

UTILIZAÇÃO DO TELHADO VERDE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Carlos Vinicius Alves Clemente

*Bacharelado do Curso de Engenharia Civil da Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA
(carlosnicius@hotmail.com)*

Igor Raffael Pereira Courte Araújo

*Bacharelado do Curso de Engenharia Civil da Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA
(igor_raffael@hotmail.com)*

Kiria Nery Alves do Espírito Santo Gomes

*Professora Mestra do Curso de Engenharia Civil da Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA
(kiriagomesl@gmail.com)*

RESUMO

O telhado verde surgiu no ano 600 a.C., e desde então vem sendo usado como uma técnica para diminuir os impactos ambientais causados pelas ações humanas, desde o desmatamento até a poluição do ar. Como o mercado vem aceitando aos poucos essas ideias inovadoras, em alguns países, como o Brasil, os serviços e custos ainda são escassos, principalmente em alguns estados, mas já existe empresas especializadas nesse método construtivo, onde oferece todos os serviços e materiais necessários para a instalação do telhado verde. A cobertura verde por si só, traz vários benefícios tanto para seus usuários, como para o meio ambiente, como a diminuição da temperatura local em até 3°C, conforto acústico e térmico, melhor qualidade do ar e da água da chuva, diminui o escoamento superficial da água, diminuição do efeito ilha de calor e muitos outros benefícios que foram citados durante este trabalho. O telhado verde possui basicamente 3 tipos de sistemas de instalação: modular, alveolar e laminar, eles se diferenciam pelos tipos de materiais usados e pela forma de instalação, de acordo com cada tipo de telhado no qual será implantado. O tipo de vegetação são basicamente dois tipos, o intensivo e o extensivo, o semi-intensivo é a ligação entre os outros dois tipos. O custo para adquirir o telhado verde depende muito da região onde está localizada a edificação, a empresa pelo qual será responsável pela instalação da cobertura, o tipo do telhado que será usado de acordo com a estrutura do telhado e as manutenções que devem ser feitas. Em relação ao estudo de caso, foi escolhido um projeto de uma edificação na cidade de Anápolis-GO, onde de acordo com a empresa escolhida para realizar o orçamento da cobertura, analisou o melhor sistema para adaptar com a edificação e posteriormente, foi realizado um levantamento quantitativo de materiais e os custos necessários à instalação do telhado verde.

PALAVRAS-CHAVE: Telhado verde. Cobertura verde.

1 INTRODUÇÃO

O impacto ambiental tem sido uma questão que vem preocupando a sociedade em relação ao futuro da humanidade. O crescimento da população, que está sendo constante, é um dos fatores negativos que tem incomodado quando o assunto é meio ambiente, onde ações humanas têm desestruturado o ecossistema, implicando em uma mudança drástica na natureza. Um dos motivos é o crescente processo de industrialização e o desenvolvimento econômico, tendo como consequência o acelerado desmatamento, principalmente perto de centros urbanos, além da poluição do ar, deixando cada vez mais frágil a camada de ozônio, sem contar das ilhas de calor, onde a temperatura em áreas urbanas pode ser bem mais elevada em comparação as áreas rurais.

Outro motivo que tem aumentado os impactos ambientais é a construção civil, que é um dos motivos de grandes áreas naturais degradadas. Segundo Roth (2009), estas áreas acabam causando situações de risco com algumas consequências relevantes, como o aumento da vulnerabilidade dos lençóis freáticos e rios ou córregos próximos, danos a edificações e ruas ou estradas vizinhas, perda da qualidade do ar por meio de ruídos ou poluição, insalubridades decorrentes da deposição de resíduos e danos à população das proximidades.

Com o avanço da tecnologia e o crescimento do mercado construtivo, a indústria da construção civil tem buscado soluções que possam diminuir impactos ambientais e ao mesmo tempo desenvolver construções sustentáveis, e uma das opções que contribuem para isso é o telhado verde, que tem sido muito eficiente em vários países, principalmente na Europa, onde esse método já faz parte da construção civil, mas no Brasil é pouco usada devido a pouca mão de obra especializada.

Segundo Baldessar (2012), telhados verdes, por longo período da história da arquitetura e engenharia, vêm sendo utilizados em conotações diferentes. Suas motivações foram estéticas, vernaculares, lazer, ecológicas, e por fim sustentáveis. Hoje em dia o telhado verde traz diversos benefícios que melhoram a qualidade de vida das pessoas e ajuda no meio ambiente, entre eles a diminuição da ilha de calor, a economia de energia, a regulação de drenagem da água pluvial, isolamento acústico, entre outros.

2 SUSTENTABILIDADE

O conceito de sustentabilidade é um assunto complexo, onde sua definição varia de auto para autor, porém todos concordam que esse é um setor emergente não só na construção civil, mais no dia a dia de toda a população, de forma individual ou coletiva (ARAÚJO, 2007).

Após a Segunda Guerra Mundial, começou a ocorrer no mundo uma crescente evolução econômica em praticamente todo o globo terrestre. Um dos principais agentes que causaram essa evolução foi a expansão da atividade industrial. Ocasionalmente por esse crescimento desenfreado da indústria, os custos econômicos e ambientais ficaram visíveis quando o meio ambiente não conseguiu mais absorver toda a poluição gerada e os custos para manter o ecossistema começou a ficar inevitável (MIRANDA, 2014).

Preocupada com todos os problemas gerados a Organização das Nações Unidas (ONU), realizou em 1972 em Estocolmo, na Suécia, a primeira Conferência sobre o Meio Ambiente (United Nations Conference on the Human Environment). Durante essa conferência eles chamavam a atenção do mundo para as consequências que a humanidade estava causando no ecossistema e os riscos que isso estava gerando (MIRANDA, 2014).

A partir de então a ONU vem realizando diversas conferências para debater as consequências e as principais soluções dos principais impactos ambientais. Dentre essas conferências se destaca a ECO-92 realizada no Rio de Janeiro, no Brasil, no ano de 1992 que foi a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, e a de Kyoto, no Japão, no ano de 1997 que foi a conferência que tratou da Cúpula do Clima e Aquecimento Global (MIRANDA, 2014).

Segundo o World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) a construção civil é responsável pelo consumo de 40% a 75% da matéria prima produzida no planeta, além disso, também é responsável pelo consumo de um terço dos recursos naturais. O cimento, por exemplo, é o segundo material mais consumido no mundo, ficando à frente do consumo de alimento e perdendo apenas para o consumo de água.

Segundo o professor Agopyan (s/d), da Poli-USP, um dos problemas da construção civil é a impossibilidade de frear a construção de casas, prédios, hospitais, infraestrutura e por isso, um dos meios que minimizam esses danos causados é reduzir o desperdício de materiais.

A Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura – AsBEA (2011), o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável – CBCS (2007) e outras instituições apresentam diversos princípios básicos da construção sustentável, dentre os quais destaca-se:

- Aproveitamento de condições naturais locais;
- Qualidade ambiental interna e externa;
- Adaptar-se às necessidades atuais e futuras dos usuários;
- Uso de matérias-primas que contribuam com a eco-eficiência do processo;
- Redução do consumo energético;
- Redução do consumo de água;
- Reduzir, reutilizar, reciclar e dispor corretamente os resíduos sólidos;

Em vigor desde 2013, a NBR nº 15575-1 – requisito geral (ABNT, 2013) conhecida como norma de desempenho tem como assunto principal o controle dos indicadores de desempenho de edificações habitacionais. Ela é bastante inovadora, pois iniciou uma nova perspectiva no campo da construção: foi a primeira vez que uma norma técnica relacionou a qualidade da obra aos seus impactos diretos na vida do consumidor. A norma relaciona que o bom desempenho de uma edificação habitacional possa ser avaliado de acordo com sua capacidade de atender às necessidades humanas. Assim, inclui várias áreas, como estabilidade estrutural, desempenho térmico, luminoso e acústico, resistência contra fogo e ainda, os sistemas hidrossanitários. Ela inclui também sobre questões de sustentabilidade e controle do impacto ambiental das obras.

A NBR nº 15575-1 exige um controle adequado de resíduos, para que não possam danificar o solo e conseqüentemente afetar o lençol freático, isso é, o sistema de esgoto da edificação deve ser ligado em uma rede pública ou a um sistema de tratamento e disposição de efluentes. Outro tópico que a norma diz é no uso consciente de materiais, verificando de que a precedência dos recursos que serão utilizados na obra esteja de acordo com as normas ambientais. Além disso, recomenda-se adotar sistemas para poder reutilizar a água, de modo a economizar os descartes das instalações hidrossanitárias para reaproveitar em lugares cuja função seja necessário o uso de água não potável (ABNT, 2013).

3 TELHADO VERDE

Telhado verde, cobertura verde, biocobertura é um sistema construtivo que consiste na implementação de uma área verde sobre lajes e telhados. Dependendo das

condições climáticas da região essa área verde pode ser com plantas ou hortalças (BENETTI, 2013).

Diferente do que se pensa o telhado verde não é uma técnica construtiva nova, seus primeiros indícios de utilização são do ano 600 a.C., antiga Mesopotâmia, atualmente o Iraque, naquela época era conhecido como “jardim suspenso da Babilônia”. Historicamente, o rei Nabucodonosor realizou esse tipo de construção para alegrar sua esposa que tinha saudade das árvores da Pérsia. Naquela época as construções que possuíam esse tipo de jardim eram conhecidas como Zigurates, sendo o mais famoso o de Etemenanki, na Babilônia, ele possuía 91 metros de altura e uma base de 91x91 metros (BUENO, 2010; QUINTELLA, 2012).

O próximo registro que se tem sobre essa prática se passa no Império Romano, onde árvores eram cultivadas na cobertura dos edifícios, no período renascentista que ocorreu na Itália entre os séculos XIV e XVI, em 1521 no México no período pré-colombiano e em algumas cidades da Espanha e da França no século XVIII (ARAÚJO, 2007).

Durante a década de 30 os telhados verdes voltam a ser discutidos como uma forma de recuperar as áreas verdes que as construções estavam destruindo. Porém só na década de 60 com a real preocupação com destruição que a construção estava realizando no ambiente, o telhado verde entra de vez na pauta de construções sustentáveis ficando conhecida no Norte da Europa como uma “solução verde” (QUINTELLA, 2012).

Ao longo dos anos vem surgindo novas pesquisas sobre os mais diversos componentes da cobertura verde, como membranas impermeabilizantes, drenagem, tipo de vegetação, inibidores de raízes, dentre outros. A partir da década de 80, começa a aparecer na Alemanha, o desenvolvimento do telhado verde, sendo esse estimulado por leis municipais, estaduais e federais, que subsidiavam de 30 a 40 marcos alemães por metro quadrado de cobertura construída, com uma média de 15% a 20% ao ano. Com o passar dos anos, surgiram novas pesquisas sobre diferentes componentes da cobertura com vegetação, como membranas impermeabilizantes, drenagem, espécies de plantas e até agentes inibidores de raízes (QUINTELLA, 2012).

3.1 APLICAÇÃO DO TELHADO VERDE PELO MUNDO E NO BRASIL

O telhado verde no Brasil, ainda é visto como uma novidade, porém nos Estados Unidos a população já está começando a se familiarizar com essa tecnologia e já na Europa ela possui uma longa história (QUINTELLA, 2012).

Toronto no Canadá, foi a primeira cidade no mundo a tornar obrigatório a implementação dos telhados verdes, essa lei resultou em 1,2 milhão de metros quadrados verdes em diferentes tipos de construção, e como consequência resultou em uma economia de mais de 1,5 milhão de kWh por ano para os proprietários. Copenhague seguiu o mesmo caminho e se tornou a segunda cidade a adotar uma lei similar relacionada aos telhados verdes Copenhague por ser uma cidade mundialmente conhecida como referência em mobilidade urbana, principalmente pelo elevado índice de utilização de bicicletas. Após a implementação dessa lei a cidade tem como meta cobrir os terraços da cidade como o objetivo de ser carbono zero até o ano de 2025 (FEIJÓ, 2011).

No quesito sustentabilidade o parlamento da França em março de 2015, aprovou uma lei que obriga os prédios comerciais a terem cobertura verde ou placas solares. Essa medida surgiu como uma forma de reduzir a dependência das usinas nucleares que suprem cerca de 75% da demanda do país, segundo o World Nuclear Association (2015).

No Brasil, o seu início está relacionado à figura do paisagista Roberto Burle Marx, que utilizou o conceito desenvolvido pelo arquiteto e urbanista francês Le Corbusier sobre

a sala de exposições do Ministério da Educação e Saúde, atual Palácio Gustavo Capanema (VILELA, 2005).

Apesar no Brasil o interesse pela inovação construtiva ser ainda relativamente pequeno, como afirma Ferreira (2008), é possível notar que a busca por estudo sobre o tema já é bastante analisado. Pode se destacar também que já existem empresas que utilizam dessas técnicas modernas e adaptadas ao Brasil. Em Porto Alegre-RS, por exemplo, desde 2007 toda nova construção deve possuir pelo menos 20% de sua área coberta por vegetação. No Recife-PE, foi sancionada a Lei Municipal 18.112/2015 onde obriga os novos edifícios residenciais, com mais de 4 pavimentos e uma área coberta superior à 400m² a implantarem a cobertura verde.

3.2 CLASSIFICAÇÃO DO TELHADO VERDE

Segundo a International Green Roof Association (IGRA) (2013), existem três tipos de coberturas verdes: extensiva, semi-intensiva e intensiva. As principais diferenças entre elas vão desde aspectos como o custo, a profundidade do substrato necessário, os tipos de plantas até a necessidade e a utilidade desejadas.

