

Simulação da geração de escoamento em máximos absolutos de precipitação com uso de telhado verde

Simulation of flow generation at absolute maximum precipitation with the use of green roof

Simulación de generación de desagüe en máximos absolutos de precipitación con uso de tejado verde

Resumo

A abordagem tradicional dada ao sistema de drenagem se traduz em obras de grande porte, de custo elevado e que causam transtornos às comunidades, além de transferir essas vazões para pontos mais a jusantes, causando novos transtornos. Tal situação tem impulsionado novas iniciativas que visam conter e/ou atenuar a geração das enchentes no meio urbano, tais como uso de pavimentos permeáveis, construção de reservatórios de retenção chamados de “piscininhas” e utilização de telhados verdes. Diante do exposto, o presente trabalho simula a implantação de sistemas de telhados verdes contínuos de diferentes espessuras de substrato e capacidades de retenção na cobertura do Terminal Rodoviário Governador Luiz Garcia. Considerando os eventos máximos de precipitação registrados em Aracaju/SE, estimou-se o volume de água jogado no sistema de drenagem com uso do telhado convencional, e por fim, estimou-se o volume de água escoado considerando diferentes sistemas de telhado, bem como determinou-se a redução percentual conseguida em cada caso. Os resultados mostraram uma redução do volume de água jogado no sistema de drenagem, variando de 10% para o maior evento de precipitação e menor espessura de substrato, até 100% para sistemas de camada de substrato de maior espessura. Conclui-se que a redução do volume de água jogado na rede de drenagem depende de como a camada de substrato e o uso em larga escala de telhados verdes implicarão em uma redução da vazão máxima, bem como no aumento no seu tempo de ocorrência, o que é benéfico para drenagem urbana, além de reduzir o risco de ocorrência de enchentes ou atenuar seus efeitos frente aos eventos extremos.

Palavras-chave: Eventos máximos. Substrato. Redução do escoamento.

Abstract

The traditional approach given to the drainage system translates into large-scale, high-cost works that cause inconvenience to communities, in addition to transferring these flows to points further downstream, causing new inconveniences. This situation has driven new initiatives aimed at containing and/or mitigating the generation of floods in the urban environment, such as the use of permeable pavements, construction of retention reservoirs called small pools, and use of green roofs. Because of this, the present work simulates the implementation of continuous green roof systems of different substrate thicknesses and retention capacities in the roof of the Governador Luiz Garcia Bus Station. Considering the maximum precipitation events recorded in Aracaju/SE, the volume of water thrown in the drainage system using the conventional roof was estimated, and finally, the amount of the water drained considering different green roof systems was estimated, as well the percentage reduction achieved in each case was determined. The results showed a reduction in the volume of water thrown in the drainage system, ranging from 10% for the highest precipitation event and the lowest substrate thickness, up to 100% for substrate layer systems of greater thickness. It is concluded that the reduction of the amount of water thrown into the drainage system depends on how the substrate layer and the large-scale use of green roofs will imply a reduction of the maximum flow,

Carlos Gomes da Silva Júnior 
cgomes.aju@hotmail.com
Instituto Federal de Sergipe (IFS)

Dayana Kelly Araujo Santos 
dayanaaraujo-2018@hotmail.com
Instituto Federal de Sergipe (IFS)

Rayana Almeida de Novais 
rayananovais@outlook.com
Instituto Federal de Sergipe (IFS)

Zacarias Caetano Vieira 
zacariascaetano@gmail.com
Instituto Federal de Sergipe (IFS)

as well as the increase in its time of occurrence, which is beneficial for urban drainage, beyond reduces the risk of flooding or attenuates its effects in the face of extreme events.

Keywords: *Maximum events. Substrate. Flow reduction.*

Resumen

El tradicional enfoque dado al sistema de desagüe es traducido en obras de gran porte, de elevado coste y que causan molestias a las comunidades, además de transferir estos caudales para puntos más abajo, causando nuevas molestias. Tal situación está impulsando nuevas iniciativas que objetivan contener y/o disminuir la generación de inundaciones urbanas, tales como uso de pavimentos permeables, construcción de tanques de retención llamados "piscinitas" y utilización de tejados verdes. Ante lo dicho, este trabajo simula la implementación de sistemas de tejados verdes continuos de diferentes espesuras de substrato y capacidades de retención en la cobertura del Terminal Vial Gobernador Luiz Garcia. Considerando los eventos máximos de precipitación registrados en Aracaju/SE, se estimó el volumen de agua tirada en el sistema de desagüe con uso de tejado convencional, y por fin, se estimó el volumen de agua que salió considerando diferentes sistemas de tejado, como también fue determinada la reducción porcentual lograda en cada caso. Los resultados muestran una reducción del volumen de agua tirado en el sistema de desagüe, variando 10% para el mayor evento de precipitación y menos espesura de substrato, hasta 100% para sistemas de capa de substrato de mayor espesura. La conclusión es que la reducción del volumen de agua tirada en la red de desagüe depende de cómo la camada de substrato y el uso en gran escala de tejados verdes implicarán en reducción de caudal máximo, como también en el aumento del tiempo de suceso, lo que es benéfico para desagüe urbano, además de reducir el riesgo de suceso de inundaciones o atenuar sus efectos ante los eventos extremos.

