

PARÂMETROS PARA UTILIZAÇÃO DE TELHADOS VERDE COMO SISTEMA NA PREVENÇÃO DE INUNDAÇÕES NAS ÁREAS URBANAS

1 INTRODUÇÃO

O crescimento da população urbana tem como consequência o aumento da ocupação e uso do solo urbano causando incremento significativo no escoamento superficial. De acordo com o censo 2010 do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística -, 84% dos brasileiros vivem em áreas urbanas (IBGE, 2013).

Com a urbanização, devido principalmente às facilidades oferecidas pelas cidades em relação a equipamentos e serviços, surgiram novas obras de engenharia, tais como edificações, pavimentação de ruas, calçadas e a conseqüente remoção da cobertura vegetal original do ambiente, o que ocasionou uma mudança na permeabilidade natural destas áreas. Devido a esta impermeabilização, houve uma redução na infiltração da água precipitada, acarretando um aumento acentuado no escoamento superficial de águas pluviais (POLETO, 2011).

A expansão urbana acarreta mudanças na paisagem natural da região onde se estabelece e conseqüentemente, afeta a dinâmica do ciclo hidrológico da bacia hidrográfica, na qual a cidade está inserida (CASTRO, 2011).

Conseqüentemente, o aumento do escoamento acaba resultando em inundações e pontos de alagamentos gerando impactos na saúde com a proliferação de doenças, impacto na economia local pela perda de produtos, danos à infraestrutura urbana, danos à propriedade particular, aumento dos impactos ambientais com o aumento dos sedimentos produzidos pela bacia hidrográfica devido às construções, limpeza de terrenos para novos loteamentos, construção de ruas, avenidas e rodovias com assoreamento da drenagem, reduzindo a capacidade de escoamento dos condutos, rios e lagos urbanos aumentando a produção de sedimentos das bacias de montante.

A proposta de alternativas sustentáveis para amenizar esses impactos, beneficia diretamente o usuário que implementa essas ações e, também, toda a população que interage ou está conectada indiretamente com a bacia. Há tanto um benefício econômico (aproveitamento do volume de chuvas e redução da temperatura local), social (redução de áreas alagadas) e do ambiental com a redução dos processos erosivos e, conseqüentemente, dos processos de assoreamento e de degradação dos corpos d'água. Insisto.

2 INUNDAÇÕES URBANAS

O ambiente urbano brasileiro vem ao longo dos anos sendo impactado por alagamentos e inundações, fruto principalmente da falta de planejamento das cidades (CABRAL, 2014).

De acordo com Silva (2010) adicionada às ocupações das margens de rios e córregos, verifica-se uma tendência de impermeabilização em praticamente 100 % da área dos lotes, num claro descumprimento de leis de uso e ocupação do solo (CABRAL, 2014).

Conforme o relatório de Righetto (2009), a ocupação urbana aumenta significativamente a velocidade do escoamento superficial, crescendo o potencial erosivo do solo, com reflexo no transporte de sedimentos e o consequente assoreamento de rios e lagos. A redução do volume útil nesses corpos de água diminui a capacidade de retenção, aumentando o risco de inundações. Segundo o mesmo relatório a adoção de um determinado dispositivo de controle do escoamento exige o estabelecimento de critérios de ordem prática.

Segundo Lima (2011) uma das transformações mais notadas, tanto pelo aspecto de mudança da paisagem como pelo fato dos efeitos gerados a partir dessa modificação do estado original, é a redução da capacidade de permeabilidade do solo urbano. O solo das cidades possui parcela considerável de sua superfície impermeabilizada pelas edificações, pavimentação de vias e calçadas. A transformação de áreas anteriormente permeáveis em áreas impermeáveis induz a um desequilíbrio hidrológico, caracterizado pelo aumento do escoamento superficial e pela antecipação dos picos de vazão no tempo, o que está diretamente relacionado com as enchentes em áreas urbanas (TUCCI, 2006).

Martins (2006), expõe as alternativas para lidar com os problemas das enchentes urbanas ocasionadas pela impermeabilização do solo quase sempre são idealizadas como obras de caráter corretivo, partindo do conceito de que as águas devem ser afastadas o mais rápido possível através de obras hidráulicas. Contudo, a preocupação na manutenção dos sistemas naturais de drenagem como meio de conservar a capacidade de infiltração do solo e, assim, amenizar os problemas relacionados com as inundações decorrentes da urbanização, tem se tornado cada vez mais presente (LIMA, 2011).

