**BENEFÍCIOS DO USO DO TELHADO VERDE EM SISTEMAS CONSTRUTIVOS**

Luiza Lopes Sanches (*), Stéfany Ida Marques Pasqualini (*), Joubert Paulo Ferreira, Tálita Rodrigues de Oliveira Martins

* Faculdade de Engenharia de Minas Gerais; luiza.gbomg@gmail.com; pasqualinni@gmail.com.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo principal o enfoque na pesquisa sobre telhados verdes, buscando esclarecer, como este sistema construtivo tem sido utilizado bem como os seus benefícios, durabilidade, ecoeficiência, ora com finalidade paisagística, ora como prática sustentável. Torna-se relevante, neste aspecto, aprofundar os conhecimentos acerca desta tecnologia, o custo benefício da implantação, sua influência na vida das pessoas, no meio ambiente e nos grandes centros urbanos. Ademais, estuda-se uma comparação dos custos de materiais específicos utilizados na fabricação das etapas construtivas e das vantagens e/ou desvantagens entre o telhado convencional e telhado verde. Utilizou-se como metodologia de pesquisa a revisão bibliográfica pertinente aos tópicos citados, com intuito de compreender melhor o assunto e trazer informações relevantes, não só para a comunidade acadêmica, mas, também, para os setores sociais, econômicos e principalmente ambientais, contribuindo para as boas práticas de ações sustentáveis. Foi possível averiguar que o telhado verde apresenta redução de 76,21% nos custos de materiais aplicados no telhado verde quando comparado com os custos dos materiais aplicados no telhado convencional nos empreendimentos localizado em Belo Horizonte/MG.

PALAVRAS-CHAVE: Telhado Verde, Sistemas Construtivos, Ecoeficiência, Sustentabilidade

ABSTRACT

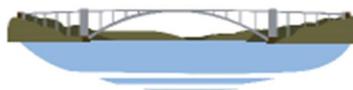
The main objective of this work is to focus on the research on green roofs, seeking to clarify, how this constructive system has been used as well as its benefits, durability, eco-efficiency, sometimes with a landscape purpose, sometimes as a sustainable practice. It becomes relevant, in this aspect, to deepen the knowledge about this technology, the cost benefit of implantation, its influence on people's lives, the environment and large urban centers. In addition, we study a comparison of the costs of specific materials used in the manufacture of constructive steps and the advantages and/or disadvantages between the conventional roof and the green roof. It was used as a research methodology the bibliographic review pertinent to the topics cited, in order to better understand the subject and bring relevant information, not only to the academic community, but also to the social, economic and mainly environmental sectors, contributing to the good practices of sustainable actions. It was possible to ascertain that the green roof has a reduction of 76.21% in the costs of materials applied on the green roof when compared with the costs of materials applied on the conventional roof in the projects located in Belo Horizonte/MG.

KEY WORDS: Green Roof, Construction Systems, Eco-Efficiency, Sustainability

INTRODUÇÃO

Em função do crescimento acelerado da população e ocupação não planejada, as mudanças climáticas e a urbanização são tópicos de interesse atual. Devido a estes fatores, a vegetação e áreas permeáveis nas cidades tendem a diminuir, criando aglomeração de ilhas de calor, acarretando sérios impactos ambientais, sociais, econômicos e culturais. Segundo o Conselho de Construção Verde dos Estados Unidos (EUA), a contribuição dos edifícios no país para a crise ambiental global é assustadora. Os edifícios nos Estados Unidos são responsáveis por: 70% do consumo total de eletricidade, 39% do uso total de energia primária (incluindo o uso de combustível para produção), 12% do consumo de água potável, 40% (3 bilhões de toneladas anuais) da matéria-prima usada globalmente são criadas por eles, 38% do total de emissões de dióxido de carbono e 136 milhões de toneladas de resíduos de construção e demolição (aproximadamente 1,27 kg/pessoa/dia). (KRYGIEL; NIES, 2010, p.57)

A indústria da construção tem criado mais desperdício e menos eficiência. Presume-se que as ineficiências e desperdícios são devidos a carência de informação e/ou ausência de informação compartilhada. Acredita-se que estes problemas podem ser minimizados com a aplicação de estratégias de infraestruturas ecoeficientes envolvendo uma interdependência e integração social. É uma questão de mudar não apenas a maneira como vivemos, mas a maneira como pensamos e o modo como trabalhamos. Segundo (KRYGIEL; NIES, 2010) uma cultura de mudança requer um espírito de trabalho em equipe e interconectividade que é muito diferente do nosso atual estado de isolamento e tendências adversárias. Além disso, introdução de novas técnicas no desenvolvimento urbano, tais como telhado verde, parede verde, sistemas de captação



de água da chuva, energia fotovoltaica, dentre outras, podem atenuar os efeitos adversos da urbanização e melhorar o ambiente.

