

## VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA PARA UM TELHADO VERDE PARA MUNICÍPIO DE VARGINHA/MG

Autor: Jaqueslei Delfino de Oliveira\*  
Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Laísa Cristina Carvalho\*\*

### RESUMO

Em decorrência do crescimento da população e o aumento da construção civil nos centros urbanos, vem ocasionando a diminuição das áreas verdes, o aumento da temperatura, a impermeabilização do solo e o aumento dos impactos gerados pela construção civil ao meio ambiente. Para a diminuição dos impactos causados ao meio ambiente, o telhado verde é uma das alternativas que auxilia na redução dos impactos causados pelas as novas construções nos centros urbano, portanto o objetivo deste artigo é verificar a influência do custo da implantação telhado verde em uma residência no município de Varginha/MG e os benefícios que o telhado verde possibilita para a residência, meio ambiente e a sociedade geral. Através da realização de um projeto de telhado verde para uma residência de dois pavimentos, foi possível chegar a um custo final para sua implantação através da consulta de preços nos comércios locais pelas as tabelas da SINAPI. Apesar do telhado verde possui um custo superior aos telhados convencionais, a sua implantação é justificada devido ao ciclo de vida, pois um telhado verde chega a durar cerca de duas vezes mais do que um telhado convencional, além da sua duração, o telhado verde possibilita um melhor isolamento térmico e acústico para a residência e apesar de seu custo alto, o investimento vem ao longo do prazo através da diminuição dos gastos com equipamentos para climatização do ambiente da residência.

**Palavras-chave:** Telhado verde. Viabilidade técnica e econômica. Custo de um telhado verde

### 1 INTRODUÇÃO

A cidade de Varginha/MG vem aumentando em decorrência, sobretudo, da migração das pessoas da zona rural e de outras cidades para o município. Esse aumento populacional resulta no aumento da construção civil, transformando as áreas verdes em espaços de

\*Jaqueslei Delfino de Oliveira, Acadêmico do 10º Período do Curso de Graduação em Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas (UNIS/MG). E-mail: Jaqueslei@hotmail.com

\*\* Laísa Cristina Carvalho, Engenheira Civil e Professora Dr<sup>ª</sup>. Especialista do Centro Universitário do Sul de Minas (UNIS/MG). E-mail: laisa.carvalho@unis.edu.br

concreto, causando, portanto, a impermeabilização do solo, o aumento da temperatura e impossibilitando a drenagem das águas pluviais.

Cria-se então a necessidade de criar soluções viáveis para a construção civil na cidade. Uma delas é a implementação do telhado verde, que consiste na plantação de vegetação, como grama e até mesmo árvores de médio porte sobre o telhado de uma edificação, possibilitando a drenagem da água da chuva, o aumento das áreas verdes na cidade, o isolamento térmico e acústico nos ambientes, diminuição da energia com aquecedores e ar condicionados, a purificação do ar, a redução dos efeitos das ilhas de calor urbana e aumento da vida útil do telhado verde. Como defende Minke (2004 apud Savi, 2012, p. 36), “a aplicação de telhados verdes em 10% a 20% nas coberturas já garantiria um clima urbano saudável”.

Apesar de os telhados convencionais serem mais empregados em uma edificação, o telhado verde possui uma durabilidade maior, tornando o custo de reparo e reforma menor do que os convencionais, pois o telhado verde está sempre em constante manutenção, como visitas periódicas para o cuidado da vegetação e a limpeza no local. Segundo Baldessar, (2012 apud Nascimento 2014), o telhado verde possui uma camada impermeabilizada, com a finalidade de proteger da água, das radiações solares e das variações de temperatura, tendo uma vida útil de 36 anos, enquanto o telhado convencional tem sua vida útil de menos de 20 anos.

Dessa forma, a presente pesquisa pretendeu contribuir na implantação de um telhado verde para uma residência unifamiliar de dois pavimentos para cidade de Varginha/MG, com intuito de demonstrar o custo de sua implantação e os benefícios que pode trazer para a uma residência, meio ambiente e a sociedade em geral, bem como também identificar cada elemento presente na estrutura do telhado verde.

Vemos que o custo para implantarmos um telhado verde é maior em comparação com os telhados convencionais, por isso se torna difícil sua implantação no planejamento de um projeto. Dito isso surge para nós um questionamento: o custo na construção de um telhado verde é justificado diante dos benefícios que colabora com a redução da temperatura e do escoamento das águas pluviais, conforto térmico e isolamento térmico e acústico?

## **2 TELHADO VERDE**

Ao longo da história, o habitat humano esteve em constante mudanças, estas mudanças criaram diferentes conceitos e técnicas construtivas proporcionando ao homem segurança,

proteção e abrigo. Segundo Savi (2012), os primeiros abrigos eram criados de forma simples, basicamente eles eram feitos de madeira ou pedra com a cobertura em palha, o suficiente para suprir a demanda da aquela época, entretanto com o passar do tempo e a necessidade de criar abrigos cada vez maiores, foi necessário desenvolver novas técnicas construtivas e que vem sendo utilizada até os dias de hoje.

No Brasil, os primeiros telhados foram feitos pelos indígenas através do uso de folhas ou fibras vegetais, com a chegada dos portugueses essa técnica veio a mudar devido os padrões arquitetônico que eles utilizam em seu país de origem. Segundo La Pastina (2005), os portugueses buscaram seguir os padrões arquitetônico de sua cultura, criando edificações sólidas, como de alvenaria de pedra e cal ou taipa de pilão e cobertura feitas de telhas cerâmica.

