

## **OS BENEFÍCIOS DO TELHADO VERDE E A SUA UTILIZAÇÃO PELA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Ícaro Viterbre Debique Sousa (Mestre em Estatística e Experimentação Agropecuária – UFLA) E-mail: viterbre@gmail.com

Heron Viterbre Debique Sousa (Graduando em Engenharia Civil – Universidade de Itaúna) E-mail: heronviterbre@gmail.com

Antonio Mendes Magalhães Junior (Mestre em Estatística e Experimentação Agropecuária – UFLA) E-mail: jrjpmg@hotmail.com

Pedro Henrique Nunes (Mestrando em Engenharia de Sistemas e Automação – UFLA) E-mail: phnunes95@gmail.com

Igor Luis de Castro Faria (Graduando em Engenharia Civil – Universidade de Itaúna) E-mail: igorluis588@gmail.com

Aliff Junio de Castro Faria (Graduando em Engenharia Mecânica – Faculdade Pitágoras) E-mail: aliffjunio777@gmail.com

**Resumo:** O tema do trabalho envolve os telhados verdes e a sua utilização pela construção civil em prol da manutenção da vida no planeta. O objetivo deste trabalho é compreender os telhados ecológicos e exemplificar a sua utilização e seus proveitos para a população que vive em centros urbanos. O problema de pesquisa consiste em perquirir: como telhados verdes podem ser instalados e quais as benesses geradas para o ecossistema? O trabalho possui como metodologia a revisão bibliográfica, fazendo-se uma análise qualitativa, descritiva e explicativa do tema proposto, obtendo-se que os telhados verdes são instrumentos importantes para melhorar a condição do homem no planeta, proporcionar novas formas de exploração da natureza e formas mais limpas e menos ofensivas aos recursos naturais. Os telhados verdes são estruturas criadas sobre superfícies de edifícios contemplando diferentes formas de vegetação, independentemente da espécie de cobertura. Tal estrutura representa uma forma de proporcionar ambientes mais agradáveis, confortáveis, retenção das águas pluviais, temperaturas mais agradáveis ao espaço interno do prédio, diminuição do ruído e melhora da exposição ao brilho e outros benefícios.

**Palavras-chave:** Áreas verdes, Edifícios, Coberturas ecológicas, Urbanização.

## **THE BENEFITS OF THE GREEN ROOF AND ITS USE IN CONSTRUCTION**

**Abstract:** The theme of the work involves green roofs and their use by civil construction in favor of maintaining life on the planet. The objective of this work is to understand the ecological roofs and exemplify their use and their benefits for the population that lives in urban centers. The research problem is to investigate: how can green roofs be installed and what are the benefits generated for the ecosystem? The work has as methodology the bibliographic review, making a qualitative, descriptive and explanatory analysis of the proposed theme, obtaining that the green roofs are important instruments to improve the condition of man on the planet, to provide new ways of exploring nature and cleaner and less offensive ways to natural resources. Green roofs are structures created on building surfaces that contemplate different forms of vegetation, regardless of the type of roof. Such a structure represents a way to provide more pleasant, comfortable environments, rainwater retention, more pleasant temperatures to the internal space of the building, reduced noise and improved exposure to brightness and other benefits.

**Keywords:** Green areas, Buildings, Ecological covers, Urbanization.

### **1. Introdução**

Os telhados verdes demandaram novas reflexões a respeito dos caminhos da construção civil, sobretudo nos dilemas de montagem e eficiência da estrutura criada, tanto em seus aspectos de formação como para os resultados provocados ao meio ambiente

(ROSATTO et al., 2015). Para gerar menor degradação da natureza, o homem buscou ações para remediar tais consequências (LANGEMEYER et al. 2020).

A substituição de áreas de vegetação por materiais como asfalto e concreto, proporcionam ilhas de calor e contribuem principalmente para a elevação da temperatura no planeta (TASSI et al., 2014).

Os telhados verdes podem ser representados como saídas para a recuperação da poluição ambiental e atmosférica a fim de proporcionar um ecossistema mais limpo e saudável a todos (OMAR et al., 2018). Igualmente, é uma forma de proporcionar a criação de hortas urbanas, maior conforto às pessoas e atuar no combate do estresse (GALLARDO et al., 2017; WILLIAMS et al., 2019). O ar de suas redondezas também se transforma, pois que passa a ser mais orvalhado, com menos sujeira e maior purificação (BALDESSAR, 2012).

O presente trabalho pretende a verificação de três hipóteses. A primeira delas subsiste na afirmação de que os telhados verdes propiciam melhoras nas propriedades ambientais dos centros urbanos por atuar como forma de escoamento da água, diminuir a temperatura interna e externa das construções e aumentar a qualidade do ar. Para atingir este escopo, eles são constituídos de diferentes estruturas, contudo, pode-se resumi-las em camada de impermeabilização, anti-raiz, de drenagem, isolamento térmico, substrato e a última destinada para as plantações. A terceira hipótese elucida que os telhados verdes podem ser construídos com diferentes espessuras de camadas, composição de substrato e de vegetação, consoante as condições ambientais e da estrutura a qual será implementado.

