

**WEVELTON NEY MACHADO DE OLIVEIRA^{1*}, RAMON GERMANO DE REZENDE¹,
HENRIQUE DA SILVA PIZZO¹.**

¹ Centro Universitário Estácio Juiz de Fora, Juiz de Fora – MG. *E-mail: twmachado@yahoo.com.br

RESUMO

Este artigo analisou considerações da utilização do telhado verde no sistema de retenção e aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis, evitando o desperdício e a necessidade do aumento das redes de drenagem, minimizando possíveis enchentes, provenientes do concretamento e impermeabilização do solo. Além de inúmeras vantagens do sistema, chama-se a atenção para os quesitos: controle e conforto térmico, economia de energia, absorção de poluentes da atmosfera, acústica do ambiente, como também estética e lazer. Sua instalação requer cuidados relacionados ao peso na estrutura e também possíveis infiltrações, quando não instalados corretamente. Seu sucesso no aproveitamento e retenção da chuva requer o uso de materiais específicos como também um bom dimensionamento dos mesmos, além da escolha certa da vegetação. O artigo não pretendeu esgotar o tema e sim apontar alguns benefícios, limitações e principais cuidados que devem ser tomados na conjugação do telhado verde ao sistema de redução e reutilização das águas pluviais.

Palavras-chave: Telhados verdes, Sustentabilidade, Aproveitamento da água de chuva.

TELHADOS VERDES E A DRENAGEM URBANA

INTRODUÇÃO

Buscando informações sobre telhados verdes, estudos já realizados mostram que as primeiras aparições foram por volta de 600 a.C. na antiga Mesopotâmia, são os registros mais antigos se tratando de aplicação de vegetação em cima de construções. Seu uso era de caráter funcional para a população, ajudando no conforto térmico de ambientes e minimizando o escoamento pluviométrico. Foi uma prática que se iniciou em diversas partes do mundo, ficando conhecida como os jardins da Babilônia (RODRIGUEZ, 2006).

Universidades em parcerias com organizações privadas começaram na década de 70, pesquisas sobre telhados verdes: drenagens, balanço energético, dimensionamento das habitações nas áreas urbanas e impermeabilização. Diversas áreas do conhecimento e setores econômicos, principalmente a construção civil, vêm sofrendo influência cada vez

mais significativa do desenvolvimento sustentável, buscando a utilização de novos materiais que produzam menor impacto ambiental, redução de consumo de energia e conforto térmico (RIGHI, et al., 2016).

A técnica do telhado verde se resume em uma camada de solo preparado sobre um substrato, com vegetação e meios de drenagem e escoamento para águas da chuva, aplicado em uma superfície impermeável e se dividem em dois tipos: o extensivo e o intensivo (PINTO, 2007).

O sistema extensivo, de acordo com Pinto (2007), geralmente é composto de coberturas leves, preparadas para comportar plantas adaptáveis a situações climáticas extremas. Sua estrutura física é constituída com baixa profundidade de solo, entre 5 a 15 centímetros, somando pouco peso para a edificação. Demonstra bom comportamento referente à diminuição do escoamento superficial de água, diminuição dos efeitos das ilhas de calor e melhora relativamente à umidade no ambiente. Geralmente essas coberturas estão dentro da capacidade normal da carga suportada pelas estruturas de cobertura, sendo que esse tipo de telhado verde pode chegar a uma massa extra para a estrutura com variação entre 70 a 170 kg/m².

Referente ao método intensivo segue-se a mesma ideia do modelo de um telhado extensivo, modificando a camada de drenagem ou retenção, sendo necessário o uso do solo com maior espessura (15 a 90 cm), para que se possa utilizar vegetação de maior porte, variando de arbustos e até mesmo árvores. Os telhados intensivos necessitam de um sistema de irrigação, podendo fazer uso dessa água coletada, para irrigar o cultivo de plantas, necessitam do uso de fertilizantes e poda, sua camada de solo mais profunda exerce uma massa adicional de aproximadamente 290 a 970 kg/m² sobre a cobertura. (Pinto, 2007).

