

TELHADO VERDE: ALTERNATIVA PARA MELHORIA E CONFORTO NA QUALIDADE DE VIDA

RODRIGO SEIXAS PICOLI¹
ANDRÉIA ALVES BOTIN²

RESUMO: Este projeto tem como objetivo minimizar a quantidade de água pluviais em grandes centros urbanos podendo diminuir grande ilhas de calor e proporcionar uma melhoria na qualidade de vida. Utilizando um telhado verde com pouca espessura de substrato e uma vegetação de pequeno porte assim foi realizado o telhado ecológico.

PALAVRAS-CHAVE: Meio ambiente. Drenagem, Preservação.

GREEN ROOF: ALTERNATIVE FOR IMPROVEMENT AND COMFORT IN THE QUALITY OF LIFE

ABSTRACT: This project aims to minimize the amount of rainwater in large urban centers and can reduce large islands of heat and provide an improvement in the quality of life. Using a green roof with little substrate thickness and small vegetation, the ecological roof was created.

KEYWORDS: Environment. Drainage, Preservation.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um país de grande extensão territorial, e que nos últimos anos teve um significativo aumento populacional. Este aumento resulta na abertura de novas áreas para a construção de habitações e indústrias. Além disso, há um aumento significativo na ocupação irregular de encostas, áreas de preservação natural e outros, o que acarreta aumento da impermeabilização do solo e alteração do regime da água das bacias hidrográficas.

O método de execução da construção civil no país vem sofrendo alterações contínuas buscando sempre se adequar as necessidades do ser humano. Pelo fato da construção civil influenciar diretamente no avanço econômico e social do país, os impactos provocados por ela também ganharam significativa importância.

Tendo em vista os desafios que o setor da construção civil propõe, é possível reduzir e potencializar o consumo de materiais e energia, reduzir a quantidade de resíduos produzidos, além de contribuir para a preservação ou melhora do ambiente natural e/ou social. Com um pensamento mais atencioso e crítico é possível prever, reduzir, ou até acabar essencialmente com impactos gerados pelo mesmo. É de extrema importância que a engenharia procure por meios que possam diminuir os impactos e amenizar os efeitos decorrentes dele.

¹ Acadêmico de Graduação, Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Sinop – UNIFASIPE, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: rxxxxx@hotmail.com

² Professora Mestre em Agronomia, Curso de Engenharia Civil, UNIFASIPE Centro Universitário, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: andrea.botin@yahoo.com.br

A indústria da construção civil vem sendo motivo de contestações quanto à obrigação de se buscar o melhoramento sustentável por se mostrar como grande utilizadora de recursos naturais e responsável por gerar uma grande quantidade de resíduos (SOUZA et al., 2004).

Os impactos ambientais gerados pela indústria de construção civil abrangem diversos fatores como, por exemplo, o consumo desordenado de energia e de recursos, produção e disposição de entulhos de forma inadequada, extração de matérias primas, etc. Analisando de forma detalhada o ambiente antes da realização de um projeto, é possível determinar quais impactos ambientais podem ser amenizados ou até mesmo eliminados, além da possibilidade de reduzir danos futuros, prevenindo, assim, gastos desnecessários para a execução do projeto.

Os centros urbanos possuem extensas áreas cobertas por concreto e asfalto, dificultando a infiltração da água da chuva no solo. As chuvas em grandes proporções ocasionam um acúmulo muito grande de água e as galerias pluviais não conseguem absorver toda enxurrada e essas invadem residências, prédios públicos, túneis e comprometem o trânsito.

Esses são alguns dos problemas vividos nas cidades brasileiras e que podem ser realidade também em outros países, pois todas as cidades possuem problemas, porém, os acima citados fazem parte de grandes aglomerações, e dificilmente serão solucionados. As autoridades não conseguem monitorar todos os problemas devido o acelerado crescimento ocorrido no passado. (OSSAME, A. C. Bairros, 2015)

O atual estudo objetivou analisar, por meio do monitoramento da temperatura, a contribuição de um telhado verde com grama, como uma técnica de desenvolvimento urbano de baixo impacto, nas condições climáticas da cidade de Sinop-MT.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Todavia, sabe-se que o crescimento da população e, em consequência, a expansão urbana, são processos naturais sobre os quais não se têm completo controle. Entretanto, o planejamento é imprescindível para a garantia da qualidade de vida da população, sobretudo, no tocante aos recursos hídricos. Os impactos sobre as águas urbanas, em geral, ficam atrelados ao forte adensamento urbano, além das questões climáticas e às práticas inconsequentes da população, como: o despejo de esgoto, sem tratamento, nos rios; os depósitos de resíduos sólidos, que contaminam as águas superficiais e subterrâneas; a ocupação do solo urbano sem controle do impacto sobre o sistema hídrico; dentre outras. (TUCCI, 2008)

