoando**, 11 abr. 2013. Disponível: <<http://blogecoando.blogspot.com.br/2013/04/telhado-verde-e-planejamento-urbano.html>>. Acesso em: 22 out. 2015.

ECOBRIEFING. Telhado verde das babilônias aos dias atuais. **Ecobriefing**, 14 jun. 2009. Disponível em: <<https://ecobriefing.wordpress.com/2009/06/14/telhado-verde-das-babilnias-aos-dias-atuais>>. Acesso em: 07 jun. 2015.

ECOTELHADO. Ecoparede e Ecotelhado servem como medidas de compensação ambiental em SP. **Ecotelhado**, 30 abr. 2015b. Disponível em: <<https://ecotelhado.com/ecoparede-e-ecotelhado-servem-como-medidas-de-compensacao-ambiental-em-sp>>. Acesso em: 19 nov. 2015.

ECOTELHADO. Plantas para ecotelhado. **Ecotelhado**, 2016. Disponível em: <<https://ecotelhado.com/produtos/plantas-para-telhado-verde>>. Acesso em: 07 fev. 2016.

ECOTELHADO. Sistema hexa. **Ecotelhado**, 2013b. Disponível em: <<https://ecotelhado.com/wp-content/uploads/2013/09/Manual-e-especifica%C3%A7%C3%B5es-Sistema-Hexa.pdf>>. Acesso em: 07 jan. 2016.

ECOTELHADO. Sistema hidromodular. **Ecotelhado**, 2015a. Disponível em: <<https://ecotelhado.com/wp-content/uploads/2015/11/Manual-e-especifica%C3%A7%C3%B5es-Sistema-Hidromodular.pdf>>. Acesso em: 07 jan. 2016.

ECOTELHADO. Sistema laminar alto. **Ecotelhado**, 2013a. Disponível em: <<https://ecotelhado.com/wp-content/uploads/2013/08/Manual-e-especifica%C3%A7%C3%B5es-Sistema-Laminar-Alto.pdf>>. Acesso em: 19 ago. 2015.

ECOTELHADO. Sistema laminar médio. **Ecotelhado**, 2014. Disponível em: <<https://ecotelhado.com/wp-content/uploads/2014/03/Manual-e-especifica%C3%A7%C3%B5es-Sistema-Laminar-M%C3%A9dio.pdf>>. Acesso em: 27 ago. 2015.

ECOTELHADO. Sistema modular alveolar grelhado. **Ecotelhado**, 2013d. Disponível em: <<https://ecotelhado.com/wp-content/uploads/2013/09/Manual-e-especifica%C3%A7%C3%B5es-Sistema-Alveolar-Grelhado.pdf>>. Acesso em: 07 jan. 2016.

ECOTELHADO. Sistema modular alveolar leve. **Ecotelhado**, 2013c. Disponível em: <<https://ecotelhado.com/wp-content/uploads/2013/09/Manual-e-especifica%C3%A7%C3%B5es-Sistema-Alveolar-Leve1.pdf>>. Acesso em: 07 jan. 2016.

EDION BOUW EN MANAGEMENT. Opening Biesbosch Museum. **Edion Bouw En Management**, 26 jun. 2015. Disponível em: <www.edion.nu/nieuws> Acesso em: 24 out. 2015.

EQUIPE ONB. Teto verde na França vira lei. **Organics News Brasil**, 09 abr. 2015. Disponível em: <<http://organicsnewsbrasil.com.br/vida-urbana/teto-verde-na-franca-vira-lei>>. Acesso em: 22 out. 2015.

HISTÓRIA E ARQUITETURA. O telhado verde de Le Corbusier. **História e arquitetura**, 07 out. 2013. Disponível em:

<<http://historiaearquitetura.blogspot.com.br/2013/10/o-telhado-verde-de-le-corbusier.html>>. Acesso em: 10 jun. 2015.

HSIEH, C. Meio ambiente e legislação. Green Building: conceitos básicos. **Construção Mercado**, 2007. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/77/artigo284196-1.aspx>>. Acesso em: 22 nov. 2015.

HYPENESS. Recife aprova lei que obriga qualquer prédio com mais de 4 pavimentos a ter telhado verde. **Hypeness**, 2015. Disponível em: <www.hypeness.com.br/2015/04/recife-aprova-lei-que-obriga-qualquer-predio-com-mais-de-4-pavimentos-tenha-telhado-verde>. Acesso em: 22 nov. 2015.

INSTITUTO CIDADE JARDIM. Categoria: Telhado Verde. **Instituto Cidade Jardim**, 2012. Disponível em: <<https://institutocidadejardim.wordpress.com>>. Acesso em: 19 nov. 2015.

