

Comparação da Estrutura Necessária para a Implantação de um Telhado Verde em alternativa ao Convencional

Comparison of Structure Required for Deploying a Green Roof Instead of Conventional

Michelly Martins de Paula¹, Fernando Luiz de Souza Prado²

Resumo

Este artigo tem como finalidade apresentar de forma sucinta o impacto na estrutura e os custos estruturais para a implantação do telhado verde em uma obra residencial, em alternativa a estrutura da laje que receberá o telhado convencional. O telhado verde tem sido cada vez mais estudado e adquirido como técnica na engenharia civil e como uma solução sustentável, seguindo as normas de estruturas para sua aplicação, impermeabilização e drenagem das lajes que o receberão. Foram escolhidos dois tipos de telhado verde para serem abordados: o intensivo e o extensivo. Os cálculos considerados são apenas estruturais. No que diz respeito à instalação de materiais para a captação de água, não foram considerados, pois não possuem peso próprio suficiente para atingir e denegrir a estrutura. As soluções trazidas pelo telhado verde são variadas, desde aumentar a vegetação de cidades, reduzir a poluição e as ilhas de calor, até o conforto térmico, acústico, redução de energia e escoamento de águas pluviais nas cidades.

Palavras-chave: telhado verde, cobertura, laje e sustentabilidade.

1. Introdução

A cidade revela as maneiras pelas quais a sociedade se organiza no território, constituindo-se na maior modificação do ambiente natural. Como essa alteração tem sido cada vez mais veloz do que a dinâmica dos processos físicos, ela contribui fortemente para criar e ampliar os riscos que, em numerosas situações, se transformam em desastres naturais (NUNES, 2015).

¹ paulamichellym@outlook.com, Graduanda, Universidade de Rio Verde, Faculdade de Engenharia Civil.

² flsprado_muz@yahoo.com.br, M.Sc. Eng. De Transportes, Eng. Civil, Professor, Universidade de Rio Verde, Faculdade de Engenharia Civil.

Dentro deste ciclo de desastres ambientais o ramo da engenharia civil, suas formas e técnicas de construções se encontram cada vez mais obrigadas a encontrarem meios de reverter tais situações através de obras e projetos sustentáveis, que com as tecnologias avançadas possuem com maior facilidade, meios de aplicá-los. (MENDES, ASSIS e TARQUINIO 2017).

As coberturas verdes leves, denominadas telhado verde ou eco telhado, na literatura, aproveitam a água das chuvas através da evaporação das mesmas. Sendo assim, a quantidade menor de água chega às ruas colaborando num sistema útil contra enchentes (RASEC et al 2017).

Além disso, esse tipo de cobertura também proporciona melhor isolamento térmico causado pelas ilhas de calor quando comparado ao convencional, mantendo uma temperatura agradável dentro dos ambientes, dissipando a energia pela evapotranspiração e pela fotossíntese, reduzindo significativamente a amplitude térmica do interior do prédio e o consumo de energia com ar condicionados (ECOTELHADO, 2019).

A fachada de um edifício urbano aquecido diretamente pelo sol pode ficar de 27 a 50°C mais quente do que o ar (GARTLAND , 2008). Tendo em vista que os materiais como o concreto e pavimentos tendem a absorver energia, perdendo o efeito refrescante da vegetação ocasionando as ilhas de calor, contribuem, conseqüentemente, para o aumento das temperaturas nos locais de maior concentração de pessoas e edifícios urbanos (NUNES ,2015). As coberturas verdes se tornam a solução ideal para tais problemas.

A longo prazo, a economia com uso de energia elétrica compensa os gastos iniciais de implantação. E apesar de exigir cuidados específicos e periódicos, pode durar o dobro do convencional além de minimizar e solucionar tais problemas (FORTE, 2018).

1.1 Objetivo geral

Este artigo tem como finalidade apresentar de forma sucinta o impacto na estrutura e as formas de aplicação com os respectivos métodos e materiais específicos para a implantação do telhado verde em uma obra residencial, em alternativa a estrutura da laje que receberá o telhado convencional.

1.2 Objetivos específicos

O referido artigo tem como objetivo específico analisar a variação de valores estruturais e determinar as vantagens, desvantagens e custos para a aplicação de uma cobertura verde.

2. Materiais e Métodos

Foi elaborada uma planta residencial unifamiliar de 70m². Em seguida foi feito um estudo de caso para a implantação estrutural do telhado verde nos seus dois modos conhecidos como telhado verde extensivo e intensivo (Figuras 1 e 2) para possibilitar uma comparação de quantidades de materiais e respectivos custos entre cada alternativa de cobertura em relação ao convencional.