Percebe-se que os problemas urbanos tendem a piorar no decorrer do tempo, sendo que, mudanças das políticas públicas, planos diretores, conscientização dos gestores públicos são fundamentais para reverter situações onde grandes centros sofrem de forma calamitosa por pequenos intervalos de chuvas.

2.1 Ciclo hidrológico

O conceito de ciclo hidrológico está ligado ao movimento e à troca de água nos seus diferentes estados, físico, líquido, sólido ou gasoso, que ocorre na hidrosfera, entre os oceanos, as calotas de gelo, as águas superficiais, as águas subterrâneas e a atmosfera. Este movimento permanente deve-se ao Sol, que fornece a energia para elevar a água da superfície terrestre para a atmosfera (evaporação), e à gravidade, que faz com que a água condensada caia (precipitação) e que, uma vez na superfície, circule através de linhas de água que se reúnem em rios até atingir os oceanos (escoamento superficial) ou se infiltrar nos solos e nas rochas, através dos seus poros, fissuras e fraturas (escoamento subterrâneo), conforme a Figura 1 (ALTHOFF, 2012).

A velocidade do ciclo hidrológico varia de uma era geológica para outra, assim como as proporções da soma total de águas doces e de águas marinhas. Em períodos de glaciação, era menor a proporção de água doce líquida, enquanto em períodos mais quentes a forma líquida era mais comum.

A quantidade de água e a velocidade com que ela circula nas diferentes fases do ciclo hidrológico são influenciadas por diversos fatores como, por exemplo, a cobertura vegetal, altitude, topografia, temperatura, tipo de solo e geologia, sendo a instabilidade e a mobilidade características importantes a qualquer volume de água superficial ou subterrânea (TUNDISI; TUNDISI, 2011).

Figura 1 - Ciclo hidrológico simplificado



Fonte: Althoff (2012).

2.2 Telhado verde

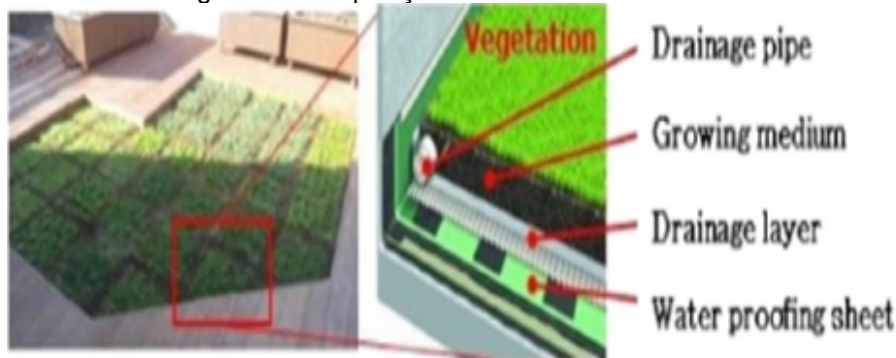
Segundo Vecchia (2005) telhados verdes vivos, telhados verdes, telhados vivos, coberturas verdes, coberturas vivas, coberturas vegetais, biotelhas, ecotelhas e outras expressões podem ser encontradas na literatura para explicar o uso de vegetação plantada sobre coberturas. Plantio de vegetais sobre certa espessura de "solum" ou substrato capazes de funcionar como suporte dos mesmos, e estes diretamente sobre telhados, lajes ou estruturas de cobertura com impermeabilização e drenagem adequadas, mas sempre se observando se a carga prevista será suportada pela estrutura disponibilizada (OLIVEIRA, 2009).

Para Minke (2004) é possível classificar os telhados verdes e suas inclinações. Para telhado de até 3° ou 5% de inclinação é considerado telhado plano. O que possui de 3° a 20° ou 5% a 35% de inclinação é chamado de telhado de encosta suave. O que possui de 20° a 40° ou 36% a 84% é chamado de telhado com declive. Acima de 40° ou acima de 84% é chamado de telhado íngreme.

Minke (2004) complementa que para telhados de encosta suave geralmente se dispensa a colocação de segurança contra deslizamento do substrato e para as demais inclinações ele sugere diferentes dispositivos para diferentes inclinações. Desde 1976, no Laboratório de Investigação de Construção Experimental da Universidade de Kassel, Alemanha, são feitos testes utilizando diferentes métodos para aplicar a vegetação e o substrato em telhados íngremes (BALDESSAR, 2012).