Palabras-clave: *Eventos máximos. Substrato. Reducción del desagüe.*

1 Introdução

Conforme relata Mascarenhas *et al.* 2001, tradicionalmente o problema das enchentes urbanas é tratado procurando-se adequar rios e canais às novas vazões, canalizando e aumentando suas seções, bem como as seções das galerias tributárias, por vezes conflitando com a urbanização existente. Segundo esse mesmo autor, esta abordagem se traduz em obras de grande porte, de custo elevado e que causam transtornos às comunidades, além de transferir essas vazões para pontos mais a jusantes, causando novos transtornos. Corroborando com essas afirmações, Calil, Bernardi e Righes (2016) relatam que no Brasil ainda predominam as técnicas convencionais de drenagem, em que o escoamento é transferido para os pontos de jusante da bacia. Atualmente muitas iniciativas adotadas visam conter e/ou atenuar a geração das enchentes urbanas, tais como adoção de superfícies permeáveis, construção de reservatórios de retenção de águas pluviais e uso de telhados verdes, entre outros (VIEIRA; JUNIOR; RIBEIRO, 2015). Diante do exposto, o presente trabalho simula a implantação de sistemas de telhados verdes contínuos de diferentes espessuras de substrato e capacidades de retenção em cobertura de um terminal rodoviário, bem como estima o volume de água escoado em ambos os telhados e nos eventos máximos de precipitação registrados em Aracaju/SE, e finalmente, indicando a redução percentual conseguida em cada caso.

2 Metodologia

Para realização desse trabalho, primeiramente, procedeu-se uma revisão bibliográfica sobre telhado verde, em seguida foi escolhida uma linha comercial de telhados verdes contínuos, indicando, para cada sistema, a espessura da camada de substrato e sua capacidade de retenção, o tipo de vegetação indicada, o sobrepeso gerado na estrutura, bem como algumas recomendações do fabricante sobre sua execução. Adotaram-se os dados de precipitações máximas diárias registradas em cada mês em uma área de cobertura (laje) de um terminal rodoviário, sendo calculado, em seguida, o volume de chuva jogado no sistema de drenagem urbana, que pode ter sido com ou sem o uso dos sistemas escolhidos. Finalmente, foi apresentado o volume retido no substrato e a redução da vazão conseguida em cada caso.

2.1 Sistema de Telhado Verde

“Telhado verde” é uma técnica arquitetural que consiste em aplicar, em diversos tipos de edificações, solo e vegetação sobre estruturas de cobertura impermeáveis (KORZENIESKI, 2016 apud VIEIRA *et al.*, 2018). Pode ser classificado quanto a sua aplicação em: contínuo, **módulos** pré-elaborados e aéreos, como mostrado pela Figura 1. O contínuo tem o substrato aplicado diretamente sobre a base impermeabilizada e protegida por diversas camadas, que se alteram de acordo com a base e o clima local. Os módulos pré-moldados geralmente são bandejas rígidas com substratos e as plantas já crescidas para colocação direta na cobertura. Compreende-se, então, que telhado verde aéreo é aquele cuja vegetação fica separada da base ou telhado pelo uso de uma estrutura, como, por exemplo, telas metálicas (SANTOS *et al.*, 2017).

Figura 1 – Telhado verde contínuo (esquerda), pré-moldado (centro) e aéreo (direita)



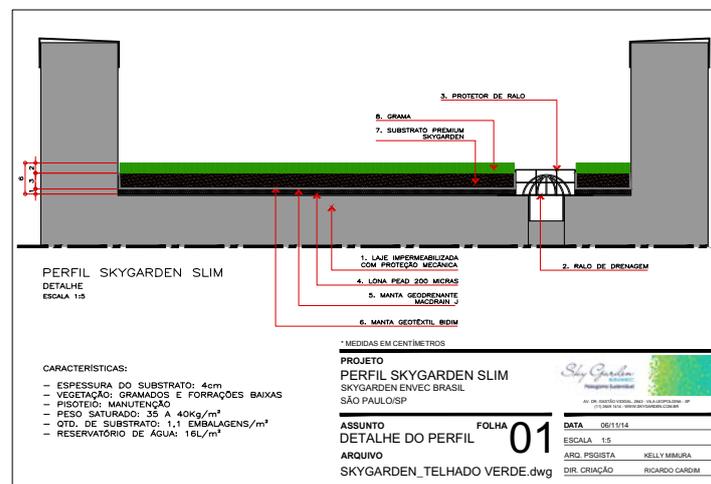
Fonte: Ecotelhado (2007); Bernardes (2007) apud Santos et al (2017).

Conforme relata Vieira *et al.* (2018), os telhados com módulos pré-elaborados, chamados de telhados verdes prontos, caracterizam-se por apresentarem um reservatório de captação de água de chuva cujo volume de retenção dependerá de cada sistema, com um escoamento de água para a rede de drenagem que só ocorre após o enchimento desses reservatórios. No tocante aos telhados verdes contínuos, quem reserva a água é o substrato, cuja capacidade de retenção dependerá de sua espessura. Ou seja, só teremos o escoamento da água quando a camada de substrato for saturada. Para realização da simulação proposta serão utilizados os sistemas da SkyGarden (2019), descritos abaixo:

2.1.1 Sistema SkyGarden Slim

Sistema composto por laje impermeabilizada, ralo de drenagem, protetor de ralo, lona de Polietileno de Alta Densidade (PEAD), manta geodrenante, manta geotêxtil, substrato (4 cm) e grama, não havendo restrições de espécies, sendo formada por gramado e forrações baixas, conforme apresentado pela Figura 2. Necessita de menos irrigação do que um jardim convencional, sendo desejável um sistema de irrigação automatizado, principalmente em climas com estiagens acentuadas. O peso saturado é de 35 a 40 kg/m³, e o reservatório de água é de 16 L/m³.