INSTITUTO KAIRÓS. 2011a. Disponível em: <<http://www.institutokairos.org.br>>. Acesso em: 05 nov. 2015.

INSTITUTO KAIRÓS. Portifolio Instituto Kairós. **Instituto Kairós**, 2011b. Disponível em: <http://www.institutokairos.org.br/Portifolio_Instituto_Kairos.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2015.

LAURA, A. Teto verde: o que é, como fazer e suas vantagens. **Reciclando ideias**, 2016. Disponível em: <<http://www.reciclandoideias.com.br/teto-verde-o-que-e-como-fazer-e-seus-beneficios>>. Acesso em: 07 jan. 2016.

LEITE, I. 'Corredor verde' do Minhocão ganha segundo jardim vertical em São Paulo. **G1 Globo**, 23 jan. 2016. Disponível em: <<http://globo.com/g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2016/01/corredor-verde-do-minhocao-ganha-segundo-jardim-vertical-em-sao-paulo.html>>. Acesso em: 26 jan. 2016.

MAGESTE, R. Projeto 'Telhado Verde' aproveita restos de comida e transforma lixo em adubo para horta. **O Globo**, 23 jan. 2016. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/rio/bairros/projeto-telhado-verde-aproveita-restos-de-comida-tranforma-lixo-em-adubo-para-horta-15096422>>. Acesso em 25 jan. 2016.

MINKE, G. **Techos verdes - Planificación, ejecución, consejos prácticos**. Uruguay: Editora Fin de Siglo, 2004.

MOVIMENTO MAIS CIDADANIA METODISTA. Ecotelhado. **Movimento Mais Cidadania Metodista**, 31 ago. 2010. Disponível em: <<http://movimentomaiscidadania.blogspot.com.br/2010/08/ecotelhado.html>>. Acesso em: 05 nov. 2015.

MUNIZ, L. Telhado verde. **Planeta Sustentável**, 2010. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/cidade/sede-prefeitura-jardim-conservado-telhado-verde-631006.shtml>>. Acesso em: 21 nov. 2015.

NUNES, I.L.O.; CARREIRA, L.R.M.; RODRIGUES, W. A arquitetura sustentável nas edificações urbanas: uma análise econômico-ambiental. **Arquiteturarevista**, v.5, n. 1, p. 25-37, 2009.

PAULO, P.P. Haddad propõe desconto de até 12% no IPTU de prédios sustentáveis. **G1 Globo**, 14 out. 2015. Disponível em: <g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2015/10/haddad-propoe-desconto-de-ate-12-no-iptu-de-predios-sustentaveis.html>. Acesso em: 19 nov. 2015.

PHILIPPI, P.M. How to get cost reduction in green roof construction. **Conference Proceedings**, 2006.

PINHO, M. Haddad veta obrigatoriedade de novos prédios terem telhado verde. **G1 Globo**, 06 out. 2015. Disponível em: <g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2015/10/haddad-veta-obrigatoriedade-de-novos-predios-terem-telhado-verde.html>. Acesso em: 19 nov. 2015.

QUINTELLA, M.T. A Origem dos Telhados Verdes. **Telhados criativos**, 14 mar. 2012. Disponível em: <<http://telhadosciativos.blogspot.com.br/2012/03/origem-dos-telhados-verdes.html>>. Acesso em: 10 jun. 2015.

REOLOM, M. Jardins verticais e telhados verdes são servir em SP como compensação ambiental. **Estadão - São Paulo**, 12 mar. 2015. Disponível em: <<http://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,jardins-verticais-e-telhados-verdes-vao-servir-em-sp-como-compensacao-ambiental,1648993>>. Acesso em: 19 nov. 2015.

ROAF, S.; FUENTES, M.; THOMAS, S.E. **A Casa Ambientalmente Sustentável**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

ROCHA, S. A Alemanha e os telhados verdes. **Instituto Cidade Jardim**, 28 fev. 2011. Disponível em: <<https://institutocidadejardim.wordpress.com/2011/02/28/a-alemanha-e-os-telhados-verdes>>. Acesso em: 23 nov. 2015.

SAVI, A.C. **Telhados verdes: análise comparativa de custo com sistemas tradicionais de cobertura**. 2012. 125 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

SHOPPING ELDORADO. Em 2014 Nosso Projeto de Sustentabilidade Ganhou O Prêmio Abrasce. Disponível em: <<http://www.shoppingeldorado.com.br/card/projeto-telhado-verde>>. Acesso em: 05 nov. 2015.