Para definir seus componentes, Cantor (2008) faz uma alusão das camadas do telhado verde às finas camadas de um sanduíche, onde a camada superior seria a da vegetação e a inferior seria a plataforma do telhado. Assim de cima para baixo, estas camadas incluem: a vegetação, substrato, filtro de tecido de drenagem e camadas de retenção de água, camada de proteção da raiz, isolamentos, impermeabilização e um terraço ou pavimento (BALDESSAR, 2012).

Figura 2 - Composição de uma cobertura verde.



Fonte: LEE et. al. (2013).

Althoff (2012) fez a confecção do telhado verde com grama esmeralda (*Zoysia japônica*) sobre uma camada de solo de 20 centímetros. As faces interiores (fundo e laterais) da caixa em madeira que contém a camada de solo foram impermeabilizadas com quatro camadas de lona plástica e foi executado um dreno de brita zero, com altura de 10 centímetros na parte inferior frontal do telhado verde. Esta brita foi envolvida por uma manta geotêxtil para drenagem, permitindo, desta forma a captação da água infiltrada no solo. A calha superior é destinada a coletar a água proveniente do escoamento superficial do telhado verde, e a calha inferior tem por objetivo captar a água infiltrada no solo (Figura 3).

Figura 3- Detalhe da montagem de um telhado Verde



Fonte: ALTHOFF (2012).

Poleto (2011) indica as camadas do protótipo com grama e a mistura de isopor e cimento, que formam a região de percolação das águas das chuvas e superfície de escoamento.

O cimento, juntamente com o isopor picado, gerou uma superfície irregular que auxilia na retenção da água, formando pequenas cavidades que armazenam a água, tornando-a mais disponível para a planta e ajudando a vegetação a se fixar. Esses obstáculos gerados pelo conjunto auxiliam no retardo do escoamento superficial, exigindo um tempo maior para a água percorrer a superfície do telhado até ser lançada ao sistema de drenagem (POLETO, 2011).

Figura 4 - Telhado com vegetação (grama) e uma mistura de isopor triturado com cimento (base)



Fonte: POLETO (2011).

O Instituto Brasileiro de Sustentabilidade INBS, relata que o uso do telhado verde nas edificações pode qualificar significativamente o microclima das cidades. Além de amenizar a temperatura, a cobertura vegetal ajuda na purificação do ar, na absorção de poeira e agentes poluentes, nas taxas de umidade, na qualidade dos aquíferos e na redução da poluição sonora, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da população urbana.

Minke (2005) estima que se 20% de todos os telhados fossem transformados em verdes, dobraria quantidade de folhas de uma cidade. O aumento desta superfície vegetal garante, além de um maior conforto ambiental, elementos orgânicos que absorvem o gás carbônico resultante da combustão dos veículos que circulam na cidade, colaborando com a redução do efeito estufa (INBS, 2015).

As principais contribuições do uso do telhado verde estão relacionadas a melhoria da qualidade do ar; reduzir os efeitos ilha-de-calor nos centros urbanos; e minimizar as vazões dos rios que recebem as águas das redes de coleta pluvial das cidades por ocasião dos picos de chuva (BALDESSAR, 2012).

Essas contribuições citadas podem de fato ser de grande valia em regiões onde há um índice elevado de edificações, vários locais pavimentados, contribuindo no conforto térmico destas regiões, combatendo alergias e doenças respiratórias pela qualidade do ar e diminuindo os escoamentos urbanos os quais colaboram para a elevação do nível dos rios.

2.3 Aplicação do telhado verde em áreas urbanas

O conceito de ciclo hidrológico está ligado ao movimento e à troca de água nos seus diferentes estados, físico, líquido, sólido ou gasoso, que ocorre na hidrosfera, entre os oceanos, as calotas de gelo, as águas superficiais, as águas subterrâneas e a atmosfera. Este movimento permanente deve-se ao Sol, que fornece a energia para

e elevar a água da superfície terrestre para a atmosfera (evaporação), e à gravidade, que faz com que a água condensada caia (precipitação) e que, uma vez na superfície, circule através de linhas de água que se reúnem em rios até atingir os oceanos (escoamento superficial) ou se infiltrar nos solos e nas rochas, através dos seus poros, fissuras e fraturas (escoamento subterrâneo), conforme a Figura 1 (ALTHOFF, 2012).