Em relação à estrutura de um telhado verde, Alberto, et al. (2012) esclarecem que a vegetação e os demais componentes devem ser recebidos por uma laje impermeabilizada e com sistemas de escoamento. Os autores enfatizam que, nos casos de projetos sem planejamento para a implementação do telhado verde, será necessário uma análise estrutural para verificar a necessidade de um reforço para o recebimento da carga adicional.

Segundo Kolb (2003), as funcionalidades das camadas da estrutura do telhado verde, para que consigam captar a quantidade necessária de água para a vegetação e

escoamento, devem conter as seguintes características: a) Vegetação: a aplicação da vegetação deve ser adequada às condições climáticas necessárias para a região; b) Substrato: Utiliza-se nesse caso terra vegetal ou terra preta adubada, a fim de garantir a fluidez e o crescimento da vegetação; c) Geotêxtil: esta camada permite que a água escoe e o substrato utilizado nas plantas fique retido, funcionando como um filtro; d) Drenagem: é utilizada uma camada de material granular medindo de cerca de 7 a 10 cm; e) Impermeabilização: normalmente utilizado a manta asfáltica, composta por um filme de polietileno, uma camada de asfalto modificado, uma camada estruturante, novamente outra camada de asfalto modificado e finalizando com um filme de polietileno ou alumínio; f) Camada protetora: esta camada tem a função de reter a umidade e os nutrientes na estrutura, evitando o crescimento das raízes da vegetação; g) Laje Estrutural: para garantir seu bom funcionamento a superfície da laje deverá receber uma inclinação de 1,5%, facilitando o escoamento de toda água captada e suportar toda a carga exercida pelo telhado.

No Brasil, essa tecnologia tem sido pouco utilizada para o reaproveitamento hídrico nas edificações, no geral o telhado verde ainda é muito pouco utilizado, sabendo que a maior movimentação do aproveitamento desse sistema tem sido nas grandes cidades (KOLB, 2003).

O combate às ilhas de calor é um dos benefícios que o projeto sustentável busca oferecer aos habitantes e ao meio ambiente, fazendo uso das coberturas verdes, além de auxiliar absorvendo os gases emitidos por veículos automotores, diminuindo assim o efeito estufa (SILVA, 2011). O uso do telhado verde melhora a umidade relativa do ar formando um microclima purificando a atmosfera e aumentando a retirada do gás carbônico ao mesmo tempo oferecendo mais beleza, aconchego e bem-estar aos ocupantes da edificação (RIGHI, et al., 2016).

Segundo Tomaz (2005), o telhado verde tem a capacidade de filtrar e assim melhorar consideravelmente a qualidade da água, por meio de processos de subtração, captação de água no solo e evapotranspiração, a vegetação e o substrato do solo trabalham no controle do escoamento pluvial superficial.

A água que é contida no substrato e a drenagem são suficientes para manter a necessidade hídrica das plantas, podendo ser utilizado para garantir a sobrevivência da vegetação durante a época das secas um sistema apropriado de irrigação. A utilização para

fins não potáveis das águas captadas das chuvas no ambiente domiciliar, por enquanto são gratuitas e relativamente seu método é simples e eficiente, seu armazenamento diminui a quantidade de água despejada nos arruamentos no período de evento de chuvas, segundo (Anecchini,2005).

Tendo como base o exposto, surge o seguinte problema de pesquisa: Quais os impactos relevantes dos telhados verdes, referentes à sustentabilidade nos centros urbanos?

A partir disso o trabalho teve como objetivo geral determinar o impacto do uso de telhados verdes no escoamento superficial urbano, propondo a implantação de alternativas sustentáveis como o retardo e redução do escoamento superficial colaborando-se, conseqüentemente, com a redução dos problemas de enchentes, dos processos erosivos em centros urbanos, das alterações na morfologia das calhas fluviais e, por conseguinte, minimizando os problemas de degradação dos corpos d'água superficiais e subsuperficiais.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Aspectos gerais dos escoamentos e controle

Devido à intensa impermeabilização do solo pode ocorrer um alto nível de escoamento superficial, acarretando um aceleração das enxurradas em direção aos corpos receptores, aumentando o risco de erosão e inundações, é um dos vários impactos ambientais que são gerados pela urbanização (TUCCI, 2008).