De acordo com Kibert apud Baldessar (2012), os sistemas extensivos são definidos por possuir baixa manutenção, são tolerantes à seca e possuem características de auto-semeadura, ou seja, exigem pouca ou nenhuma irrigação, adubação e manutenção. Os tipos de plantas adequadas para este sistema são as nativas, principalmente em locais com condições de seca. Além disso, estes sistemas possuem flexibilidade em relação à inclinação da cobertura, apresenta um baixo peso estrutural, pode ser implementado em edificações existentes e possui um custo relativamente baixo, porém não permite acessos aos espaços de contemplação e recreação e possui uma escolha limitada de espécies vegetais (JOHNSTON; NEWTON, 2004).

As empresas especializadas na instalação e manutenção dos telhados verdes concordam que o solo extensivo tem de 5 a 15 cm de espessura e a vegetação de 5 a 13 cm, e a carga estrutural necessária varia de 80 kg.m² a 150 kg.m² (SILVA, 2011).

Já os sistemas intensivos são definidos por alta manutenção, pois é possível a criação de jardins com terraços e espelhos d'água, além de incluir gramados e vegetações de médio e grande porte, como arbustos e árvores segundo Kibert (2008 apud BALDESSAR, 2012). Conforme a IGRA (2013), precisam de uma estrutura que comportem maior capacidade de carga, pois precisam de uma camada de solo que varia entre 15 a 40 cm e a carga prevista varia entre 180 kg.m² a 500 kg.m².

3.3 COMPONENTES PARA CONSTRUÇÃO DO TELHADO VERDE

Laroche et al. (2004) diz que a execução de uma cobertura verde é feita através da instalação de diversas membranas de impermeabilização e de isolamento, que permitem que na estrutura de cobertura seja instalada uma camada de substrato, variando a profundidade, e através do crescimento que o substrato influencia, possa florescer vegetais, como gramas e outros tipos de vegetações. Os componentes que são utilizados em coberturas verdes nos tipos intensivos e extensivos são normalmente os mesmos, o que diferencia é apenas alguns aspectos como a profundidade do substrato a ser colocada na cobertura, os tipos de vegetações utilizadas variando de acordo com cada região e a necessidade de elementos de manutenção como irrigadores.

3.3.1 Tipos de estrutura para a instalação do telhado

Para a construção do telhado verde, é necessário ter uma estrutura que atenda os esforços de cargas que serão aplicadas sobre ela, então deve ser feito todo um cálculo para o dimensionamento da laje, e o tipo de acabamento pode ser de vários materiais, entre eles: laje de concreto, chapas de compensado estruturado, placas de cimentícias, telhas metálicas, estrutura de madeira e bambu, estrutura do telhado já existente, Steel Deck, que é um tipo de estrutura metálica em composição em camada de concreto, e outros materiais que tenham resistência compatível ao sistema do telhado verde saturado (SAVI, 2012).

3.3.2 Camada de impermeabilização com lamina anti-raiz para coberturas verdes

A camada de impermeabilização tem por função proteger a camada de suporte contra toda e qualquer umidade proveniente do meio externo, passando pelo sistema, garantindo a estanqueidade do mesmo. Esta camada é extremamente importante e demanda estudos profundos quanto ao tipo a ser utilizado para impermeabilizar a base de suporte onde o sistema de naturezação deve ser aplicado. É importante lembrar que a impermeabilização deverá subir pela borda do telhado e deverá ser protegida por um sistema de rufo, que garante uma maior vida útil ao telhado. Como característica física, a membrana deve possuir alta resistência à perfuração, para evitar o transpasse de possíveis raízes que, por sua vez, tenham penetrado o geotextil, pelo efeito de empuxo. A membrana deve possuir também o componente anti-raiz como uma característica química (ROLA, 2008).

A impermeabilização deve ser realizada de acordo com as exigências e recomendações das normas vigentes da ABNT NBR 9574:2008 (Execução de impermeabilização) e da ABNT NBR 9575:2010 (Impermeabilização - Seleção e projeto). No mercado, existem vários tipos de impermeabilizantes para este tipo de função, como por exemplo, a manta asfáltica que também é um ótimo isolante térmico, mas a recomendada é a membrana de PVC.

3.3.3 Isolamento

Todas as diversas camadas presentes no telhado verde, possuem a capacidade de absorver os ruídos causados por impacto, como os da chuva e ainda os ruídos ambientes, como a circulação, ruídos provenientes da cidade e do tráfego aéreo. Segundo o Guide Pratique pour la Construction et la Renovation Durables de Petitis Bâtiments (2016), existe a Lei da Massa, na qual afirma que ao dobrar o peso de um telhado verde, no qual possua pelo menos 30 quilos por metro quadrado, é possível obter um ganho acústico de 6 dB (o decibel é uma unidade logarítmica que indica a proporção de uma quantidade física em relação a um nível de referência especificado ou implícito).

O principal responsável pela absorção desses ruídos é o substrato, pois ele bloqueia as baixas frequências e a vegetação bloqueia as altas. De acordo com o Guia de Concepção de Peck e Kuhn (1999) um substrato de 12 centímetros tem a capacidade de amenizar ruídos de até 40 dB.

3.3.4 Barreira anti-raiz

A membrana anti-raiz é necessária para garantir a proteção da estrutura, ou seja, tem uma função de impedir que as raízes penetrem nas camadas inferiores a ela e prejudiquem a impermeabilização da estrutura. Essa membrana é composta de um tipo de

lona feita com polietileno de alta densidade, pois auxilia também na proteção contra danos mecânicos (SAVI, 2012).

Segundo Minke (2004), quando a base da membrana de proteção para as raízes é desuniforme ou rugosa, deve adicionar uma camada de areia abaixo dessa membrana protetora com a função de uniformizar e evitar que tenha rasgos na manta. Essa manta é instalada abaixo da camada de drenagem, alguns fornecedores recomendam a colocação de uma manta de retenção de nutrientes sobre a camada de drenagem para alimentar as plantas.

3.3.5 Camada de proteção

Conforme Heneine (2008) essa é a camada que irá promover a proteção à qualquer tipo de perfuração que pode ocorrer sobre a estrutura do telhado e ela também protege contra danos mecânicos, tanto das raízes, quanto da cobertura.

3.3.6 Camada de drenagem

Localizada entre a camada de proteção e o filtro, é a camada pelo qual o fluxo excedente de água que não foi absorvido pela vegetação presente no telhado é direcionado para o sistema de drenagem da construção. O sistema de drenagem do telhado verde é a parte essencial para se obter total eficiência desse sistema (Saddi; Moura, 2010).

A camada de drenagem pode apresentar funções adicionais, como armazenamento de água para quando houver períodos de estiagem de chuva, aumento do espaço das raízes e melhorar o espaço para a aeração de todo o sistema. Além disso, pode-se acrescentar, como mais uma função dessa camada a possibilidade de armazenamento temporário para o controle de cheias (NETO, 2016).

A escolha do tipo do sistema drenante se dá por três condições, sendo elas, a inclinação da cobertura, a resistência da estrutura e da espessura e natureza do substrato (SADDI; MOURA, 2010).