Figura 1 - Telhado Extensivo

Fonte: Ecotelhado (2019).



Figura 2 - Telhado Intensivo/Hospital São Vicente de Paulo- RJ

Fonte: Ouro Verde Meio Ambiente (2015)

O telhado verde extensivo tem a implantação da estrutura mais viável financeiramente, com vegetação simples e resistente, ou seja, não se faz necessário periodicamente e sistematicamente sua manutenção, além disso a sobrecarga na estrutura também é menor. Com o máximo de 8 cm de espessura na camada de substrato, o mesmo pode ser aplicado em superfícies planas ou inclinadas (FORTE, 2018).

Já o telhado verde intensivo suporta plantas e árvores de maior porte, o que requer mais cuidados e manutenção, como o sistema de irrigação. É um jardim no telhado, ideal para quando se tem a intenção de obter um espaço como um parque. Por causa da espessura do substrato ser maior, necessita uma estrutura reforçada, o que acaba não sendo tão viável financeiramente. É um sistema utilizado apenas em coberturas planas e conta com a espessura mínima de 20 cm de camada de substrato (FORTE, 2018).

Para chegar na quantificação de custos dos materiais da estrutura criada da laje em todos os casos, foi utilizado o procedimento de cálculo, proposto por Roberto C. Carvalho e Jasson R. F. Filho (CHUST e FILHO, 2014), seguindo também as normas da NBR 6118 (ABNT, PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO, 2014) e NBR 6120 (ABNT, CARGAS PARA CÁLCULO DE ESTRUTURAS DE EDIFICAÇÕES, 1980) citadas no livro para a orientação das cargas usadas no referente projeto. Para o mesmo, não foi inserido os custos de manutenção, apenas o custo de suas aplicações.

Alguns materiais para a aplicação do sistema flat da cobertura verde, tiveram seu valor considerado através do Instituto Cidade Jardim, que como empresa, fornece esse tipo de material para a implantação destes telhados.

2.2 Dimensionamento das lajes

Os itens analisados nesse estudo foram:

- Cálculo de carga para todas as seis lajes, do estudo de caso em questão;
- Cálculo de quantificação de materiais apenas para a estrutura da laje;
- Cálculo de quantificação dos materiais necessários para a aplicação do telhado convencional, telhado verde intensivo e extensivo.

Não foram considerados, em termos de carga estrutural, a quantificação dos materiais para a captação de água da chuva da laje, tendo em vista que as cargas destes materiais não afetam a estrutura calculada.

Para os cálculos estruturais da laje em todos os casos – convencional, extensivo e intensivo – foi considerado laje maciça, com classe de agressividade II (moderada) pois a estrutura se encontra na zona urbana exposta a agressões ambientais, como as provenientes do gás carbônico e dos cloretos presentes no ar. Porém, devido a impermeabilização

requerida, não há tanta umidade constante e o risco de deterioração da estrutura é pequeno (CHUST e FILHO ,2014).

2.3 Telhado Convencional

Para o telhado convencional, foram considerados o peso próprio da estrutura de 25kN/m^3 , carga acidental do telhado sem acesso ao público de 2 kN/m^2 , carga permanente da telha de fibrocimento de 8mm e estrutura metálica de $0,5\text{ kN/m}^2$ e revestimento em gesso na face inferior das lajes com 2cm e de peso específico de $12,5\text{ kN/m}^3$ (CHUST e FILHO ,2014).

Para as técnicas construtivas e composições do telhado, foi considerado uma estrutura metálica (tesoura), inclinada que suporta as telhas de fibrocimento de 8mm ($2,13\text{m} \times 1,10\text{m}$).

2.4 Telhado Verde Extensivo

Para cálculo de carga nas lajes com o telhado verde extensivo, foi considerado o peso próprio da estrutura de 25kN/m^3 e carga acidental com acesso ao público de 3kN/m^2 (CHUST e FILHO ,2014), carga permanente do telhado verde extensivo de $1,05\text{ kN/m}^2$ (MENDES, ASSIS e TARQUINIO 2017) e revestimento em gesso na face inferior das lajes com 2cm e de peso específico de $12,5\text{ kN/m}^3$ (CHUST e FILHO ,2014).

As técnicas e composições do telhado extensivo, são praticamente as mesmas que a cobertura intensiva, sendo a manta de impermeabilização geomembrana de PVC também utilizada nos dois casos. Existe a diferenciando apenas na vegetação e fôrmas de implantação verde, pois o mesmo permite apenas a implantação de grama.