2.1 Telhado verde

Muitos ainda pensam que o telhado verde é um projeto meio distante para nossa realidade, algo que envolva um profissional de alto investimento e um modelo de arquitetura diferente. Mas não é bem dessa maneira que funciona. Com a construção do telhado verde, telhado ecológico, ecotelhado, cobertura vegetal, terraço jardim, é uma grande quantidade os nomes dados para esse modelo construtivo bastante utilizado pelos amantes da construção ecológica e possível captar diversos benefícios de uma construção verde, planejada para melhor aproveitamento do ciclo da natureza.

O telhado verde é sistema composto por diferentes camadas, instalados na superfície das edificações. Os telhados verdes são adquiridos por diferentes motivos: podem ser espaços utilizados pela população para admiração, diversão e lazer, trazendo assim uma melhora para saúde, além de melhorar a convivência social; podendo aumentar o valor das edificações, visto que apresentam um baixo teor de consumo energético por trazerem um

conforto térmico à residência; e ainda, fomentam diversos benefícios para o meio ambiente como um todo, quanto a retenção e captura de água da chuva, e consequentemente redução dos picos de cheia, aumento da diversidade de espécies, e contribuição para a redução das ilhas de calor nos centros urbanos (STATE GOVERNMENT OF VICTORIA, 2014).

Mesmo com os benefícios dos telhados verdes, ter sido bastante divulgados, deve-se destacar que ainda há certas dificuldades na sua implantação. Como ressaltado por Tassinari et al. (2013). pelo simples fato de ser um modelo de obra não muito convencional acaba-se deduzindo que seu custo é muito elevado e não param para pensar em seus benefícios.

Os elementos importantes da composição do telhado verde são a laje, camada impermeabilizante, isolante térmico e camada drenante, camada filtrante, solo e vegetação conforme explicado no quadro 1.

Quadro 1: Detalhamento sobre os elementos essenciais para a composição do telhado verde.

Laje	Elemento estrutural onde devem ser consideradas as cargas permanentes e as cargas acidentais, também pode ser utilizado um outro suporte estrutural.
Camada impermeabilizante	A função é proteger o elemento estrutural de infiltrações, pode ser utilizado materiais diferentes como betuminosos e sintéticos.
Camada filtrante	Evita que a água das chuvas e das regas arraste as partículas de solo do telhado verde, utiliza-se normalmente uma manta geotêxtil.
Camada de proteção	Protege a camada filtrante contra as raízes
Solo	substrato orgânico que deve possuir boa drenagem, de preferência um solo não argiloso que apresente uma boa composição mineral de nutrientes para o sucesso das plantas, a espessura varia de acordo com o tamanho das plantas, quanto maior for as plantas maior será a sua profundidade do solo.
Vegetação	Para a sua escolha é necessário o conhecimento do clima local, o tipo de substrato a ser utilizado, tipo de manutenção que será adotada no telhado verde, no caso de irrigações, o ideal é a escolha de plantas que não são exigentes a umidade, resistem bem ao estresse hídrico.

Fonte: Macêdo (2011).

2.2 Tipos de telhados

Os ecotelhados tem diferentes modelos de configurações e alteram principalmente quanto a sua profundidade do substrato e a carga que a estrutura pode suporta. Então assim esse sistema pode ser categorizado em três tipos: extensivos, intensivos e semiextensivos, tudo dependendo do objetivo do telhado verde e da vegetação que será utilizada na edificação.

Os sistemas extensivos são projetados basicamente para suportar plantas resistentes a condições climáticas extremas, ventos fortes, geada e seca. Apresentam pouca profundidade de solo entre 0,6 e 0,20 m, com peso alternando entre 60 e 150 kg.m⁻², adicionando assim uma pequena quantidade de peso à estrutura que o sustenta. Normalmente, a água é depositada no substrato, e a drenagem, ou camada de retenção, é suficiente para dar apoio a necessidade hídrica das plantas; entretanto, um sistema de irrigação deve ser empregado dependendo da vegetação, durante períodos prolongados de estiagem (TASSI et al., 2013; IGRA, 2015).