De acordo com o guia Belga para execução Guide Pratique pour la Construction et la Renovation Durables de Petits Bâtiments (2016), as camadas drenantes devem ser efetuadas, obrigatoriamente, em coberturas que possuam ao menos 5º de inclinação e atender algumas exigências, como: captar e evacuar de forma rápida as águas excedentes, onde sua acumulação possa prejudicar tanto a estrutura da construção quanto as raízes e serem leves, no entanto, possuir uma resistência suficiente a compressão.

Segundo Moura e Saddi (2010), existem diferentes tipos de sistemas de drenagem que são possíveis sua adaptação em cada tipo de cobertura:

- Sistemas mais simples, utilizando argila expandida de grande diâmetro, cacos de telha e cascalho;
- Camada constituída por materiais reciclados;
- Camada drenante tridimensionalmente;
- Placas de poliestireno alveolar.

3.3.7 Filtro

Localizada entre o substrato e a camada drenante, tem função de evitar a colmatação de partículas orgânicas, se acrescenta um filtro geotêxtil ou um não tecido reciclado, que irá reter as finas partículas do solo e permitir a passagem da água até a camada drenante. Uma parte dessa água que atravessa esse filtro é absorvida pelo

mesmo que torna o ambiente úmido para as raízes. Por sua vez o não tecido reduz a eficácia do sistema, pois ela oferece uma resistência às raízes que nela está inserida. Normalmente essa camada ainda é recoberta com uma manta tratada com algum tipo de produto anti-raíz (SADDI; MOURA, 2010).

Outra função dessa camada filtrante é evitar a passagem de partículas que se soltam do substrato para a camada drenante, evitando assim que ocorram obstruções na camada de drenagem (NETO, 2016)

3.3.8 Substrato

O termo substrato muitas vezes é confundido com um solo comum, porém ele não é só um solo, o substrato é uma mistura de matéria orgânica e inorgânica, que possui a capacidade de manter o nível de nutrientes, umidade e oxigênio durante certo período de tempo (ROLA, 2008).

O substrato deve seguir algumas exigências, como ser leve, facilitar a fixação da vegetação, além de fornecer os nutrientes necessários as mesma, deve possuir ainda uma estrutura aerada, além de ser permeável deve difundir a umidade e possuir resistência às variações de temperatura (SADDI; MOURA, 2010).

Normalmente essa camada é composta por uma mistura de minerais granulosos com uma pequena proporção de finos. A espessura da camada varia dependendo do tipo de vegetação que será utilizado (SADDI; MOURA, 2010).

3.3.9 Vegetação

Essa camada tem como função absorver as águas provenientes da chuva, para uma posterior evaporação, o que por sua vez facilita a retenção de água pelo solo (SANTOS et al, 2017).

Um dos fatores que se devem levar em consideração durante o projeto de implementação da cobertura verde é a escolha do tipo de vegetação, pois determinados tipos de plantas só conseguem sobreviver em determinados climas, regiões quentes ou frias, podendo ou não ter precipitações (FERREIRA; COSTA, 2010).

Para se definir o tipo de vetação a ser utilizada na estruta do telhado, deve se levar em consideração alguns fatores, entre eles: a finalidade e o tipo do telhado; as espessuras disponíveis nas demais camadas que compõe o sistema; as condições do local onde o telhado será instalado, como exposição ao sol e o frio, se ele está em uma área rural ou urbana; as possibilidades de manutenção e aos custos de realização e gestão (SADDI; MOURA, 2010).

3.4 METODOS CONSTRUTIVOS

Segundo Souza (2009), os métodos utilizados para se construir coberturas verdes pode ser dividido três tipos: sistema modular, sistema alveolar e sistema laminar. Eles estão ligados ao gerenciamento de água para adaptar o telhado verde de acordo com o tipo de revestimento presente, incluindo os diferentes tipos de plantas e sistemas hidrológicos.

3.4.1 Sistema modular

O sistema modular é o mais aplicado, pois garante conforto térmico e tem uma rápida instalação, segundo a Ecotelhado (2010). Ela consiste em módulos pré-vegetados, colocados uma ao lado do outro e sobre a membrana anti-raízes. Pode ser instalados em

lajes e telhados já existentes, lajes de concreto impermeabilizadas, telhados de fibrocimento, metálicos e estrados de madeira, inclinados ou não, e o peso desse sistema varia em torno de 50 kg/m² quando saturado (RIGHI, 2016).

Segundo Saddi e Moura (2010) o processo de instalação do sistema modular consiste em três etapas:

- Primeiramente os módulos são inseridos sobre a camada anti-raíz composta de polietileno de alta densidade, com a função de impedir o crescimento das raízes e comprometer a camada de impermeabilização da estrutura.
- Após a primeira etapa, logo acima é instalada a membrana de retenção de nutrientes compostas por um não tecido reciclado, que retêm a umidade e os nutrientes essenciais para o crescimento da vegetação.
- Logo após são instalados os módulos de substrato rígido, que possui a finalidade sustentar e preservar os substrato e nível das plantas e também funciona como uma camada de drenagem, que permite o desempenho desta propriedade e ao mesmo tempo evita que as raízes sejam amassadas, proporcionando a oxigenação delas.

Geralmente os módulos possuem formas retangulares com 70 centímetros de comprimento e 35 centímetros de largura e 7 centímetros de espessura, eles são compostos por Acetato Etil Vinila (EVA), reciclado miúdo e aglomerado com cimento Portland CP-IV com adição de cinzas. É preciso lembrar que conforme o tipo de cobertura que será instalada na estrutura, junto com a inclinação, é indispensável instalar alguns acessórios de apoio, como espelho de madeira lateral, para poder impedir que os módulos rígidos escorreguem e fixar as mantas (SADDI; MOURA, 2010).

3.4.2 Sistema alveolar

O sistema alveolar é composto por uma membrana alveolar Spéctar Copoliéster Reciclado (PETG), que é a principal diferença, quando se comparada ao sistema modular. Essa membrana é flexível e é composta por vários reservatórios de formato hexagonal, pois esse sistema permite fazer uma reserva de água para a vegetação (SADDI; MOURA, 2010).

A membrana pode ser encontrada em placas com as seguintes dimensões 121 x 95 cm com uma espessura de 200 micras (unidade de medida que corresponde à milionésima parte do metro) e os seus reservatórios possuem uma capacidade de retenção de 10 litros por metro quadrado. Por causa de capacidade de retenção de água é possível utilizar uma variedade maior de plantas, inclusive as que não são recomendadas para os sistema modular como as gramíneas (SADDI; MOURA, 2010).

Além da membrana alveolar que é instalada, o sistema também possui um módulo, o qual tem por função evitar a erosão e a compactação do solo e também promover a aeração do substrato (SILVA, 2011 apud GATTO, 2012).

As demais camadas possuem as mesmas características que as do sistema modular e são instaladas de baixo para cima como já foi falado, incluindo a placa PETG, que fica localizada entre a membrana anti-raíz e a membrana de retenção de nutrientes (SADDI; MOURA, 2010).

