

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE TELHADO VERDE NA CIDADE DE MANAUS

Reuel dos Santos Bandeira¹; Matheus Gomes Gato²; Eveline da Silva Cardoso³

^{1, 2}Curso de Engenharia Civil-Fundação Centro, Pesquisa e Inovação Tecnológica - FUCAPI, Manaus-AM-Brasil.

³Departamento de Ensino de Engenharia Civil - Fundação Centro, Pesquisa e Inovação Tecnológica – FUCAPI, Manaus – AM - Brasil.

reuel.bandeira@gmail.com, crvgmatheus10@gmail.com, evelinecardoso15@gmail.com

Abstract: Green roofing emerges as an architectural and ecological alternative that adds several benefits compared to conventional roofing. We can mention: carbon capture; decreased stress caused by excess concrete; contribution to the drop in heat island temperatures; better thermal comfort and gain in landscape look. It aims to study the feasibility of using green roofs in Manaus, which has a hot and humid climate, and compare with the traditional roofs used in the region.

Resumo: O telhado verde surge como uma alternativa arquitetônica e ecológica que agrega diversos benefícios quando comparado com as coberturas convencionais. Dentre eles, podemos citar: captação de carbono; diminuição do estresse causado pelo excesso de concreto; contribuição com a queda de temperaturas nas ilhas de calor; melhor conforto térmico e ganho no visual paisagístico. Este trabalho tem como objetivo estudar a viabilidade da utilização de coberturas verdes em Manaus, que possui o clima quente e úmido, e comparar com as coberturas tradicionais usadas na região.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Telhado verde. Manaus.

INTRODUÇÃO

A expansão das atividades industriais intensificou o processo de urbanização, fato que atraiu e ainda atrai milhões de pessoas para as cidades. Não diferentemente, a Zona Franca de Manaus é uma área industrial criada com o objetivo de atrair fábricas e conseqüentemente aumentar o fluxo de pessoas e de construções de edifícios e residências com constância. Esses fatores trazem como conseqüência a dificuldade de infiltração da água, devido às áreas de impermeabilização geradas pelas construções, o que prejudica o abastecimento do lençol freático, modifica o ciclo hidrológico e com o passar dos anos ocasiona o aumento da temperatura.

As poluições visuais e sonoras também geram transtornos para a população. O excesso de elementos destinados à comunicação visual espalhados pelas cidades (cartazes, *banners*, placas, *outdoors*, pichações, etc.) e os ruídos ensurdecedores afetam a saúde dos habitantes.

Entende-se que, perante esse cenário de diversos problemas ambientais urbanos, torna-se urgente a necessidade de elaboração e de aplicação de soluções ambientais eficazes. Entre as medidas a serem tomadas, temos a utilização de vegetação rasteira cobrindo a densidade de concreto presente no meio urbano, a que podemos chamar de *telhado verde*.

Os telhados verdes são estruturas que se caracterizam pela aplicação de cobertura vegetal em edificações. Consistem basicamente em uma camada de vegetação, uma camada de substrato (onde a água é retirada, e a vegetação é escorada) e uma camada de drenagem responsável pela retirada da água adicional (CASTRO, 2010). Apresentam alternativas de coberturas e vantagens quando comparados aos sistemas convencionais de coberturas. Podemos citar estas principais: aumento da biodiversidade; embelezamento da edificação; redução do consumo de energia (devido a redução da temperatura no ambiente interno, diminuindo a necessidade de refrigeração); diminuição da probabilidade de enchentes; melhoria de isolamento acústico; e isolamento térmico da edificação.

1. A IMPORTÂNCIA DE ÁREAS VERDES PARA MANAUS

A expansão das zonas urbanas está cada vez mais substituindo as áreas verdes naturais, fato que acontece há bastante tempo, tendo em vista a necessidade de expansão das cidades. Em Manaus não é diferente, pois a cidade ainda está em processo de expansão, o que preocupa, pois, a capital fica localizada na maior floresta tropical do mundo. Em um levantamento feito pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) em 2012, mostra-se a capital amazonense dividindo com Belém-PA o título de capital da Região Amazônica com menor percentual de arborização urbana.