Os ecotelhados do tipo extensivo têm a característica de possuir baixa profundidade de substrato, e se utiliza plantas de pequeno porte pelo fato exigirem pouca manutenção devido ao seu demorado e baixo crescimento. Uma grande vantagem e que pode ser construído em quase todos os 7 tipos de telhados como telhas cerâmicas, de fibrocimento, coberturas de aço e lajes (JOBIM, 2013).

Levando em conta que os sistemas extensivos são mais leves, eles acabam se tornando um os mais adequados para grandes áreas e telhados com declividade de até 20°, acima disso se necessita da utilização de barreiras ou outras estruturas que deem apoio para que o substrato e a vegetação não deslizem. No entanto, apesar de ter seu custo relativamente

mais acessível do que os sistemas intensivos, deve-se destacar que caminhar sobre a vegetação não é recomendável por ser um sistema frágil e superficial. Sendo assim, esse tipo de telhado verde não pode ter como finalidade fins recreativos e de lazer (JOBIM, 2013; KOSAREO E RIES, 2007).

2.3 Capacidade Térmica

Segundo Wark e Wark (2003), o principal benefício dos telhados ecológicos é o isolamento térmico, pois com tantos níveis antes de atingir ao meio interno da edificação, a energia vai se dissipando, permitindo que o ambiente interno fique bem mais agradável que o externo, com uma mudança de temperatura que pode alcançar até 10°C. Aliás, as plantas, ao se nutrirem através da fotossíntese oriundo da radiação solar, impossibilita o acesso de raios UV, que são os principais responsáveis pelo câncer de pele.

Analisando o conjunto desses aspectos, os autores induzem que esse tipo de telhado influencia diretamente na economia de energia, além de levar em conta a eficiência energética, acústica e principalmente térmica. Esses aspectos levam a um atraso térmico de cerca de 4 horas em relação ao ambiente externo, possibilitando que o ambiente interno não sofra variações bruscas de temperatura, exigindo menos dos aparelhos de ar-condicionado, quando não torna o seu uso desnecessário. Esses aspectos proporcionam um local de trabalho e convivência ideal e sem a interferência de ruídos externos (WARK; WARK, 2003).

As indicações de conforto térmico são divididas em diferentes particularidades, em os índices biofísicos, fisiológicos e subjetivos (FROTA; SCHINFFER, 2007). Estes mesmos autores explicaram essas mesmas indicações da seguinte forma: as indicações biofísicos consiste na transferência de calor entre o corpo e o ambiente que são gerados pelo relacionamento dos elementos do conforto com a transferência de calor; as indicações fisiológicos são embasada nas reações fisiológicas proveniente de situações já determinadas de motivos tal como, a temperatura seca do ar, temperatura radiante média, umidade e velocidade do ar; e os indícios subjetivos, que como o próprio nome recomenda, se constituem nos efeitos particulares de conforto experimental, em acontecimentos em que há variação das condições dos elementos do conforto térmico (FROTA; SCHINFFER, 2007).

2.4 Retenção de água

A partir de um modelo de um telhado ecológico com o intuito de mensurar várias vazões de água lançadas sobre o mesmo reproduzindo a forças das chuvas conclui que, com a construção e a aplicação do protótipo, chegaria a uma conclusão satisfatórios e promissoras, onde se analisou a competência do sistema com retenção considerável de água (DI GIOVANNIE CRUZ, 2010).

VanWoert et al. (2005) executaram dois estudos com alguns tipos de telhados para mensurar os resultados na retenção da água de chuva. Já no primeiro estudo foram empregados três diferentes modelos telhados: um telhado convencional com pedregulho, um verde extensivo sem vegetação e um verde extensivo com vegetação. Em conformidade com os autores, a porcentagem média de acúmulo da água de chuva varia de 48,7% (pedregulho) a 82,8% (telhado vegetado). No segundo estudo foi examinado a interferência da inclinação do telhado (2% e 6,5%) e a interferência da profundidade média do telhado ecológico (2,5; 4 e 6 cm). Para todas as ocorrências da chuva, as plataformas com a declividade de 2% com uma espessura média de 4 cm obtiveram a maior acúmulo médio de 87%, sendo a dessemelhança das outras formas de tratamento mínima. Os autores declararam que a combinação de declividade e espessuras médias reduzidas minimiza a quantia total de escoamento superficial.