O telhado de uma edificação proporciona ao indivíduo um conforto termo acústico, proteção contra os agentes externos e a segurança da edificação, tornando, portanto, um ambiente mais confortável e assegurado para o indivíduo. Segundo a NBR 15575-5 de 2013, um sistema de cobertura tem como função de estancar as águas pluviais e salubridade, proteger demais sistema da edificação ou elemento e componentes da deterioração por agentes naturais

## **2.1 Contexto histórico do telhado verde**

A utilização do telhado verde surgiu cerca de 5.000 anos atrás na Mesopotâmia, onde hoje está localizado o Iraque e Irã, um dos telhados verdes criado nesta época teria sido os jardins suspensos da Babilônia, criado pelo rei Nabucodonosor II, os jardins foram construídos em montes arborizados e sustentado por diversas colunas, sendo uma grande maravilha da engenharia para aquela época. Segundo Silva (2011), os jardins suspensos da Babilônia eram localizados do lado leste das margens do Rio Eufrates e dos palácios reais, sendo uma das sete maravilhas do mundo antigo e a menos conhecida devido não ter sido encontrado nenhum vestígio do monumento.

Posteriormente, os telhados verdes foram implantados no império romano, onde governadores e famílias ricas tinha como prática o cultivo de jardim sobre o teto de suas casas. Segundo Rebollar (2017), nas escavações arqueológica da cidade de Pompéia, foram encontrados vestígios da aplicação de telhados verdes nas mansões da aquela época, cerca de 2.000 anos atrás.

Com a Revolução Industrial, surge, portanto, a criação de novos materiais e novas técnicas construtivas na construção civil, através desses surgimentos, o telhado verde sofre grande redução na sua implantação. Segundo Rebollar (2017), com a chegada da indústria e a criação de novos materiais e técnicas construtivas, houve mudanças nas coberturas das edificações, levando a redução da implantação dos telhados verdes.

Através da revolução industrial e a migração das pessoas das zonas rurais para os centros urbanos, houve grande aumento na construção de edificações, pavimentação de ruas e calçadas, ocasionando a remoção das áreas de vegetação e o aumento da impermeabilização do solo e da temperatura na cidade. Segundo Saleiro Filho, et al (2015), às edificações e a infraestrutura vão se pulverizando sobre a superfície do planeta, provocando a diminuição das áreas verdes e impermeabilizando o solo do local.

Com a situação atual vivenciada pelos centros urbanos, devido à impermeabilização do solo, surge a alternativa de uma infraestrutura verde que permite a drenagem das águas pluviais e a diminuição da temperatura na cidade. Segundo Herzog e Rosa (2010), a infraestrutura verde consiste em redes multifuncionais de materiais permeáveis e vegetados e de preferência arborizados, visando restabelecer os processos naturais que asseguram a qualidade de vida urbana.

Uma alternativa que contribui para a infraestrutura verde é a implantação de telhados verdes nas edificações, além de contribuir para estética da edificação, o telhado verde permite que as águas pluviais sejam drenadas por ele e proporcionando a diminuição da temperatura no ambiente. Segundo Vergara, Pippi e Barbosa (2009), o telhado verde consiste em uma cobertura de vegetal plantada em solo leve, uma barreira contra raízes, um reservatório de drenagem e uma membrana à prova de água, são denominados também como lajes de jardins, tetos vivos, tetos verdes, terraço jardim, cobertura verde e jardins suspensos.

## **2.2 Composição de um telhado verde**

Um telhado verde é feito sobre diversas camadas de diferentes tipos de materiais, destacando-se as lajes de concreto como o sistema construtivo mais empregado para sua implantação, o telhado verde ainda pode ser instalado em coberturas inclinadas ou planas. Segundo Alberto et al (2012), para implantação do telhado verde são usados elementos como: camada impermeável, isolamento térmico, camada drenante, camada filtrante, solo, substrato e vegetação.

A camada impermeável é a camada mais importante para o sistema do telhado verde, pois através desta camada a estrutura estará protegida contra qualquer infiltração de água na estrutura da edificação. Segundo Baldessar (2012, p. 42), “a camada de impermeabilização é imprescindível, pois, havendo infiltração de água na estrutura da edificação, diminui sua vida útil além de causar transtornos para quem ocupa o local”.

O isolamento térmico, por sua vez, é utilizado como camada que permite o ganho ou perda de calor, o isolamento térmico pode ser excluído em decorrência do clima da região onde o sistema está sendo implantado. Segundo Cantor (apud 2008 Baldessar 2012), sua utilização é apropriada para regiões muito frias, com a necessidade de conservar o calor na edificação.

Para a drenagem do telhado verde, também é necessária a camada drenante, que tem como função de drenar o excesso de água no sistema, que não foi absorvido pelas plantas ou substrato. Podendo ser constituída por uma camada de 5 a 8 centímetros de brita, argila expandida, ou materiais sintéticos. Segundo Carmo (2017), o uso de brita é o mais indicado para as lajes de concreto, pois em telhados de madeira a estrutura poderá se deformar, ocasionando poças de água no sistema, o material mais indicado nesta situação é argila expandida em bolinhas, pois este material é bem mais leve que a brita e com a vantagem de absorve a água.

Por outro lado, a camada filtrante tem como objetivo de filtrar a água que percorre o solo, assim impedindo que seja levado partículas para camada inferior. Segundo Baldessar (2012), é um filtro de tecido geotêxtil, com a função de impedir que as partículas do substrato obstruem a camada drenante.

Para que possa ser plantado a vegetação no telhado verde, é necessário que se tenha a camada de solo e substrato, cuja função é fixar as raízes das plantas e fornecer nutrientes suficiente para o desenvolvimento das plantas. A espessura da camada pode variar de acordo com o tipo de plantas utilizadas. Segundo Carmo (2017), o solo varia de 10 a 15 centímetros de espessura, espalhado uniformemente sobre toda a camada filtrante, ocupando todo o espaço disponível para esta camada.