O telhado verde, também conhecido como teto verde ou cobertura verde, é um sistema construtivo sustentável que consiste basicamente na aplicação de telhado plantado com diferentes tipos de vegetação, substituindo as coberturas convencionais e proporcionando benefícios ao sistema construtivo no qual foi implementado. A instalação desse sistema requer a realização de cálculo estrutural, impermeabilização, drenagem, dutos de irrigação e vegetação adequada para cada tipo de cobertura. Dessa forma, a seleção ideal de cada componente é muito importante para obter os melhores resultados.

Em virtude do exposto, é crucial a realização de trabalhos que explorem melhor essa temática, já que a densidade demográfica mundial apresenta a tendência significativa de crescimento anual. Contudo, torna-se necessário discutir e repensar as práticas ambientais e de engenharia, que proporcionem redução de impactos oriundos deste crescimento demográfico e consequentemente possibilitar melhorias na qualidade de vida da população.

OBJETIVO

O objetivo geral da pesquisa consiste em apresentar os benefícios do uso do telhado verde em sistemas construtivos. Como objetivo específico, busca-se comparar e demonstrar as vantagens e desvantagens e os custos de materiais aplicados no telhado verde em relação a um telhado convencional.

METODOLOGIA

De acordo com Bruyne (1991), a construção de um trabalho científico não deve envolver somente a explicação teórica sobre o tema e tudo o que o envolve como exigência normatizadas ou os conceitos apresentados por autores em matéria de metodologia de pesquisa científica, mas também explicar de forma dinâmica quais foram os métodos empregados. Sendo confirmando por Gil (2016) que os descreve os métodos científicos como um conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos objetivando alcançar uma meta.

Realizando-se este estudo, nos conceitos relacionados à metodologia científica, esta pesquisa classifica-se como básica, portanto, houve a captação e acúmulo de informações e conhecimentos que auxiliaram a encontrar resultados sobre os benefícios do uso do telhado verde em sistemas construtivos. Aplicando uma abordagem qualitativa por se tratar de um assunto pouco disseminado no Brasil, expondo a limitação de referências bibliográficas, ausência de normatização e legislação brasileira.

Sua classificação quanto aos fins enquadra-se como exploratória e, ao mesmo tempo descritiva. Exploratória, pois o estudo apura os benefícios do uso do telhado verde visto que este ainda possui pouco conhecimento técnico na área brasileira e descritiva uma vez que tudo observado será descrito, expondo as características na utilização desta cobertura.

Quanto aos meios, classifica-se como uma pesquisa bibliográfica, pois é um estudo desenvolvido a partir da análise de materiais já publicados que abordaram de diferentes maneiras o telhado verde e como a implantação dele pode ser realizada para diferentes finalidades, visando a ecoeficiência dessa tecnologia.

O universo pesquisado consiste no sistema construtivo denominado telhado verde na região metropolitana de Belo Horizonte (MG). A amostra selecionada pode ser classificada como não probabilística, onde foi escolhido dois empreendimentos, sendo um contendo um telhado verde e outro com telhado colonial convencional.

Para a elaboração do estudo, foi realizada a coleta de dados por meio de informações, pesquisas, vídeos e conteúdos diversos, que tratam sobre o tema. As conclusões extraídas na pesquisa foram baseadas nos fatos e dados apresentados, que foram cuidadosamente analisados e organizados para melhor visualização das soluções e benefícios propostos pelo uso do telhado e cobertura verde na montagem da pesquisa.

O estudo está subordinado às limitações da falta de padronização e normas locais, até limitações impostas pelo ambiente mercadológico e populacional. Dado que estas limitações foram identificadas previamente e superadas, não invalidaram os objetivos do estudo em questão. Entretanto, os resultados e conclusões não podem ser entendidos como padrões únicos de uso. Foi possível demonstrar representatividade e aplicabilidade para colaborar com grupos que buscam entender melhor e abranger seus conhecimentos sobre os benefícios dos telhados e coberturas verdes.