Manaus já está com políticas de arborizações de canteiros centrais e demonstra interesse em reverter essa situação. Tendo em vista esse cenário, o ideal é colocar em prática projetos como o telhado verde, visto que trará diversos benefícios à cidade, muito além de boas classificações quanto ao paisagismo.

A purificação do ar: a literatura mundial relaciona a poluição do ar à redução da expectativa de vida e maior risco de infarto, pneumonia, bronquite crônica, asma e câncer do pulmão, entre outras doenças. O ar poluído já é a primeira causa ambiental de mortes no mundo, ultrapassando a água contaminada e doenças infecciosas. (HIROTA E VORMITTAG, 2015).

Um dos benefícios mais importantes da presença de áreas verdes nas cidades é que as árvores produzem oxigênio por meio do processo de fotossíntese, reduzindo gases de efeitos estufa ou ainda captando parte das partículas finas em suspensão no ar (HIROTA E VORMITTAG, 2015).

2. CONSTITUIÇÃO DO TELHADO VERDE

Um telhado verde é basicamente constituído por sete camadas diferentes em sua estrutura. Cada camada tem sua função, as quais, somadas, contribuem com a sinergia de captação da água da chuva e do calor do sol em um sistema como um todo, mantendo a vida da terra e das plantas. É usado como base do projeto o próprio telhado, ou lajota, para aplicar as

próximas camadas. Para começo, uma membrana à prova d'água é aplicada em toda a região do teto com o objetivo de isolar a região contra a umidade. Na próxima etapa, aplica-se uma barreira contra as raízes das plantas, as quais naturalmente crescem. Acima do sistema da placa contentora, instale-se a camada de sistema de drenagem da água. Em cima desta, o tecido permeável permite a colocação da terra, que tem a função de absorver a água da chuva que cai sobre a primeira camada, a da planta ou grama.

Figura 1 - Camadas do telhado verde.



Fonte: Blog Tua Casa

Os telhados verdes podem ser classificados como intensivos ou extensivo. O modelo de cobertura intensiva caracteriza-se por camadas de solo maiores que 20 centímetros; é formado por plantas e arbustos de médio porte, que exigem para o seu desenvolvimento um ambiente mais complexo, necessitando de uma estrutura mais reforçada e com as cargas bem distribuídas por conta dos esforços extras, providos pelas plantas, solo e água.

O modelo de cobertura extensiva define-se por camadas de solos menores que 20 centímetros. Esse modelo será usado como parâmetro em nossa análise, tendo em vista sua facilidade de instalação. É composto por espécies de pequeno porte, como as autóctones, por resistirem à pouca ou nenhuma manutenção, o que exige uma maior preocupação com irrigação e fertilização até as plantas se estabilizarem, realizando as devidas manutenções que visam à funcionalidade da cobertura verde.

Existem também classificações em relação à inclinação do telhado, os quais se definem assim:

- Planos: possuem até 5 % de inclinação; nesse modelo de telhado a vegetação fica mais propensa à umidade. Sua execução demanda mais tempo pelo fato de que precisa de uma drenagem especial por meio da manta para conduzir o excedente da água acumulada.
- Inclinação moderada: variam de 5% até 35% de inclinação. De fácil execução e mais econômicos, não necessitam de capa de drenagem, pois o substrato tanto armazena água quanto conduz o excedente. Para isso, deve-se agregar material poroso, como pedra pomes, escoria, argila expandida. Esses materiais, além de reduzirem o peso do substrato, aumentam o efeito de transmitância térmica e facilitam a respiração das raízes.
- Inclinação acentuada: são de 36% até 84 % de inclinação. A estrutura assemelha-se com a dos telhados leves, porém pode possuir barreiras que evitem o deslizamento de substrato.