Segundo Gomes et al (2011), o sistema alveolar é dividido em três tipos:

- Alveolar simples: esse sistema é simples e prático, possui um excelente custo benefício, apresenta uma reserva considerável de água e se adapta com diversas variedades de plantas;

- Alveolar grelhado: esse sistema já permite uma maior variedade de plantas, principalmente gramas, onde seu peso é de 40 a 80 quilos por metro quadrado;
- Modular: esse sistema possui uma drenagem perfeita, isso ocorre devido ao seu módulo com um peso de 60 a 80 quilos por metro quadrado, por causa dessa drenagem eficiente ele permite a instalação de uma variedade de plantas que necessitam de irrigação.

3.4.3 Sistema laminar

O sistema laminar é um sistema que usado exclusivamente em telhados planos, pois ele consiste na utilização de uma lâmina de água sob um piso elevado, constituído de módulos de sustentação com base em materiais porosos (SADDI; MOURA, 2010).

Essa lâmina fornece suprimentos de até 40 litros por metro quadrado e por causa disso o peso do sistema saturado chega a ser de até 120 quilos por metro quadrado, porém pode ser superior a isso dependendo do tipo de vegetação que se irá utilizar (SADDI; MOURA, 2010).

De acordo com Bianchi (2017) o sistema laminar é constituído, das seguintes camadas: 1 é a vegetação a ser instalada; 2 é o substrato leve e nutritivo; 3 é a membrana de absorção ou membrana anti-raízes; 4 é o módulo laminar, rígidos, porosos, feitos normalmente de EVA e aglomerados de cimento Portlan CP-IV; 5 é a lâmina d'água, normalmente atinge no máximo 4 centímetros de altura; 6 é a impermeabilização feita na laje; 7 é o dreno instalado pra fazer a retirada da água quando ela chegar a certa altura, essa água que extravasa pode ser lançada em uma caixa de passagem e guiada até um reservatório onde poderá ser reutilizada futuramente.

Nesse sistema geralmente é muito utilizado vegetação do tipo gramíneas, pois ela possui uma alta resitência ao pisoteamento, entretanto se a área não for possuir nenhuma movimentação, pode-se utilizar, outras espécies, incluindo pequenos arbustos, desde que, seja observada as suas devidas cargas (SADDI; MOURA, 2010).

4 ESTUDO DE CASO

A empresa escolhida para o estudo e a elaboração do orçamento de materiais e mão de obra para a instalação do telhado verde foi a EcoTelhado.

A empresa Ecotelhado é uma empresa que possui sua sede na cidade de Porto Alegre no Estado do Rio Grande do Sul e possui também uma filial na cidade de São Paulo no Estado de São Paulo. Desde sua fundação desenvolve e fornece produtos e serviços criativos e sustentáveis, com o objetivo de diminuir os danos ambientais causados pelo crescimento populacional, pela falta de planejamento e poluição das grandes cidades. Entre os principais produtos, estão: telhados verdes, jardins verticais, pavimentos permeáveis, cisternas subterrâneas e tratamento biológico de efluentes (COSTA, 2018).

A edificação no qual foi realizado o estudo de viabilidade para a instalação do telhado verde é uma residência que possui uma área construída de 83,28 m² e 68,15 m² de área permeável. Essa residência fica localizada na rua Sônia Gontijo no bairro Vivian Parque, Anápolis - GO.

O eng. civil Paulo Renato Giudice forneceu para o estudo e a elaboração do orçamento, um projeto de sua autoria contendo Planta baixa, Corte AA, Planta de locação e a Planta de cobertura. Com o auxílio desses projetos e do memorial descritivo, foi

possível determinar os parâmetros iniciais para realizar o levantamento do orçamento com os custos de materiais e a mão de obra necessários do telhado verde.

A edificação foi projetada para ser construída com a infraestrutura com estacas de concreto e vigas baldrames, a superestrutura com pilares de concreto armado, vergas e contra vergas em todos os vãos, viga de concreto armado no respaldo, laje treliçada preenchida com EPS e capa de concreto de 7 cm.

Para a sustentação do telhado verde sobre a laje, será instalado uma estrutura de madeira com tesouras feitas de peroba rosa, oriundas de manejo florestal, nas medidas de 14x10 cm, os pontalotes da mesma origem. Para substituir a telha de fibrocimento ou de concreto modelo tégula, será instalado chapas de compensado plastificado de 10 mm apoiado nos caibos de 7x7 cm e impermeabilizado com lona dupla face 150 micras. Para a drenagem do sistema e da água da chuva, foi instalado uma calha de chapa galvanizada de 2 mm e revestida com duas demãos de batida de pedra, uma resina acrílica responsável pela minimização de ruídos e prevenção contra a corrosão a longo prazo e condutores drenantes da mesma chapa galvanizada.

Por meio de análises (Quadro 1) e a verificação de dados do projeto, faz-se um levantamento dos materiais necessários de acordo com a empresa estudada e avaliou-se através dos custos e instalação a viabilidade do uso do telhado verde na cidade de Anápolis.

Quadro 1 – Análise inicial

Inclinação da cobertura impermeabilizada para a colocação do EcoTelhado	10%
Tipo de base para a colocação do Ecotelhado	Chapa compensada resinada
Nessa cobertura verde é autorizado a circulação de pessoas	Não
Tipo de vegetação	Gramíneas

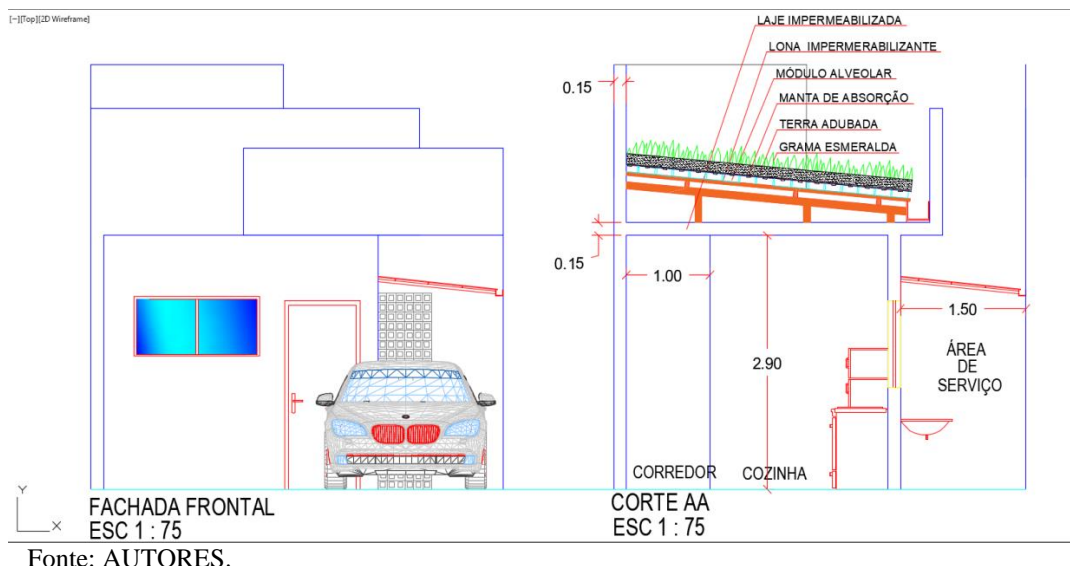
Fonte: AUTORES.