RESULTADOS

Para atingir os objetivos desta pesquisa, foram utilizadas diversas referências bibliográficas com intuito de reunir benefícios e vantagens importantes decorrentes da utilização de vegetação nas coberturas em comparação ao telhado convencional. As vantagens obtidas com o uso do telhado verde são numerosas, pode-se destacar o visual natural, a retenção de água, a melhoria do ambiente climático, o isolamento termoacústico, a possibilidade de hortas urbanas, dentre outras.

No Quadro 1 é possível comparar algumas vantagens e desvantagens da implantação do telhado verde em relação ao telhado convencional.

Quadro 1. Vantagens e desvantagens do telhado verde em comparação com o telhado convencional.
Fonte: ALBERTO, 2012.

| | VANTAGENS | |
|---------------------------|--|--|
| | TELhado VERDE | TELhado CONVENCIONAL |
| Agricultura Urbana: | Produzir alimentos sobre telhados é tecnicamente possível, viável economicamente e ajudará a economizar toneladas de combustível no transporte de alimentos. | Não se aplica. |
| Controle de inundações: | A água da chuva fica retida, onde uma parte é evaporada, reduzindo o volume total do escoamento superficial. O resultado é que menos água chega ao nível do solo. | A água da chuva é recolhida pelas calhas e todo o volume é direcionado para o solo se não tiver um reservatório para captação dessa água. |
| Eficiência Energética: | Telhados verdes reduzem os gastos com energia elétrica, melhorando o conforto térmico e reduzindo os gastos com resfriamento do ambiente (ar-condicionado). | Dependendo do tipo de telhado/telha pode haver uma alteração considerável no ambiente tornando necessário o uso de um aquecedor ou ar-condicionado gerando mais gastos com energia elétrica. |
| Redução de ilha de calor: | Telhados verdes atuam na mitigação deste efeito, reduzindo a área de superfícies impermeáveis da cidade que causam grandes elevações na temperatura. | Telhados convencionais contribuem para o aumento de área impermeável. |
| Filtragem de Água: | Além de atuar como um filtro mecânico de partículas, alguns tipos especiais de substrato utilizados para cultivo de plantas em telhados e coberturas podem funcionar como reguladores de pH e como filtros de íons. | Não se aplica |
| Qualidade do Ar: | O ar próximo aos telhados verdes fica mais úmido e frio durante o verão. A cobertura vegetal atrai e absorve grandes volumes de poeira e poluição na superfície das folhas, ajudando a fazer um ar mais limpo e saudável. | Telhados convencionais não melhoram em nada |
| Aumento da Área Útil: | A área impermeável nas cidades chega a somar 75% de sua área total. Telhados verdes podem adquirir um papel totalmente novo no dia-a-dia das cidades, dando utilidade a espaços tradicionalmente subutilizados. | Não se aplica |
| Valorização de imóveis: | Jardins são cada vez mais valorizados nas cidades, ajudando a valorizar os imóveis onde estão locados. Telhados verdes já começam a se destacar como um item de diferenciação para venda e locação de imóveis. | Telhados convencionais mais caros geram uma valorização do imóvel. |
| Conforto Acústico: | Telhados verdes promovem conforto e até mesmo o isolamento acústico, através da ação tanto do substrato como das plantas. Um telhado verde com 12 centímetros de substrato pode reduzir a transmissão de sons em até 40db. | Necessário fazer o isolamento acústico de acordo com a norma ou de acordo com a necessidade. |
| | DESvantagens | |
| | TELhado VERDE | TELhado CONVENCIONAL |
| Investimento | Alto custo inicial | Baixo custo inicial |
| Mão de obra | Requer mão de obra especializada | Não requer mão de obra especializada |
| Infiltração | Caso o sistema não seja aplicado de forma correta, pode gerar infiltração de água e umidade no edifício. | Caso o sistema não seja aplicado de forma correta, pode gerar infiltração de água e umidade no edifício. |
| Incêndios | Maior cuidado com incêndios e ventos | Menor cuidado com incêndios e ventos |



Dessa forma, apesar de tantos argumentos favoráveis, entende-se que para o bom funcionamento do telhado verde, é necessário tomar medidas e cuidados, tanto na qualidade do material a ser utilizado, quanto na mão de obra, visto que, o telhado é uma das partes mais importantes de uma edificação ou residência, podendo gerar sérios problemas caso seja instalado de maneira incorreta.