O trabalho se justifica em decorrência do aumento da poluição gerada por ações humanas, principalmente pelo impacto negativo causado pela construção civil, e a necessidade de se encontrar saídas adequadas para atender as necessidades de sobrevivência da população (BÄR; TAVARES, 2017). Pretende-se contribuir com a discussão com argumentos, reflexões e informações importantes, com o propósito de incentivar a sua implementação, compartilhar dados e desenvolver novas abordagens sobre o tema.

A pesquisa se destina a levantar dados coerentes e suficientes para demonstrar a importância dos telhados com vegetações às cidades. Dessa forma, pretende-se criar novas perspectivas sobre a sua construção, as quais podem fazer com que a doutrina o assimile como capazes de gerar benefícios diretos e indiretos para a qualidade de vida em geral nos centros urbanos (LIRA, 2017).

O objetivo deste trabalho é compreender o funcionamento dos telhados ecológicos e exemplificar a sua utilização e seus proveitos para a população que vive em centros urbanos, bem como conceituá-lo e apresentar suas principais características.

## **2. Metodologia**

O trabalho utiliza de revisão de literatura, com análise qualitativa, explicativa e descritiva, por meio do qual pretende expor argumentos, bases e informações acerca do uso dos telhados ecológicos e os seus usos na construção civil. Para Marconi e Lakatos (2003), a pesquisa bibliográfica consiste no acesso às mais diferentes fontes de bibliografia, como livros, monografias, teses, revistas, jornais e outros, com o objetivo de possibilitar o contato direto com o assunto discutido.

A pesquisa qualitativa não se utiliza de dados numéricos para a elucidação de um problema, mas sim de argumentos e informações com base linguística-semiótica

(GERHARDT; SILVEIRA, 2009). A pesquisa em questão aproveita dessa metodologia para descrever, explicar e analisar com fundamentos teóricos o tema escolhido, sem incluir números.

A pesquisa descritiva se concentra na retratação de um fenômeno estudado ou de uma população (GIL, 2002), de modo que neste trabalho foi utilizada para especificar a estrutura e as características das coberturas ecológicas.

No que concerne à pesquisa explicativa, esta se baseia na apresentação de motivos e razões para a ocorrência de determinado evento, por meio da qual se propicia sua análise, classificação e interpretação (PRODANOV; FREITAS, 2013). Assim, a presente pesquisa se apropria deste método para exemplificar o tema, com sua categorização, apresentação de ideias centrais e a sua importância.

A pesquisa buscou levantar livros, artigos científicos, teses e dissertações a respeito do objeto selecionado, nas línguas inglesa, espanhola e portuguesa, preferindo-se obras publicadas de 2010 e 2020. Preferiu-se a seleção em periódicos com qualis A1, A2 e B1. Os trabalhos foram buscados nas bases de dados Google Acadêmico e Scientific Electronic Library Online (SciELO), a partir dos descritores “telhados verdes”, “telhados verdes e construção civil” e “telhados ecológicos”, e igualmente pela sua tradução à língua inglesa “green roofs”, “green roofs and civil construction” e “ecological roofs”.

Como critérios de seleção da bibliografia, cita-se a presença de um ou mais descritores de pesquisa no título ou resumo do trabalho; ter sido publicado entre 2010 e 2020; estar em acesso aberto; estar em um dos idiomas determinados, ou seja, português, inglês ou espanhol; e estar publicado em periódicos com classificação Qualis A1, A2 e B1. A ausência de um dos critérios impediu que o trabalho pudesse ser inserido nos materiais consultados para a produção deste artigo.

Em seguida, realizou-se leituras, interpretações e a análise crítica dos conhecimentos e informações presentes na bibliografia separada. Ademais, nova leitura e estudo dos materiais foram realizados posteriormente, a fim de definir e construir as ideias de capítulos e assuntos abordados, para, assim, realizar a escrita científica do trabalho.

### 3. Os Telhados Verdes: Conceituação

O telhado verde, também conhecido como telhado ecológico, cobertura verde, cobertura viva, ecotelhado, *green roof* e outras denominações, representa uma possibilidade de reduzir os prejuízos causados a natureza, sendo este um recurso de embelezamento, conforto e proteção térmica (WEILER; SCHOLZ-BARTH, 2009).

Dessa forma, consistem em um revestimento vegetal na cobertura das construções, sendo as mesmas impermeáveis e representando um sistema de escoamento da água (LIU; COFFMAN, 2016), as quais não possuem regulamentação interna a nível federal. Consoante Lira (2017), a *American Society for Testing and Materials* (ASTM) emitiu normas técnicas no que tange aos telhados verdes, como a ASTM E 2396 (2011), ASTM E 2397 (2011), ASTM E 2398 (2011), ASTM E 2399 (2011), ASTM E 2788 (2011), ASTM E 2777 (2014) e ASTM E 2400 (2015). O Brasil ainda não possui uma legislação nacional para regulamentar a instituição de telhados verdes, contudo, algumas normativas existem em âmbito estadual, como em Piauí, Recife e Santa Catarina (MARQUES; BISSOLI-DALVI; ALVAREZ, 2018).

