



Estudo da viabilidade da implementação de telhado verde na Serra Gaúcha

Larissa Fernanda Finazzi da Costa¹, Juçara Bordin², Daiana Maffessoni³.

¹Universidade Estadual do Rio Grande do Sul / larissafinazzi@hotmail.com

²Universidade Estadual do Rio Grande do Sul / jucara-bordin@uergs.edu.br

³Universidade Estadual do Rio Grande do Sul / daiana-maffessoni@uergs.edu.br

Resumo

Os telhados verdes são estruturas que surgem como uma alternativa de cobertura capaz de proporcionar várias vantagens sobre as coberturas convencionais. Dentre as principais podemos citar: controle do escoamento superficial; melhorias no visual paisagístico e no conforto térmico. Os custos da implementação do telhado verde, são outro atrativo uma vez que são menores quando comparado com os telhados convencionais. Objetivou-se estudar a viabilidade da utilização de coberturas verdes na Serra Gaúcha, que possui clima frio e úmido. Definiu-se o local de implementação, a vegetação que mais se adapta a este e a infraestrutura necessária para implantação do telhado. O protótipo foi montado em uma placa de madeira com a inclinação de três graus, a fim de garantir que a água seja escoada, sob a madeira foram colocadas as camadas de geomembrana de PEAD, geotêxtil, argila expandida e a camada de vegetação composta pelas suculentas das espécies *Sedum carnicolor* L. e *Echeveria prolifica* Moran & J.Meyran em conjunto com musgos das espécies *Atrichum androgynum* (Müll. Hal.) A. Jaeger, *Polytrichum juniperinum* (Hedw) e *Rhynchostegium serrulatum* (Hedw.) A. Jaeger. Dentre as espécies de musgos a que melhor se adaptou foi *Atrichum androgynum* (Müll. Hal.) A. Jaeger; enquanto que ambas as espécies de suculentas utilizadas se adaptaram. O custo econômico do telhado verde foi 53% menor quando comparado ao um telhado convencional. Dessa forma, os telhados verdes podem ser uma alternativa para implantação na Serra Gaúcha.

Palavras-chave: Telhado verde. Escoamento. Viabilidade.

Área Temática: Tecnologias Ambientais.

Abstract

*Green roofs are structures that emerge as a cover alternative capable of providing various advantages over conventional roofs. Among the main ones can be mention: control of the surface runoff; improvements in landscape and thermal comfort. The costs of implementing the green roof are another draw as they are smaller when compared to conventional roofs. The objective was to study the technical, economic and environmental feasibility of using green roofs in Serra Gaúcha, which has a cold and humid climate. It was defined the place of implementation, the vegetation that best adapts to it and the infrastructure necessary for the implementation of the roof. The prototype was assembled from a wooden plate with a slope of three degrees, in order to guarantee that water is drained, under the wood were placed the geomembrane layers of HDPE, geotextile, expanded clay and the layer of vegetation composed by the (Hedw) and *Rhynchostegium serrulatum* (Hedw.) A. Jaeger. After the implementation of the prototype, we will study the parameters of the species *Atrichum androgynum* (Müll. Hal) technicians and verified the economic and environmental feasibility, hoping to demonstrate that green roofs are an alternative in the Serra Gaúcha and what benefits this can add the region with its implementation.*

Key words: Green roof. Flow. Viability

Theme área: Environmental technology.



6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

1 Introdução

A urbanização que ocorre com o crescimento das cidades tem como um dos resultados uma diminuição na cobertura vegetal quanto à impermeabilização do solo. Tais fatores trazem como consequências as modificações do ciclo hidrológico, uma vez que ocorre alterações nas quantidades de água envolvidas nos processos constituintes do ciclo hidrológico e aumenta o escoamento superficial que, posteriormente, ocasiona o aumento da temperatura nas áreas urbanas já que o concreto apresenta alta eficiência na absorção da energia solar e consequentemente libera essa energia na forma de calor, esse fenômeno é conhecido como ilha de calor. A ausência de cobertura vegetal contribui para intensificar esse fenômeno uma vez que a falta de vegetação diminui a evapotranspiração e consequentemente contribui para a diminuição do calor (NIACHOU, 2001).