A sua implantação tem o objetivo de absorver os impactos negativos de uso e ocupação do solo na bacia. Assim, a solução adotada deve atender as necessidades locais, considerando os prós e contras das tecnologias disponíveis (RIGHETTO, 2009). Pelos resultados de estudos já realizados para chuvas de menor volume, um telhado verde tem capacidade significativa no armazenamento e retardo do escoamento pluvial, enquanto que para chuvas mais intensas e de maior volume tal capacidade se demonstrou pouco inferior, porém ainda assim é possível encontrar evidências de sua eficiência (JOBIM, 2013).

Oliveira (2009), relata que a pesquisa de Palla et al. (2008), onde a influência da cobertura de vegetação nos telhados reduz significativamente o pico de escoamento responsável pelas enchentes em áreas urbanas, bem como um efeito de retardo no escoamento superficial.

A implantação deste sistema em áreas urbanas pode auxiliar no aumento do tempo necessário para que a água percorra todos os obstáculos até chegar ao sistema convencional de drenagem de águas pluviais, que muitas vezes é sobrecarregado quando ocorrem chuvas de alta pluviosidade. Segundo Poletto (2011b), desta forma, os obstáculos criados pela vegetação e pelas irregularidades do telhado poderiam contribuir para uma melhor distribuição das águas das chuvas, também diminuindo as erosões do solo e assoreamento de corpos d'água através da deposição de sedimentos erodidos.

Telhados verdes são sistemas solo-planta implantados em telhados ou terraços de edificações, excluindo-se o caso de plantas em vasos. Um telhado verde é, normalmente, constituído de quatro camadas, uma camada drenante, uma camada que evita a perda das partículas de solo, normalmente uma manta geotêxtil, o substrato de solo e a vegetação (BERNDTSSON, 2010).

O telhado verde tem por objetivo a aplicação de vegetação sobre a cobertura de edificações que recebam tratamento adequado em relação à impermeabilização, barreira anti-raízes e drenagem, favorecendo a eficácia do mesmo (BALDESSAR, 2012). Esse tipo de cobertura segundo o mesmo autor, através de medições diárias foi capaz de escoar cerca de 30,70% das precipitações enquanto o telhado de barro teve um escoamento cerca de 77,30% na região de Curitiba-PR.

Jobim (2013) por estudos de (OLIVEIRA, 2009), que comparou as vazões de pico do escoamento entre um telhado testemunha (de fibrocimento) e um telhado verde, para uma simulação de chuva com intensidade de 8,77mm/h com duração de 13 minutos, verificou-se que o pico da vazão no telhado testemunha aconteceu 5 minutos após o início da chuva, enquanto que no telhado verde ele só ocorreu aos 13 minutos após o início da chuva, tendo ocorrido um retardo de 8 minutos. Já para uma simulação com chuva de intensidade de 42mm/h e mesma duração, os picos de vazão aconteceram aos 5 e aos 11 minutos respectivamente, ou seja, com retardo de 6 minutos (JOBIM, 2013).

De acordo com Jobim (2013), em situações urbanas onde telhados verdes são empregados, a redução do escoamento superficial implica em uma diminuição na demanda por galerias de águas pluviais. Assim, a redução do volume e da velocidade de liberação da água precipitada no telhado verde permite uma melhor distribuição do escoamento superficial ao longo do tempo (CASTRO; GOLDENFUM, 2008).

O estudo realizado por Althoff (2012), para um telhado verde com inclinação de 20% com camada de solo de 20 cm, se obteve as seguintes conclusões para um telhado

verde: o coeficiente de escoamento superficial do telhado verde de 0,04 é desprezível. Porém, se em um sistema de captação e aproveitamento de água de chuva se captar a água drenada através da camada de solo, os valores coletados são próximos a 50% dos valores precipitados, e dependendo do tipo de solo adotado, pode-se ter um resultado ainda melhor (ALTHOFF, 2012).

Conforme Oliveira (2009) em seus estudos de modelagem, Palla et al. (2008) determinou que na hora do pico da enchente, o telhado verde contribuiu com um tempo de defasagem (efeito de retenção) entre 7 e 15 minutos após o pico de enxurrada, para diferentes tratamentos, com modelagens de conversão de cenários de 10%, 20% e 100% das 42 áreas impermeáveis dos telhados. O mesmo autor verificou a ação da evapotranspiração das culturas na redução da umidade do solo entre eventos de precipitação, fazendo com que em dias mais quentes, o solo seja capaz de reter maior quantidade de água, em função do seu ressecamento mais rápido (evapotranspiração).