Tassi *et al.* (2014, p. 141) compreendem que “os telhados verdes são conhecidos por converter a superfície de um telhado convencional em um espaço multifuncional,

utilizando, para isso, a vegetação”. Os ecotelhados devem ser fixados sobre estruturas de tradicionais, podendo ser de fibrocimento, telha metálica ou cerâmica, laje de concreto impermeabilizada e outros (RIGHI *et al.*, 2016). Mendonça (2015) acrescenta que a estrutura de um telhado verde possibilita que a parte superior do edifício seja composta por vegetações, de coloração verde, da onde se extrai a sua nomenclatura, acrescentando também que somente nos últimos dez anos o tema recebeu relevância na seara acadêmica.

Na conceituação de Teixeira *et al.* (2017), as coberturas vegetadas apresentam laje impermeável, camada de substrato para proporcionar o plantio da planta, seu crescimento, extração de nutrientes e raízes, faixa de dreno e outras bases que o constituem. Os autores compararam a qualidade da água extraída dos telhados verdes e tradicionais, cujos resultados demonstram que a opção mais ecológica apresenta menor acidez, maior quantidade de nitrogênio, elevado parâmetro pH e material orgânico (TEIXEIRA *et al.*, 2017).

Para Karczmarczyk, Baryla e Bus (2014, p. 2586) os “telhados verdes implantados em áreas urbanas para aumentar a retenção da água da chuva e retardar o escoamento, também devem funcionar para a proteção da qualidade da água”. As coberturas verdes são importantes porque proporcionam um condicionamento passivo aos prédios e outras edificações, causando maior frescor e resfriamento dos arredores. Elas podem ser utilizadas em organizações, prédios comerciais, casas e outras estruturas (MAGALHÃES, 2015).

Tassi *et al.* (2014) realizou um experimento para averiguar o escoamento da água pluvial de um telhado verde, sendo que o volume filtrado foi 56% maior do que aquele alcançado por telhados comuns. A água escoada pode apresentar diferenças de pH e acúmulo de diferentes nutrientes, considerando os materiais que o formam, o cuidado dispendido, espécie de vegetação cultivada e a contaminação do ar.

Podem ser compreendidos como uma estrutura que possibilita a sobreposição de diversas camadas para a criação de vegetação. Permite-se a sua construção sobre diferentes estruturas e materiais, tais como laje e telhados com pouco declive (LOPES, 2014). Atuam como uma forma de tornar mais aprazível a condição térmica, se apresentando como uma possibilidade para que as plantas, árvores e outras espécies de vegetais possam ser novamente vistas no âmbito urbano (VALENTE, 2019).

Estima-se que os telhados ecológicos surgiram há muitos anos, cuja primeira obra é datada por volta de 605 a. C., conhecida como *Os Jardins Suspensos* (RIGHI *et al.*, 2016). Lopes (2014) enaltece que a cobertura verde não é uma inovação dos tempos atuais, mas já presente desde 4000 e 6000 a.C., e utilizado sobretudo em localidades com invernos rigorosos, como Escandinávia e Islândia, e também em países quentes, como na Tanzânia. Entre as principais espécies de vegetais que podem ser utilizadas, encontram-se plantas que normalmente exigem pouca água para sobreviver aos períodos de estiagens e que são capazes de se adaptar com as condições verificadas nos telhados, como a desnecessidade de ser aparadas.

Informa-se, ainda, que os necessitam ser conscientemente planejados e construídos com o propósito de gerar maior eficiência, melhorar a aparência e qualidade de vida e gerar a preservação do ecossistema (CASCONI, 2019). A espécie de cultivo irá variar consoantes as preferências estéticas e as propriedades do clima do local em que a construção será edificada (WEILER, SCHOLZ-BARTH, 2009). Ainda, entende-se que as dimensões e propriedades de sua construção determinam os resultados que o telhado obterá, sobretudo às consequências geradas ao clima do local, tais como o espaço em

que receberá o substrato e a altura da mureta da extensão que o receberá (SANTOS *et al.*, 2013).

Ademais, entende-se que a longevidade do telhado vegetado pode se afigurar superior aos demais, porém é necessário estudar diversos fatores para se ponderar tal afirmação, como, por exemplo, a espécie de planta utilizada, o clima e vento (LIN *et al.*, 2013).

Os telhados que mais se coadunam com a preservação da natureza exigem maior cuidado, tratamento e manutenção da vegetação que o compõem, considerando que deve possuir uma aparência salubre para garantir maior embelezamento à construção. Contudo, deve-se estar atento também para o risco de queimadas sobre a vegetação utilizada na cobertura ecológica, em períodos de seca, podendo devastar as plantas e prejudicar os resultados esperados pela estrutura criada (WERTHMANN, 2007).