Uma das tentativas de minimizar os impactos é através da redução dos efeitos causados pela construção civil buscando medidas que equilibrem o convívio entre seres humanos e natureza (SAVI, 2012). Com isso, uma das soluções para esse problema é a utilização de vegetação rasteira cobrindo a densidade de concreto presente nas áreas urbanas, sendo essa cobertura chamada de telhado verde.

Os telhados verdes são estruturas que se caracterizam pela aplicação de cobertura vegetal nas edificações. Consistem basicamente em uma camada da vegetação, uma camada de substrato (onde a água é retida e a vegetação é escorada) e uma camada de drenagem responsável pela retirada da água adicional (CASTRO, 2010). Os telhados verdes são estruturas que surgem como uma alternativa de cobertura capaz de proporcionar várias vantagens sobre as coberturas convencionais. Dentre as principais podemos citar: controle do escoamento superficial; melhoria nas condições de conforto ambiental das edificações e visual paisagístico; proteção do telhado contra a luz do solar e grandes flutuações de temperatura, melhorando assim a vida útil do telhado. Outros atrativos que chamam atenção são a questão econômica para construção de um telhado verde, onde se equipara ao custo de uma construção com laje e telhas cerâmicas (CUNHA E MEDIONDO, 2004) e também quando acrescida de outras ferramentas ecoeficientes, como reservatórios de acumulação ou detenção, para utilização da água pluvial para fins não potáveis.

2 Metodologia

2.1 Instalação do protótipo

O protótipo do telhado verde foi instalado na unidade da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, localizada na Rua Benjamin Constant, no centro de Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul.

O mesmo foi projetado sob uma placa de madeira contendo 1,22 m x 0,72 m, considerando uma inclinação de três graus em relação a superfície. Sobre a placa de madeira foi adicionada geomembrana de PEAD, manta geotêxtil, argila expandida, substrato e vegetação.

2.2 Definição das espécies utilizadas

A escolha da vegetação foi feita a partir de espécies que possuissem alguns requisitos, tais como: não necessitar de agentes polinizadores para sua reprodução, caso contrário, atrairia insetos e aves; não ser de grande porte, uma vez que, além de poder prejudicar a infraestrutura da edificação, traria também a necessidade de manutenção como, por exemplo, poda, adubação e controle da irrigação e; espécies que se desenvolvessem bem na região. As espécies de suculentas utilizadas foram *Sedum carnicolor* L. e



6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

Echeveria prolifica Moran & J.Meyran, que são espécies exóticas na região da Serra Gaúcha mas que apresentam um ótimo desenvolvimento na região. As espécies de musgos utilizadas foram *Atrichum androgynum* (Müll. Hal.) A. Jaeger, *Polytrichum juniperinum* Hedw. e *Rhynchostegium serrulatum* (Hedw.) A. Jaeger; sendo que essas são espécies nativas da região.

As mudas foram colocadas e foi acompanhado o seu crescimento sem haver qualquer interferência, ou seja, mudança de local, colocação de mais nutriente no solo, poda ou algo que pudesse melhorar o desenvolvimento da espécie.

2.3 Estudo da viabilidade de implementação na Serra Gaúcha

Para comprovação da viabilidade da utilização de telhados verdes na Serra Gaúcha, se faz necessário avaliar alguns parâmetros. Foram avaliados os parâmetros: quantidade de insolação mínima necessária para o desenvolvimento da vegetação, escoamento superficial, adaptação das espécies e o custo benefício quando comparado a um telhado convencional.

O parâmetro insolação foi analisado a partir da quantidade de horas que as plantas receberam luz solar e se esse número de horas permitiu o desenvolvimento das espécies.