O sistema escolhido e aplicado no modelo extensivo, é o Sistema Alveolar Leve, que proporciona para a cobertura sem inclinação alguma, uma cobertura vegetada que gera o conforto térmico do ambiente interno, combatendo as ilhas de calor. (ECOTELHADO, 2019).

Este sistema, como o próprio nome diz é leve, sendo recomendado para telhados onde haverá pouca circulação, lembrando que este tipo de telhado exige pouca manutenção (ECOTELHADO, 2019).

O Sistema Modular Alveolar Leve é o conjunto dos elementos destacados na Figura3:

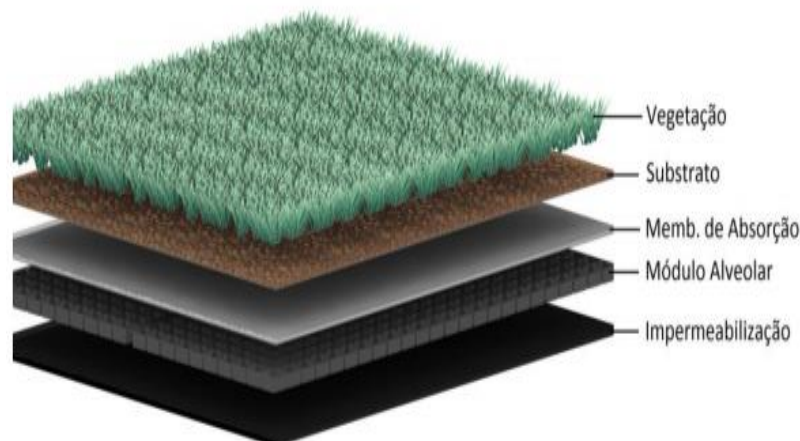


Figura 3-Esquemático Sistema Alveolar Leve

Fonte: EcoTelhado (2019)

Módulo Plástico Alveolar: semi-flexível, fornecida em placas, possui reservatórios de formato retangular, feito de material plástico reciclado e retêm até 35l/m². Com finalidade de proporcionar a drenagem controlada, retenção de água para as raízes da vegetação (reserva de água sob as raízes), evita também o contato direto da vegetação com a laje (ECOTELHADO, 2019);

Membrana de Absorção (manta bidim): composta de tecido não reciclado e tem a finalidade de retenção de água e nutrientes para suprir parcialmente as raízes da vegetação (ECOTELHADO, 2019);

Substrato leve: composto de materiais orgânicos e de baixo peso específico, a aplicação deste tem uma altura de até 3,6cm permitindo que as raízes cheguem rapidamente ao modelo alveolar para se abastecer da umidade existente. Misturado ao mesmo, é indicado para esse processo a aplicação de um aditivo que o ajude na retenção da umidade, sendo então o Forth Gel, indicado para tal (ECOTELHADO, 2019);

Vegetação Gramíneas: para o caso estudado, optou-se pelo tipo de vegetação grama esmeralda, que deve ser fornecida em rolo, com substrato incorporado, tendo a finalidade de reter a água e nutrientes (ECOTELHADO, 2019).

São necessários cuidados adicionais para os períodos de estiagem e por isso é indispensável a irrigação automatizada, seja o sistema por gotejamento ou aspersão.

2.5 Telhado Verde Intensivo

No cálculo de carga nas lajes com o telhado verde intensivo, foi considerado o peso próprio da estrutura de 25kN/m^3 e carga accidental com acesso ao público de 3 kN/m^2 (CHUST e FILHO ,2014), carga permanente do telhado verde intensivo de 5 kN/m^2 (MENDES, ASSIS e TARQUINIO 2017) e revestimento em gesso na face inferior das lajes com 2cm e de peso específico de $12,5\text{ kN/m}^3$ (CHUST e FILHO ,2014).

Nas técnicas e composições desse telhado, foi considerado que a laje não tem inclinação, pois esse modelo de aplicação deve ser feito em superfícies planas, onde também é permitida a circulação de pessoas e o uso do espaço como área de lazer (ECOTELHADO, 2019).

Para esse caso foi utilizado manta PVC com solda térmica (como no modelo extensivo).

Para a captação de água é considerado o sistema flat, responsável pela reserva de água para a vegetação. O mesmo é composto por bandejas plásticas recicladas (INSTITUTO CIDADE JARDIM s.d.), que também evita o contato das raízes do jardim com a laje.