Eles normalmente requerem pouca irrigação e fertilizantes, razão pela qual são de fácil cuidado, salvo aqueles integrados por plantas maiores, tais como as que compõem telhados intensivos, pois que exigem maior atenção e custos de manutenção (CASCONI, 2019). Além disso, é preciso que a espécie de vegetal utilizada para formar os telhados verdes seja capaz de suportar o estresse causado pelo vento em razão de sua altura (MAGALHÃES, 2015).

Magalhães (2015) alerta para a diferença entre telhado verde (*green roof*) e telhado marrom (*brown roof*), considerando que este último detém todas as camadas das coberturas com plantas menos a vegetação, pois que o substrato não é semeado, desejando-se que seja tomada por vegetação sem interferência humana, ao longo do tempo.

Ferraz (2012) apresenta que podem existir telhados verdes não planejados, desenvolvidos sem interferência humana, em vista do depósito de matéria orgânica e sementes na superfície das estruturas. Eles são desaconselhadas porque podem aparecer em estruturas incompatíveis, sem capacidade de impermeabilização e para suportar o peso excessivo.

#### 4. Espécies de Telhado Verde

Os telhados verdes têm sido utilizados de formas variadas ao longo dos anos, consoante a sua composição e espécie de vegetação. Assim, criou-se a classificação de telhados verdes extensivos, intensivos e semi-intensivos ou intermediários, de acordo com as suas espécies.

Os telhados extensivos são aqueles integrados por plantas com pouco peso, resistentes e capazes de sobreviver em condições climáticas instáveis, como falta de chuva, inverno rígido e vento. São úteis para a diminuição do escoamento da água pluvial e ilhas de calor que assolam os centros urbanos, além de proporcionar o aumento da umidade relativa do ar (BALDESSAR, 2012). Tal vegetação atinge a profundidade de 5 cm a 15 cm e é extremamente leve, razão pela qual adiciona um pequeno peso na estrutura a qual foi construída. Podem consistir em erva, grama, musgo e outras (PALMEIRA, 2016). Diversamente Lopes (2014) anuncia que o substrato é capaz de existir por 30 anos e aceitar inclinações entre 0° a 30°.

Neste sentido, Palmeira (2016) apresenta que inclinações menores geram uma condução menor das partículas de materiais, redução do coeficiente de escoação superficial do telhado e aumento da lâmina da água conservada. Para Cascone (2019), como a camada de terra é menor, o seu titular pode cultivar poucas espécies de plantas, além de ocasionar um peso inferior se comparados aos outros modelos.

Magalhães (2015) explora que a rasa profundidade do substrato torna a planta mais suscetível às intempéries climáticas, podendo gerar prejuízo às folhagens, inclusive gerando a dessecação da espécie. Assim, há diversos fatores que podem determinar o cultivo a ser semeado, como precipitação pluvial, sobrevivência a baixas temperaturas e necessidade de irrigação (MAGALHÃES, 2015).

No que concerne aos telhados verdes intensivos, as plantas podem alcançar a profundidade de 15 cm a 90 cm, pois que constituem espécies de plantas de maior tamanho, como árvores. Nesta espécie, a estrutura de drenagem é maior e há necessidade de dispor de irrigação (FERRAZ, 2012). Portanto, Lopes (2014) acrescenta que o telhado intensivo deve conter a dimensão mínima de 15 cm e no máximo 2 metros e dispor de inclinação entre 0° a 1,2°, podendo reunir a carga de 1200 kg/m<sup>2</sup>, haja vista o tamanho da espessura do substrato e a quantidade de água permeada.

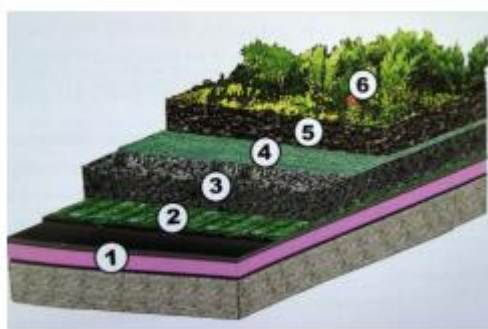
Os telhados intensivos, conforme Palmeira (2016), possibilitam diversidade de espécies de vegetais, variando-se entre plantas de pequeno porte, o que faz com que o acúmulo de água neste sistema seja maior do que o presente no sistema anterior. Liu e Coffman (2016) explanam que possuem maior profundidade em vista da necessidade de espaço para o enraizamento das plantas.

Neste sentido, Liu e Coffman (2016, p. 2) estudam que neles há “profundidade extra que também permite maior biodiversidade de plantas e animais selvagens. Os telhados com vegetação intensiva podem cultivar variedades crescentes de plantas, de musgos e *sedums* curtos a arbustos e árvores”. Isto posto, Baldessar (2012) explica que os ecotelhados permitem até mesmo a implantação de jardins e espelhos d’água.