O escoamento foi analisado a partir da utilização de um software *Green Roof*, desenvolvido pela Faculty of Biosciene Engineering na Belgica em 2006, no qual o usuário coloca as informações como tamanho, tipo de vegetação, tamanho da camada de substrato, se há a presença de camada para retenção de água e também drenagem e partir desse, é possível fazer o cálculo do escomento, durante o desenvolvimento dessas funções o software permite a comparação entre os telhados.

Para a realização de estudo de viabilidade econômica foi feita a comparação dos custos de implantação de um telhado convencional (de telhas), com relação a um telhado verde, na cidade de Bento Gonçalves.

3 Resultados e Discussão

3.1 Instalação do protótipo

O protótipo foi instalado na unidade da Uergs, em Bento Gonçalves, os passos de implantação estão apresentados na Figura 1: a) geomembrana; b) geotêxtil; c) argila e d) substrato e vegetação. A estrutura desenvolvida não precisou de nenhum reparo, de forma a demonstrar que o mesmo foi estruturado de forma correta.

Figura 1 – Fases de implantação do telhado verde: a) geomembrana; b) geotêxtil; c) argila e d) substrato e vegetação

a



b





6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

c



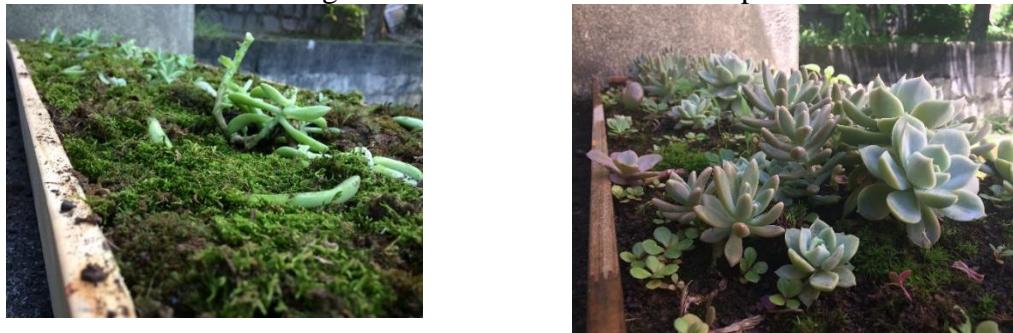
d



3.2 Estudo da viabilidade de implementação na Serra Gaúcha

O parâmetro insolação foi analisado durante os meses de agosto, setembro, outubro e novembro de 2017. Os valores médio de horas de sol diárias nesses quatro meses foram de três horas e meia, sendo suficientes para que as espécies se desenvolvessem, como mostrado na Figura 2.

Figura 2 - Desenvolvimento das espécies



Quanto a adaptação das espécies, isso não ocorreu completamente, uma vez que a espécie de musgo, *Polytrichum juniperinum*, não se desenvolveu, embora o clima da serra Gaúcha seja úmido, essa espécie necessita de mais umidade. As demais espécies de suculentas e musgos se desenvolveram, sendo que a que melhor se adaptou foi *Atrichum androgynum* (Müll. Hal.) A. Jaeger., o que pode demonstrar a vantagem do telhado na conservação das espécies nativas e também o aumento da densidade de áreas verdes urbanas, como é demonstrado na Figura 3.

Figura 3 - Cobertura atual do telhado verde



Na análise de custos da implementação do telhado verde, foram analisados os custos de materiais utilizados em telhados convencionais e no protótipo, os cálculos



6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

foram comparados pela unidade de área em m². Para o orçamento do telhado convencional foi feito a partir dos seguintes materiais: telhas de cerâmica de coloração alaranjada, as madeiras necessária, como caibros, ripas e pranchas e também foi analisado a mão de obra para a construção do mesmo. O orçamento para o telhado verde foi feito a partir dos gastos com a compra e instalação da geomembrana, geotêxtil, argila expandida, substrato e vegetação e mão de obra para fazer a inclinação do local a ser implementado. A Tabela 5, apresenta os resultados para a viabilidade econômica.

Tabela 5: Os custos da implementação de diferentes telhados.