Já a vegetação plantada no telhado verde, são de diferentes tipos de plantas que se pode plantar e cultivar, porém ao escolher o tipo de planta, deve-se ser levado em consideração o clima da região onde o telhado verde será implantado, o tipo de telhado e como será realizado sua manutenção. Segundo Ferreira (2008, p. 8), “é importante uma prévia definição da vegetação a ser adotada, escolhendo espécies de pouco crescimento, que

necessitem de pouco extrato vegetal e que sejam adaptadas ao clima da região, evitando dificuldades na manutenção”.

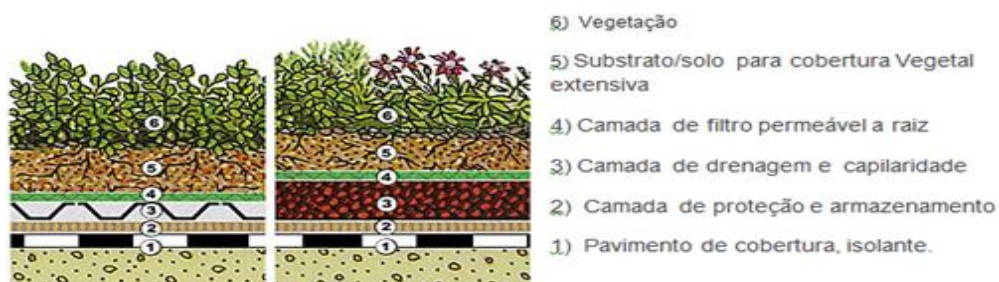
## 2.3 Tipos de telhado verde

Um telhado verde dispõe-se de diversos tipos de estrutura e de diversos acabamentos, sendo alguns como laje de concreto, telha metálica, estrutura de madeira e bambu, entre outros materiais que possuem resistência ao telhado verde saturado. Segundo Mello (2017), para implantação do telhado verde é necessário que seja realizada uma análise estrutural da edificação para que possa determinar se a estrutura irá suportar o sistema. Caso a estrutura não comporta o sistema será necessário que seja realizado reforço na estrutura para que possa suportar o telhado verde. Após a análise estrutural da edificação, o telhado verde pode ser implantado em dois formatos, sendo, extensivo ou intensivo

### 2.3.1 Telhado extensivo

Os telhados extensivos (Figura 01) permitem a plantação de plantas que requerem uma baixa manutenção e pouca regagem, geralmente feito com camada de substrato de 10 cm de espessura. Segundo Silva (2011), o formato extensivo tem como característica principal o cultivo de plantas rasteiras de pequeno porte e com pouca necessidade de volume de água e manutenção.

Figura 01: Camadas de um telhado extensivo



Fonte: GREENROOFPLANTS, 2008

### 2.3.2 Telhados intensivo

Os telhados intensivos (Figura 02), consistem em uma vegetação que varia desde pequenas plantas a árvores frutíferas, exigindo maior manutenção, maior volume de água,

cuidados e mão de obra específica, Segundo Silva (2011, p. 28), “os telhados verdes intensivos por comportarem plantas de nível médio a grande, precisam de uma estrutura que comportem maior capacidade de carga”.

Figura 01: Camadas de um telhado extensivo



Fonte: GREENROOFPLANTS, 2008

## 2.4 Vantagens e desvantagens do telhado verde

Quando se fala da implantação do telhado verde em uma edificação, vemos que se trata de algo complexo e de difícil implantação ao se comparar com os telhados convencionais, mas não é bem assim. Segundo Carmo (2017), a construção do telhado verde segue o mesmo princípio de um telhado convencional, independentemente de onde será implantado. O autor comenta também que não se recomenda instalar o telhado verde em uma estrutura permeável devido ao acúmulo de água que poderá levar a estrutura ao colapso, caso a estrutura já tenha sido construída sem inclinação, é necessário fazer uma nova camada de concreto para que se possa chegar a uma inclinação mínima de 1,5 % a cada metro da laje.

Além de contribuir com a infraestrutura, o telhado verde proporciona grandes vantagens para uma edificação, pois pode ser utilizado para seu benefício próprio, possibilitando um melhor conforto térmico e acústico. Segundo Rebollar (2017, p. 17),

Neste sentido, os telhados verdes apresentam diversas vantagens porque através do emprego da vegetação na cobertura das edificações é possível reduzir o uso de diversos materiais empregados para garantir o conforto térmico e acústico dos usuários, bem como, reduzir o consumo de energia para climatização de espaço interiores. Além destas vantagens, os telhados verdes permitem também o desenvolvimento de uma linguagem estética nas edificações que vai ao encontro do conforto visual promovido pelas plantas em meio à paisagem cimentada das cidades.

Como o telhado verde é um isolante térmico não há necessidade da utilização de aparelhos ou equipamento para resfriar ou aquecer a edificação por longo tempo, tornando vantajosa sua utilização. Segundo Baldessar, (2012), o telhado verde possibilita a economia de energia de equipamentos como aquecedores e ar-condicionado e em regiões onde há necessidade de um maior isolamento na edificação, a redução no gasto é ainda maior, pois a cobertura é um ponto vulnerável para perda de calor.

Com altas variações de temperaturas e a elevação da poluição atmosféricas que são fatores associados às ilhas de calor nos centros urbanos, podem prejudicar a saúde da população, ocasionando dificuldades para respirar, exaustão, desconforto e dores de cabeça, com base nesses exemplos, podemos ver a grande importância e vantagem da vegetação em áreas urbanas, pois através da vegetação pode-se reduzir os efeitos da ilha de calor nos centros urbanos. Segundo Minke (2004 apud Savi, 2012), a implantação de telhados verdes, podem melhorar o clima das cidades, através da purificação do ar, redução de pó e variação da temperatura, com a aplicação de telhados verdes em 10% a 20% nas coberturas, já garante um clima urbano saudável.