Os telhados verdes semi-intensivos são aqueles em que as dimensões do substrato alternam entre 15 a 20 cm, cujas plantas são de médio porte, alternando-se entre o sistema extensivo e o intensivo. Palmeira (2016) explica que consistem em uma tecnologia mais avançada de estrutura, construção e com bases de camadas mais fundas do que as presentes em telhados extensivos e mais rasas das constantes em telhados intensivos.

## 5. Estrutura do Telhado Verde

O suporte da estrutura é uma base que exerce a função de sustentar o restante do telhado verde, normalmente se apresentando como lajes de concreto armado. Diversos autores estabelecem formas distintas de composição, tais como o apresentado por Baldessar (2012), comunicando que as faixas de sua formação aproveitam de camada de impermeabilização, anti-raiz, drenagem, isolamento térmico, substrato e plantações, segundo a Figura 1:



- 1 - pavimento do telhado, isolamento e impermeabilização.
- 2 - proteção e camada de armazenamento.
- 3 - camada de drenagem.
- 4 - camada anti-raiz e filtro permeável.
- 5 - camada de substrato.
- 6 - vegetação.

Figura 1 - Estrutura do telhado verde

A faixa de impermeabilização é uma base que gera maior duração do modelo e impede a penetração da umidade. Referida camada é de suma importância, considerando que caso haja o vazamento de água em sua estrutura, pode prejudicar a edificação, reduzindo o seu tempo de vida útil e outros incômodos para quem ocupa a área interna da construção (BALDESSAR, 2012).

Assim “abaixo das camadas ou dos módulos vegetados, dependendo do tipo de cobertura, como por exemplo, no caso de uma laje, não é dispensada a impermeabilização da mesma e da aplicação da barreira anti-raiz” (MAGALHÃES, 2015, p. 24). A membrana anti-raiz possui a finalidade de não possibilitar a entrada das raízes das plantas na cobertura, devendo ser uma estrutura seguida e sem interrupções, possibilitando o crescimento das raízes em um tamanho que permita o acesso à água.

O isolante térmico é empregado em climas frios para garantir o aumento da temperatura na área dentro da estrutura do telhado, podendo exercer essa função materiais como poliestireno expandido, poliestireno extrudido, espuma rígida, lã de rocha e outros (LIRA, 2017).

A camada que exerce a função drenante é fundamental para evitar a quantidade de água em níveis excessivos, devendo a mesma possibilitar a percolação vertical do líquido em sua camada, e na estrutura modular, as nervuras promovem o escoamento e retenção (LORENZINI NETO, 2014). Palmeira (2016) entende que referida faixa pode ser formada por pedras, seixos e argila, por exemplo, para que sejam capazes de armazenar os recursos pluviais. Baldessar (2012) contribui que a camada de drenagem pode ser construída de material sintético ou mineral granulado poroso, cuja finalidade é recolher o volume excessivo de água absorvida pelas plantas.

A camada filtrante tem como objetivo obstar que porções do substrato recaíssem na faixa de drenagem e entupir o dreno, devendo o mesmo ser formado por material que possibilite o escoamento da água para referido nível, como, por exemplo, geotêxtil (PALMEIRA, 2016). O substrato deve possuir tecidos que evitam seu desmanche e perca suas partículas.

Consoante Cascone (2019), as peculiaridades que o substrato deve conter para proporcionar o crescimento adequado da planta, juntamente com o clima da região, consistem em um potencial para aumentar a condutividade e retenção da água. Deve ser apto para gerar a aeração, enfraquecimento de lixiviação, gerar grande quantidade de sorção, apresentar leveza, disponibilidade e custos reduzidos, possuir integrantes orgânicos em sua composição, e manter boas condições físicas e químicas mesmo em climas rigorosos.

## **6. Benefícios do Telhado Verde**

A construção de telhados verdes pode resultar a diminuição da dispersão de gases poluentes, atenuação do emprego de instrumentos não renováveis para a construção e a minoração da utilização de energia elétrica. Dessa maneira, são uma saída sustentável para a preservação da natureza, utilização de meios mais inteligentes na construção civil e proteção da vida do planeta (NIACHOU *et al.*, 2001).

Expõe-se que eles também promovem redução na temperatura interna de prédios, tornando a área interior mais agradável, acompanhado da elevação da umidade e do encolhimento da quantidade de poeira. A melhora da umidade do meio ambiente é

decorrente do sistema de armazenamento da água, que com o tempo passa por evaporação e provoca a sua elevação (FEITOSA, 2019).

Sobre este assunto, Baldessar (2012) comunica que a redução da sujeira, fuligem e partículas de poluição podem ser filtradas pela cobertura ecológica, além de se amoldar consoante as correntes de vento, entretanto, pode se alterar devido à densidade da planta. Assim, as plantas, mediante a fotossíntese, podem gerar ambientes mais limpos e condizentes para a vida no planeta.