No Brasil, Santos et al. (2013) representaram o processo da água em dois telhados ecológicos com vegetações diferentes para distintas intensidades de precipitação na localidade de Pernambuco e analisaram uma diminuição no escoamento superficial entre 15% e 30% do

total precipitado. Baldessar (2012), em um acompanhamento de telhado ecológico na cidade de Curitiba, PR, notou-se uma diminuição no escoamento pluvial da ordem de 31%. Castro (2011) afirmou, em um estudo efetuado em Porto Alegre, que além da cobertura vegetal retardar o início do escoamento, o volume liberado 24 horas depois do início da chuva foi de apenas 13,5% do total precipitado. Isso quer dizer que dos 34,95 mm de chuva, 30,22 mm ficam retidos na vegetação do terraço.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterizações da área de instalação do projeto

O protótipo foi implantado em área aberta, livre de sombreamento e capaz de receber a precipitação natural durante os dias de chuva e intempéries naturais do ambiente.

O clima na cidade de Sinop-MT onde foi construído o protótipo é considerado um clima tropical, onde sua temperatura e umidade variam com o decorrer do dia como mostra a tabela 1. Os dados de temperatura da tabela 1 foram retirados da Estação meteorológica da Embrapa Agrossilvipastoril de Sinop-MT.

Tabela 1: Dados da temperatura da cidade de Sinop-MT

Ano	Mês	Dia	° C		° C	Umidade relativa média do ar
			Temperatura média do ar	Temperatura máxima do ar	Temperatura mínima do ar	
2020	Junho	15	25,2	33,9	17,0	62,0
2020	Junho	16	25,9	32,2	19,2	59,9
2020	Junho	17	24,3	32,3	17,5	65,1
2020	Junho	18	25,1	32,4	19,2	65,9
2020	Junho	19	25,1	32,9	19,3	63,8
2020	Junho	20	24,8	33,5	18,2	63,6
2020	Junho	21	25,9	33,8	19,5	59,7
2020	Junho	22	25,0	32,8	18,6	59,7
2020	Junho	23	23,4	31,8	15,8	58,6
2020	Junho	24	24,8	34,0	15,5	63,7
2020	Junho	25	25,5	34,1	16,9	66,0
2020	Junho	26	25,9	33,9	17,2	60,0
2020	Junho	27	25,3	34,3	16,2	58,3
2020	Junho	28	24,7	33,1	17,9	67,1
2020	Junho	29	25,1	34,0	16,4	60,3
2020	Junho	30	24,2	34,0	14,9	64,0

Fonte: EMBRAPA AGROSSILVIPASTORIL (2019).

3.2 Construção da unidade do projeto

O protótipo foi construído medindo 1,50 x 1,50 m (2,25 m²) com um telhado convencional, com telha de concreto e inclinação de 30% (Figura 1).

Figura 1: Estrutura do protótipo.



Fonte: Própria (2020).

A construção do telhado verde foi efetuada em camadas: de início foi feita a remoção do telhado convencional para a construção do forro de PVC para que o experimento seja o mais parecido possível com uma residência convencional.

Figura 2: Aplicação do forro de PVC



Fonte: Própria (2020)

Cada estrutura de telhado verde é constituída de uma camada impermeabilizante (lona), drenante (tecido de algodão) e filtrante (manta geotêxtil). Em seguida, tem-se o substrato e a vegetação escolhida, grama Esmeralda.

Após a colocação do telhado convencional foi aplicada a primeira camada de uma manta impermeabilizante comercial, o que é muito parecida com uma lona plástica resistente, camada esta responsável pela proteção da estrutura contra o crescimento das raízes da vegetação (Figura 3).

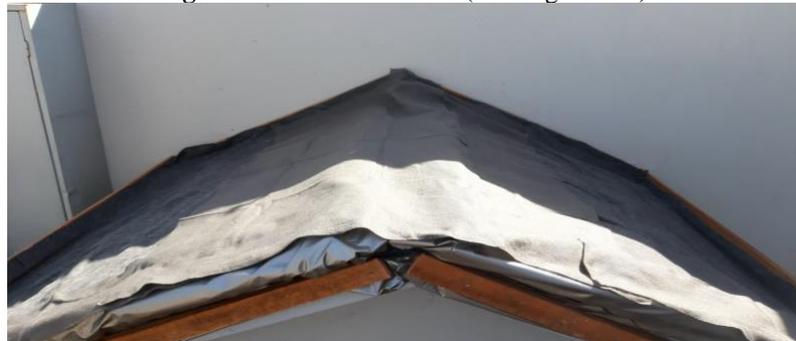
Figura 3: Camada Impermeabilizante, uma lona plástica comercial.