A pesquisa realizada por Righes (2014), para a microbacia do Arroio Esperança obteve com a utilização de telhados verdes na cobertura das edificações uma redução no pico de vazão em 35,4 %, e o coeficiente médio de deflúvio da bacia caiu de 0,53 para 0,35.

Experiências em países europeus e nos EUA têm mostrado que uma retenção média de 56% é visto em telhados verdes (GREGOIRE; CLAUSEN, 2011).

Telhado verde oferece uma medida de gestão sustentável na redução de fonte de águas pluviais, que imita o pré desenvolvimento das funções hidrológicas. Ele pode reter e deter águas pluviais, bem como atraso e suprimir vazão de pico. O desempenho hidrológico condicionado as questões meteorológicas locais podem influenciar no desempenho do telhado verde (WONG, 2014).

Conforme Wong (2014) para as regiões com o verão seco e quente, o desempenho do telhado verde nas águas pluviais deve ser melhor no verão do que no inverno frio por estar umedecida. No entanto, para as regiões com clima quente e úmido no verão a questão não é tão simples (WONG, 2014).

Segundo Wong (2014) o armazenamento de umidade no telhado verde é afetado por fatores extrínsecos meteorológica, como temperatura do ar, umidade, velocidade do vento e radiação solar, que podem influenciar a evaporação e transpiração. Quanto mais elevada for a temperatura da estação quente mais rápida será a restauração da capacidade de armazenamento devido a umidade (BERNDTSSON, 2010). O desempenho de retenção de águas pluviais geralmente, é mais elevada no verão do que no inverno (SCHROLL et al, 2011; STOVIN et al, 2012).

O volume total de escoamento também é menor para os telhados verdes do que para telhados convencionais. No entanto, durante tempestades de alta intensidade, a retenção e detenção fornecida por telhados verdes é limitada e as respostas para o escoamento de diferentes tipos de telhados são semelhantes (CHEN, 2013).

A variação de substrato do telhado verde e sua profundidade também podem ser fatores relevantes a um desempenho satisfatório na retenção das águas pluviais. Pesquisadores reconhecem os papéis dominantes do tipo de substrato e a profundidade do telhado verde na retenção das águas pluviais (KINGSBURY, 2008; UHL e SCHIEDT, 2008; BERNDTSSON, 2010; STOVIN et al., 2012). Nardini et al. (2012) também alinhado com essa observação diz que o papel preciso da profundidade de substrato sobre a mitigação de águas pluviais exige maior investigação.

Pelos resultados obtidos por Wong (2014) em seu experimento, revelam não foi encontrada significância estatística no desempenho entre os quatro tratamentos de substrato e profundidade. Este achado aparentemente não se alinha com a pesquisa (KINGSBURY 2008; UHL e SCHIEDT, 2008; BERNDTSSON, 2010; STOVIN et al., 2012)

anterior a compreensão geral que a profundidade de substrato exerce grande influência sobre telhado verde na retenção de águas pluviais (WONG, 2014).

De acordo com Wong (2014) o mesmo material de substrato a partir dos diferentes teores de umidade da linha de base (abaixo de saturação) pode trazer diferentes resultados de retenção. O substrato mais grosso pode ter notavelmente menor teor de umidade antecedente do que o mais fino durante os períodos secos e prolongados, resultando em maior retenção. Essa diferença de retenção pode ser diretamente atribuído à antecedente teor de umidade ao invés de espessura do substrato.

Percebemos que os parâmetros físicos e hídricos das amostras de solo podem também interferir no desempenho satisfatório de retenção de um telhado verde. Os quais quantificam o volume de água que pode ficar retido no substrato, correspondente a camada de solo utilizada pelo telhado verde.

A influência da cobertura vegetal, incluindo a espécie da planta, a diversidade e estrutura da planta, foi estudada por Nagase e Dunnett (2012) que selecionaram doze espécies dos três principais grupos taxonômicos utilizados em telhados verdes, e os resultados apontaram diferenças significativas no volume do escoamento superficial em função do tipo da planta, mas também de seu tamanho, diâmetro e biomassa radicular entre outros.