Neste sentido, proporciona isolamento térmico e arrefecimento em decorrência da evapotranspiração dos vegetais que o compõe (NIACHOU *et al.*, 2001). Além disso, a cobertura ecológica também incentiva o aumento da umidade relativa do ar, situação esta capaz de criar um clima mais fresco e propício para a vida humana, livrando-se das impurezas constantes no ar em suas redondezas.

Compreende-se que os benefícios causados pela implantação do telhado verde superam os custos de sua construção, sobretudo em longo prazo, pois que as despesas depositadas em materiais e profissionais, por exemplo, necessários para a sua adoção, podem ser comparados com a manutenção de um jardim comum, com um sistema de irrigação (SILVA, 2019). Além disso, Omar *et al.* (2018) compreendem que a energia exigida para arrefecer o prédio em um telhado ecológico foi 69% menor do que o necessário pela laje.

Também deve-se ressaltar a instituição de outros benefícios, acessórios às vantagens já relatadas, como um local mais apropriado e saudável para o desenvolvimento de insetos e aves dentro das cidades, oportunizando ambiente que pode igualmente gerar maior tranquilidade e saúde psicológica (CARVALHO, 2017).

Outro proveito que pode ser extraído pela introdução de telhado verde é o resguardo à cobertura, seja ela formada de concreto, madeira, telha ou lona (SILVA, 2019). Assim, os telhados verdes promovem a redução da utilização de energia elétrica pela presença de climatização, tornando naturalmente o ambiente mais confortável (NIACHOU *et al.*, 2001).

Um privilégio adicional também causado pelos telhados verdes é a promoção do ciclo hidrológico, haja vista que a água da chuva é aproveitada pelas plantas localizadas no mesmo, com a infiltração e seguida evaporação, não ficando depositadas em regiões impenetráveis (ROSATTO *et al.*, 2015).

Outro benefício que pode resultar de sua implementação é a contenção do escoamento das águas com o propósito de impedir alagamento, porque a vegetação consome a água e reduz a quantidade depositada no telhado (LIU; COFFMAN, 2016). Assim, o telhado verde atua para a infiltrar e contingenciar água da chuva, conservando em tanques ou outros locais de armazenamento, para que seja destinada à irrigação de jardins, chuveiro, limpeza e outras finalidades.

Em lugares com baixas temperaturas, os telhados verdes promovem a segregação do frio, considerando que a vegetação atrasa a sua chegada para os espaços interiores da residência, razão pela qual é bastante utilizada na Europa e outras localidades com invernos severos (RIGHI *et al.*, 2016). Outra característica importante é que em espaços com muitas chuvas, os telhados verdes são capazes de conter a água de 15% a 70%, não permitindo o escoamento para as vias pavimentadas e impedindo a ocorrência de enchentes (RIGHI *et al.*, 2016). Além disso, também atenuam os efeitos proporcionados pelos raios ultravioletas, considerando que a temperatura incide aproximadamente em 25 °C para com 60 °C dos telhados tradicionais (RIGHI *et al.*, 2016).



O ecotelhado igualmente é capaz de reestabelecer a fauna e a flora da região que foi devastada pela urbanização, além de proporcionar o desempenho de atividades como educação ambiental e agricultura urbana (LOPES, 2014). A flora nas cidades é igualmente incentivada com a adoção de telhados ecológicos, como através da presença de insetos e aves, possibilitando um local para que possam viver, ante a ausência de locais adequados e saudáveis para o seu desenvolvimento.

Compreende-se que a vegetação é uma saída recorrida para melhorar a temperatura do planeta, recuperar o meio ambiente da contaminação gerada pelo homem e outros prejuízos (WERTHMANN, 2007). Em virtude disso, os telhados verdes proporcionam maior conforto, ambiente interno arejado e uso racional da energia, considerando a maior presença de sombras proporcionadas por árvores, arbustos e trepadeiras, tendo utilidade tanto nos períodos frios como quentes do ano (GALLARDO *et al.*, 2017).

Outra contribuição importante é relatada por Cantor (2008), ao comunicar que os telhados verdes são capazes de atenuar ruídos e reduzir brilhos ocasionados pelos telhados tradicionais, além de também possibilitar a diminuição de sons causados pelo toque à estrutura do telhado no âmbito externo da edificação.

## 7. Conclusão

O trabalho verificou todas as hipóteses elaboradas, de modo a se constatar, que os telhados verdes representam uma estrutura capaz de gerar ambientes mais agradáveis, confortáveis, temperaturas mais condizentes com a sobrevivência humana, reter águas pluviais, diminuir ruídos e melhorar a exposição ao brilho. Além disso, referidos benefícios são capazes de elevar a qualidade de vida das pessoas que se situam aos arredores do ambiente em que foi construído, garantindo a diminuição do risco de enchentes, reaproveitamento da água coletada e ambientes com maior embelezamento.

No que corresponde à segunda hipótese, averiguou-se que o substrato é uma camada de relevância para o sucesso da estrutura desenvolvida, vez que deve conter todas as características para suprir as necessidades da planta. Além disso, eles também podem dispor de camadas drenantes, filtrantes e que proporcionam a impermeabilização da água acumulada no sistema, garantindo a sua funcionalidade.