O telhado verde possibilita também a reutilização da água da chuva através de sistemas de captação e armazenamento de água para a edificação. Segundo Nascimento (2014) a utilização de um sistema que permite o aproveitamento da água da chuva permite uma grande economia no fim do mês, pois a água armazenada através do sistema de captação possibilita ser utilizada para os serviços domésticos, como a lavagem da calçada, de carros, regar plantas e se o sistema possibilita a filtragem da água captada, a água poderá ser utilizada para fins domésticos, como nas pias, chuveiro, lavanderia e etc.

Apesar do telhado verde gerar grandes benefícios, a implantação do sistema pode gerar desvantagens, entre essas desvantagens podemos destacar o custo inicial muito alto, manutenção, surgimentos de pragas, restrições e sistemas complexo.

O custo inicial para implantação do telhado verde em relação a outros sistemas de coberturas é devidamente alto e quando se trata de implantar um telhado verde sobre uma estrutura já existente, o custo poderá ser maior ainda, visto que pode ocorrer adaptações na estrutura já existente. Segundo Oliveira (2017), a principal causa do alto custo da implantação do telhado verde, está no acréscimo de peso devido à adição do substrato e vegetação, exigindo com que a estrutura seja adaptada, garantindo a segurança, durabilidade e desempenho do telhado verde.

O cuidado do telhado verde gera outra grande desvantagem ao compararmos os telhados convencionais, pois é necessárias visitas periódicas e mão de obra especializada para



sua manutenção. Segundo Oliveira (2017, p. 28), “o controle de ervas daninhas e pestes, requer cuidados de aplicação, escolha de vegetação adequada e visitas periódicas para a retirada das plantas parasitas, atividades que envolve o uso de utensílios de jardinagem”.

A manutenção do telhado verde deve ser feita periodicamente, através da manutenção pode-se ter o controle do crescimento da vegetação, a prevenção contra pragas, a substituição de camada defeituosa e a limpeza no local, sem a devida manutenção, o telhado verde se torna inviável. Segundo Colli (2017, p. 82), “as coberturas verdes intensivas necessitam de manutenção mais frequente podendo ser mensal, já os telhados extensivos necessitam de manutenção uma vez ao ano”.

## **2.5 Custo e vida útil de um telhado verde**

O custo para implantação de um telhado verde depende de vários fatores, como o tipo de telhado (extensiva ou intensiva), o tipo de vegetação que será plantada, o tipo de estrutura e se o telhado é plano ou inclinado. Segundo Minke (2004 apud Savi, (2012), o custo de um telhado verde pode variar em torno de 80% ao se comparar com outros sistemas de cobertura. O autor fala também que quando se planeja o projeto de uma edificação com o uso do telhado verde, o custo fica mais próximo ao um telhado convencional do que de um projeto para uso de telhado convencional, pois requer adaptações na estrutura.

Uma forma de se reduzir os custos na implantação do telhado verde, está na escolha correta do tipo de telhado a ser implantado e de que forma que vai ser utilizado. Segundo Philippi (2006), se necessita de um telhado para uma retenção de água maior é recomendável o telhado intensivo, pois quando avaliado seu custo no ciclo de vida, o valor inicial alto é diluído nos benefícios que ele pode trazer.

Em 2015, segundo Boni (2015), o custo de um telhado verde possui uma variação de preço entre R\$ 100,00 a R\$ 150,00 o m<sup>2</sup> e da região onde está localizado, conseqüentemente seu custo inicial de implantação é maior do que os telhados convencionais ou lajes impermeabilizadas, porém o seu ciclo de vida é maior do que os demais tipos de telhados

Segundo Baldessar (2012 apud Nascimento 2014), o telhado verde possui uma camada impermeabilizada que tem com finalidade de proteger da água, das radiações solares e das variações de temperatura, tendo uma vida útil de 36 anos, enquanto o telhado convencional tem sua vida útil de menos de 20 anos.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Visando alcançar os objetivos desse projeto, a metodologia empregada foi estruturada a partir da aplicação de uma pesquisa bibliográfica e de um estudo de caso, caracterizando-se como qualitativa. Segundo Oliveira (2012), a pesquisa qualitativa tem o objeto como fonte direta de dados e o pesquisador como o principal instrumento é todo seu material é obtido através de situações, acontecimentos, documentos, estudos de casos, etc.

Para explicar a teoria estudada, foi realizado o estudo de caso de um telhado verde, buscando identificar os benefícios que pode trazer para a residência e sociedade em geral, assim conscientizando as empresas, os profissionais da área e a sociedade, para a implantação do telhado verde. Para a realização do estudo, foi realizado um projeto de uma residência de dois pavimentos (Figura 3), com as seguintes características (Anexo A): sala de estar, cozinha, sala de jantar, área de serviço, três quartos, dois banheiros, lavabo, mezanino, terraço gourmet e garagem, totalizando uma área construída de 212,30 m<sup>2</sup> e uma cobertura de 169,41 m<sup>2</sup>.

Figura 3: Residência de dois pavimentos



Fonte: Autor

Para a implantação do telhado verde, foi realizado um contrapiso de argamassa cimento e areia com traço de 1:4 e com uma inclinação de 2% sobre a laje de maneira a garantir a inclinação necessária para o escoamento da água.