As bandejas plásticas poderão futuramente ser retiradas, uma por uma, para a manutenção do jardim. Além disso são ideais para jardins intensivos, pois permite circulação e permanência de pessoas, equipamentos e outros utensílios (INSTITUTO CIDADE JARDIM s.d.).

Para proteger o sistema flat, é colocado a camada filtrante de manta bidim que tem como função de reter água e nutrientes, para suprir as raízes da vegetação (ECOTELHADO, 2019).

Acima da manta bidim é aplicado o substrato leve e nutritivo, que proporciona baixa carga na base da cobertura e grande poder de retenção de água e nutrientes (ECOTELHADO, 2019).

Sobre o nutriente é aplicado a vegetação escolhida que também contribuirá com a absorção de uma parte da água da chuva, com posterior evapotranspiração, facilitando a retenção de água pelo solo.

Para complementar o telhado verde intensivo e a vegetação de maior suporte, também é colocada a grama esmeralda.

2.6 Impermeabilização da Laje

A impermeabilização da laje é de grande importância para garantia de uma boa aplicação, para que toda a estrutura abaixo da laje não seja comprometida com manifestações patológicas causadas pela água e poluentes existentes no ar (RIGUI, 2009).

No Brasil há grande variação de impermeabilizantes, desde suas origens e métodos de aplicação até sua composição e desempenho, que podem ser normalizados ou não. Por isso é necessário estudos mais aprofundados que garanta a escolha mais adequada para que a vida útil do projeto seja preservada (RIGUI, 2009).

Segundo estudos feitos pela Associação das Empresas de Impermeabilização do Estado do Rio de Janeiro, a impermeabilização para telhado convencional representa a menor porcentagem do valor total da obra, sendo esse valor de, aproximadamente, 3%. É importante ressaltar que, se a mesma for executada de maneira incorreta ou apenas depois que os problemas se manifestarem, seu custo pode ultrapassar o percentual de 25% do custo total da obra, pois será necessário a remoção dos revestimentos já implantados e que depois precisarão ser repostos (ASSOCIAÇÃO DAS EMPRESAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2015).

Para o referente estudo, seguiu-se as instruções da empresa Eco Telhado, que orienta que as impermeabilizações tradicionais não devem ser aplicadas para o uso com plantas e a manta asfáltica deve ser evitada, por atrair as raízes para si, rompendo a manta, permitindo que a mesma entre em contato com a laje, prejudicando a estrutura. Mesmo as mantas que contém antiraízes podem perder essa característica com o passar do tempo (ECOTELHADO, 2019).

Para garantir um resultado satisfatório, foi utilizada no estudo uma manta de PVC com solta térmica, que possui grande maleabilidade, excelente resistência mecânica, impermeabilidade segura e garantida pela soldagem por termo-fusão, sendo também o mais indicado para conter as raízes, tendo sua durabilidade média três vezes maior que a manta asfáltica e em comparação, seu custo chega a ser, em média, duzentos e oitenta e nove por cento mais viável que a manta asfáltica, calculada para o telhado convencional (ECOTELHADO, 2019).

3. Resultados e Discussão

Após as referidas considerações de carga para cálculos estruturais, foram conferidos todos os momentos e flechas em todas as lajes, seguindo o roteiro citado no livro de Cálculo e Detalhamento de Estruturas Usuais de Concreto Armado (CHUST e FILHO, 2014). Em todos

os casos as lajes passaram com a altura mínima que deve ser considerada por norma de 8 cm (CHUST e FILHO ,2014).

Para os cálculos de custos nos itens relacionados, alguns foram quantificados conforme a tabela da AGETOP e os outros itens que não encontrados na tabela, foram pesquisados em sites de materiais para construção, citados nas referências desse artigo.

Apenas no telhado verde intensivo, a laje seis precisou ser aumentada para a altura de 9 cm. Após conferida com as normas, a mesma foi utilizada com a altura corrigida no projeto.

Após conferidas as armaduras necessárias para a implantação dos três tipos de coberturas, chegou-se aos resultados com relação aos custos, onde são apresentados na Figura 4 a composição de custos do telhado convencional, na Figura 5 a composição de custos para o sistema intensivo e na Figura 6 a composição de custos para o sistema extensivo.