Mediante análises realizadas e resultados alcançados conforme constatado no Quadro 1, foi possível demonstrar os objetivos e explanar sobre as formas de proteger o meio ambiente, promover sustentabilidade e ainda colaborar para a manutenção e o crescimento da construção civil, por meio da implementação de um telhado verde.

A partir da Tabela 1 e 2, analisa-se de acordo com Arnaud (2016) a relação de material e unidade de medida utilizada, quantidade necessária, preço unitário e preço total do telhado convencional e telhado verde.

Tabela 1. Custos do telhado colonial convencional. Fonte: Adaptado de Arnaud, 2016.

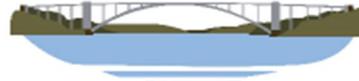
| Material | Unid. | Qntd. | Preço Unit | Total | Código |
|--|----------------|---------|------------|--------------|--------------|
| Terças | m | 216,69 | R\$28,00 | R\$6.067,32 | SINAPI 4472 |
| Caibros | m | 521,112 | R\$10,62 | R\$5.534,21 | SINAPI 4430 |
| Ripas | m | 772,891 | R\$2,34 | R\$1.808,56 | SINAPI 4408 |
| Telhas | un | 6042 | R\$1,07 | R\$6.464,94 | SINAPI 7175 |
| Pontaletes | m | 47,718 | R\$39,52 | R\$1.885,82 | SINAPI 35274 |
| Alvenaria | m ² | 39,012 | R\$40,76 | R\$1.590,13 | SETOP 48232 |
| Chapisco | m ² | 78,024 | R\$5,44 | R\$424,45 | SETOP 50727 |
| Emboço | m ² | 78,024 | R\$22,20 | R\$1.732,13 | SETOP 50732 |
| Reboco | m ² | 78,024 | R\$19,01 | R\$1.483,24 | SETOP 50759 |
| Total (R\$) | | | | R\$26.990,80 | |
| Área (m ²) | | | | 260,48 | |
| Preço/m ² (R\$/m ²) | | | | R\$103,62 | |

Tabela 2. Custos do telhado verde. Fonte: Adaptado de Arnaud, 2016.

| Material | Unid. | Qntd. | Preço Unit | Total | Código |
|--|----------------|---------|------------|--------------|--------------|
| Contrapiso | m ³ | 11,418 | R\$307,76 | R\$3.514,00 | SETOP 49663 |
| Geomembrana | m ² | 203,051 | R\$27,54 | R\$5.592,02 | SINAPI 25864 |
| Geotextil | m ² | 203,051 | R\$9,11 | R\$1.849,79 | SINAPI 4012 |
| Substrato | m ³ | 8,122 | R\$25,32 | R\$205,65 | COMERCIO |
| Adubo | kg | 10,153 | R\$12,38 | R\$125,69 | COMERCIO |
| Vegetação | m ² | 203,051 | R\$6,95 | R\$1.411,20 | SINAPI 3322 |
| Brita | m ³ | 0,218 | R\$86,50 | R\$18,86 | SINAPI 4720 |
| Fechamento | m | 105,971 | R\$23,21 | R\$2.459,59 | SINAPI 3990 |
| Tubo PVC | m | 19,172 | R\$7,33 | R\$140,53 | SINAPI 9837 |
| Total (R\$) | | | | R\$15.317,35 | |
| Área (m ²) | | | | 203,05 | |
| Preço/m ² (R\$/m ²) | | | | R\$75,44 | |

Foram considerados no custo total unitário os materiais específicos para a construção de cada telhado, não incluindo a mão de obra. O referencial utilizado para a formação dos custos unitários para os telhados estudados foi por meio de orçamentação com fornecedores no município de Belo Horizonte/MG e índices de orçamentação, tais como: SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) e SETOP (Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas) referentes ao ano de 2019.