Para o projeto, foi considerado o telhado verde do tipo extensivo (Figura 4), contendo as seguintes características: geomembrana para impermeabilização da laje, brita 0 para a função de drenagem, geotêxtil para filtração de partículas do solo, uma camada de 10 cm de substrato e a vegetação, a vegetação escolhida foi do tipo grama esmeralda devido ao seu custo baixo. Para o sistema de drenagem das águas pluviais foi utilizado calha de aço galvanizado, seguido de um dreno de laje com tubo de PVC para o escoamento da água.

Figura 4: Telhado verde da residência



Fonte: Autor

Através do software *Autodesk Auto Cad*, foi realizado os quantitativos dos materiais, bem como também a mão de obra para a implantação do telhado verde, com o auxílio do Excel foram desenvolvidas as tabelas com os quantitativos, os preços e as mão de obras utilizadas no telhado verde. Os preços levantados foram obtidos através de consultas nos comércios locais da cidade de Varginha/MG e pela SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custo e Índices da Construção Civil), referente ao mês de setembro de 2018 do estado de Minas Gerais.

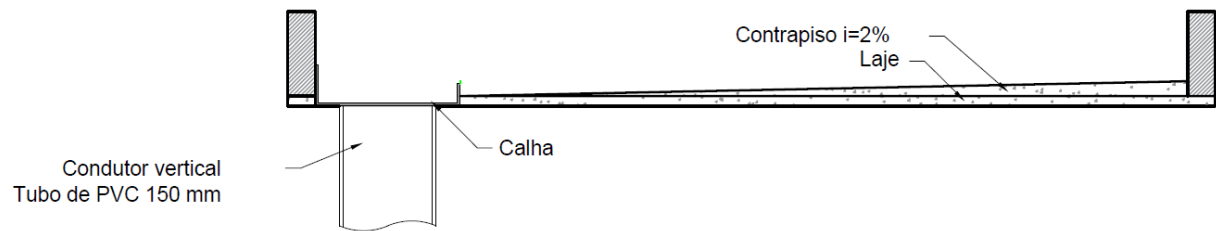
#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Levando em conta o clima da região da cidade de Varginha/MG e o tipo de residência a qual foi elaborado o projeto do telhado verde, foi considerado um telhado verde do tipo

extensivo. A escolha deste sistema de telhado verde foi escolhida devidamente por se tratar de um sistema simples, barato e que requer pouca manutenção, sendo o ideal para a residência.

Para que o telhado verde fosse implantado na residência, foi necessária a realização de um contrapiso de argamassa e cimento no traço 1:4 e com inclinação de 2% sobre a laje, a partir da nova inclinação da laje, foi realizado a instalação das calhas e dos condutores verticais (Figura 5), assim garantindo o escoamento das águas pluviais sobre o telhado verde.

Figura 5: Detalhamento do contrapiso e dos condutores verticais e horizontais



Fonte: Autor

Com o novo contrapiso e a instalação dos condutores verticais e horizontais concluídos, deu-se início ao processo de implantação do telhado verde através da camada de impermeabilização, para a impermeabilização da laje foi utilizado uma geomembrana do tipo PEAD (Polietileno de Alta Densidade), com espessura de 1 mm (Figura 6). Decidiu-se pelo uso dessa geomembrana devido a sua alta resistência mecânica e boa flexibilidade, garantindo, portanto, assim a proteção da cobertura e da estrutura da residência.

Figura 6: Geomembrana de PEAD aplicada sobre a laje



Fonte: Autor

Para que não haja o excesso de água no sistema e que o substrato não fique 100% saturado, foi realizado acima da geomembrana, uma camada de 5cm de altura com a utilização de brita 0 (Figura 7), assim impedindo o acúmulo e o excesso de água sobre o sistema. Além de permitir uma boa drenagem, a brita 0 possui um custo devidamente baixo ao se comparar com outros tipos de materiais utilizados para drenagem, portanto devido a esse baixo custo optou-se pela sua utilização, assim diminuindo o custo final para implantação do telhado verde.

Figura 7: Camada drenante de brita 0



Fonte: Autor

A fim de evitar com que o substrato não seja levado pelas águas pluviais e que não passe e nem acumule nenhum tipo de partícula na camada drenante, foi realizado acima da camada drenante a instalação de uma manta de geotêxtil não tecido composta de filamentos contínuos distribuídos aleatoriamente e feito 100% em poliéster (Figura 8). Optou-se por esse tipo de camada filtrante, devido a sua alta resistência a tração, bem como também a filtração da água no sistema, assim, caso o proprietário opte por aproveitar a água do telhado verde, o mesmo não terá a necessidade de mudar o tipo de camada filtrante, pois o sistema se encontra preparado para o reaproveitamento da água.

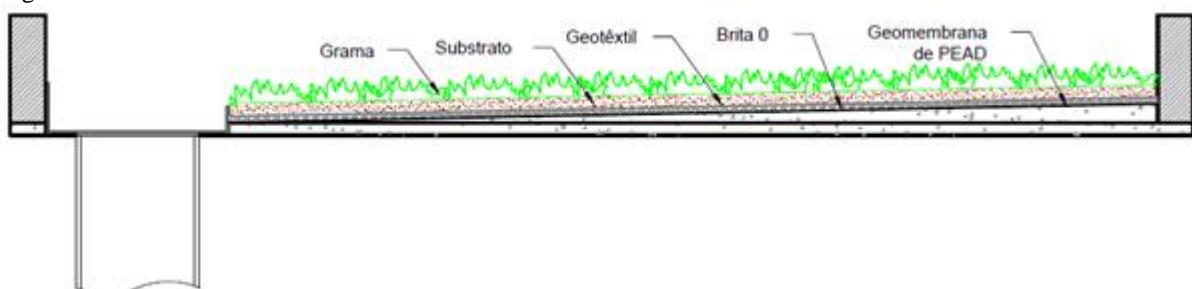
Figura 7: Camada filtrante de manta geotêxtil



Fonte: Autor

Para que a vegetação plantada no telhado verde se desenvolva corretamente, foi realizada uma camada de 10 cm de espessura de substrato sobre a manta de geotêxtil, o substrato que foi utilizado é composto por terra vegetal, esterco bovino e calcário, vendido em sacos de 25 kg no comércio local, já a vegetação utilizada para o telhado verde, foi do tipo grama esmeralda, também conhecida pelo nome zoysia japônica (Figura 8), optou-se pela sua utilização devido a sua facilidade de se adaptar ao clima da região de Varginha/MG, pelo baixo custo, pouca manutenção e com altura máximo no crescimento de 15 cm.