Alterações geradas no sistema solo-água podem causar problemas ao déficit hídrico em períodos de estiagem, devido a menor infiltração de água no solo ou transtornos causados pelo excesso de infiltração de água, como por exemplo, enchentes nos centros urbanos, perdas de nutrientes em áreas agrícolas e transporte de sedimento. O aumento da ocupação e do uso do solo urbano causado pelo crescimento da população gera um significativo incremento no escoamento superficial, gera mudanças na paisagem natural da região, conseqüentemente afeta o ciclo hidrológico da bacia hidrográfica de onde se instala (CASTRO, 2011).

Segundo o censo 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), quase 85% dos brasileiros vivem nas zonas urbanas (IBGE, 2013). O montante de água que ficava retido pela vegetação ou escoava lentamente pela superfície do solo, após a

urbanização passa a escoar praticamente apenas pelos canais de drenagem, fazendo-se necessário o aumento da capacidade de escoamento dessas estruturas hidráulicas (TUCCI, 2008).

Constata-se ainda, no Brasil, a predominância de técnicas convencionais de drenagem, em que todo o volume da vazão é transferido para os pontos de jusante na bacia. Estruturas que propiciam o amortecimento dos picos de vazão por meio de armazenamento dos deflúvios são uma das soluções relacionadas à retenção dos escoamentos (CANHOLI, 2005).

A questão da sustentabilidade relacionada aos telhados verdes

Além de agir no conforto térmico, o telhado verde age também na acústica do ambiente, já que a vegetação e o solo minimizam a transmissão de calor, gerando economia de energia e ainda potencializando a proteção contra os raios solares ultravioletas na cobertura, impactos de ventos, protegendo a estrutura do telhado e aumentando sua vida útil (PERALTA, 2006).

Peralta (2006) levanta os seguintes dados em sua pesquisa: no verão a temperatura máxima média atinge 34,7°C e a temperatura mínima média atingem 21,2°C. Pesquisando sobre os telhados convencionais, o autor ainda afirma que as temperaturas das telhas cerâmicas alcançaram a máxima de 45,7°C e a mínima de 20,1°C, já para as telhas de fibrocimento foi obtido a temperatura máxima de 49,0°C e a temperatura mínima foi de 20,1°C. Para o telhado verde, na pesquisa realizada por Morais (2004), foram obtidos que os raios solares são 27% refletidos, 60% são absorvidos pelas plantas e 13% são absorvidos pelo solo que compõe o sistema do telhado verde. Assim sendo, para Morais (2004) o telhado verde no verão tem uma redução em cerca de 20% no fluxo de calor através dos materiais que constitui o sistema, sendo a vegetação com suas características biológicas como a fotossíntese e evapotranspiração, a principal responsável pelo bom desempenho térmico.

Nas áreas urbanas o aproveitamento da água da chuva envolve as seguintes características: a) Sociais: estimada em 30%, segundo Tomaz (2005), diminuindo o consumo de água fornecido pelas concessionárias; b) Gestão das águas urbanas: meio alternativo de recurso hídrico em época de estiagem, além de reduzir o volume de água superficial que escoam nas enchentes e alagamentos (TORDO, 2004); c) Ambientais: diminuição da exploração de recursos hídricos em represas, lagos e rios que estão

propícios a escassez, orientação para um uso consciente da água potável e diminuição da perda de água ao longo de extensos sistemas de distribuição (TORDO, 2004).

Durante a implantação de telhados verdes, o projeto da obra requer a instalação de uma estrutura específica na cobertura da edificação. Se a cobertura for simplesmente uma laje se faz necessário impermeabilizar, se houver telhado será necessário retirar todas as telhas e colocar placas de compensado que servirão de base para a cobertura vegetal. No projeto, deve-se prever uma manta de retenção para que o substrato não deslize, mantas de impermeabilização que evitem a infiltração e umidade na edificação, sistema de irrigação e drenagem deverão também fazer parte do projeto do telhado verde, assim como elementos que possibilitem baixa densidade para a vegetação e boa retenção de água pluviométrica precipitada. Fator importante na eficiência do telhado é a escolha da vegetação adequada que deve se adaptar as possíveis mudanças bruscas de temperatura, exposição direta ao sol, vento, chuva, geada entre outros (SILVA, 2011).