Com o auxílio do projeto da Planta de cobertura e Planta de Locação, é possível verificar que a área total onde o telhado verde será implantado e a inclinação do telhado. Na escolha da vegetação, optou-se pelo sistema extensivo utilizando gramíneas, por ser mais resistentes as mudanças de clima, principalmente na região onde será implementado o telhado, pela facilidade do manejo e pela baixa manutenção. Apesar do orçamento proposto não levar em conta os gastos com manutenção após instalação, a escolha da vegetação utilizada no telhado verde é essencial para oferecer um baixo custo futuro e menos preocupação em relação a manutenção.

4.1 SISTEMA ADOTADO

Através de informações da revisão bibliográfica e do memorial descritivo, o sistema mais adequado para o estudo é o sistema Modular Alveolar Leve (Figura 1), pois ela é a melhor opção para coberturas inclinadas. A laje deve suportar um peso mínimo de 80 kg/m² incluindo a estrutura de madeira, com uma inclinação de 10° ou até 20%.

Figura 1 - Sistema Modular Alveolar Leve



Esse tipo de sistema tem como objetivo proporcionar ao telhado, com pouca inclinação, uma cobertura vegetal para o conforto térmico do ambiente interno. Ele se caracteriza por ser um sistema leve, em sua composição, possui membrana alveolar, responsável pela reserva de água para a vegetação, e pelo pouco peso que o sistema tem, que é recomendado para telhados com pouca circulação.

Um cuidado importante que deve ter com esse tipo de sistema é que ele não tem a finalidade de impermeabilizar a cobertura, portanto, antes da instalação, devem ser observadas as condições da estrutura da laje e a estrutura de madeira que irá sustentar o sistema alveolar leve, para poder impermeabilizar e evitar transtornos futuros.

Através de análises e de acordo com os cálculos realizados pelo engenheiro civil Paulo Renato, o peso por metro quadrado está dentro da sobrecarga considerada nos cálculos do projeto. Caso exista a possibilidade de um possível reforço estrutural, já seria inviável a instalação do sistema, pois aumentaria o custo que deveria ser considerado no projeto.

4.2 ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS

Segundo o manual e especificação do EcoTelhado (2010), o sistema Alveolar Leve é formado pelos seguintes materiais com suas respectivas especificações:

a) Módulo Plástico Alveolar Ecotelhado:

- Aparência: semi-flexível, cor preto, é fornecido em placas, possui reservatórios de formato retangular para o armazenamento da água.
- Composição: feito com material de plástico reciclado.
- Dimensões: placas nas dimensões de 70 x 115 x 3,5 cm, ($A = 0,805 \text{ m}^2$).
- Retenção de água : 35 L/m².
- Finalidade: controlar a drenagem e a retenção de água para as raízes da vegetação (reserva de água sob as raízes), evita contato direto da vegetação com a laje.

b) Membrana de Absorção FAG 14:

- Aparência: possui a tonalidade verde acizentada, fornecida em rolo.
- Composição: composta de não tecido reciclado.
- Dimensão: tem espessura de 5 mm. Largura de 200 cm e comprimento diversos.

- Finalidade: tem como finalidade a retenção de água e nutrientes para suprir parcialmente as raízes da vegetação.
 - c) Substrato Leve EcoTelhado:
 - Aparência: possui a cor acinzentado escuro.
 - Composição: composto de materiais orgânicos oriundos de indústria de reciclagem.
 - Dimensão: substrato de baixo peso específico com altura recomendada de 3,6 cm de forma e permitir que as raízes rapidamente cheguem nos alvéolos para se abastecer da umidade resistente, dentro dos reservatórios.
 - Finalidade: substrato leve e nutritivo, proporcionando baixa carga na base da cobertura e grande poder de retenção de água e nutrientes.
 - d) Forth Gel:
 - Aparência: possui a tonalidade branca.
 - Composição: o gel para plantio é um copolímetro de poliacrilato de potássio.
 - Finalidade: seu objetivo é reter a umidade.
 - e) Grama esmeralda:
 - Aparência: membrana de tecido, fornecida em rolo.
 - Composição: substratos incorporados e mudas pré-vegetadas de plantas rústicas, com predominância de boldo e gramíneas.
 - Dimensão: espessura de 4 mm e dimensões de 75 x 220cm.
 - Finalidade: sua finalidade é reter de água e nutrientes e servir de suporte para a vegetação rústica pré-vegetada.

4.3 QUANTIDADE DE MATERIAIS UTILIZADOS

A informação mais importante para se obter a quantidade de materiais para realizar o orçamento é a área de cobertura onde será instalado o sistema alveolar leve.

Para determinação da quantidade de peças do Módulo Plástico Alveolar Ecotelhado foi realizada a divisão da área onde será instalado a cobertura verde (73,71 m²) pela área do módulo (1,15m*0,70m = 0,805m²), resultando 91,565 peças, no qual arredondando gera 92 peças.

A Ecotelhado fornece a membrana de absorção FAG 14 (Feltro vegetado com bolbo chileno) com peças de tamanhos variados. A quantidade foi fornecida pela própria empresa de acordo com a área do projeto em estudo de 73,71 m². Determinou-se então, que a área da membrana de absorção de nutrientes teria 81,83 m², arredondando para 82 m².

A quantidade do composto orgânico (substrato) é determinado pela multiplicação da quantidade em litro de cada saco (36L) com a área da cobertura vegetal (73,71m²), que resultou em 2.653,56 litros. Como cada saco do composto pesa 25 kg, foi realizado a divisão pelo resultado em litros, resultando em 107 sacos do substrato de 25 kg.

Em relação ao Forth Gel, conforme orientação da empresa Ecotelhado, é necessário somente um balde de Forth Gel de 2 kg. A quantidade de grama esmeralda é medida por metro quadrado, cada placa tem 1,65 m², dividindo pela área da cobertura (73,71m²), resulta em 45 placas. Conforme a Tabela 1, foi resumido todo o material com suas respectivas quantidades para poder cobrir a área de 73,71 m² de cobertura na edificação escolhida para o estudo.

Tabela 1 - Quantitativo dos materiais

Material	Unidade	Quantidade
Módulo Alveolar 0,70 x 1,15 m	ud	93
Membrana FAG 14 Feltro(absorção)	m ²	82
Composto Orgânico (sacos de 36L – 25kg)	L	2653,56
Forth Gel balde 2 kg	Kg	2
Grama Esmeralda	m ²	74,25

Fonte: AUTORES.

4.4 DESCRIÇÃO DO SERVIÇO

O modulo alveolar não deve ficar exposto ao sol. As membranas devem ser instaladas na sequência apresentada no passo a passo a seguir, sempre levando em consideração uma sobreposição da membrana de absorção de 5 cm. A estrutura deve estar preparada para receber um peso de 80 kg/m².