As áreas consideradas foram as efetivas de cobertura construída, ou seja, inclinada. O telhado colonial convencional estudado tem inclinação de 30%, resultando 249,49 m² de área de projeção. Já no telhado verde, a inclinação é 2%, resultando uma área de projeção de 203,01 m², correspondente a área superficial da laje. A diferença entre os custos dos dois modelos considerados se dá, principalmente, pela necessidade de uma inclinação maior do telhado colonial convencional.



O Gráfico 1 refere-se exclusivamente ao preço total dos materiais de cada telhado. Os materiais do telhado colonial demonstram um aumento de 76,21% em relação ao telhado verde. A diferença de valor total em reais é R\$ 11.673,45 (onze mil reais seiscentos e setenta e três reais e quarenta e cinco centavos).



Gráfico 1: Preço total dos materiais dos telhados. Fonte: Adaptado de Arnaud, 2016.

O Gráfico 2 representa o preço dos materiais utilizados por metro quadrado (m²) de cada telhado. O telhado colonial demonstra um aumento de custo de 37,35% em relação a cada metro quadrado (m²) comparado ao telhado verde. A diferença entre o custo unitário dos telhados é de R\$ 28,18 (vinte e oito reais e dezoito centavos), sendo o material do telhado colonial responsável pelo maior custo por metro quadrado (m²).



Gráfico 2: Preço dos materiais dos telhados por metro quadrado (m²). Fonte: Adaptado de Arnaud, 2016.

A estruturação de um telhado verde é diferente do telhado convencional. Telhados com cobertura vegetal necessitam de materiais específicos, metodologia e montagem especializada. Para garantir o melhor desempenho de ambos, é imprescindível seguir corretamente suas etapas construtivas e utilizar os materiais adequados.

Conforme visualizado nas Figuras 1 e 2 é possível analisar a diferença existente entre as etapas construtivas, porém, ambos devem possuir devida associação dos elementos estruturais.

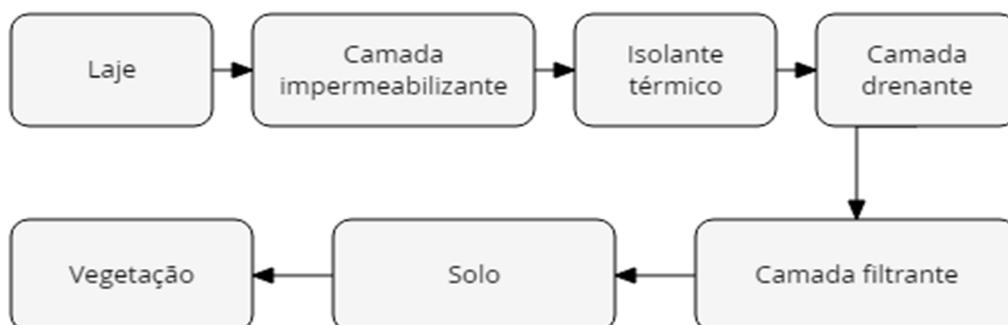


Figura 1: Fluxograma de etapas construtivas telhado verde ordenadas por ordem de processo. Fonte: Adaptado Rocha de Araújo, 2007.

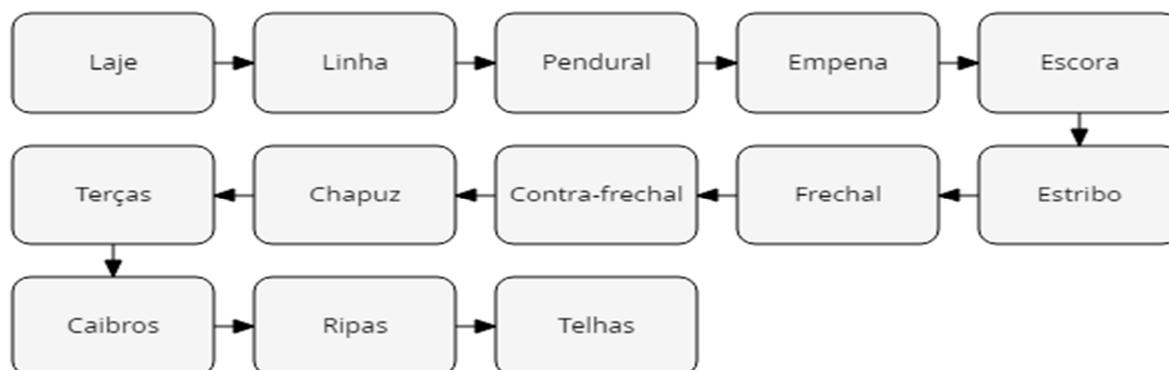
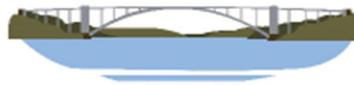


Figura 2. Fluxograma de etapas construtivas telhado convencional ordenadas por ordem de processo.