3. INSTALAÇÃO E ADEQUAÇÕES DE TELHADOS AO MODELO VERDE

A instalação de um telhado verde necessita de duas fases extremamente importantes para que o procedimento seja bem-sucedido. A primeira é a busca de um arquiteto que conheça a estrutura do telhado verde, avalie o sistema completo analisando os benefícios e as vantagens desse projeto. A segunda fase é a escolha da empresa certa para comprar os materiais e para realizar a instalação. Torna-se de suma importância a interação entre profissionais para que o projeto termine como planejado e transforme a área do imóvel em uma área totalmente verde.

Todo o telhado tem a capacidade de ser adaptado para o sistema, porém alguns de uma maneira mais fácil e outros exigem uma preparação bem elaborada, de forma geral é de suma importância ser analisado o cálculo estrutural do telhado, para obter informações se o mesmo poderá suportar a carga da cobertura verde, caso a análise for positiva pode-se analisar os outros processos construtivos. Se o telhado for simplesmente uma laje, é preciso impermeabilizá-la, se for feito de telhas de cerâmica, é preciso retirá-las e colocar placas de compensado que servirão de base para a cobertura vegetal.

Caso o projeto estrutural do telhado não seja adequado para receber o sistema verde, pode-se desenvolver um projeto de reforço do telhado seja este uma laje, estrutura metálica, madeira etc. O projetista analisa e faz a compensação de cargas para que aquela estrutura se torne viável para a instalação do telhado verde. Este último processo demanda mais tempo como também custa cerca de três vezes mais que em uma residência que atende aos critérios estruturais, sua forma de execução vai depender do projeto traçado pelo projetista.

4. PLANTAS PARA O TELHADO VERDE

As plantas a serem usadas no sistema de telhado verde devem suprir as diretrizes de paisagismo sustentável e tropical, que obedecem às seguintes características: fácil adaptação às condições climáticas da região, resistindo ao excesso ou à falta de água; resistência a variações de temperaturas; forrações que cobrem rapidamente a superfície plantada; e apresentam beleza visual. Também são indicadas de acordo com a posição da área em relação ao sol: plantas para áreas de sol pleno; meia sombra; ou sombra.

Alguns estudos feitos em telhados verdes extensivos identificaram espécies de plantas que resistiram bem ao clima tropical. São elas: *Portulaca grandiflora*, *Tradescantia pallida*, *Asparagus densiflorus* e *Senecio confusus*, que apresentaram melhores condições de adequamento (LOOT, 2001). As espécies são popularmente conhecidas como onze-horas, coração-roxo, aspargo-rabo-de-gato e Mangaridão, respectivamente. Pode também ser cultivado um modelo de telhado verde com hortaliças, utilizando espécies como cebolinha, louro, jasmim-amarelo, mangarataia, azuleia, amor-perfeito, begônia, entre outras.

Em Manaus o ideal seria buscar trabalhar com espécies nativas, analisando antes com amostras, e consultar um profissional especializado nas espécies da região. Uma boa alternativa para telhados extensivos são as grammas nativas, conhecidas também como batatais. Esse modelo apresenta resistência ao pisoteio, à seca e aos solos pobres, tolera a meia sombra, tem crescimento acelerado, exigindo assim um maior cuidado com manutenção em relação à poda, porém seu tamanho varia entre 15 e 30 centímetros. É perfeito para uma instalação de telhado verde rápida, em médio prazo. Essa grama fecha rapidamente as áreas, formando um tapete na cobertura e trazendo um aspecto de parque ao telhado.

5. PROCESSO DE MANUTENÇÃO

A manutenção não demanda tanto tempo como em um telhado convencional. Assim como a manutenção, que é fundamental para proteger a parte interior da casa, o sistema de telhado comum precisa ser limpo e trocado de tempo em tempo, conforme cada necessidade. Porém, no caso do telhado verde, a manutenção é simples, e seu projeto envolve o cuidado com as plantas; dependendo do tipo, com o sol e a chuva elas devem crescer. Os outros materiais não ficam expostos diretamente à ação do clima e são produzidos para ter uma durabilidade maior. Independentemente de qualquer aspecto, o telhado verde deve ter fácil acesso.