Figura 2 – Sistema SkyGarden Slim

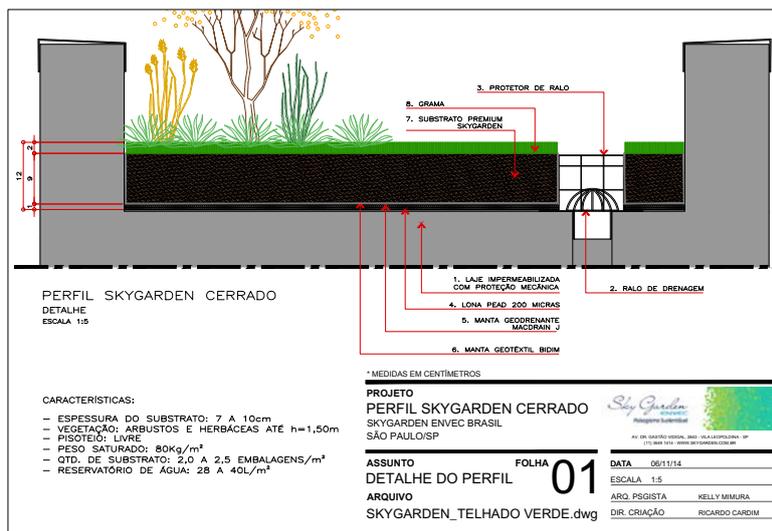


Fonte: SkyGarden (2019).

2.1.2 Sistema SkyGarden Cerrado

Sistema composto por laje impermeabilizada, ralo de drenagem, protetor de ralo, lona de Polietileno de Alta Densidade (PEAD), manta, principalmente em climas com estiagens acentuadas, conforme apresentado pela Figura 3. O peso saturado é de 80 kg/m³, com geodrenante e/ou manta geotêxtil, substrato (7 a 10 cm) e vegetação formada por arbustos e herbáceas (até 1,20 m). Necessita de menos irrigação do que um jardim convencional, sendo desejável um sistema de irrigação automatizado e de um reservatório de água de 28 a 40 L/m³.

Figura 3 – Sistema SkyGarden Cerrado

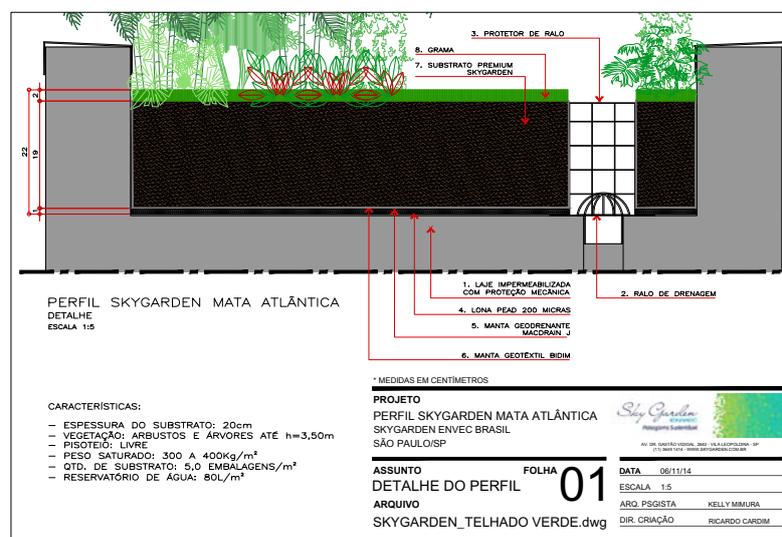


Fonte: SkyGarden (2019).

2.1.3 Sistema SkyGarden Mata Atlântica

Sistema composto por laje impermeabilizada, ralo de drenagem, protetor de ralo, lona de Polietileno de Alta Densidade (PEAD), manta geodrenante e/ou manta geotêxtil, substrato (20 cm) e vegetação arbórea, arbustiva e herbácea (até 1,80 m), conforme apresentado na Figura 4. Necessita de menos irrigação do que um jardim convencional, sendo desejável um sistema de irrigação automatizado, principalmente em climas com estiagens acentuadas. O peso saturado é de 200 kg/m³, e o reservatório de água é de 80 L/m³.

Figura 4 – Sistema SkyGarden Mata Atlântica

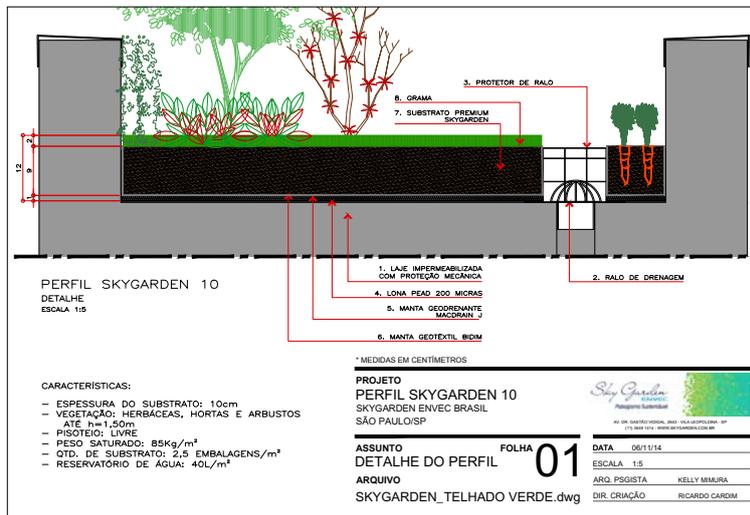


Fonte: SkyGarden (2019).

2.1.4 Sistema SkyGarden Ten

Sistema composto por laje impermeabilizada, ralo de drenagem, protetor de ralo, lona de Polietileno de Alta Densidade (PEAD), manta geodrenante e/ou manta geotêxtil, substrato (10 cm) e vegetação sem restrições (até 1,50 m), conforme apresentado pela Figura 5. Necessita de menos irrigação do que um jardim convencional, sendo desejável um sistema de irrigação automatizado, principalmente em climas com estiagens acentuadas. O peso saturado é de 85 kg/m³, e o reservatório de água é de 40 L/m³.