Fonte: Própria 2020.

A segunda camada constitui de uma manta geotêxtil comercial, de aproximadamente 1,5 mm de espessura, esta é a camada filtrante encarregada de conter as raízes permitindo a passagem de água (Figura 4).

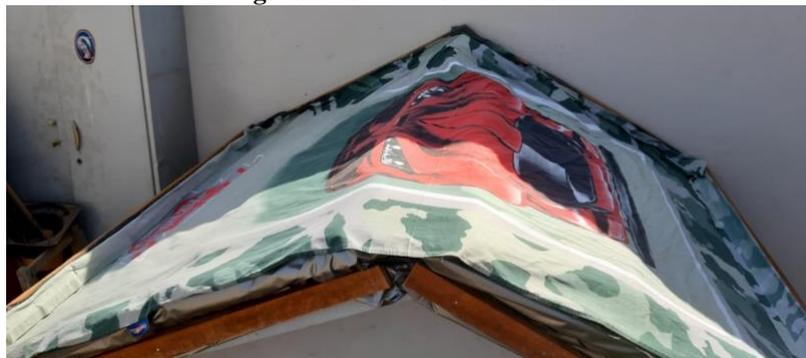
Figura 4: Camada Filtrante (mante geotêxtil).



Fonte: Própria (2020).

Para a terceira camada foi utilizada um tecido de algodão para fazer a proteção da manta geotêxtil contra as raízes e para ajudar na aderência do substrato (Figura 5).

Figura 5: Camada Substrato Solo



Fonte: Própria (2020).

Na quarta camada, foi colocado o substrato, utilizado com espessura de aproximadamente 80 mm, constituído por substrato orgânico comercial misturado com terra na proporção de 1:1, servindo de suporte para a fixação e manutenção da vegetação (Figura 6).

Figura 6: Camada Substrato Solo.



Fonte: Própria (2020).

Na quinta camada foi colocada a vegetação (grama Esmeralda), que atua captando uma parcela da chuva. Deve-se ainda analisar que uma parcela da água é perdida para a atmosfera por meio do processo de evapotranspiração (Figura 7).

Figura 7: Camada de vegetação (grama Esmeralda).



Fonte: Própria (2020).

As placas de grama foram posicionadas de forma que toda a superfície do substrato ficasse devidamente preenchida. A plantação ocorreu em período de chuva (10 de junho de 2020), então não foi preciso irrigá-la; caso contrário, seria necessário realizar a irrigação da mesma.

Para direcionamento da água captada foram instaladas calhas coletoras de cano PVC (Figura 8).

Figura 8: Calhas coletoras.



Fonte: Própria (2020).

O monitoramento da unidade do projeto se deu no período do dia 15 de junho de 2020, até o dia 30 de junho de 2020 consistindo na observação da necessidade ou não de irrigação no período de seca; assim como na verificação do volume de água drenada pelos telhados, nos dias de chuva.

Sugestão: colocar um esquema em formato de desenho das camadas, acredito que facilita a compreensão da quantidade e tipos de camadas.

3.3 Dados quantitativos da água drenada na unidade do projeto

O maior objetivo do monitoramento de um telhado verde é obter dados para avaliar e comparar a quantidade de água que precipitou e quantidade que drenou, desta forma, se torna possível indicar a eficiência do sistema como uma técnica compensatório para os problemas de drenagem que ocorrem em ambientes urbanos.

É possível caracterizar uma chuva a partir de suas grandezas: altura pluviométrica (P), duração (t) e a intensidade (i). A intensidade (i) pode ser calculada pela equação 1.

$$i = \frac{P}{t} \quad (1)$$

A intensidade da precipitação ocorrida apresenta variabilidade temporal, mas, para analisar os processos hidrológicos, geralmente trabalha-se com intervalos de tempo nos quais são considerados constantes.

A precipitação (P) ocorrida no intervalo de avaliação deste projeto foi retirada do site da Embrapa Agrossilvipastoril. Os dados da estação são obtidos através de um pluviômetro, aparelho totalizados que marca a altura da chuva total acumulada num dado período de tempo, geralmente um dia.