Fonte: Adaptado de Albuquerque, 1957.

Aparentemente, o telhado convencional é mais complexo, possui mais etapas e detalhes em relação ao telhado verde, possui custo elevado em relação aos materiais, mas o custo de mão de obra é menor devido à grande quantidade de especialistas nessa área. O telhado verde é supostamente mais simples devido a menor quantidade de etapas construtivas, mas a realidade é que devido as poucas informações, falta de normatização e a necessidade de mão de obra especializada possui um custo mais baixo nos materiais utilizados e um alto custo de mão de obra, levando assim, a constante escolha do telhado convencional devido ao menor custo total.

CONCLUSÕES

Optar por medidas sustentáveis vai além da escolha de preservar o meio ambiente. Há de se ponderar a influência direta e indireta na sociedade, economias financeiras resultantes, tais como economia na utilização de energia elétrica, e outros fatores que podem contribuir para a redução dos custos de produção e do valor final dos produtos e serviços. O telhado verde é uma das diversas soluções sustentáveis disponíveis no mercado da construção.

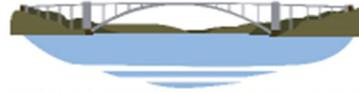
Os telhados verdes apresentam-se como alternativa promissora através de seus diversos benefícios, destaca-se os ganhos à longo prazo no setor econômico, ambiental, estético e social e, por isso, devem ser repensados e principalmente estudados com maior afinco nos projetos de engenharia, uma vez que carece de legislação padrão nacional.

Considerando os resultados encontrados neste estudo, foi possível identificar que os custos dos materiais para a construção de um telhado verde apresentaram menor valor total comparado com o telhado convencional. Além do mais, percebe-se algumas deficiências relacionadas ao telhado verde como a precária legislação e normatização brasileira, aplicabilidade, durabilidade e manutenção.

Enfim, este estudo é um estímulo ao desenvolvimento de trabalhos futuros. Deve-se explorar os dados de organizações dispostas a cooperar e incentivar o tema em questão, comparar as etapas construtivas levando em consideração outras características e materiais, apresentar soluções inovadoras para os problemas citados neste trabalho e por fim sugestões que colaborem com a oficialização e padronização de normas técnicas para a construção do telhado verde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALBUQUERQUE, Alexandre. **Construções Civis**. 2ª ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1957.
2. ALBERTO, E. Z. et al. **Estudo do telhado verde nas construções sustentáveis**. São Paulo, SP. XII Congresso Mundial de Segurança e Meio Ambiente, 2012. Disponível em: <http://copec.eu/congresses/shewc2012/proc/works/037.pdf>. Acesso em: 15 março de 2019.
3. ARNAUD ABREU DE OLIVEIRA, T. **Comparação de preços entre telhados verdes e telhas coloniais**. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE. 2016. Disponível em: <https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/3054/1/comparação-preços-telhados-Oliveira-Artigo.pdf>. Acesso em: 23 março de 2019.
4. BRUYNE, P. **Dinâmica das pesquisas em ciências sociais**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1991.
5. GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2016.



6. KRYGIEL, Eddy; NIES, Bradley. **Green BIM: Successful Sustainable Design With Building Information Modeling**. 1ª ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2008.
7. ROCHA DE ARAÚJO, Sidney. **As Funções dos Telhados Verdes no Meio Urbano, na Gestão e no Planejamento de Recursos Hídricos**. Disponível em: <https://ecotelhado.com/wp-content/uploads/2015/03/Funcoes-dos-Telhados-Verdes-no-Meio-Urbano.pdf>. Acesso em: 6 setembro de 2018
8. SETOP – **Secretaria de Estado de Transporte e Obras Públicas**. Disponível em: https://www.mg.gov.br/instituicao_unidade/secretaria-de-estado-de-transportes-e-obras-publicas-setop. Acesso em: 20 março de 2019.
9. SINAPI - **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 20 março de 2019.