O sistema possui uma altura média de 12cm, podendo variar de acordo com a vegetação a ser utilizada. Recomenda-se fazer uma contenção lateral para o sistema em todo o seu perímetro.

4.4 1 Passo a passo para a instalação do sistema

1º passo: Instalação dos Módulos Plásticos Alveolar sobre a laje;

2º passo: Instalação da membrana de absorção sobre o Módulo Plástico Alveolar;

3º passo: Aplicação do Substrato, com uma altura recomendada de 3,6cm.

4º passo: Aplicar o gel (Forth Gel) em cima do substrato. Recomenda-se a aplicação de 20g por m²;

5º passo: Aplicação da vegetação escolhida.

4.4 2 Observações importantes

A responsabilidade estrutural do local é do contratante, o local deverá suportar o peso de 80kg/m². A vegetação se desenvolverá após a sua colocação, sendo que o período de fechamento total variará conforme a época do ano e a região.

O Sistema Alveolar Leve Ecotelhado não tem a finalidade de impermeabilizar a cobertura, portanto, antes de instalá-lo devem ser observadas as perfeitas condições de estanqueidade do telhado ou laje de cobertura.

É importante ter em mente que as plantas são seres vivos que necessitam de sol (para alguns tipos), ar e água (para todos os tipos). Desta forma quanto mais alimento a natureza e o homem proporcionar, mais bonita e vistosa ela ficará.

4.4 3 Levantamento de custos dos materiais

Para realizar o levantamento dos custos dos materias, é necessário verificar os preços de cada material separadamente, sem contar os serviços de instalação e outros que podem agregar no custo final do telhado verde, como a impermeabilização da laje.

Para cobrir uma área de 73,71 m², verificados nos projetos, são necessários 93 peças do módulo plástico alveolar com dimensão de 0,70 x 1,15 m. O preço orçamentado pela própria empresa Ecotelhado de cada módulo custa R\$ 59,43. O próximo material é a

membrana de absorção FAG 14 (Feltro vegetado com bolbo chileno), que segundo a empresa, os 82 m² utilizados teria o custo de R\$ 637,96. Portanto, dividindo o preço total da membrana pela sua metragem, o preço por m² custaria R\$ 7,78.

De acordo com o quantitativo, será utilizado 2653,56 lts de substrato orgânico, convertendo para kg, fica com cerca de 1842,75 kg. Comercialmente, o substrato é vendido em sacos de 25 kg, com custo de R\$ 25,00 cada saco.

Para poder reter a umidade, será utilizado somente um balde de Forth Gel de 2 kg, que custa R\$ 25,00, para suprir toda área verde do telhado.

A grama esmeralda foi cotada em comércios na região onde o presente projeto foi desenvolvido, devido à facilidade na compra e no transporte da grama, pensando na qualidade do produto solicitado na chegada do local onde seria utilizado. Portanto, foi cotada no Portal das Gramas com o custo de R\$ 2,00 o m² mais o frete.

4.4 4 Levantamento de custos de instalação

A empresa Ecotelhado oferece mão de obra própria para a instalação do telhado verde em qualquer região do Brasil, porém o custo de instalação e mão de obra é opcional. No site da empresa, é possível adquirir os manuais com o passo a passo para a instalação de qualquer tipo de sistema que a Ecotelhado oferece, com isso, a pessoa que adquirir os produtos, poderá realizar por conta própria a instalação ou contratar terceiros para realizar esse serviço.

No entanto, para desenvolver o orçamento do presente trabalho, foi solicitado que a empresa fornecesse os custos dos serviços de instalação com o pessoal da própria Ecotelhado.

Segundo a mesma, o custo por m² para a instalação custa em torno de R\$ 33,00, mais o deslocamento e estadia da equipe, mas será considerado somente o valor da instalação no planejamento orçamentário, no qual custa R\$ 2432,43 para a área total de 73,70 m².

4.5 RESULTADOS

Na Tabela 2, é possível verificar o resumo orçamentário dos materiais necessários para o telhado verde do projeto proposto no trabalho.

Tabela 2 – Orçamento de material

Quantitativo e Cotação					
Material	Quantidade	Unidade	Valor Unitário	Total	
Módulo Alveolar 0,70 x 1,15 m	93	ud	R\$ 59,43	R\$ 5.526,99	
Membrana FAG 14 (absorção)	82	m ²	R\$ 7,78	R\$ 637,96	
Composto Orgânico (sacos de 36L – 25kg)	2653,56	L	R\$ 25,00	R\$ 1.842,75	
Forth Gel balde 2 kg	2	Kg	R\$ 119,00	R\$ 119,00	
Grama Esmeralda	74,25	m ²	R\$ 2,00	R\$ 148,50	
Total				R\$ 8.275,20	
Total / m²				R\$ 112,27	

Fonte: AUTORES.

Sobre a instalação, conforme foi dito no tópico anterior, a empresa EcoTelhado oferece serviços e funcionários para a instalação, com o valor de R\$ 33,00, no qual o valor final somente da instalação custa R\$ 2432,43 para a área total de 73,70 m². O valor do frete é um serviço que deve ser consultado e definido pelo contratante.

A Tabela 3 mostra o resumo do valor final para a instalação do telhado.

Tabela 3 - Resumo

Valores de Materiais e Serviços Conforme Descritos Acima		
Materiais conforme Tabela 2	R\$	8.275,20
Instalação	R\$	2.432,43
Frete		á consultar
Total	R\$	10.707,20
Total / m ²	R\$	145,28

Fonte: AUTORES.

Portanto, através dos dados apresentados verifica-se que os custos para a instalação do telhado verde na edificação proposta no trabalho é de R\$ 10.707,20 (dez mil, setecentos e sete reais e vinte centavos). Comparando com os custos de um telhado convencional, feito de telha de cimento, para a mesma área de estudo, o custo sairia por volta de R\$ 5.000,00 (cinco mil) variando de acordo com o tipo de estrutura e o material utilizado, cerca de 54% de economia, mas em relação á tantos benefícios que a cobertura oferece, vale a pena investir pagando essa diferença.

5 CONCLUSÃO

A partir de estudos e análises de técnicas para a utilização do telhado verde no Brasil, que foram apresentadas nesse trabalho, conclui-se que o país tem empresas e custos que pensam em construções modernas e tecnológicas, levando em consideração a sustentabilidade. Mas para que o número de pessoas que adquirem essa técnica de construção, é preciso um incentivo, através de meios eletrônicos que divulguem estudos realizados, como este trabalho, e propagandas que mostrem para a população como essa técnica inovadora tende a trazer benefícios para seus usuários e para o meio ambiente.

Com os estudos realizados na revisão bibliográfica, verificou-se que o telhado verde é eficiente e capaz de melhorar aspectos bem importantes em construções no qual são instalados, como a qualidade da água da chuva e do ar, da temperatura ambiente do local, o isolamento acústico, reduzir um dos efeitos que vem prejudicando bastante o meio ambiente, que é o efeito da ilha de calor urbana, além de proporcionar um ambiente bem confortável e com um convívio social bem agradável, e ajudando a natureza.