Na terceira hipótese, se evidenciou que, conforme a forma utilizada, pode apresentar variações pela utilização de vegetação compatível com a sua classificação, distribuída entre intensivo, extensivo e semi-intenso ou intermediário, o que também pode ser influenciado pelas características ambientais e das condições da edificação em que o telhado verde será construído.

Dessa forma, o objetivo do trabalho foi atendido ao buscar o levantamento de literatura sobre o tema em investigação, apresentando o seu conceito e benefícios, bem como sua composição e estrutura.

## Referências

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. *Standard Guide for Vegetative (Green) Roof Systems*. 2014. Disponível em: [https://infostore.saiglobal.com/en-us/Standards/ASTM-E-2777-2014-160649\\_SAIG\\_ASTM\\_ASTM\\_394454/](https://infostore.saiglobal.com/en-us/Standards/ASTM-E-2777-2014-160649_SAIG_ASTM_ASTM_394454/). Acesso em: 12 dez. 2020.

BALDESSAR, S. M. N. *Telhado verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada*. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/52621>. Acesso em: 12 dez. 2020.

**BÄR, B. V. & TAVARES, S. F.** *Estado da arte do comportamento hidrológico de telhados verdes no brasil: uma revisão sistemática*. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, v. 8, n. 4, p. 257-271, dez. 2017. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8650106>. Acesso em: 11 jan. 2021.

**CANTOR, S. L.** *Green Roofs in Sustainable Landscape Design*. New York; London: W.W. Norton & Company, 2008.

**CARVALHO, F. J. X.** *Coberturas verdes: estudo experimental da capacidade de drenagem de água no aglomerado de cortiça expandida*. 2017. 81 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Coimbra, Coimbra, 2017. Disponível em: <file:///C:/Users/nikas/Downloads/Coberturas%20verdes%20estudo%20experimental%20da%20capacidade%20de%20drenagem%20de%20C3%A1gua%20no%20aglomerado%20de%20corti%C3%A7a%20expandida%20.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2020.

**CASCONE, S.** *Green Roof Design: State of the Art on Technology and Materials*. Sustainability, v. 11, n. 11, p. 1-27, 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/11/3020>. Acesso em: 16 dez. 2020.

**FEITOSA, R. C.** *Uso de sistemas modulares vegetados para promoção da saúde urbana e atenuação do estresse térmico*. Saúde Debate, Rio de Janeiro, v. 43, n. spec. 3, p. 109-120, dez. 2019. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-11042019000700109](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-11042019000700109). Acesso em 18 dez. 2020.

**FERRAZ, I. L.** *O desempenho térmico de um sistema de cobertura verde em comparação ao sistema tradicional de cobertura com telha cerâmica*. 2012. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: [https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-07062013-144209/publico/IaraLimaFerraz\\_CoberturasVerdes.pdf](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-07062013-144209/publico/IaraLimaFerraz_CoberturasVerdes.pdf). Acesso em: 12 dez. 2020.

**GALLARDO, N. P. et al.** *Thermal Response to cold in buildings with Green covers for tropical climate. Green facades and green roofs*. Revista Ingeniería de Construcción, v. 33, n. 1, p. 15-28, 2018. Disponível em: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732018000100015&lng=en&nrm=i&tlng=en](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732018000100015&lng=en&nrm=i&tlng=en). Acesso em: 13 dez. 2020.

**GERHARDT, T. E. & SILVEIRA, D. T.** *Métodos de pesquisa*. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

**GIL, A. C.** *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

**KARCZMARCZYK, A.; BARYŁA, A. & BUS, A.** *Effect of P-Reactive Drainage Aggregates on Green Roof Runoff Quality*. Water, v. 6, p. 2574-2559, 2014. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4441/6/9/2575>. Acesso em: 16 dez. 2020.

**LANGEMEYER, J. et al.** *Creating urban green infrastructure where it is needed – A spatial ecosystem service-based decision analysis of green roofs in Barcelona*. Science of the Total Environment, v. 707, n. 135487, p. 1-15, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969719354804>. Acesso em: 11 jan. 2021.

**LIN, B-S. et al.** *Impact of climatic conditions on the thermal effectiveness of an extensive green roof*. Building and Environment, v. 67, p. 26-33, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132313001376>. Acesso em: 20 dez. 2020.

**LIRA, J. S. M. M.** *Depleção abiótica e potencial de aquecimento global no ciclo de vida de telhado verde comparativamente a um telhado convencional*. 2017. 120 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

**LIU, R. & COFFMAN, R.** *Lightweight Aggregate Made from Dredged Material in Green Roof Construction for Stormwater Management*. Materials, v. 9, n. 8, p. 611, 2016. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1996-1944/9/8/611>. Acesso em: 16 dez. 2020.

**LORENZINI NETO, F.** *Modelagem de telhado verde: Uma análise da eficiência no controle do escoamento pluvial em diferentes escalas*. 2014. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7860>. Acesso em: 19 dez. 2020.