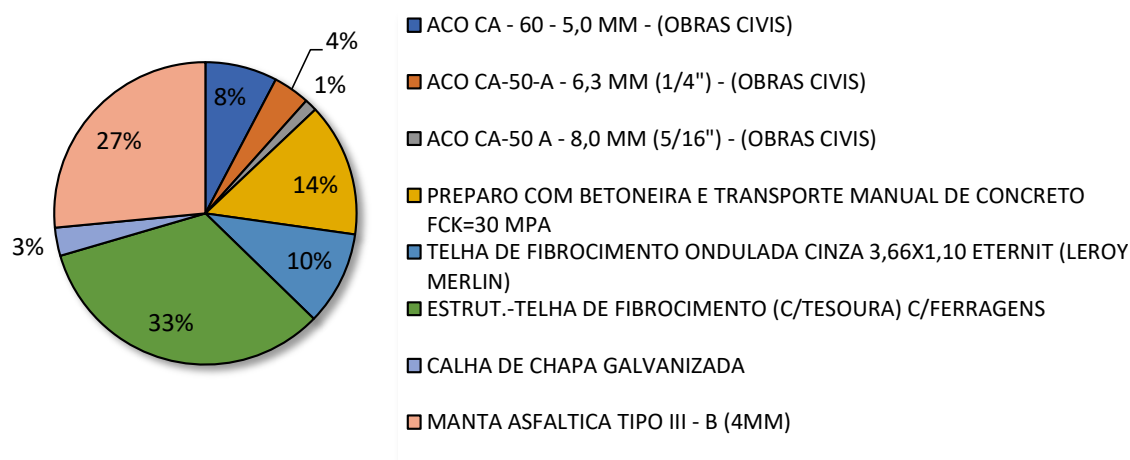


Figura 4 - Composição de Custos Telhado Convencional %

Fonte: Autoria Própria (2019)

Observa-se que na composição de custos apenas da laje, para o telhado convencional, o custo das armaduras e o concreto com o fck= 30MPa, soma-se treze por cento do custo calculado.

O custo apenas para a aplicação da manta asfáltica tipo III B-3mm, também foi de vinte e sete por cento, sendo o valor significativo para apenas uma etapa.

A calha de chapa galvanizada, tomou três por cento do custo do caso estudado. Toda a estrutura metálica calculada com tesoura e com ferragens para o telhado e as telhas de fibrocimento, influenciou em trinta e três por cento de todo o custo calculado, sendo dentro deste modo de estrutura para telhado, o valor mais significativo para os cálculos.

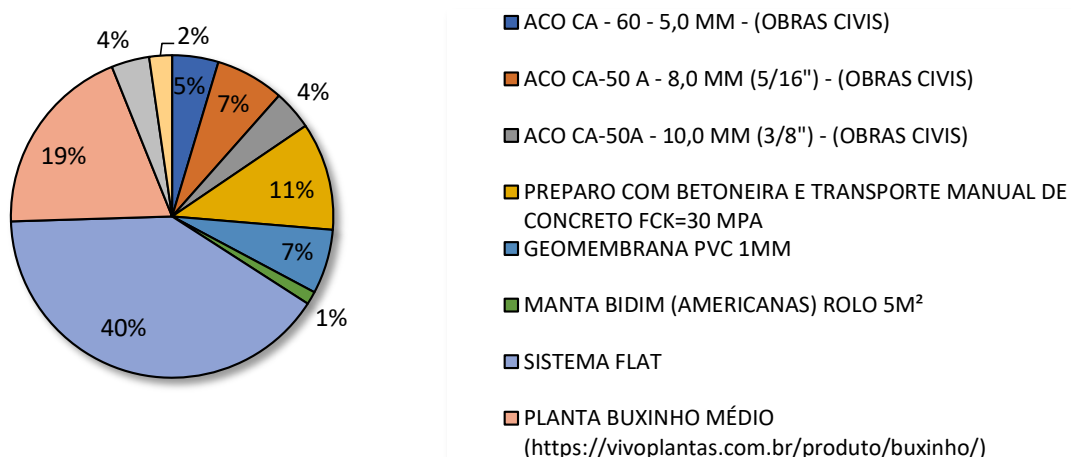


Figura 5 - Composição de Custos Telhado Verde Intensivo %

Fonte: Autoria Própria (2019)

No que se refere aos custos analisados da laje que receberá o telhado verde intensivo, o segundo maior custo é o das armaduras e o concreto, que se soma em trinta e três por cento. Em seguida, o terceiro maior custo será o de plantio de arbustos de médio porte e grama esmeralda com vinte e nove por cento.