Através dos estudos realizados para a implantação do telhado verde na região de Goiás, é possível concluir que o custo já garante benefícios e vantagens para os usuários, contribuindo ainda mais para a escolha de ter adotado essa técnica ajudando o estilo de vida sustentável, pois um investimento de R\$ 10.707,20 (dez mil, setecentos e sete reais e vinte centavos), de acordo com a situação simulada de uma edificação, garante um bom retorno em relação à qualidade de vida e até de saúde. A manutenção para o sistema alveolar leve permite que seu custo seja mínimo, preocupando mais com a estética das plantas utilizadas no sistema, como por exemplo, regar as plantas para evitar a mudança de cor, ou mesmo evitar que as gramíneas sequem.

Também se pode dizer que o sistema adotado nesse trabalho foi o mais apropriado para a estrutura da edificação, em relação ao peso e a inclinação do telhado, com materias leves e de fácil instalação. Os custos relativos no orçamento, foi

considerado somente materiais e instalação, pois gastos com frete, estadias de funcionários e outros custos depende de negociação do contratante com a empresa.

Concluindo também que existe uma certa valorização no imóvel quando ela possui a sustentabilidade e a biodiversidade incorporado em meio a zona urbana. Também com a qualidade do ar e da água que o telhado verde favorece, diminui riscos a saúde humana, melhorando a qualidade de vida das pessoas, recuperando o “verde” que não só a construção civil retira, mas também como algumas ações humanas que diminuem a biodiversidade acontecem, e trazendo benefícios para a convivência dos seres vivos.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Abordando o tema sustentabilidade, vários temas podem ser discutidos apontando questões que podem melhorar a qualidade de vida das pessoas usando a construção civil, e uma dessas idéias é o reaproveitamento da água de chuva em edificações.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 15575-1 Norma de desempenho**. 2013. Disponível em:

https://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2015/09/2_guia_normas_final.pdf

ARAÚJO, Sidney Rocha. **AS FUNÇÕES DOS TELHADOS VERDES NO MEIO URBANO, NA GESTÃO E NO PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS**. 2007. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007

BALDESSAR, Silvia Maria Nogueira. **TELHADO VERDE E SUA CONTRIBUIÇÃO NA REDUÇÃO DA VAZÃO DA ÁGUA PLUVIAL ESCOADA**. 2012. Dissertação (Pós Graduação em Construção Civil) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

BIANCHI, Renato. **Telhado verde: como montar o seu usando sistemas prontos**. 2017. Disponível em: <https://arquiteturaeconstrucao.abril.com.br/sustentabilidade/como-montar-o-seu-telhado-verde-usando-sistemas-prontos/>

COSTA, Suzana Bezerra. **LEVANTAMENTO DE CUSTO E BENEFÍCIOS PARA A IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE TELHADO VERDE NA COBERTURA IMPERMEABILIZADA DE UMA EDIFICAÇÃO VERTICAL**. 2018 .Monografia (Especialização em Construção Civil) Universidade Federal de Goiás, 2018

ECOTELHADO, **Ecotelhado Sistema Alveolar Leve**. 2010. Disponível em: <https://ecotelhado.com/sistema/ecotelhado-telhado-verde/sistema-modular-alveolar-leve/>

FERREIRA, Bruno Z. Martins; COSTA, Camila Correia. **Sustentabilidade nas edificações: Telhado Verde**. 2010. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Positivo, Curitiba, 2010.

GATTO, CHRISTIANE MERHY. **COBERTURAS VERDES: A IMPORTÂNCIA DA ESTRUTURA E DA IMPERMEABILIZAÇÃO UTILIZADAS**. 2012. Trabalho de conclusão de curso (Pós Graduação Em Arquitetura E Urbanismo) - Universidade Federal De Juíz De Fora, JUÍZ DE FORA, 2012.

GOMES, Aline Diniz Nogueira *et al.* **UMA BREVE ANÁLISE SOBRE A EFICIÊNCIA DO TELHADO VERDE COMO ALTERNATIVA ECOLÓGICA PARA AS CONSTRUÇÕES CIVIS.** 2011. Artigo (Gestão Ambiental) - UNIABC, Santo André, 2011.

Guide Bâtiment Durable, **Realize telhados verdes.** 2016. Disponível em: <https://www.guidebatimentdurable.brussels/fr/realiser-des-toitures-vertes.html?IDC=26&IDD=4745>

LAROCHE, Dany et al. **Les Toits Verts aujourd'hui: c'est construire Le Montréal de Demain.** Montréal, 2004. Disponível em: <http://ocpm.qc.ca/sites/ocpm.qc.ca/files/pdf/41/8aa.pdf>

MIRANDA, Ângelo Tiago. **Desenvolvimento sustentável - Conferências da ONU, 2014.** Disponível em: <https://educacao.uol.com.br/disciplinas/geografia/desenvolvimento-sustentavel-3-conferencias-da-onu.htm>

NETO, Pedro de Souza Garrido. **TELHADOS VERDES COMO TÉCNICA COMPENSATÓRIA EM DRENAGEM URBANA NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO.** 2016. Dissertação de Mestrado (Pós Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

PECK, Steven; KUHN, Monica. **Lignes Directrices de Conception de Toits Verts. Québec.** 1999. Disponível em: <http://www.cebq.org/documents/Lignesdirectricesdeconceptiondetoitsverts.pdf>

QUINTELLA, Maria Tereza. **A Origem dos Telhados Verdes.** 2012. Disponível em: <http://telhadoscriativos.blogspot.com/2012/03/origem-dos-telhados-verdes.html>

ROLA, Sylvia Meimaridou. **A NATURAÇÃO COMO FERRAMENTA PARA A SUSTENTABILIDADE DE CIDADES: ESTUDO DA CAPACIDADE DO SISTEMA DE NATURAÇÃO EM FILTRAR A ÁGUA DE CHUVA.** 2008. Tese (Pós Graduação em Engenharia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

ROTH, Caroline das Graças; GARCIA, Carlos Mello. **Construção Civil e a Degradação Ambiental. Desenvolvimento Em Questão.** 2009. Artigo. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/169>

SADDI, Karielle Garrido; MOURA, Rúbia Oda. **COBERTURAS VERDES: ANÁLISE DO IMPACTO DE SUA IMPLANTAÇÃO SOBRE A REDUÇÃO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL.** 2010. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

SANTOS, Leonildo R. Lima *et al.* **Telhado Verde: Uma Proposta Sustentável para a Construção Civil.** 2017. Artigo (Graduação em Engenharia Civil) - Centro Universitário Tiradentes, Alagoas, 2017.

SILVA, Neusiane da Costa. **TELHADO VERDE: SISTEMA CONSTRUTIVO DE MAIOR EFICIÊNCIA E MENOR IMPACTO AMBIENTAL.** 2011. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Construção Civil) - Escola de Engenharia UFMG, Belo Horizonte, 2011.