

Desenvolvimento de um sistema para captação e reutilização de águas pluviais através de telhados verdes

Alyne Carolina Cirne Ferreira¹, Cyro Albuquerque Neto²

^{1,3}Engenharia Mecânica, Centro universitário FEI

²Engenharia Civil, Centro universitário FEI

alyne_ccferreira@hotmail.com; cyroan@fei.edu.br

Resumo: O objetivo, é o projeto, construção e análise experimental da drenagem de telhados verdes em módulos de alvenarias de casas populares. Utilizando os dados pluviométricos da cidade de São Bernardo do Campo em conjunto com os dados de projeto obtendo a vazão capitada das águas pluviais. Baseando-se no Projeto Padrão – casas populares (Caixa Econômica Federal, 2006) [1], foi possível estimar se a vazão capitada seria suficiente para gerar a vazão de projeto necessária para a parte sanitária de uma casa popular.

1. Introdução

Os telhados verdes são opções de isolamento em edificações residenciais e comerciais, sua configuração básica contém uma camada impermeabilizada, um módulo de drenagem, uma camada de absorção, substrato (com a sua camada variando entre 3cm a 1m) e vegetação (intensiva ou extensiva), resultando na obtenção de zonas térmicas mais agradáveis, retenção de águas pluviais consequentemente redução da possibilidade de enchentes no entorno, melhoria na qualidade do ar local, e redução de ilhas de calor.

Está tecnologia necessita da impermeabilização da laje devido ao acúmulo de água além da avaliação da estrutura devido ao acréscimo de carga distribuída. Apesar deste recurso ser bastante empregado atualmente, existem ainda uma dificuldade de disseminação em comunidades mais desfavorecidas, por apresentar custo elevado devido à estrutura civil, impermeabilização e substrato.

É possível encontrar diversos estudos e aplicações deste tema com diferentes objetivos, como questões ambientais, retenção de águas pluviais, poluição do ar e análise térmica. O presente trabalho faz parte de um projeto de pesquisa que está sendo desenvolvido no Centro Universitário FEI. Pretende-se no projeto proposto estudar o efeito térmico e da drenagem de telhado verde aplicado em módulos que simulam uma construção popular.

2. Metodologia

O projeto contém oito módulos, estes possuem a mesma estrutura, e mesma espessura de substrato, diferenciando-se apenas a agricultura de subsistência dos telhados verdes.

A estrutura módulos organiza-se em oito fiadas, onde a primeira teria a mesmo papel de uma fundação, com blocos cerâmicos estruturais (furos verticais), em seguida, da segunda a sexta fiada, estas teriam o papel de paredes de alvenaria, compostas por blocos cerâmicos de vedação, ambos os blocos com dimensões de 14x19x29, e espessura do rejunte de 2,25 cm,

concluindo-se assim que da primeira à sexta fiada a área interna seria de 1,23 m². O telhado verde fiaria apoiado na sexta fiada, logo a sétima e oitava fiadas teriam a função de proteger o telhado verde, funcionando com uma platibanda de proteção, com blocos cerâmicos de vedação, mas com dimensão de 09x19x29, e espessura do rejunte de 3,5 cm, ficando com uma área interna de 1,46 m².

Ainda sendo acrescentados uma porta de acesso aos equipamentos eletrônicos, na vista Norte, com dimensões de 65x90 cm, projetada entre a segunda e sexta fiada, e também foi implantada duas janelas para circulação interna de ar, na vista Sul, localizadas na quarta e quinta fiadas.

O telhado verde foi projetado apoiado na sexta fiada, protegido pela platibanda, assim possuindo área interna de 1,46 m², para sua sustentação foram utilizadas ripas e sobre elas encontra-se as telhas onduladas de fibrocimento, está com dimensão de 2,44x1mm, 10x5mm, ambas suportando o sistema de telhado verde.

A inclinação adotada foi de 3%, para garantir a drenagem da água, logo a base foi dimensionada com ripas de bitolas (5x2,5; 5x2 e 5x1,50) cm. A camada de substrato é de 20 cm.

A drenagem localiza-se ao lado oeste, onde encontra-se a parte mais baixa do telhado verde, o tubo de PVC (bitola 1”) é encaixado na sétima fiada, encontra-se na altura do substrato, a altura de queda é de 1,10 m até o recipiente de 12 litros, a parte horizontal e vertical é aligada através de um cotovelo de 90° para tubos de PVC de bitola 1”.

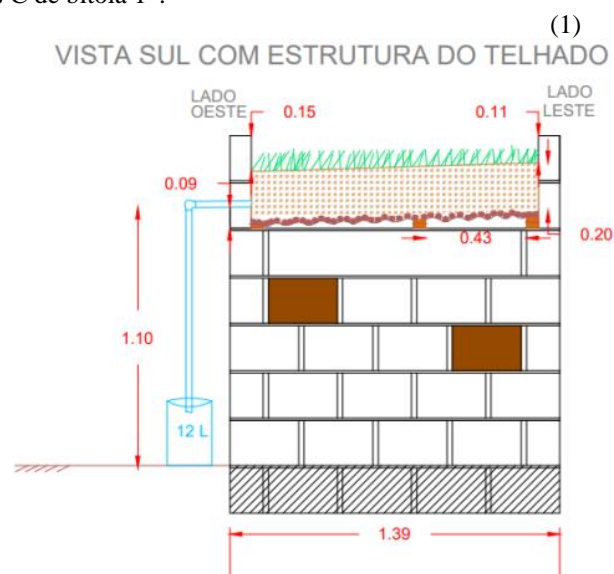


Figura 1 - Projeto estrutural telhado verde

Os materiais de construção foram escolhidos com o objetivo de simular casas populares, sendo utilizado tijolos baianos na alvenaria, telhas onduladas de fibrocimento na sustentação do telhado verde e tubo de PVC e cotovelo, são empregados em casas populares.