O armazenamento do volume água que atingiu a área de 2,25 m² da estrutura, permitiu calcular a altura da lâmina de água através da equação 2.

$$H = \left(\frac{V}{\frac{1000}{1,5}} \right) * 1000 \quad (2)$$

Onde:

H = altura da lâmina de água (mm);

V = Volume armazenado no reservatório do telhado verde (L).

Os volumes armazenados foram observados sempre as 12h e as 17h. Foi analisado, neste projeto, apenas os dados obtidos no reservatório do telhado verde.

O coeficiente de escoamento C avalia o volume de escoamento pluvial no telhado verde e da parcela de água armazenada. O coeficiente C foi calculado por meio da relação entre o volume de chuva escoado superficialmente (Vesc) e o volume total precipitado na área de captação do telhado (Vchuva), conforme apresentado na equação 3.

$$C = \frac{Vesc}{Vchuva} \quad (3)$$

O valor do coeficiente de escoamento (C) varia de 0 a 1, sendo que os valores mais baixos deste coeficiente indicam maior capacidade de retenção de água no telhado, tornando-se mais eficiente; e valores maiores apontam maior escoamento, sendo menos eficiente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Dados meteorológicos Embrapa Agrossilvipastoril

Com a tabela 2 é possível verificar que não ocorreu precipitação durante o período do experimento, a temperatura máxima chegou a 34,3° em 27 de junho.

Tabela 2: Dados de temperatura, umidade e precipitação da cidade de Sinop-MT

Ano	Mês	Dia	° C		° C	%	mm
			Temperatura média do ar	Temperatura máxima do ar			
2020	Junho	15	25,2	33,9	17,0	62,0	0,0
2020	Junho	16	25,9	32,2	19,2	59,9	0,0
2020	Junho	17	24,3	32,3	17,5	65,1	0,0
2020	Junho	18	25,1	32,4	19,2	65,9	0,0
2020	Junho	19	25,1	32,9	19,3	63,8	0,0
2020	Junho	20	24,8	33,5	18,2	63,6	0,0
2020	Junho	21	25,9	33,8	19,5	59,7	0,0
2020	Junho	22	25,0	32,8	18,6	59,7	0,0
2020	Junho	23	23,4	31,8	15,8	58,6	0,0
2020	Junho	24	24,8	34,0	15,5	63,7	0,0
2020	Junho	25	25,5	34,1	16,9	66,0	0,0
2020	Junho	26	25,9	33,9	17,2	60,0	0,0
2020	Junho	27	25,3	34,3	16,2	58,3	0,0
2020	Junho	28	24,7	33,1	17,9	67,1	0,0
2020	Junho	29	25,1	34,0	16,4	60,3	0,0
2020	Junho	30	24,2	34,0	14,9	64,0	0,0

Fonte: EMBRAPA AGROSSILVIPASTORIL (2019).

4.2 Volume captado e escoado no telhado verde

A coletas dos dados foram realizadas em dois períodos, sendo a primeira coleta as 12h00 e a segunda coleta as 17h:00. Por estar sendo realizado em um período de seca optou-se em utilizar 60 litros de água em cada coleta de dados como mostram as tabelas 3 e 4.

Tabela 3: Absorção de água em m³ por dia de experimento e dois horários do dia.

Dias/Hora	1	2	3	4	5	6	7	8
12h	20	18	19	20	18	21	20	18
17h	16	16	17	17	15	19	17	16

Dias/Hora	9	10	11	12	13	14	15
12h	19	18	16	17	16	14	15
17h	16	15	14	14	15	12	13

Fonte: Própria (2020)

Sugestão inverter linha e coluna: coloque os dias nas linhas e os horários na coluna

Dias/Horário	12h	17h
1	20	16
2	18	16
3		
4		

Tabela 4: Volume captado em m³ por dia de experimento e dois horários do dia.

Dias/Hora	1	2	3	4	5	6	7	8
12h	40	42	41	40	42	39	40	42
17h	44	44	43	43	45	41	43	44

Dias/Hora	9	10	11	12	13	14	15
12h	41	42	44	43	44	46	45

17h 44 45 46 46 45 48 47

Fonte: Própria (2020)

Em relação a absorção de água o telhado verde reteve em média 27,83% do volume de água durante o período de monitoramento, já o volume de água captado que pode ser reutilizado foi em média de 72,17%.

4.3 Coeficiente de escoamento (C)

A tabela 5 apresenta os dados do coeficiente de escoamento para a precipitação simulada no experimento.