Figura 5 – Sistema SkyGarden Ten

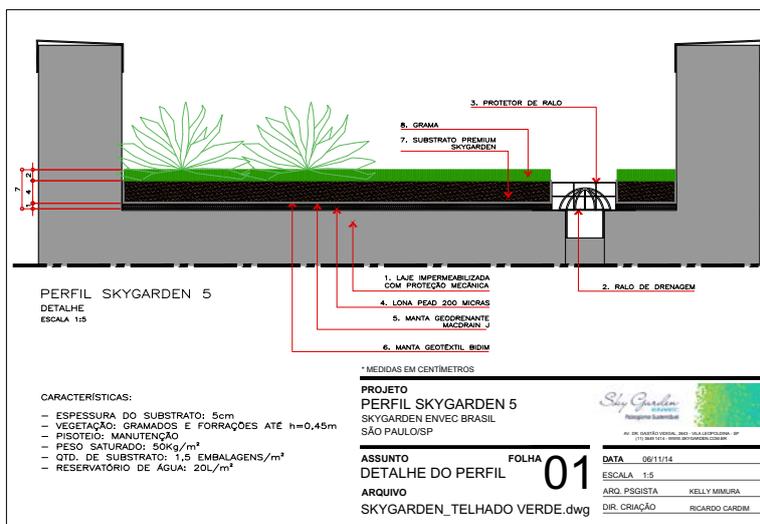


Fonte: SkyGarden (2019).

2.1.5 Sistema SkyGarden 5

Sistema composto por laje impermeabilizada, ralo de drenagem, protetor de ralo, lona de Polietileno de Alta Densidade (PEAD), manta geodrenante e/ou manta geotêxtil, substrato (5 cm) e vegetação que pode ter grama ou forrações (até 0,45 m), conforme apresentado pela Figura 6. Necessita de menos irrigação do que um jardim convencional, sendo desejável um sistema de irrigação automatizado, principalmente em climas com estiagens acentuadas. O peso saturado é de 50 kg/m³, e o reservatório de água é de 20 L/m³.

Figura 6 – Sistema SkyGarden 5

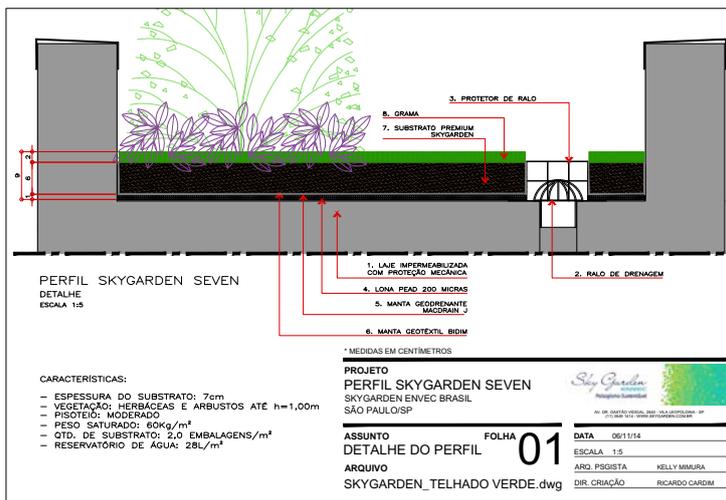


Fonte: SkyGarden (2019).

2.1.6 Sistema SkyGarden Seven

Sistema composto por laje impermeabilizada, ralo de drenagem, protetor de ralo, lona de Polietileno de Alta Densidade (PEAD), manta geodrenante e/ou manta geotêxtil, substrato (7 cm) não possui restrições para plantas herbáceas, forrações e arbustos (até 1,00 m), conforme apresentado pela Figura 7. Necessita de menos irrigação do que um jardim convencional, sendo desejável um sistema de irrigação automatizado, principalmente em climas com estiagens acentuadas. O peso saturado é de 60 kg/m³, e o reservatório de água é de 28 L/m³.

Figura 7 – Sistema SkyGarden Seven



Fonte: SkyGarden (2019).

2.2 Área de estudo

Nossa simulação foi realizada utilizando a cobertura do Terminal Rodoviário Governador Luiz Garcia, localizado na capital sergipana, e utilizando os sistemas de telhados verdes descritos no item 2.1. O estado de Sergipe (Figura 8) situa-se na Região Nordeste do Brasil, tendo como capital a cidade de Aracaju, a qual apresenta uma população de 571.149 habitantes, que apresenta 39% de toda a população do estado, caracterizando-se como uma área de intensa ação antrópica da cobertura do solo (IBGE, 2010 apud PEREIRA; ALBUQUERQUE; GABRIEL FILHO (2015). Conforme relata Pereira; Albuquerque; Gabriel Filho (2015) apud Vieira; Almeida; Albuquerque (2019), a capital sergipana caracteriza-se por possuir a drenagem urbana prejudicada pelo acúmulo de lixo na rede de microdrenagem, ocupação irregular do solo e ligações clandestinas de esgoto na rede de drenagem. Tais características impactam o funcionamento da drenagem, gerando diversos problemas, principalmente, quando da ocorrência de eventos de precipitação de grande magnitude.

Figura 8 – Localização da cidade de Aracaju/SE



Fonte: Vieira, Almeida e Albuquerque (2019).