Figura 8: Corte transversal do telhado verde



Fonte: Autor

Para alcançar o custo final para a implantação do telhado verde, foi realizado o levantamento dos quantitativos dos materiais e da mão de obra utilizada em todo o processo da construção do telhado verde, em seguida foi obtido através de consultas nos comércios locais de Varginha/MG e nas tabelas SINAPI os preços dos materiais e da mão de obra utilizada, como consta na Tabela 1.

Tabela 1 – Custo final para implantação do telhado verde

CUSTOS PARA IMPLANTAÇÃO DO TELHADO VERDE						
Material/Serviço	Descrição	Unid.	Quantidade	Preço Unit. (R\$)	Preço Total (R\$)	Fonte
Contrapiso	Contrapiso em argamassa - Traço 1:4 (cimento e areia)	m <sup>2</sup>	169,41	R\$ 24,14	R\$ 4.089,56	SINAPI Cód. 87620
Geomembrana	Geomembrana de PEAD - Lisa - E = 1,00 mm	m <sup>2</sup>	169,41	R\$ 17,82	R\$ 3.018,89	SINAPI Cód. 25863
Brita	Brita 0 (4,8 a 9,5 mm) Sem frete	m <sup>3</sup>	8,4705	R\$ 75,01	R\$ 635,37	SINAPI Cód. 4720
Geotêxtil	Geotêxtil não tecido 100% em poliéster	m <sup>2</sup>	169,41	R\$ 10,53	R\$ 1.783,89	SINAPI Cód. 4020
Substrato	Substrato com 10 cm de espessura (saco de 25 kg)	Unid.	10	R\$ 20,00	R\$ 200,00	Comércio*
Vegetação	Em placas e sem plantio	m <sup>2</sup>	169,41	R\$ 4,00	R\$ 677,64	Comércio**
Plantio	Plantio de grama esmeralda em rolo	m <sup>2</sup>	169,41	R\$ 11,97	R\$ 2.027,84	SINAPI Cód. 85180
Calha	Calha quadra de chapa de aço galvanizada N° 25, corte 33 cm	m	13	R\$ 19,65	R\$ 255,45	SINAPI Cód. 1109
Condutor de PVC	Condutor pluvial circular de PVC, diâmetro entre 80 e 100 mm p/ drenagem	m	6	R\$ 11,43	R\$ 68,58	SINAPI Cód. 12623
* Floricultura Flora Espaço Jardins				Custo total (R\$)		R\$ 12.757,21
** Minas Gramas				Custo total/ m <sup>2</sup> (R\$)		R\$ 75,30

Fonte: Autor

Como podemos ver na Tabela 1, o custo total para implantação do telhado verde foi de R\$ 12.757,21, sendo R\$ 75,30 o m<sup>2</sup>. Como descreve Minke (2004 apud Savi, 2012), o custo do telhado verde pode variar em torno de 80% ao se comparamos com os convencionais, portanto seguindo a ideia de Mike e Savi, um telhado convencional pode chegar a um valor de R\$ 15,06 o m<sup>2</sup>.

Apesar do telhado verde possui um custo maior para ser implantado na residência ao ser comparado com os telhados convencionais, o seu custo final é justificado perante os benefícios que pode trazer para a residência, pois o telhado verde pode contribuir com a diminuição do consumo de energia da residência, tanto no inverno quanto também no verão, o fato que nos leva a essa diminuição de consumo de energia é devido a capacidade de isolamento térmico que o telhado verde proporciona para a residência, portanto no calor o telhado verde reduz a quantidade de ar quente que entra na casa e no frio o ar quente dentro da residência não se dissipa com facilidade.

Além de proporcionar um ambiente mais agradável para a residência, o telhado verde poderá ser usado como um sistema de armazenamento de águas pluviais, parte desse armazenamento poderá ser direcionado para reservatório e a outra parte para a própria irrigação do telhado verde, portanto caso o proprietário opte pelo o armazenamento das águas

pluviais, a economia de gasto de energia elétrica e água será maior ainda, assim possibilitando ao proprietário o retorno do investimento ao longo do tempo.

Vale ressaltar também, que a implantação do telhado verde contribui também para a sociedade e o meio ambiente, pois através da implantação do telhado verde na residência torna possível a criação de mais áreas verdes na cidade, diminuição das áreas impermeáveis, melhoria na qualidade do ar, criação de microclimas mais equilibrados, assim possibilitando a redução das ilhas de calor e o aumento da biodiversidade, enquanto os telhados convencionais não possibilita nenhum benefício para sociedade e o meio ambiente.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As questões ambientais vêm cada vez mais sendo discutidas e levadas em consideração pelas as empresas e a sociedade em geral, umas das questões ambientais envolvida é justamente a construção civil, que gera grandes impactos ao meio ambiente devido o tipo de edificação construída e o modo que se construí, portanto, através das questões ambientais levantadas, são criadas alternativas a fim de diminuir os impactos causados pela construção civil ao meio ambiente.