Tabela 5: Coeficiente de escoamento calculado ao longo dos dias.

Dias/Hora	1	2	3	4	5	6	7	8
12h	0,67	0,70	0,68	0,67	0,70	0,65	0,67	0,70
17h	0,73	0,73	0,72	0,72	0,75	0,68	0,72	0,73

Dias/Hora	9	10	11	12	13	14	15
12h	0,68	0,70	0,73	0,72	0,73	0,77	0,75
17h	0,73	0,75	0,77	0,77	0,75	0,80	0,78

Fonte: Própria (2020)

Com as informações da tabela acima foi observado a porcentagem de água através do coeficiente de escoamento onde mostra que a maioria dos testes realizado teve mais de 70% de captação de água.

A tabela 6 apresenta os dados de volume captado e altura média da lâmina escoada para a precipitação simulada no experimento.

Tabela 6: Volume captado (m³) e altura média da lâmina (mm)

Dias/Hora	1	2	3	4	5	6	7	8
12h (m ³)	40	42	41	40	42	39	40	42
17h (m ³)	44	44	43	43	45	41	43	44
12h (mm)	26,67	28,00	27,33	26,67	28,00	26,00	26,67	28,00
17h (mm)	29,33	29,33	28,67	28,67	30,00	27,33	28,67	29,33

Dias/Hora	9	10	11	12	13	14	15
12h (m ³)	41	42	44	43	44	46	45
17h (m ³)	44	45	46	46	45	48	47
12h (mm)	27,33	28,00	29,33	28,67	29,33	30,67	30,00
17h (mm)	29,33	30,00	30,67	30,67	30,00	32,00	31,33

Como mostra os dados da tabela acima nota-se que existe uma variação na captação de água e altura média da lâmina e se da pela diferença de horário, pelo fato do horário de 12:00 ter um grau de temperatura mais elevado, fazendo assim com que o volume captado e altura da lâmina se torne menor que o horário da 17:00.

A eficiência de retenção de água pela vegetação e substrato do protótipo de telhado verde com uma espessura de 80 mm de substrato foi de 27,83%.

Comparando o protótipo realizado por Gonçalves (2018) nota se pouca diferença em relação ao estudo realizado onde seu projeto teve a eficiência de retenção de água pela vegetação e substrato de telhado verde de 10 cm (29% do volume retido) 15 cm de substrato

(34% do volume retido) e com 20 cm de substrato (30 % do volume retido).

5. CONCLUSÃO

Após o término do experimento foi possível concluir que a utilização do telhado verde é um método construtivo que traz inúmeras vantagens para o meio ambiente e acaba melhorando a qualidade de vida e o conforto de quem o utiliza.

Com os dados coletados no estudo é possível observar que cerca de 70% da precipitação pode ser coletada e 30% fica retido no substrato e na vegetação. A implantação desse método construtivo em grandes cidades pode trazer melhoria do ar, combater ilhas de calor em grandes centros, contribuir na retenção de águas pluviais e melhorar o isolamento térmico.

Além desses benefícios, a utilização do mesmo acaba trazendo uma melhoria na estética do imóvel fazendo com que o imóvel fique mais valorizado.

REFERÊNCIAS

BITAR, O.Y., FORNASARI FILHO, N. & VASCONCELOS, M.M.T. Considerações básicas para a abordagem do meio físico em estudos de impacto ambiental. In: BITAR, O.Y. (Coord.). **O meio físico em estudos de impacto ambiental**. *Publicação Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT)*, São Paulo, boletim 56, cap.03, p.09-13, 1990

Connelly, M.; Hodgson, M. Thermal and Acoustical Performance of Green Roofs – Sound transmission loss of green roofs. Anais do Sixth Annual Greening Rooftops for Sustainable Communities Conference, Awards and Trade Show, Baltimore, 2008.

COSTA, J.; COSTA, A.; POLETO, C. Telhado Verde: redução e retardo do escoamento superficial. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 14, n. 2, edição especial, 2012.

DI GIOVANNI, Rodrigo; CRUZ, Taison de Assis ds. **Telhado verde: Estudo de caso**. São Paulo, (2010).

DUNNET, N.; KINSBURY, N. **Planting green roofs and living walls**. Timber Press, Portland, 2008.