6. CUSTO TELHADO VERDE *VERSUS* TELHADO TRADICIONAL

O preço de um telhado verde, assim como de um telhado convencional, é estimado em metro quadrado. O sistema varia de cem reais a cento e cinquenta por metro quadrado. Em comparação feita com o preço estimado de telhados tradicionais usados em Manaus por meio do sistema SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) Amazonas, observou-se que o custo de implantação inicial de um sistema tradicional chega a ser duas vezes menor, e a maior vantagem surge quando consideramos o ciclo de vida completo da estratégia, pois sua duração é em média o dobro do tempo das opções tradicionais. Dificilmente uma solução comum irá durar 20 anos sem manutenção estrutural. O telhado verde também protege a laje concentrando as diferenças de temperaturas e de insolação, o que em Manaus é recorrente.

Olhando por outros parâmetros, Manaus, por ser uma cidade com o clima quente, cuja temperatura em média é de 30° C, a população busca cada vez mais métodos de se proteger contra esse clima e conseqüentemente encontra o sistema mais tradicional, o uso de ar condicionado, que só tem aumentado; e com este também se aumenta o consumo de energia elétrica. Como alternativa sustentável, temos um melhor controle térmico da edificação conseguindo reduzir a temperatura absorvida pelos telhados tradicionais. Com isso, há uma redução no uso da energia.

7. DIMINUIÇÃO DA TEMPERATURA E DAS ILHAS DE CALOR

A utilização do telhado verde diminui a poluição pois as vegetações são ótimas captadoras de CO₂. Essa característica reduz a presença de agentes poluidores nocivos à saúde, que causam doenças respiratórias.

A partir do momento em que uma região definida é mais quente as demais regiões das suas proximidades, denomina-se ilhas de calor. Este fenômeno ocorre quando áreas de vegetação são encobertas por vegetação, asfalto etc. modelo verde consegue minimizar ou eliminar as ilhas de calor.

Segundo um estudo realizado na Universidade de São Paulo (USP), no qual é comprado dois prédios da capital paulista, um com área verde e outro com laje de concreto, o geógrafo Humberto Catuzzo constatou que a temperatura no topo do edifício com sistema verde ficou até 5,3° C mais baixa. Como também aumentou em 15,7% a umidade relativa do ar (CICLOVIVO, 2015).

A vegetação deste tipo de telhado armazena água, o que aumenta a umidade e por sua vez reduz a temperatura ao redor. E as plantas retêm a radiação solar, diminuindo a propagação do calor (BIANCHINE E HANAGE, 2015).

8. COMPARANDO A CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA POR MEIO DO GREEN ROOF

Considerando todos os dados de entrada lançados no Green Roof referentes à cidade de Manaus, levando em conta um telhado de uma casa popular, com as dimensões de 5m x 6m, torna-se possível notar as diferenças nos volumes de água que são retidos em diferentes estruturas de telhados que apresentam ou não camadas de substrato. Somente a estrutura de um telhado verde sem vegetação não apresentou valores significativos em relação à retenção de água, no entanto, ao adicionar a camada de vegetação, o valor aumenta comprovando a sua viabilidade na diminuição do escoamento superficial.

Tabela 1 - Valores medidos de retenção de água

Estrutura	Sem vegetacao (L/m²)	Com vegetcao(L/m²)
Telhado verde	0,1	2,5
Telhado de cascalho	0,1	1
Telha	0,15	0,1
Asfalto reto	0,5	0
Asfato inclinado	0,2	1

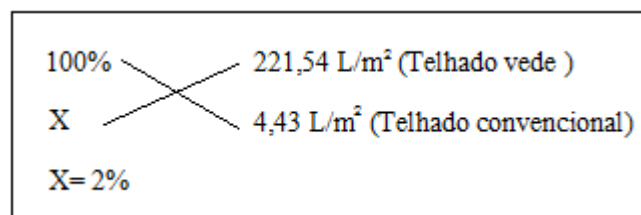
*Esses dados são por centímetros de profundidade da camada de vegetação

Fonte:Green Roofs (2007).