Como destacado ao longo do referencial teórico, o telhado verde é uma das alternativas que auxilia na redução dos impactos causados pelas as novas construções, sendo assim umas das alternativas para se aplicar nos centros urbanos, devido ao fato da diminuição das áreas impermeáveis, o aumento das áreas de drenagem das águas pluviais, redução das ilhas de calor e o aumento da biodiversidade, tornado o telhado verde como um sistema construtivo eficaz para a diminuição dos impactos causados ao meio ambiente e possibilitando uma qualidade de vida melhor para a população.

Apesar do telhado verde possuir um custo superior ao se comparar com os telhados convencionais, é justificado o seu custo alto devido aos materiais utilizados na sua implantação e pela sobrecarga na estrutura, ou seja, é necessário de uma estrutura capaz de suportar as cargas do telhado e sendo levando em consideração o solo do telhado verde saturado.

Caso a implantação do telhado verde seja realizado em uma estrutura já existente, o custo final será maior do que em uma estrutura que está em processo de execução, pois em uma estrutura já existente é necessário o reforço da estrutura, de modo que suporte todas as cargas do telhado e já em uma estrutura que está em processo de execução, são considerados as cargas do telhado verde já no início projeto, portanto caso se deseja implantar um telhado



verde em uma edificação, recomenda-se que seja considerado as cargas do telhado na fase de projetos da edificação, assim o custo final terá uma influência menor no custo final da construção da edificação.

Concluindo, o telhado verde possui mais eficiência quando está voltado para as questões ambientais, podendo gerar benefícios para os locais onde foi implantado e possibilitando em um ambiente melhor onde foi implantado, apesar do custo ser alto na sua implantação, o investimento vem ao longo prazo, pois permitirá um custo menor na utilização de equipamentos para climatização do ambiente da casa e conseqüentemente o reconhecimento ambiental da edificação.

E para os trabalhos futuros, podem ser utilizadas várias vertentes para o desenvolvimento de novas pesquisas, como por exemplo: a necessidade de pesquisar novos tipos de materiais que possuem um custo menor para a implantação do telhado verde e que tenha a mesma qualidade e eficácia, tornando assim mais viável para a construção civil, propor a utilização de tecnologia sustentáveis, através de análise de programas e legislações existentes e pôr fim a utilização do telhado verde para a captação e reaproveito das águas pluviais.

## *TECHNICAL AND ECONOMIC FEASIBILITY FOR A GREEN ROOF FOR MUNICIPALITY OF VARGINHA / MG*

### *ABSTRACT*

*As a result of population growth and the increase in civil construction in urban centers, this has led to a decrease in green areas, an increase in temperature, waterproofing of the soil and an increase in the impacts of construction on the environment. In order to reduce environmental impacts, the green roof is one of the alternatives that helps to reduce the impacts caused by new construction in urban centers, so the purpose of this article is to verify the influence of the cost of green roof implantation in a residence in the municipality of Varginha / MG and the benefits that the green roof makes possible for the residence, environment and general society. Through the realization of the green roof design, analysis and research of the materials used for the implantation in the residence, it was possible to arrive at a final cost for its implantation through the consultation of price in the local trades*

*and by the tables of SINAPI. Although the green roof has a higher cost than conventional roofs, its implantation is justified due to the life cycle, because a green roof can last about 2 times more than a conventional roof, beyond its duration, the green roof makes possible a better thermal and acoustic insulation for the residence and in spite of its high cost, the investment comes along the term through the reduction of the expenses with equipment for air conditioning of the environment of the residence.*

*Keywords: Green roof. Technical and economic feasibility. Cost of a green roof*

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**ABNT NBR 15575-5:2013.** Edificações habitacionais — Desempenho - Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas. 2013. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgcykAF/abnt-nbr-15575-2013-normas-desempenho#>. Acesso em: 06 de maio de 2018>

ALBERTO, E. Z. et al. **Estudo do telhado verde nas construções sustentáveis.** XII Safety, 2012.

BALDESSAR, Silvia Maria Nogueira. **Telhado Verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada.** Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2012

BONI, Filipe **Telhado verde: uma opção sustentável.** Disponível em: <http://2030studio.com/category/artigos>. Acessado em: 03 de setembro de 2018.

CARMO, Victor Barbosa. Como fazer um telhado verde. In: REBOLLAR, Nora Alejandra Padricia. **Telhados Verdes: uma abordagem multidisciplinar.** Florianópolis: Ledix, 2017. p. 66 – 86.

COLLI, Felipe Rodrigues et al. Análise e Percepções dos Profissionais de Engenharia Civil na Aplicação do Sistema de Coberturas Verdes. **Anais da Engenharia Civil/ISSN**, v. 1, n. 1, p. 77-96, 2018.

FERREIRA, Manoela de Freitas. **Teto verde: O uso de coberturas vegetais em edificações.** São Paulo: USP, 2008.

**Green Roof Service.** Disponível em: <[www.greenroofservice.com](http://www.greenroofservice.com)> Acesso em 09 de outubro de 2018

HERZOG, Cecília Polacow; ROSA, Lourdes Zunino. Infraestrutura verde: sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana. **Revista Labverde**, n. 1, p. 92-115, 2010.

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

MELLO, Emanuele Teles Ouriques. Considerações estruturais para o dimensionamento de telhados verdes. In: REBOLLAR, Nora Alejandra Padricia. **Telhados Verdes: uma abordagem multidisciplinar**. Florianópolis: Ledix, 2017. p. 109 – 123.

NASCIMENTO, Mariana Malamin do. **Estudo da viabilidade econômica da técnica de telhados verdes em unidades do programa Minha Casa Minha Vida na cidade de Campo Mourão, PR**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

OLIVEIRA, Ailton Luiz dos Anjo de. **Construção de prédios com padrão de sustentabilidade no Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro**. Monografia – Curso de Gestão de Projeto, Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro, 2012.