EMBRAPA AGROSSILVIPASTORIL. **Estação meteorológica**. Dados meteorológicos diários - estação Embrapa Agrossilvipastoril.xlsx. [Sinop], 2019. 1 Planilha eletrônica. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/documents/1354377/2455052/Dados+meteorol%C3%B3gicos+di%C3%A1rios/299f5248-c518-98d7-c2d9-d7f49a794154>. Acesso em:

Ecotelhado- **Soluções em Infraestrutura Verde LTDA – EPP**. Porto alegre, 2010. Disponível em: SITE. Acesso em: <https://ecotelhado.com/sistema/ecotelhado-telhado-verde> de nov 2019.

FORNASARI FILHO, N. & BITAR, O.Y. **O meio físico em estudos de impacto ambiental-EIAs**. In: BITAR, O.Y. (Coord.). Curso de geologia aplicada ao meio ambiente. São Paulo:

Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE) e Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), 1995. cap. 4.1, p.151-163.

LUNAIN, D.; ECOTIERE, D.; **Gauvreau, B. In-situ evaluation of the acoustic efficiency of a green wall in urban area.** In: *Internoise*, Hamburgo, 2016.

LEITE, C.A.G.; FORNASARI FILHO, N. & BITAR, O.Y. Estudos de Impacto Ambiental: algumas reflexões sobre metodologia para o caso da mineração. In: BITAR, O.Y. (Coord.). **O meio físico em estudos de impacto ambiental.** *Publicação Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT)*, São Paulo, boletim 56, cap.02, p.04-08, 1990.

MACHADO, P.A.L. **Direito ambiental brasileiro.** 5ª ed. São Paulo: Malheiros Editores, 1995. 696p.

MAB. **Estudo de Impacto Ambiental (EIA).** São Paulo, 2012. Disponível em: <https://www.mabnacional.org.br/glossario/estudo-impacto-ambiental> - 17 de maio de 2012.

OSSAME, A. C. Bairros da Zona Centro-Oeste são 'ilhas de calor' em Manaus. *A Crítica – Manaus*. Disponível em: <[Acrítica.uol](http://www.acritica.uol.com.br)>. Acesso em: 13 mar. 2015.

ROTH, C.; GARCIAS, C. Construção Civil e a Degradação Ambiental. **Desenvolvimento em Questão**, v. 7, n. 13, p. 111-128, 21 out. 2011.

RODRIGUES, A. C. **Aspectos dos Impactos Ambientais Causados Pela Construção Civil.** 2017. 48 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso Graduação em Engenharia Civil– Centro Universitário Anhanguera de Leme, Leme, 2017. Disponível em: <https://repositorio.pgsskroton.com.br/bitstream/123456789/15704/1/ANTONIO%20CARLOS%20RODRIGUES.pdf>

RODRIGUES, G. S (1998) **Avaliação de impactos ambientais em projetos de pesquisa: fundamentos, princípios e introdução a metodologia.** Jaguariúna, EMBRAPA-CNPMA. 66P. (DOCUMENTO 14)

Rowe, B. **Green roofs as a means of pollution abatement.** *Environmental Pollution*, n. 159, pp. 2100-2110, 2010.

SNODGRASS, E. C.; McIntyre, L. **The Green Roof Manual. A Professional Guide to Design, Installation, and Maintenance.** Timber Press, Inc, 2010.

SANTOS, P. T. da S. *et al.* Telhado verde: desempenho do sistema construtivo na redução do escoamento superficial. **Ambiente Construído**, v. 13, n. 1, p. 161-174, 2013.

Tassinari, L.C. da S., Basso, R.E., Perius, C. F., Silva, D. T. da, Persch, C. G., Tassi, R., Allasia, D. (2013). **Influência da pluviometria sobre a persistência das espécies *Gazania Rigens* e *Kalanchoe Blossfeldiana* como cobertura vegetal de um telhado verde.** XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. P. .

Unoesc & Ciência – ACSA, Joaçaba, v. 2, n. 2, p. 173-180, jul./dez. 2011. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/91fe/8f14f8375f56cf56506b5932af6c0470607d.pdf>

VANWOERT, N. *et al.* Green Roof Stormwater Retention: effects of roof surface, slope and media depth. **Journal of Environmental Quality**, v. 34, n. 3, 2005.

OSSAME, A. C. Bairros da Zona Centro-Oeste são 'ilhas de calor' em Manaus. *A Crítica* – Manaus. Disponível em: <[Acrítica.uol](#)>. Acesso em: 13 mar. 2015.