Telhados verdes aplicados à redução de enchentes

A capacidade de atenuação dos picos de cheia por atuação dos telhados verdes foi abordada por diversos autores e é relacionada nos parágrafos seguintes.

Vilanueva, et al. (2001) observam que o telhado verde é um dispositivo que ganha atenção em função dos benefícios que apresenta ecologicamente de forma correta beneficiando a gestão urbana, destacando o potencial para atenuação do escoamento superficial das águas pluviais como o principal benefício proporcionado pelo sistema. Essa condição pode propiciar defasagem entre o pico de vazão de escoamento do telhado convencional e do telhado verde bem como sua redução justificados pela sua capacidade de retenção de água associados à evapotranspiração, afirmando ser possível que o telhado verde sirva como uma forma de minimização do risco de enchentes e inundações, possibilitando assemelhar as características das bacias hidrográficas urbanas com as características das bacias naturais.

Do volume total precipitado sobre a bacia, apenas uma parcela esco superficialmente para o exutório, todo o restante ou é interceptado, ou se infiltra no solo, rumo aos depósitos subterrâneos ou ainda ficam retidos nas depressões. O volume que esco é uma fração do volume precipitado e é chamado de coeficiente de deflúvio que é a relação entre esses dois volumes. A utilização do coeficiente de deflúvio no método racional, multiplicando pela intensidade da precipitação, fornece o pico de cheia

considerado por unidade de área. Portanto, não se trata de uma relação de volumes escoados e precipitados, mas sim, uma indicação da relação entre a vazão máxima escoada e a intensidade precipitada (PINTO, 2007).

Segundo Kolb (2003), uma boa maneira de reduzir os volumes escoados para os sistemas tradicionais de drenagem pluvial seria a combinação de sistemas múltiplos, como a captação e retenção de águas das precipitações pluviométricas, alternativas de infiltração de água no solo com bom manejo das águas pluviais e o telhado verde. Os picos de vazão para as coberturas verdes irão depender da espessura do substrato e da vegetação escolhida, os telhados que possuem pequenos declives apresentaram coeficiente de deflúvio de $C = 0,25$, após a saturação do sistema de telhados com espessura de 10 centímetros, o que resulta na ordem de 75% no amortecimento dos picos de escoamento.

Segundo Castro (2011), a profundidade da camada de substrato e a retenção da água de precipitação pluviométrica é o que determina fortemente a relação anual entre precipitação e escoamento superficial para telhados verdes. Analisando os dados de precipitação em escala anual para uma determinada região em Bruxelas, observou-se que o uso dos telhados verdes extensivos em apenas 10% das edificações reduziu 2,7% do escoamento superficial considerado em toda a região estudada. A redução do escoamento resultante dos eventos de precipitação foi destacada pelos autores como principal motivo de uso do telhado verde.

De acordo com Rossetti, et al. (2011) em seu estudo realizado em Portland (EUA), demonstra que os elementos do telhado verde (planta, substrato e a camada de drenagem), podem reter quantidades significativas de precipitação, diminuindo o escoamento de águas pluviais durante e após fortes chuvas. Nesse estudo, durante a estação chuvosa, houve uma retenção de 10 a 35% do volume de água e durante a época de seca chegou a reter de 65 a 100% do volume precipitado, significando que há redução do pico de fluxo, ou seja, diminuição dos picos de vazão. O que tem chamado a atenção para a tecnologia utilizada nos telhados verdes, em função dessa redução da taxa de drenagem que pode chegar a 35%, recebendo assim cada vez mais a aprovação no que se refere a gestão de águas pluviais.

Segundo Cunha, et al. (2004), em sua pesquisa realizada na Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) da Universidade de São Paulo (USP), sobre Coberturas Verdes Leves, partindo de uma amostra de solo seco, de 14mm de espessura e uma maior

intensidade de chuva, mostrou-se eficiente referente a absorção da precipitação, gerando um retardo considerável no escoamento comparado ao escoamento gerado por um telhado convencional, impactando diretamente no volume despejado na rede pública de drenagem, diminuindo assim possíveis inundações e eliminando talvez a necessidade da construção de grandes reservatórios para ajudar a controlar o grande volume de água gerado em dias de fortes chuvas.