**LOPES, T. V.** *Telhado verde, energia embutida e emissão de CO<sub>2</sub>: Uma análise comparativa a sistemas de cobertura convencionais*. 2014. 93 f. Monografia (Especialização em Construções Sustentáveis) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/3441>. Acesso em: 13 dez. 2020.

**MAGALHÃES, F. R.** *Avaliação de condicionadores em solo para uso em telhados verdes com vistas à retenção hídrica*. 2015. 112 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: [http://www.bdtd.uerj.br/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=8517](http://www.bdtd.uerj.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=8517). Acesso em: 18 dez. 2020.

**MARCONI, M. de A. & LAKATOS, E. M.** *Fundamentos de Metodologia Científica*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

**MARQUES, S. B.; BISSOLI-DALVI, M. & ALVAREZ, C. E.** *Políticas públicas em prol da sustentabilidade na construção civil em municípios brasileiros*. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 10, n. 1, p. 186-196, 2018. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/index.php/Urbe/article/view/23550/23068>. Acesso em: 16 dez. 2020.

**MENDONÇA, T. N. M.** *Telhado verde extensivo em pré-moldado de concreto EVA (Acetato Etil Vinila)*. 234 f. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015. Disponível em: [https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/7684?locale=pt\\_BR](https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/7684?locale=pt_BR). Acesso em: 18 dez. 2020.

**NIACHOU, A. et al.** *Analysis of the green roof thermal properties and investigation of its energy performance*. Energy and Buildings, v. 33, n. 7, p. 719-729, 2001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778801000627>. Acesso em: 13 dez. 2020.

**OMAR, A. et al.** *Green roof: simulation of energy balance components in Recife, Pernambuco State, Brazil*. Engenharia Agrícola, v. 38, n. 3, p. 334-342, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/eagri/v38n3/0100-6916-eagri-38-03-0334.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2020.

**PALMEIRA, A. N.** *Balanço de energia em telhado verde*. 2016. 97 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7664/PALMEIRA%2C%20ALINE%20NOGUEIRA.pdf?squence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 dez. 2020.

**PRODANOV, C. C. & FREITAS, E. C.** *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

**RIGHI, D. P. et al.** *Cobertura verde: um uso sustentável na construção civil*. Mix Sustentável, v. 2, n. 2, p. 29-36, 2016. Disponível em: <http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/1514>. Acesso em: 16 dez. 2020.

**ROSATTO, H. et al.** *"Extensive" green roof systems, efficiency in the retention capacity rainwater of the vegetation implanted*. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, v. 47, n. 2, p. 123-134, 2015. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20153379870>. Acesso em: 19 dez. 2020.

**SANTOS, P. T. S.** *Telhado verde: desempenho do sistema construtivo na redução do escoamento superficial*. Ambiente Construído, v. 13, n. 1, p. 161-174, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ac/v13n1/v13n1a11.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2020.

**TASSI, R. et al.** *Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais*. Ambiente Construído, v. 14, n. 1, p. 139-154, 2014. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-86212014000100012&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-86212014000100012&script=sci_abstract&tlng=pt). Acesso em: 14 dez. 2020.

**TEIXEIRA, C. A.** *Estudo comparativo da qualidade da água da chuva coletada em telhado com telhas de concreto e em telhado verde para usos não potáveis.* Ambiente Construído, v. 17, n. 12, p. 135-155, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ac/v17n2/1678-8621-ac-17-02-0135.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2020.

**VALENTE, J. C. C.** *Telhados Verdes em Portugal – Percepção, Atitudes e Preferências Estéticas.* 98 f. 2019. Dissertação (Mestrado em Arquitetura Paisagista) – Universidade do Algarve, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2019. Acesso em: <https://sapientia.ualg.pt/bitstream/10400.1/14841/1/Disserta%c3%a7%c3%a3o.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2020.

**WEILER, S. & SCHOLZ-BARTH, K.** *Green Roof Systems: A Guide to the Planning, Design, and Construction of Landscape over structure.* New Jersey: John Willey & Sons, 2009.

**WERTHMANN, C.** *Green Roof - A Case Study: Michael Van Valkenburgh Associates' Desig.* New York: Princenton Architectural Press, 2007.

**WILLES, J. A.** *Tecnologias em telhados verdes extensivos: meios de cultura, caracterização hidrológica e sustentabilidade dos sistemas.* Tese (Doutorado em Ciências Fitotecnia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014. Disponível em: [https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-03122014-171411/publico/Jorge\\_Alex\\_Willes\\_versao\\_revisada.pdf](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-03122014-171411/publico/Jorge_Alex_Willes_versao_revisada.pdf). Acesso em: 16 dez. 2020.

**WILLIAMS, K. J. H. et al.** *Appraising the psychological benefits of green roofs for city residents and workers.* Urban Forestry & Urban Greening, v. 4, n. 126399, ago. 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1618866719303279>. Acesso em: 11 jan. 2021.