O primeiro maior custo será com as bandejas do sistema flat estudado para suportar a permanência de pessoas, equipamentos e utilitários, sendo quarenta por cento do custo para a implantação do telhado. Para o caso, observou-se que apenas oito por cento será destinado para a geomembrana de pvc, com um milímetro de espessura, que em comparação de seu custo com a impermeabilização feita para o telhado convencional com a manta asfáltica, chega a ser três vezes mais econômica.

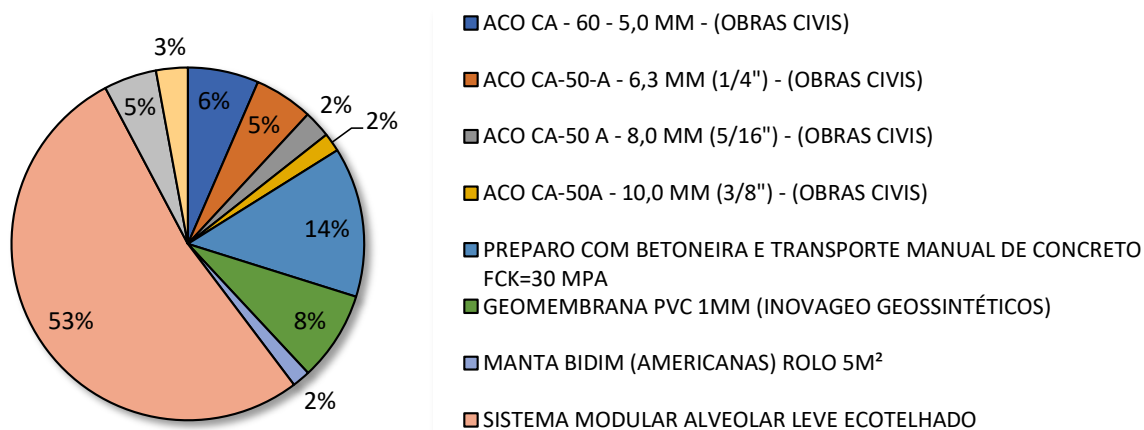


Figura 6 - Composição de Custos Telhado Verde Extensivo %

Fonte: Autoria Própria (2019)

Analisando a porcentagem dos custos para o telhado verde extensivo, observou-se que o maior custo é o material para o sistema modular alveolar leve, totalizando em cinquenta e três por cento do custo. Em seguida, o maior custo são as armaduras que totalizam quinze por cento deste valor. Para os custos seguintes, fora analisado diante do gráfico obtido que os mesmos não são muito significativos.

Para o caso do telhado verde extensivo, calculou-se o gasto por metro quadrado, totalizando no valor de R\$194,65 (cento e noventa e quatro reais e sessenta e cinco centavos).

3.1 Resumo de custos

Para a construção apenas da estrutura das lajes, fora calculado a altura de cada uma. Em seguida, as armaduras que resistiriam a cada uma das estruturas aplicadas sob as mesmas e também o custo por metro quadrado de laje com cada sistema.

Observou-se que o custo para o telhado verde extensivo e o telhado convencional, tem valores próximos. Porém, o telhado modo intensivo, é quase três mil reais mais caro que os outros dois modos estudados (extensivo e convencional).

Logo, conclui-se que a estrutura para o recebimento do telhado verde intensivo, tem seu custo inviável para uma residência unifamiliar com 70m² que visa além da sustentabilidade, uma obra econômica.

Para a construção dos diferentes tipos de telhado, fora calculado cada material utilizado para o recebimento das estruturas nos seus respectivos modos. Como por exemplo, a camada impermeabilizante e a estrutura metálica (tesoura e ferragens) para o recebimento da telha de fibrocimento no modo convencional.

Para o telhado convencional, fora utilizada como material impermeabilizante a manta asfáltica que é o material mais utilizado e traz resultados satisfatórios para o estudo realizado, levando em consideração que para o mesmo, não haverá a necessidade principal de combater o efeito agressivo das raízes das plantas.

Nos estudos, observou-se que a impermeabilização para o recebimento do telhado verde (intensivo e extensivo), a manta asfáltica não é um impermeabilizante recomendado, pois em sua composição como mostrado anteriormente, a mesma permitiria a passagem das raízes das plantas, que entrariam em contato com a laje, causando danos físicos para a estrutura da laje, permitindo rachaduras, trincas e infiltrações na estrutura.

Logo, para o estudo de caso para os modos intensivo e extensivo, fora utilizado a geomembrana de pvc, que é flexível e se destaca pela rapidez e praticidade de aplicação, ajudando na diminuição dos custos da mão de obra.