2.2.1 Terminal Rodoviário Governador Luiz Garcia

O Terminal Rodoviário Governador Luiz Garcia (Figura 9) chamado popularmente de “Rodoviária Velha” fica localizado na Praça João XXIII no bairro Centro, Aracaju/SE. Foi inaugurado no ano de 1962 no Governo de Luiz Garcia (1959 – 1962). No final da década de 70 o número de linhas intermunicipais e interestaduais que chegavam e saíam do terminal era superior à sua capacidade, o que levou a construção do Terminal Rodoviário Governador José Rollemberg Leite, chamado popularmente de “Rodoviária Nova”. Mesmo assim, atualmente recebe cerca de 230 mil pessoas, que desembarcam e embarcam para o interior do Estado diariamente (GONÇALVES, 2019).

Figura 9 – Localização da cidade de Aracaju/SE

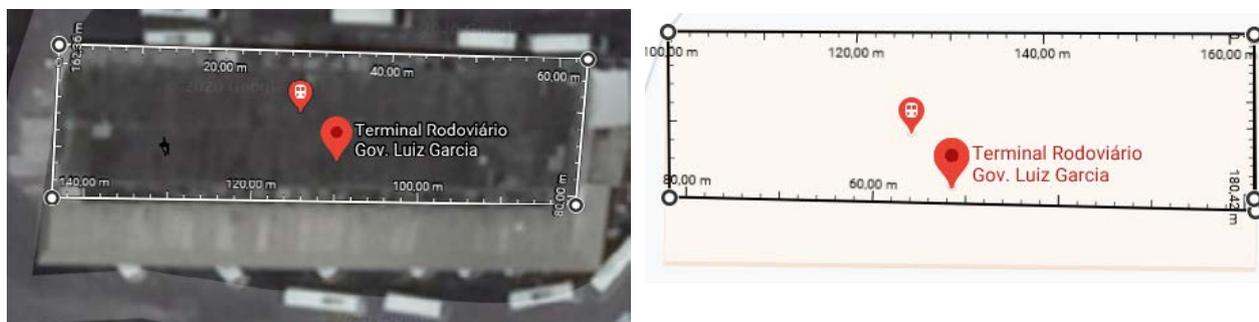


Fonte: Gonçalves (2019).

2.2.2 Área de cobertura

Para estimar a área de cobertura do Terminal Rodoviário Governador Luiz Garcia foram utilizadas as ferramentas GoogleMaps e AutoCAD, obtendo uma área aproximada de 1.160 m². As imagens de satélite, utilizadas para cálculo da área de cobertura, são apresentadas a seguir, na Figura 10. Vale salientar que, na imagem, a faixa mais clara refere-se à estrutura metálica da cobertura das plataformas de embarque e desembarque, que foram construídas depois, e não foram consideradas nesse cálculo, tendo em vista que, os sistemas de telhados verdes, simulados nesse trabalho, são colocados sobre lajes. Ainda, a implantação dos telhados verdes, gera uma sobrecarga, devendo um engenheiro estrutural avaliar se tal estrutura suporta o carregamento adicional causado pelo sistema. Dito isto, ressalta-se que o foco desse trabalho é avaliar o impacto no volume de água escoado, com e sem telhado verde, frente aos eventos de máxima precipitação diária.

Figura 10 – Cobertura do Terminal Rodoviário Governador Luiz Garcez

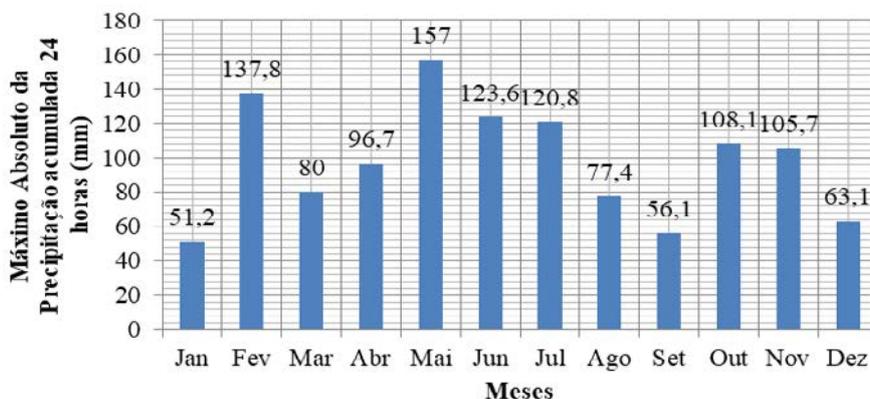


Fonte: Os autores (2020).

2.3 Precipitações Mmáximas Acumuladas em 24 horas

Para realização de nossa simulação foram adotadas as precipitações máximas acumuladas em (mm) 24 horas na cidade de Aracaju – SE, considerando os dados de 1981 a 2010, de acordo com Instituto Nacional de Meteorologia, conforme apresentado no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Máximo absoluto da precipitação acumulada em 24 horas (mm) no período de 1981-2010, em Aracaju - SE



Fonte: INMET (2019).

2.4 Cálculos dos volumes escoados

Para determinação do volume de água escoado na cobertura do Terminal Rodoviário Luiz Garcia, sem o uso do telhado verde, utilizou-se a equação (1) abaixo:

$$\text{Vol} = P \times A \times C \quad (1) \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

P = precipitação em mm, A = área de cobertura em m² e C = coeficiente de escoamento superficial. Adotou-se para superfícies de concreto de C = 0,98, conforme Teston (2015).