Conforme Santos (2013) os fatores determinantes no desempenho dessas estruturas são as características da vegetação (morfologia e idade) e as características do substrato (espessura e composição). As características da vegetação, morfologia e idade, são particularmente responsáveis pelo retardo no escoamento devido à interceptação da água pela folhagem existente, ou seja, efeito retenção.

Burszta-Adamiak (2012) relacionou o aumento na retenção dos telhados verdes com relação ao telhado convencional principalmente com a estrutura de cada um deles, ou seja, os telhados vegetados retêm parte da água na camada do substrato e nas camadas estruturais (na maior parte, na camada de drenagem, que compreende um meio poroso ou elementos plásticos de drenagem), até mesmo durante eventos chuvosos de maior intensidade, e uma parte da água evapora para a atmosfera. Nesse contexto, segundo o autor, apenas o excesso escoado da estrutura de várias camadas do telhado verde (SANTOS, 2013).

Por outro lado, no caso do telhado convencional, Burszta-Adamiak (2012) explica que, após a superfície ser inicialmente molhada, uma quantidade muito pequena de chuva é retida nas irregularidades do material de construção e apenas em temperaturas do ar suficientemente elevadas (SANTOS, 2013).

3 CONCLUSÃO

Podemos concluir que o telhado verde pode trazer benefícios aos sistemas urbanos de drenagem, fato comprovado pelas pesquisas na área, as quais mostram que podem absorver boa parte da precipitação de um evento devido a estrutura implementada, considerando os aspectos como clima, substrato do solo, variação da precipitação e tipos de cobertura de vegetação, etc.

Entende-se que a utilização desse tipo de cobertura favorece na diminuição do escoamento das águas pluviais em consequência favorecendo a diminuição ou o retardo de cheias e inundações nos grandes centros urbanos. Como consequência, problemas relacionados a drenagem urbana podem ser mitigados pela implementação coordenada desse modelo de projeto, seja pela mudança de um plano diretor, por um decreto ou por um ato legítimo de um órgão público.

Mas, há a possibilidade de se trabalhar no desenvolvimento de medidas compensatórias a ocupação crescente das áreas urbanas, como uma maneira de promover a redução dos impactos provocados por esses agentes "população" e consequentemente o desenvolvimento sustentável aos centros urbanos.

REFERÊNCIAS

ALTHOFF, R. B.; **Avaliação do coeficiente de escoamento superficial em diferentes tipos de cobertura.** Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental "Stritu Sensu" Mestrado em Engenharia Ambiental. Universidade Regional de Blumenau FURB, 2012.

BALDESSAR, S. M. N. **Telhado Verde e Sua Contribuição na Redução da Vazão da Água Pluvial Escoada.** Programa de Pós Graduação em Engenharia da Construção Civil Área de Concentração: Ambiente Construído, 2012. Disponível em: <<http://www.prppg.ufpr.br/ppgcc/sites/www.prppg.ufpr.br/ppgcc/files/dissertacoes/d0168.pdf>> Acesso em: Dez. de 2019.

BERNDTSSON, J.C. Green roof performance towards management of runoff water quantity and quality: a review. **Ecological Engineering** 36, p. 351-360, 2010.

BURSZTA-ADAMIAK, E. Analysis of the Retention Capacity of Green Roofs. **Journal of Water and Land Development**, v. 16, n. 1/6, p. 3-9, 2012.

CABRAL, JAIME J. DA S. P.; DA SILVA, P. O. Atenuação de Picos de Vazão em Área Problema: Estudo Comparativo de Reservatórios de Detenção em Lote, em Logradouros e em Grande Área da Bacia. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos** V.19, n.2 Abr/Jun 2014.

CANTOR, S. L. **Green Roofs in Sustainable Landscape Design.** W.W. Norton & Company, New York – London, 2008.

CASTRO, A. S.; GOLDENFUM J. A., **Uso de Telhados Verdes no Controle Quali-Quantitativo do Escoamento Superficial Urbano,** 2008.

CASTRO, A. S. **Uso de pavimentos permeáveis e coberturas verdes no controle quali-quantitativo do escoamento superficial urbano,** 2011. 142 f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) Programa de Pós-graduação de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

CHEN, C-F. Performance evaluation and development strategies for green roof in Taiwan: A review. **Ecological Engineering**, 52, p. 51-58, 2013.

GREGOIRE, B.G., Clausen, J.C., 2011. Effect of a modular extensive green roof on stormwater runoff and water quality. **Ecological Engineering**. 37, 963–969.