Outra vantagem da geomembrana de pvc é a manutenção, que não se faz necessário a mobilização de técnicos e equipamentos para a obra, sendo possível o reparo apenas com retalho e cola específica.

Havendo possíveis problemas de infiltração nos modos intensivo e extensivo, os dois sistemas instalados (flat e modular alveolar) também é possível destacar as bandejas por inteiro, permitindo a manutenção necessária apenas no local em que o problema é encontrado.

O sistema flat instalado no modo intensivo se integra a qualquer tipo de irrigação, é um sistema resistente e possibilita diversas profundidades de substrato, ondulações e pequenos morros. Permite também a circulação e resiste a permanência de pessoas, equipamentos e utilitários sob sua estrutura.

Possui também um reservatório extra de água embutido na camada drenante, indicado para coberturas planas e plantio de arbustos e pequenas árvores e palmeiras.

O sistema módulo alveolar leve, possui praticamente as mesmas características, diferenciando-se apenas em uma menor resistência com a permanência de equipamentos, utilitários e circulação de pessoas.

Para o sistema extensivo, optou-se pelo plantio da grama esmeralda. No modo intensivo, além da grama esmeralda, procurou-se o plantio de plantas do porte médio da espécie buxinho médio, que teve sua carga considerada em projeto para a estrutura e quantificação para obter-se o resultado necessário.

No Quadro 1, observa-se todos os valores obtidos através dos cálculos:

Quadro 1 - Custos

MATERIAIS E MÃO DE OBRA PARA AS LAJES	TELHADO CONVENCIONAL (R\$/M²)	TELHADO VERDE INTENSIVO (R\$/M²)	TELHADO VERDE EXTENSIVO (R\$/M²)
AÇO CA-60 5,0MM	1.011,45	804,14	886,80
AÇO CA 50 6,3MM	514,29	-	733,41
AÇO CA-50 8,0MM	174,56	1.193,32	338,52
AÇO CA-5010,0MM	-	689,02	233,58
PREPARO C/ BETONEIRA E TRANSPORTE CONCRETO	1.873,47	1.873,47	1.873,47
TOTAL	3.573,77	4.559,95	4.065,78
MATERIAIS PARA AS LAJES	CONVENCIONAL	INTENSIVO	EXTENSIVO
ESTRU. TELHA FIBRO.	4.357,03	-	-
TELHA FIBROCIMENTO	1.318,00	-	-
CALHA DE CHAPA GALVANIZADA	395,60	395,60	365,60
MANTA ASFÁLTICA	3.479,25	-	-
MANTA BIDIM	-	226,10	226,10
GEOMEMBRANA PVC	-	1.120,00	1.120,00
SISTEMA FLAT	-	7.000,00	-
SISTEMA MODULAR	-	-	7.157,49
GRAMA ESMERALDA	-	659,40	659,40
PLANTA BUXINHO MÉDIO	-	3.360,00	-
TOTAL=	13.123,65	17.321,04	13.624,37

Fonte: Autoria Própria (2019)

Para o Modelo Convencional, o valor obtido por metro quadrado para o telhado é de R\$187,48 (cento e oitenta e sete reais e quarenta e oito centavos).

Para o caso do Modo Extensivo, calculou-se o gasto por metro quadrado, totalizando no valor de R\$194,65 (cento e noventa e quatro reais e sessenta e cinco centavos).

Para o Modelo Intensivo, o valor obtido por metro quadrado é de R\$277,45 (duzentos e setenta e sete reais e quarenta e cinco centavos).

4. Conclusões

Tendo em vista a necessidade de ações e projetos de infraestrutura verde que tragam benefícios ambientais, como a diminuição das ilhas de calor nas grandes cidades e diminuição das enchentes, o uso e aplicação do telhado verde é um dos principais recursos que minimiza tais fatores e ajuda na economia de energia elétrica desde uma residência, até uma grande empresa. Além disso, há também a aproximação do homem com a natureza como um dos benefícios de sua aplicação.

Percebe-se que para a construção verde tornar-se uma nova tendência de construção sustentável, é necessário que os engenheiros tenham uma visão de sustentabilidade e façam projetos inovadores com técnicas construtivas para a união de uma construção convencional com a mesma.

Conforme os resultados demonstrados, observou-se que o telhado convencional em sua totalidade, comparada aos custos do telhado verde intensivo, o telhado convencional se torna mais viável economicamente. Mas no que se refere apenas aos custos estruturais da laje, todos os três tipos de telhado, possuem a mesma margem de custos.