Gastos	Custo do telhado convencional (R\$/m ²)	Custo do telhado verde (R\$/m ²)
Materiais	153,40	93,00
Instalação	214,00	80,00
TOTAL	367,4	173,00

Os custos da implementação de um telhado verde são de 53% menores do que o valor de um telhado convencional por metro quadrado. Resultado semelhante ao obtido por Savi (2012), que testou telhado verde com diversas estruturas que apresentaram o melhor custo entre todos os sistemas analisados, obtendo custo de 37% menor que o sistema de laje de concreto armado coberto com telha cerâmica, e peso três vezes menor.

Os dados de escoamento superficial fornecidos pelo software *Green Roof* estão apresentados na Tabela 6, onde é possível notar a diferença nos volumes de água que são retidos em diferentes estruturas de telhados que apresentam ou não camada de substrato. Somente a estrutura de um telhado de verde sem vegetação não apresenta valores significativos de retenção de água, porém ao adicionar a camada de vegetação o valor aumenta, comprovando que a viabilidade do mesmo na diminuição do escoamento superficial.

Tabela 6: Valores medidos de retenção de água

Estrutura	Sem vegetação (L/m ²)	Com vegetação (L/m ²)*
Asfalto reto	0,5	0,0
Asfalto inclinado	0,2	0,0
Telha	0,15	0,1
Telhado verde	0,1	2,5
Telhado de cascalho	0,1	1,0

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

A partir dos valores apresentados na Tabela 6 é possível calcular a capacidade de retenção de água do protótipo desenvolvido que foi de 6,57 litros, considerando as dimensões de 1,22m x 0,72m e profundidade da camada do solo de 3 centímetros do protótipo. Esse volume não será infiltrado totalmente, visto que, ele é utilizado pelas plantas e microrganismo que habitam esse solo.

Para comparar a capacidade de retenção de água em uma estrutura de um telhado convencional (com telhas e sem vegetação), e com as mesmas dimensões do protótipo, o mesmo iria reter 0,13 litros, tal comparação demonstra que o telhado convencional retém apenas 2 % da capacidade de retenção do protótipo verde usado.



6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

Resultado comprovado por estudo realizado por Baldessar (2012) que concluiu que o telhado verde realmente contribui, através dos mecanismos de evapotranspiração e armazenamento, para a redução de água de chuva direcionada e escoada pelos telhados verdes na rede drenagem das cidades. O estudo comparou a água escoada entre três sistemas de cobertura: laje impermeabilizada, telha cerâmica e telhado verde. Baldessar (2012) concluiu que com o uso dos telhados verdes se pode ter uma redução de 70% da água que seria escoada para as galerias de água pluvial.

5 Conclusão

A implementação de telhados verdes na Serra Gaúcha apresentou as seguintes vantagens: auxilia na conservação de espécies nativas, no aumento da densidade de áreas verdes urbanas e tem menor custo. A partir da utilização dos dados fornecidos pelo software *Green Roofs* foi possível determinar que a capacidade do protótipo para reter água é de 6,57 litros, enquanto que um telhado convencional, feito com telhas e nas mesmas dimensões, reteve cerca de 0,13 litros. Quanto aos custos da implementação esses foram 53% menores do que telhados convencionais. No entanto, ainda são necessários mais estudos sobre outras viabilidades que o telhado verde poderia trazer para a Serra Gaúcha, como o aumento da umidade nos ambientes internos durante o inverno.

6. Referências

ALMEIDA, Manco Antonio Milazzo de. Coberturas naturais e qualidade ambiental: uma contribuição em clima tropical úmido. 2008. 143f.. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

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 Paraná, 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, Janeiro a Junho de 2010.

GREEN Roofs: Water balance model. Version 3.1. Leuven, Bélgica: Microsoft Corporation, 2006.

NIACHOU, A. et. al. Analysis of green roof thermal properties and investigation of its energy performance. Energy and Buildings, v. 33, n. 7, p. 719-729, 2001.

SAVI, A. C. Telhados verdes: análise comparativa de custo com sistemas tradicionais de cobertura. Monografia apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Construções Sustentáveis da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR. Curitiba, 2012.