3. Resultados

O projeto inicial tinha como objetivo a obtenção de dados experimentais, porém o escopo foi alterado para uma análise teórica devido a paralisação ocorrida pela pandemia de covid-19.

A análise teórica teve como meta obter a vazão de água pluvial capitada através do telhado verde, onde está seria comparada nas devidas proporções, com a quantidade média de água não potável utilizada em uma casa popular padrão.

Através do software Plúvio 2.1- Chuvas intensas no Brasil, foi obtida a intensidade de pluviométrica para a cidade de São Bernardo do Campo no valor de $i = 129,18\text{mm/h}$. Seguindo como referência a NBR 10844 [2], no índice 5.3.1, é calculada pela fórmula:

$$Q = (i \times A) / 60$$

Considerando os dados de área interna $1,46\text{ m}^2$ e intensidade pluviométrica obtida acima, chegamos a uma vazão de projeto de $Q = 3,14\text{ L/min}$, está corresponde a vazão que precipita. Para ser descoberta a vazão que escoo sobre o telhado verde, ou seja, que vai para as calhas, é necessário saber o coeficiente de escoamento, quociente entre a água que escoo superficialmente pelo total de água precipitado. Este coeficiente pode ser encontrado em diversos autores, mas o utilizado neste relatório está conforme a LEED [3], assim para 20 cm de espessura de substrato temos o coeficiente de Runoff igual a 0,30. Neste relatório a vazão de projeto escoada foi obtida através de:

$$Q' = Q \times \text{coeficiente de Runoff}$$

A vazão de projeto escoada foi igual a $0,943\text{ L/min}$. Nesta etapa do relatório, todos os valores são de base teórica, assim também pode-se considerar que 70%, da vazão precipitada é absorvida pelo telhado verde, e será captada para utilização, desconsiderando a absorção das águas pluviais por parte da vegetação com finalidade de manutenção da mesma, assim temos:

$$Q_{\text{captada}} = Q \times 0,7$$

Assim temos vazão captada pelo telhado verde igual a $2,198\text{ L/min}$.

Seguindo para a unidade habitacional do Projeto Padrão – casas populares (Caixa Econômica Federal, 2006), a área construída é de $36,84\text{ m}^2$ e área útil é de $33,54\text{ m}^2$, contendo dois dormitórios. O volume diário necessário de água é obtido através da NBR 5626 [4], os cálculos são:

$$\text{População} = 2\text{habs} \times 2\text{ dorms} = 4\text{ habs}$$

$$\text{Vdiário} = 4\text{habs} \times 120\text{ ((L/dia) / pessoa)} = 480\text{ L/ dia}$$

$$\text{Reservatório} = \text{Vdiário} \times 2\text{ dias} = 960\text{ L}$$

Porém o projeto da unidade habitacional considerou, por variáveis não conhecidas neste relatório apenas um tanque de 500 L. O dimensionamento será simplificado por razões de ter necessidade de conhecer apenas as vazões de projeto dos aparelhos sanitários de fins não potáveis, neste caso é somente a caixa de descarga $0,15\text{ L/s}$ (tabela 5, NBR 5626).

Os dados da Tabela I, são oriundos do desenvolvimento do projeto, como podemos perceber houve uma simplificação, adotando 3% na inclinação do telhado convencional da unidade habitacional, quando na realidade sua inclinação era de $i = 40\%$.

Tabela I - Dados de comparação

	Módulo projetado	Unidade habitacional
Área (m ²)	1,46	34,69
inclinação	3,00%	3,00%
telha	fibrocimento	barro
Vazão capitada (L/min)	2,198	52,23
Vazão capitada (L/s)	0,037	0,870

Através de uma interpolação linear chegamos a vazão captada em L/s, podendo assim comparar com a vazão de projeto da caixa de descarga.

$$Q_{\text{captada}} > Q_{\text{caixadedescarga}} - (0,871\text{ L/s} > 0,150\text{ L/s})$$

Logo podemos concluir que a vazão capitada pelo telhado verde é suficiente para gerar a vazão de projeto necessária para a caixa de descarga.

4. Conclusões

O projeto teve com referência um estudo em contato com empresas para conhecimento de como os telhados verdes estão sendo utilizados atualmente, coletando informações sobre tecnologias modernas existentes com bom desempenho, assim como é possível a construção de um telhado verde de baixo custo.

Um estudo teórico foi elaborado para comparação da drenagem esperada nos módulos e em uma casa popular, constatando que a água drenada de um telhado verde seria capaz de abastecer água de fins não potáveis para uma casa popular.

5. Referências

- [1] Caixa Econômica Federal. Projeto Padrão – casas populares. 2006.
- [2] ABNT. NBR 10844 – Instalações Prediais de Águas Pluviais. 1989.
- [3] LEED. Existing buildings - Coeficiente de Runnof. 2009.
- [4] ABNT. NBR 5626 – Instalação predial de água fria. 1998.