Por meio dos dados obtidos na tabela e analisando uma instalação hipotética de um telhado verde que possui profundidade da camada de solo de 3 centímetros, é possível calcular a capacidade de retenção de água do telhado, cujas dimensões já foram apresentadas, obtendo o valor de 221,59 litros. Porém esse volume não será infiltrado por completo, tendo em vista que ele será utilizado pelas plantas e microrganismos presentes no solo.

Comparando a capacidade de retenção de água de um telhado convencional (sem vegetação e com telhas), este irá reter apenas 4,43 litros. Fazendo uma relação entre o telhado verde apresentado e o telhado convencional, obtém-se:

Figura 2 - Relação da capacidade de retenção telhado verde x telhado convencional



Fonte: Autor (2019).

A comparação mostra que o telhado convencional retém apenas 2% da capacidade de retenção de um telhado verde, resultado também comprovado por Baldessar (2012), que

concluiu que o telhado verde realmente contribui, por meio dos mecanismos de evapotranspiração e armazenamento, para a redução de água de chuva direcionada e escoada pelos telhados verdes na rede de drenagem das cidades. Nesse estudo foi comparada a água escoada entre três sistemas de coberturas: laje impermeabilizada, telha cerâmica e telhado verde. Com isso, Baldessar (2012) concluiu que, com o uso dos telhados verdes, pode-se observar uma redução de 70% da água que seria escoada para as geleiras de água pluvial.

10. DESVANTAGENS DO TELHADO VERDE

Caso o processo de instalação do telhado não for executado corretamente ou utilizado os materiais adequados ao uso, pode sujeitar a residência a vazamentos, proporcionando um grande incômodo aos moradores e se persistir pode causar o surgimento de patologias na estrutura do telhado, seja a mesma de laje, estrutura metálica, madeira entre outras. Podemos citar como exemplo de principais patologias geradas: a corrosão da armadura metálica, decorrentes as infiltrações; Problemas na pintura da residência, bolhas, manchas e tintas descascadas; fissuras ou trincas nas estruturas; Mofo nas paredes; descolamento do piso e azulejos etc. Existe uma grande carência de profissionais tanto para elaboração do projeto quanto para a execução. Demanda mais tempo em sua execução em relação a um modelo tradicional. Após sua instalação é preciso um cuidado redobrado em relação ao vento e ao fogo, tendo em vista que a vegetação tem facilidade em propagar chamas. O investimento financeiro inicial maior. Facilidade no surgimento de pragas caso não tenha um controle.

11. METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida a partir da percepção da necessidade de projetos de telhados verdes em Manaus, tendo em vista os benefícios agregados e a falta de referências desse modelo de construção na cidade.

Os procedimentos metodológicos da pesquisa partiram da análise dos fundamentos de instalação de um telhado verde para uma residência, feito através de consulta a livros, artigos e sites que tratam sobre o assunto. Quanto aos métodos de cálculos para o comparativo de valor foi consultado o sistema SINAP, e em relação a capacidade de retenção de água de um telhado verde na região foi utilizado o software Green Rolfs.

12. RESULTADOS E DISCURSÃO

Ainda temos uma carência de encontrar profissionais, ferramentas e matérias-primas para a execução de um projeto de telhado verde, desde sua proposta até sua execução. Tendo em vista a necessidade de comparação de telhados verdes com telhados convencionais para

incentivar a implantação do sistema sustentável em várias cidades do mundo, foi criado em 2006 o *software* Green Roof, desenvolvido pela Faculty of Bioscience Engineer na Bélgica.

O *software* pesa o balanço hídrico de dois telhados um em relação ao outro (telhado 1 *versus* telhado 2). A quantidade de água retida nos telhados é evacuada. Como escoamento dos telhados é calculado por períodos, o usuário especifica esse valor na simulação. A água da chuva retida no telhado pode ser removida por evapotranspiração quando as condições climáticas são favoráveis.