Nos sistemas de telhados verdes adotados nesse trabalho, o escoamento só se inicia após a saturação da camada de substrato; assim quando se diz que uma camada de substrato tem capacidade de retenção de 40 L/m², significa que os primeiros 40 mm de precipitação ficam retidos, só sendo gerado escoamento a partir do que exceder esse valor. Nesse trabalho utilizamos a capacidade de retenção indicada pela fabricante, estando esse valor indicado nos itens 2.1.1 a 2.1.6. Logo, conforme relata Vieira *et al.* (2018), o volume de água escoado na cobertura com o telhado verde será o volume escoado no telhado convencional menos o volume que fica retido nos reservatórios de retenção. No nosso caso, esse reservatório de retenção é a camada de substrato (um valor para cada sistema).

Nos telhados e coberturas convencionais, a geração de escoamento é praticamente imediata, mas, quando se utiliza telhado verde, ocorre um retardo no início do escoamento, que corresponde ao tempo de saturação da camada de substrato, que dependerá da espessura dessa camada, e da intensidade da chuva.

Para calcular o volume de água escoado nos diferentes telhados verdes simulados, utilizou-se a equação 2, extraída de Vieira *et al.* (2018): $\text{Vol} = (P - h) \times A \times C$ (2) Equação 2

Onde P = precipitação em mm, A = área de cobertura em m², C = coeficiente de escoamento superficial (adotamos C = 0,98) e h = altura de precipitação (mm) necessária para saturar o substrato.

Tem-se assim, os seguintes valores para os sistemas simulados: SkyGarden Slim (h = 16 mm); SkyGarden Cerrado e (h=28 mm); SkyGarden Mata Atlântica (h = 80 mm); SkyGarden Ten (h= 40 mm) e SkyGarden 5 (h = 20 mm) e SkyGarden Seven (h = 28 mm).

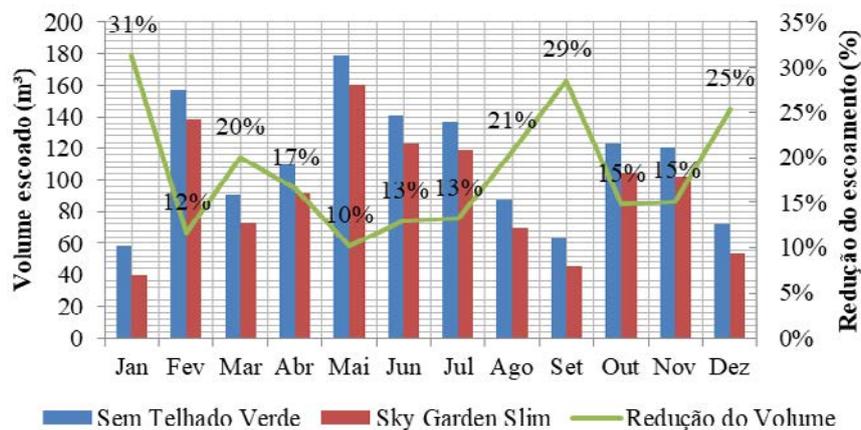
3 Resultados e discussão

De posse da área de cobertura do terminal rodoviário (Figura 10), e das precipitações máximas acumuladas em 24 horas (Gráfico 1), calculou-se utilizando a Equação 1 o volume de chuva que escoava para a rede de drenagem. Depois repete-se o cálculo utilizando a Equação 2, onde altura de precipitação (mm) necessária para saturar o substrato é o valor indicado na descrição dos sistemas. Por fim, calcula-se a redução percentual conseguida em cada evento máximo mensal. Tal procedimento é executado para os sistemas escolhidos, e os resultados são apresentados nos Gráficos 2 a 6, discutidos na sequência.

3.1 Redução do escoamento com uso do Sistema SkyGarden Slim

No Gráfico 2 são apresentados os resultados obtidos na simulação do escoamento em telhado convencional e no Sistema SkyGarden Slim, indicando a redução conseguida em cada evento analisado.

Gráfico 2 – Redução do escoamento com uso do sistema SkyGarden Slim



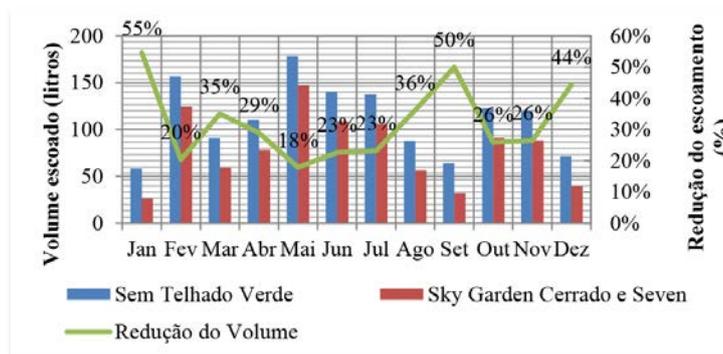
Fonte: Elaborado pelos autores.

Na cobertura convencional (laje sem telhado) o volume escoado variou de 58,20 m³ (janeiro) até 178,48 litros (maio), enquanto que, simulando o uso do Sistema SkyGarden esses volumes reduziram para 40,01 m³ e 160,29 m³, o que implica numa redução de 31% e 10%, respectivamente, no volume jogado na rede de drenagem.

3.2 Redução do escoamento com uso dos Sistemas SkyGarden Cerrado e Seven

No Gráfico 3 são apresentados os resultados obtidos na simulação do escoamento em telhado convencional e nos Sistemas SkyGarden Cerrado e Seven, indicando a redução conseguida em cada evento analisado.

Gráfico 3 – Redução do escoamento com uso dos sistemas SkyGarden Cerrado e Seven.