Comparando o convencional com o telhado verde extensivo, a variação de valores não é significativa. Obtendo o resultado satisfatório de que é possível e viável economicamente a aplicação de pelo menos o modo de telhado verde extensivo em uma residência unifamiliar.

É notório vários estudos sobre os problemas ambientais urbanos, a melhoria e antecipação no uso e exploração de técnicas construtivas verdes não só para as grandes cidades, mas como nova forma de práticas sustentáveis, explorar esses recursos naturais e aplicá-lo de forma coerente, poderia reduzir os custos de forma significativa, daquilo que seria aplicado para a recuperação dos estragos resultantes de decisões impensadas do homem, como forma de desenvolvimento urbano.

Referências

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICA. NBR 6118 - **Projeto Estruturas de Concreto**. PROCEDIMENTO, 2014.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICA. NBR 6120 - **Cargas para o cálculo de estruturas de edificações**. 1980.

AEI - ASSOCIAÇÃO DAS EMPRESAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Impermeabilização na construção civil**. 2015. Disponível em: <<http://aei.org.br/impermeabilizacao-na-construcao-civil/>>. Acesso em: 22 out. 2019.

AGETOP - AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE. **Agência Goiana de Infraestrutura e Transporte**. 2018. Disponível em: <http://www.agetop.go.gov.br/arquivos/arquivos/Obras%20Civis/Desonerada/Relat%C3%B3rio_de_Composi%C3%A7%C3%A3o_do_Servi.pdf>. Acesso em: 20 out. 2019.

AMERICANAS. 2019. Disponível em: <<https://www.americanas.com.br/>>. Acesso em: 20 maio de 2019).

CHUST, R.; FIGUEIREDO FILHO, J.R. **Cálculo e Detalhamento de Estruturas Usuais de Concreto Armado**. São Paulo: EDUFSCAR, 2014.

ECOTELHADO. **Ecotelhado-design biofílico**. 2019. Disponível em: <<https://ecotelhado.com/sistemas/>>. Acesso em: 28 ai. 2019.

FORTE, A. **Telhado Verde: Vantagens e desvantagens**. 2018. Disponível em: <<https://amandafortearquitetura.com/2018/04/10/telhado-verde-vantagens-e-desvantagens/>>. Acesso em: 20 maio de 2019).

GARTLAND, L. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

INOVAGEO GEOSSINTÉTICOS. **Inovageo Geossintéticos**. 2019. Disponível em: <<http://inovageo.eng.br/>>. Acesso em: 20 out. 2019.

INSTITUTO CIDADE JARDIM. **Sistema Flat.** 2019. Disponível em:
<<https://institutocidadejardim.com.br/sistema-flat>>. Acesso em: 28 mai. 2019.

LEROY MERLIN. 2019. Disponível em:
<https://www.leroymerlin.com.br/?gclid=Cj0KCQjwitPnBRCQARIsAA5n84m-_p2zCDhR9ICEO5t8w64BI5clnI5N75q5Fs0HUyhTunuEAE63U1oaAq8UEALw_wcB>.
Acesso em: 20 mai. 2019.

MENDES, S.; ASSIS, B.R.; TARQUINIO, F.A. Construções Sustentáveis e Ecológicas na Construção civil: A Importância. **Revista Pensar**, v.5, n.2, p.13, 2017.

NUNES, L.H. **Urbanização e Desastres Naturais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

RASEC, L.; FEITOSA, J.V.; TIBURCIO, L.; ROLEMBERG, R.R.; MEDEIROS, G.B. Telhado Verde: Uma Proposta Sustentável Para a Construção Civil. **Cadernos de Graduação**, v.4, n.2, p.195-205, 2017.

OVMA - Ouro Verde Meio Ambiente. **Telhado Intensivo/Hospital São Vicente de Paulo - RJ**. (2015)

RIGHI, G.V. **Estudos dos sistemas de Impermeabilização: Patologias, Prevenções e Correções-Análise de Casos**. 2009. 95 fls. Dissertação de Mestrado. (Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil) Universidade Federal de Santa Maria, 2009.

UGREEN. **Telhado Verde: O guia completo**. 2019. Disponível em:
<<https://www.ugreen.com.br/telhado-verde/>>. Acesso em: 22 out. 2019.

VIVO PLANTAS. **Buxinho**. 2019. Disponível em:
<<https://vivoplantas.com.br/produto/buxinho/>>. Acesso em: 20 out. 2019.