E segundo Martins (2010), o telhado verde, principalmente em razão do substrato, ajuda atuando na retenção e filtragem de impurezas e compostos químicos armazenando a água das chuvas, a vegetação atua na drenagem diminuindo assim o escoamento de água, reduzindo a necessidade do aumento dos sistemas de captação pluvial, resultando na diminuição da ocorrência de enchentes, devido ao armazenamento e atraso do escoamento da água da chuva.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo apresentam as vantagens da utilização de cobertura verde em edificações, como uma forma de melhoria no gerenciamento de bacias hidrográficas. O telhado verde é eficaz na redução e retardo do escoamento superficial, além de ajudar na redução do volume das águas pluviais ejetadas no sistema de drenagem urbana através da retenção da água de chuva no solo do telhado verde. As cargas adicionais geradas por sua instalação e manutenção devem ter atenção referente à carga suportada pela edificação. Essa tecnologia é muito importante para as regiões urbanas que sofrem com inundações, porque ajuda a reduzir as demandas dos sistemas convencionais de drenagem urbana, o que pode representar economia nos custos de funcionamento e possíveis diminuições de alagamentos.

REFERÊNCIAS

1. ALBERTO ZA, et al. Estudo do Telhado Verde nas construções sustentáveis. XII Safety, Health and Environment World Congress, 2012; 1: 171-173.
2. ANNECCHINI KP. Aproveitamento da Água de Chuva Para Fins Não Potáveis na Região Metropolitana de Vitória, ES. Dissertação (Mestrado) – Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005; 124p.
3. CANHOLI AP. Drenagem urbana e controle de enchentes. São Paulo: Oficina de textos, 2015; 384p.

4. CASTRO AS. Uso de pavimentos permeáveis e coberturas verdes no controle qualitativo do escoamento superficial urbano. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011; 142p.
5. CUNHA AP, et al. Experimento Hidrológico para aproveitamento de águas de chuva usando coberturas verdes leves. Fundação de Amparo à pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). São Paulo, 2004; 41p.
6. IBGE. Censo 2010. In: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2013
7. KOLB W. Telhados de cobertura verde e manejo de águas pluviais. 4º Simpósio brasileiro de captação e manejo da água de chuva. Petrolina. 2003; 6-10.
8. MARTINS FDP. Coberturas Verdes: Seu contributo para a eficiência energética e sustentabilidade. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura, Departamento de Engenharia Civil e Arquitetura, Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2010; 134p.
9. MORAIS DM. Análise do conforto térmico em protótipos de habitações para usuários de baixa renda, com isolamento térmico reutilizando embalagens Tetra Pak. Enegep, 2011; 12p.
10. PERALTA G. Desempenho Térmico de Telhas: Análise de Monitoramento e Normalização Específica. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Carlos, São Carlos, 2006; 131p.
11. PINTO EM. Gestão de Recursos Hídricos e as Interferências do Sistema Urbano. Revista Universidade Rural, Série Ciências Humanas e Sociais, 2007; 29(1): 125-131.
12. RIGHI, et al. Cobertura Verde: um uso sustentável na construção civil. Revista Eletrônica Sumários.org, 2016; 2(2): 1323-1334.
13. RODRIGUEZ R. The History of Green Roof Technology. New York: Ifenergy.com, 2006.
14. ROSSETTI, et al. Interferência microclimática na utilização do Telhado Verde para regiões tropicais: estudo de caso em Cuiabá, MT. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, 2013; 9(9): 1959-1970.
15. SILVA NC. Telhado verde: sistema construtivo de maior eficiência e menor impacto ambiental. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 2011; 60 p.
16. TOMAZ P. Aproveitamento de Água de Chuva: Para áreas urbanas e fins não potáveis. São Paulo: Navegar Editora; 2005; 180p.
17. TORDO OC. Caracterização e Avaliação de Águas de Chuva Para Fins Potáveis. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Tecnológicas. Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2004; 121p.
18. TUCCI CE. Águas urbanas. Estudos Avançados, 2008; 22(63): 97-112.
19. VILANUEVA, et al. Metodologias de simulação para planos diretores de drenagem urbana. In: Seminário de Drenagem Urbana da América do Sul, 2001, Porto Alegre. Soluções para drenagem urbana em países da América Latina, 2001; 1: 239-242.