SHOPPING NOVA AMÉRICA. Telhado verde. Disponível em: <<http://www.novaamerica.com.br/card/telhado-verde>>. Acesso em: 10 nov. 2015.

SIMONELLI, N. Museu na Holanda ganha telhado de grama. **Casa Vogue**, 30 nov. 2015. Disponível em: <<http://casavogue.globo.com/Arquitetura/Edificios/noticia/2015/11/museu-na-holanda-ganha-telhado-de-grama.html>>. Acesso em: 04 jan. 2016.

SKYGARDEN. Com Biodiversidade Nativa. **Skygarden**, 2015. Disponível em: <<http://www.skygarden.com.br/br/index.php/telhados-verdes/com-biodiversidade-nativa>>. Acesso em: 11 dez. 2015.

STUDIO CIDADE JARDIM. Tipos de revestimentos vivos. **Studio cidade jardim**, 2015. Disponível em: <<http://www.studiocidadejardim.com.br/#!telhados-extensivos-intensivos/ce3t>>. Acesso em: 12 jun. 2015.

STUMPF, M. Cacto-Margarida (lampranthus). **Faz fácil**, 2015. Disponível em: <<http://www.fazfacil.com.br/jardim/cacto-margarida-lampranthus>>. Acesso em: 19 nov. 2015.

VECCHIA, F. Cobertura verde leve (CVL): ensaio experimental. In: **Anais - Encac – Elacac** – 2005. Maceió, 2005. Disponível em: <http://www.eesc.usp.br/shs/attachments/121_cobertura_verde_leve_ensaio_experimental.pdf> Acesso em: 22 set. 2015.

VIVA REAL. Bela Vista. **Viva real**, 2014. Disponível em: <<http://www.vivareal.com.br/guias/bairros/sao-paulo/bela-vista/cultura-e-lazer-bela-vista>>. Acesso em: 18 nov. 2015.

WANG, L. Grass pyramids hide an unexpected museum in the Netherlands. **Inhabitat**, 24 nov. 2015. Disponível em: <<http://inhabitat.com/grass-pyramids-hide-an-unexpected-museum-underneath>>. Acesso em: 04 jan. 2016.

ULUBEYLI, S.; ARSLAN, V.; KAZAZ, A. Comparative Life Cycle Costing Analysis of Green Roofs: The Regional Aspect. **PEN**; 5(2):136-144, 2017.

EMILSSON, T. Vegetation development on extensive vegetated green roofs: Influence of substrate composition, establishment method and species mix. **Ecological Engineering**; 33(Issues 3–4):265-277, 2008.

NAGASE, A.; DUNNETT, N. Amount of water runoff from different vegetation types on extensive green roofs: Effects of plant species, diversity and plant structure. **Landscape and Urban Planning**; 104(Issues 3–4):356-363, 2012.

BIANCHINI, F.; HEWAGE, K. How “green” are the green roofs? Lifecycle analysis of green roof materials. **Building and Environment**; 48:57-65, 2012.

VIJAYARAGHAVAN, K. Green roofs: A critical review on the role of components, benefits, limitations and trends. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**; 57:740–752, 2016.

ALCAZAR, S.S.; OLIVIERI, F.; NEILA, J. Green roofs: Experimental and analytical study of its potential for urban microclimate regulation in Mediterranean–continental climates. **Urban Climate**; 17:304-317, 2016.

SARAT, C.; LEMONSU, A.; MSSON, V. et al. Impact of urban heat island on regional atmospheric pollution. **Atmospheric Environment**; 40(Issue 10):1743-1758, 2006.

TAHA, H. Urban climates and heat islands: albedo, evapotranspiration, and anthropogenic heat. **Energy and Buildings**; 25(Issue 2):99-103, 1997.

MONTEIRO, C.M.; CALHEIROS, C.S.; PIMENTEL-RODRIGUES, C. et al. Contributions to the design of rainwater harvesting systems in buildings with green roofs in a Mediterranean climate. **Water Sci Technol**; 73(8):1842-7, 2016.

WILKINSON, S.; FEITOSA, R.C.; KAGA, I.T. et al. Evaluating the Thermal Performance of Retrofitted Lightweight Green Roofs and Walls in Sydney and Rio de Janeiro. **Procedia Engineering**; 180:231-240, 2017.

LIN, B.B.; PHILPOTT, S.N.; JHA, S. The future of urban agriculture and biodiversity-ecosystem services: Challenges and next steps. **Basic and Applied Ecology**; 6(issue 3):189-201, 2015.

DENG, H.; JIM, C.Y. Spontaneous plant colonization and bird visits of tropical extensive green roof. **Urban Ecosystems**; 20(Issue 2):337–352, 2017.