A entrada consiste em arquivos contendo dados climáticos diários para a localização e as características do telhado estudado. Telhados de cascalho, telhas e ardósias, telhados de betume e extensão de telhados verdes com vários tipos de vegetação e grau de cobertura vegetal podem ser selecionados ou criados e salvos no banco de dados para uso posterior. Os telhados são caracterizados por sua área de superfície, posição, orientação e inclinação; e, para telhados verdes, pelo tipo e extensão da cobertura vegetal, profundidade da camada de substrato e presença de uma camada de drenagem (reservatórios). Os dados climáticos consistem na precipitação diária observada em uma estação meteorológica representativa e na evapotranspiração de referência da grama (ET_o). A evapotranspiração de referência da grama caracteriza a demanda evaporativa da atmosfera pela localização e é derivada de dados meteorológicos.

O modelo Green Roof é um *software* de domínio público e, portanto, encontra-se disponível gratuitamente em formato de *download* nos arquivos compactados de 32 bits ou 64 bits. É de fácil instalação e possui um modelo de manual disponível para o usuário, e sua utilização não precisa de nenhum conhecimento específico de computação.

CONCLUSÃO

A implementação de telhados verdes na cidade de Manaus apresentou como vantagens: menor custo em longo prazo, aumento de densidade de áreas verdes, e auxílio na plantação e conservação de diversas espécies, inclusive nativas. É uma solução viável, pois seu custo não é muito alto e sua durabilidade em longo prazo auxilia no processo de retorno das águas da chuva para o sistema de drenagem urbana, também pode ser feito o tratamento dessa água com algumas técnicas como plantas aquáticas, devolvendo assim o espaço verde à cidade de Manaus.

Por meio da utilização dos dados obtidos no *software* Green Roofs, foi possível determinar parâmetros comparativos com uma área de telhado relacionado a uma casa popular

que possui o sistema verde, o qual tem a capacidade de reter 221,59 litros, enquanto o telhado convencional, nas mesmas dimensões, apresentou a retenção de 4,43 litros.

Entretanto, há uma escassez de profissionais capacitados. Logo, conclui-se que ainda é necessário um profissional qualificado para realizar essa instalação de telhado em Manaus e lojas para vender os materiais necessários, além de mais estudos sobre outras viabilidades de instalação de telhados verdes em Manaus.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Sidney Rocha de. As Funções dos Telhados Verdes no Meio Urbano, na Gestão e no Planejamento de Recursos Hídricos. Rio de Janeiro, 2017.

BALDESSAR, silvia M.N. Telhado verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Construção Civil) Universidade Federal do Parana, Curitiba, 2012.

CASTRO, A. S. Uso de telhados verdes no controle quantitativo do escoamento superficial urbano. Revista Atitude. Ano IV, Número 7, p 75-81.

GREENROOFS. Environmental Protection Agency. Disponível em: <www.epa.gov/hiri/strategies/greenroofs.html>. Acesso em: Out. 2019.

NETO, Pedro de Souza Garrido. Telhados verdes associados ao sistema de aproveitamento de água de chuva. Rio de Janeiro, 2012. ANTUNES, J. A sustentabilidade na construção civil. (2015). Disponível em: <[http: /](http://)>. Acesso em: Set. 2019

SILVA, Neusiane da Costa. Telhado verde: sistema construtivo de maior eficiência e menor impacto ambiental. Minas Gerais, 2013.

SOLANO, Rosana B. Picoral. A importância da Arquitetura Sustentável na redução do impacto ambiental. Rio Grande do Sul, 2013.

SOSMAS. SOS Mata Atlântica. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/artigo/como-areas-verdes-nas-cidades-geram-beneficios-para-saude/>. Acesso em: Set. 2019.

TORRES, Isaac Guilherme Espinosa. Transporte Público Urbano. 2. ed. São Carlos: Rima, 2014.

TUA CASA. Telhado verde: conheça 60 projetos e veja como funciona esta cobertura. Disponível em: <<https://www.tuacasa.com.br/telhado-verde/>>. Acesso em: Out. 2019.