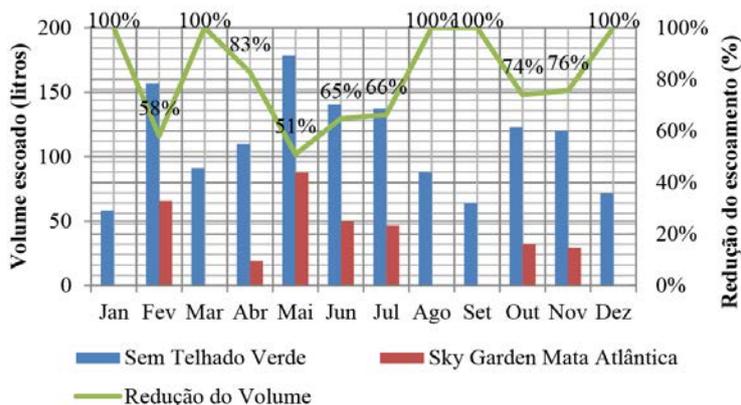
Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Simulando o uso dos Sistemas SkyGarden Cerrado e Seven, esses volumes reduziram para 26,37 m³ (janeiro) e 146,65 m³ (maio), o que implica numa redução de 55% e 18%, respectivamente, no volume jogado na rede de drenagem.

3.3 Redução do escoamento com uso do Sistema Mata Atlântica

No Gráfico 4 são apresentados os resultados obtidos na simulação do escoamento em telhado convencional e no Sistema SkyGarden Mata Atlântica, indicando a redução conseguida em cada evento analisado.

Gráfico 4 – Redução do escoamento com uso do sistema SkyGarden Mata Atlântica



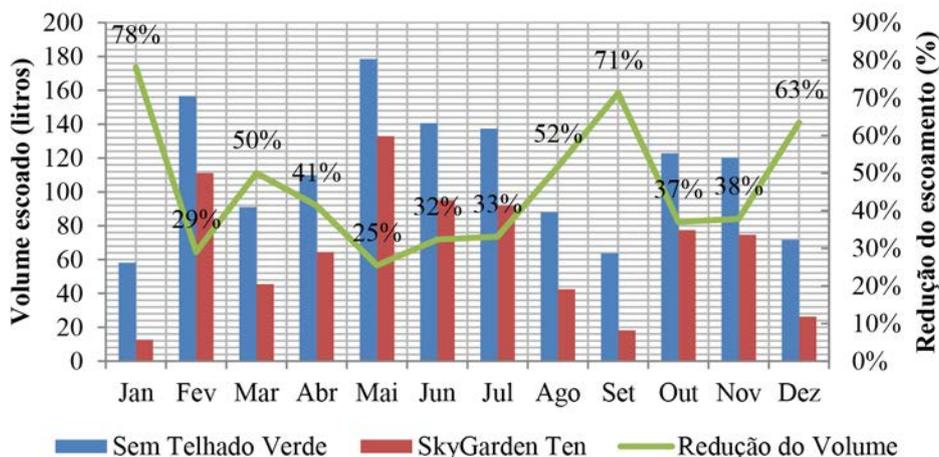
Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Simulando o uso do Sistema SkyGarden Mata Atlântica, esses volumes reduziram para 0,0 m³ (janeiro) e 87,54 m³ (maio), o que implica numa redução de 100% e 51%, respectivamente, no volume jogado na rede de drenagem. Observa-se que a simulação do uso desse sistema resultou na não ocorrência de escoamento considerando as precipitações máximas em 24 horas, em cinco meses (janeiro, março, agosto, setembro e dezembro).

3.4 Redução do escoamento com uso dos Sistemas SkyGarden Ten

No Gráfico 5 são apresentados os resultados obtidos na simulação do escoamento em telhado convencional e no Sistema SkyGarden Ten, indicando a redução conseguida em cada evento analisado.

Gráfico 5 – Redução do escoamento com uso do sistema SkyGarden Ten

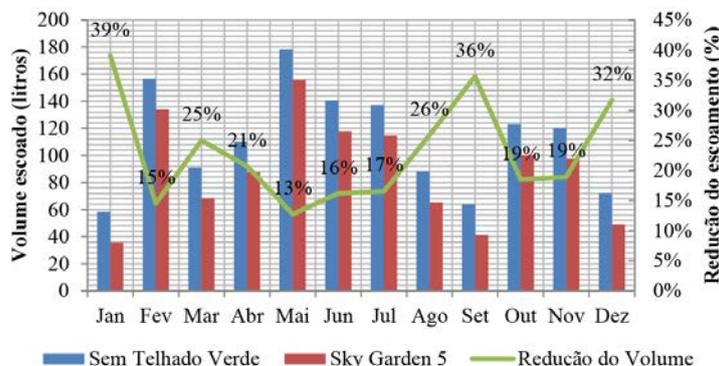


Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Simulando o uso do Sistema Sky Garden Ten, esses volumes reduziram para 12,73 m³ (janeiro) e 133,01 m³ (maio), o que implica numa redução de 78% e 25%, respectivamente, no volume jogado na rede de drenagem.

3.5 Redução do escoamento com uso dos Sistemas SkyGarden 5

Gráfico 6 – Redução do escoamento com uso do sistema SkyGarden 5



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Simulando o uso do Sistema SkyGarden 5 esses volumes reduziram para 35,47 m³ (janeiro) e 155,74 m³ (maio), o que implica numa redução de 39% e 13%, respectivamente, no volume jogado na rede de drenagem.