OLIVEIRA, Raquel Guedes de. **Estudo do custo de implantação e manutenção de um telhado verde para habitação popular em Natal/RN**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

PHILIPPI, P. How to get cost reduction in green roof construction. In: **Proceedings of Fourth Annual Greening Rooftops for Sustainable Communities Conference, Awards and Trade Show, Boston, MA**. 2006.

REBOLLAR, Nora Alejandra Padricia. A história dos telhados verdes. In: \_\_\_\_\_. **Telhados Verdes: uma abordagem multidisciplinar**. Florianópolis: Ledix, 2017. p. 17 – 42.

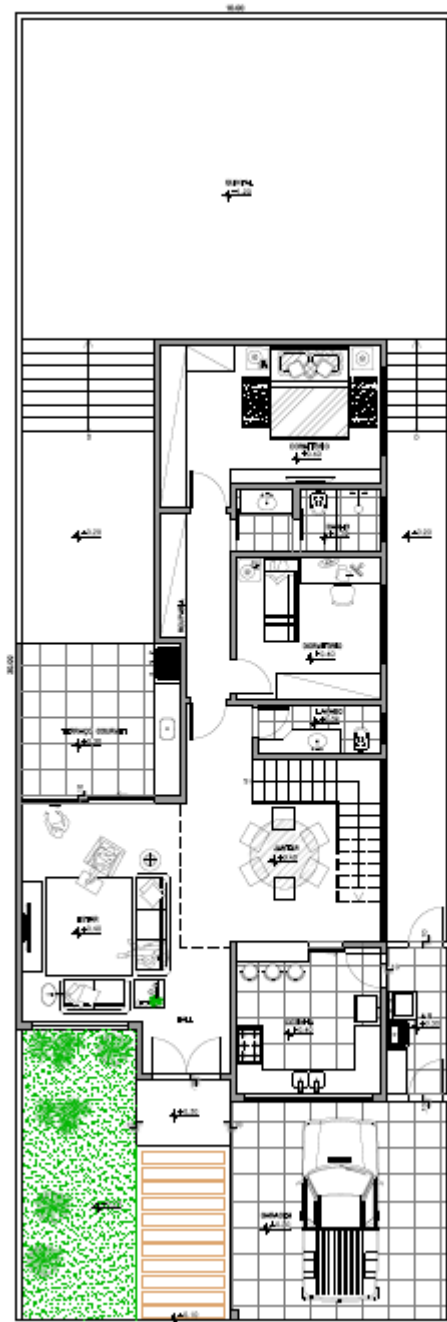
SAVI, Adriane Cordonni. **Telhados Verdes: análise comparativa de custo com sistemas tradicionais de cobertura**. Monografia – Curso de Construções Sustentáveis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

SALEIRO FILHO, M. et al. Além de Um Diálogo Reservado com as Estrelas: O Processo de Formação e Transformação do Terraço Jardim ao Telhado Verde. **RCT-Revista de Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro**, 2015.

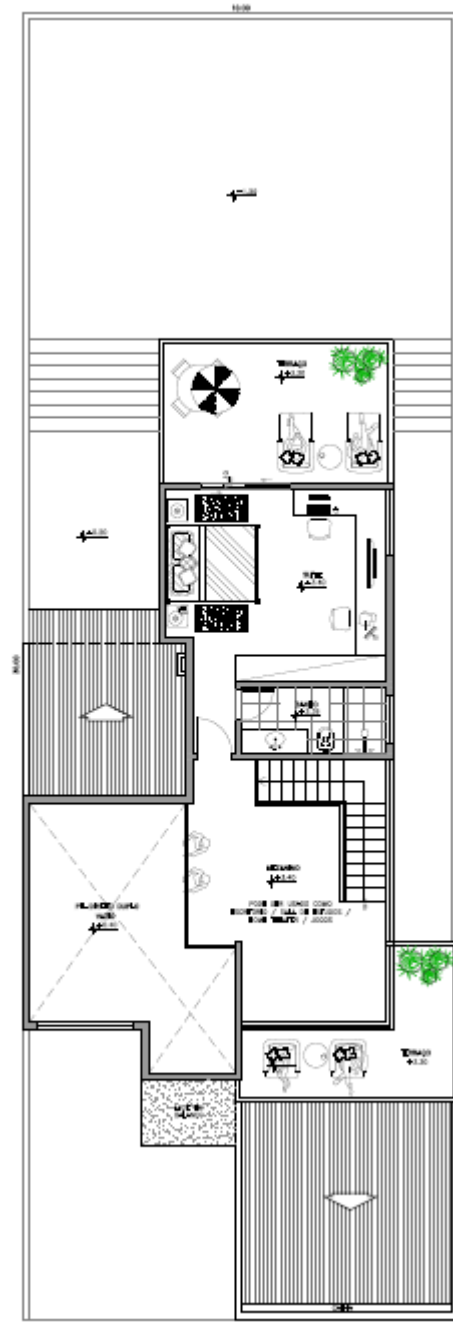
SILVA, Neusiane da Costa. **Telhado verde: sistema construtivo de maior eficiência e menor impacto ambiental**. Monografia de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, MG, p. 63, 2011.

VERGARA, Lizandra. G. L.; PIPPI, Luis. Guilherme. A. ; BARBOSA, Anallu. R. **Aplicação de Telhado Verde Como Tecnologia Sustentável para o Projeto de Edificações Residenciais**. (9p). 2009

### Anexo A



LAYOUT PAVIMENTO TÉRREO  
esc. 1:200



LAYOUT PAVIMENTO SUPERIOR  
esc. 1:200