4 Conclusão

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que as simulações dos sistemas adotados mostraram uma considerável redução do volume de água jogado na rede de drenagem, variando de 10% na situação de maior chuva e menor camada de substrato (SkyGarden Slim), até 100% no sistema de maior camada de substrato (SkyGarden Mata Atlântica). O fator principal na redução do escoamento é a espessura da camada de substrato, tendo em vista que, é ela que retém um volume de água. Assim, para eventos de menor altura pluviométrica, conseguem-se maiores reduções percentuais do volume escoado. Finalmente, considerando que uma parcela do escoamento que chega aos dispositivos de drenagem é oriunda dos telhados e coberturas das edificações, o uso em larga escala de telhados verdes implicará em uma redução da vazão máxima, bem como no aumento no seu tempo de ocorrência, o que é benéfico para drenagem urbana, além de reduzir o risco de ocorrência de enchentes ou atenuar seus efeitos frente aos eventos extremos.

Referências

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instituto Nacional de Meteorologia. **Valor máximo absoluto da precipitação acumulada em 24h (mm)**. Brasília: INMET, 2019. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 22 jun. 2019.
- CALIL, V. S.; BERNARDI, E. C. S.; RIGHES, A. A. Impacto da utilização de telhados verdes no escoamento superficial do Arroio Esperança em Santa Maria – RS. **Disciplina rum Scientia Série: Naturais e Tecnológicas**, Santa Maria, v. 15, n. 1, p.1-16, 2016.
- ECOTELHADO. **Mais que ideias, soluções verdes**. Porto Alegre, 2017. Disponível em: <https://ecotelhado.com/>. Acesso em: 17 ago. 2019.
- GONÇALVES, T. de S. **Mobilidade e centralidade**: uma proposta de intervenção urbana na Praça João XXIII e seu entorno, bairro centro, Aracaju-SE. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Arquitetura) - Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Sergipe, Laranjeiras, 2019.
- KORZENIESKI, C. do P. **Avaliação da influência do uso de telhados verdes no escoamento superficial em um loteamento de Pelotas-RS**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Engenharia Ambiental e Sanitária) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

MASCARENHAS, F. C. B. *et al.* Drenagem urbana na Bacia do Rio Trapicheiro, Rio de Janeiro/RJ. *In: SEMINÁRIO DE DRENAGEM URBANA DO MERCOSUL*, 1.; SEMINÁRIO NACIONAL DE DRENAGEM URBANA, 5., 2001, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: ABRH, 2001, p. 111 – 116.

PEREIRA, C. F. J. G.; ALBUQUERQUE, T. M. A; GABRIEL FILHO. Potencial de captação de águas pluviais no Instituto Federal de Sergipe – Campus Aracaju. *In: ENCONTRO DE RECURSOSHÍDRICOS DE SERGIPE*, 8., 2015, Aracaju. **Anais [...]**. Aracaju: EMBRAPA, 2015. p.112-116.

SANTOS, L. R. L. dos; LIMA, J. V. F. de; TIBÚRCIO NETO, L.; ROLEMBERG, R. R.; GONZAGA, G. B. M. Telhado Verde: uma proposta sustentável para construção civil: Uma proposta sustentável para construção civil. **Ciências Exatas e Tecnológicas**, Alagoas, v. 2, n. 4, p. 195-206, nov. 2017.

SKY GARDEN Paisagismo Sustentável. **Sky Garden Envec**, São Paulo, 2015. Disponível em: <https://www.skygarden.com.br>. Acesso em: 27 jul. 2019.

TESTON, A. **Impacto do aproveitamento de água de chuva na drenagem: estudo de caso de um condomínio horizontal em Curitiba/PR**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2015.

VIEIRA, Z. C.; ALMEIDA, K. S.; ALBUQUERQUE, E. F. de. Influência de telhado verde pré-moldados na redução e retardo do escoamento em precipitações intensas. *In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE E SOCIEDADE*, 1.; CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO, 3., 2019. Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande: Editora Realize, 2019. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/63613>. Acesso em: 15 abr. 2020.

VIEIRA, Z. C.; SILVA JUNIOR, C. G.; RIBEIRO, S. N. Uso de telhado verde em edificações de Aracaju para redução do escoamento superficial. *In: CONGRESSO INTERNACIONAL RESAG GESTÃO DA ÁGUA E MONITORAMENTO AMBIENTAL*, 2., 2015, Aracaju - SE. **Anais eletrônicos [...]**. Aracaju –SE: RESAG, 2015. Disponível em: <http://www.resag.org.br/congressoresag2015/anais/>. Acesso em: 15 abr. 2020.

VIEIRA, Z. C. *et al.* Simulação do uso de telhados verdes prontos para atenuação de enchentes urbanas: o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe como estudo de caso. **Revista Tecnologia**, Fortaleza, v.39, n.2, p.1-12, dez. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5020/23180730.2018.8014>. Acesso em: 15 abr. 2020.

Sobre os autores

Carlos Gomes da Silva Júnior

Especialização em MBA Gestão de Projetos (2016), Especialização MBA Gestão Estratégica de Pessoas (2018) e Graduação em Administração de Empresas com Habilitação em Recursos Humanos (2018) pela Faculdade Estácio de Sá (Estácio Sergipe). Técnico em Edificações (2014) e Graduando em Tecnologia em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe/IFS - Campus Aracaju. Bolsista em Pro Reitoria de Pesquisa e Extensão do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe. (PROPEX/IFS).

Dayana Kelly Araujo Santos

Técnica em Edificações (2018) e Graduanda em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe/IFS - Campus Aracaju /IFS. Estagiária em Companhia de Saneamento do Estado de Sergipe (DESO).

Rayana Almeida de Novais

Técnica em Edificações (2017) e Graduanda em Engenharia Civil pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe/IFS - Campus Aracaju.

Zacarias Caetano Vieira

Graduação em Engenharia Civil (2009) e Mestre em Engenharia Civil e Ambiental (2011) na área de Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Professor Efetivo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe/IFS - Campus Aracaju.

Recebido em: 30.08.2020

Aceito em: 30.11.2021