INBS - Instituto Brasileiro de Sustentabilidade. **O Telhado Verde e o Microclima das Cidades.** Instituto Brasileiro de Sustentabilidade. Disponível em:<[HTTP://WWW.INBS.CO](http://WWW.INBS.CO)

M.BR/O-TELHADO-VERDE-E-O-MICROCLIMA-DAS-CIDADES. Acesso em DEZ. de 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2013. Disponível em: <http://cod.ibge.gov.br/23250>. Acesso em: 28 de setembro de 2020.

JOBIM, A. L., **Diferente Tipos de Telhados Verdes no Controle Quantitativo da Água Pluvial**. Dissertação de Mestrado Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil Universidade Federal de Santa Maria, 2013. Disponível em: <<https://www.google.com.br/webhpsourceid=chromeinstantion=1&espv=2&ie=UTF8#q=Alan+Lamberti+Jobim%2C+2013>> Acesso em outubro de 2019.

LIMA, J. M. J.; **Cidade, Solo Urbano e Drenagem: Abordagem Sobre as Inundações em Área da Zona Leste da Cidade de Teresina, Piauí, 2011**. Núcleo de Referência em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste (TROPEN); Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA); Subprograma PRODEMA/UFPI/TROPEN; Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal do Piauí.

LEE J.Y. ; H. J. Moon; T.I. Kim; H. W. Kim; M.Y. Han, **A análise quantitativa sobre o efeito de redução de inundação urbana pelo sistema de telhado verde, 2013**. Department of Civil and Environmental Engineering, Seoul National University, 599 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 151-744, South Korea; KIST (Korea Institute of Science and Technology), Gangneung Institute, Gangneung 210-340, South Korea; Water Treatment and Environmental Plants, POSCO E & C, Incheon, South Korea.

MARTINS, P. A. G. **Manejo de Águas Pluviais Urbanas: estudo de bacias de amortecimento na Região Metropolitana de São Paulo**. Campinas, SP. 2006. 181p. Dissertação (Mestrado em Urbanismo) - Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias, Campinas, 2006.

MINKE, G. **Tectos verdes. Planificación, ejecución, consejos prácticos**. Editorial Fin de Siglo, Montevideo, Uruguay, 2004.

MINKE, G. **Techos Verdes**. Espanha: EcoHabitar. 2005. Disponível em: <<http://reine.arq.unam.mx/VersionEspanol/Recursos/01Principal/ArchivosPDFtoHTTP2011/WIKITechosVerdes.pdf>>. Acesso em janeiro de 2020.

NAGASE, A.; DUNNETT, N. Amount of water runoff from different vegetation types on extensive green roofs: Effects of plant species, diversity and plant structure. **Landscape and Urban Planning**, 104, p. 356– 363, 2012.

Nardini, A., Andri, S., Crasso, M., 2012. **Influence of substrate depth and vegetation type on temperature and water runoff mitigation by extensive green roofs: shrubs versus herbaceous plants**. *Urban Ecosyst.* 15 (3), 697–708.

OLIVEIRA, E. W. N., **Telhados verdes para habitações de interesse social: retenção das águas pluviais e conforto térmico**, Centro de Tecnologia e Ciências Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <<http://www.p>

eamb.eng.uerj.br/trabalhosconclusao/2009/EricWatsonNettodeOliveiraPEAMB2009.pdf>Acesso em janeiro de 2020.

PALLA, A. et. al., **Modelling storm water control operated by green roofs at the urban catchment scale University of Genoa – Italy**, 11th International Conference on Urban Drainage, Edinburgh, Scotland, UK, 2008. Disponível em: <<http://web.sbe.hw.ac.uk/staffprofiles/bdgsa/11thInternationalconferenceonUrbanDrainageCD/ICUD08/pdfs/245.pdf>>Acesso em janeiro de 2016.

POLETO, C. SUDS (SUSTAINABLE URBAN DRAINAGE SYSTEMS): uma contextualização histórica. **Revista Thema**, v. 8, p. 1-12, 2011.

POLETO, C. Alterações morfológicas em um canal fluvial urbano no contexto antrópico, social e ambiental: um estudo de caso. **Acta Scientiarum.Technology (Online)**, v. 33, p. 357-364, 2011b.

RIGHETTO, A. M., **Manejo de Águas Pluviais Urbanas**, 2009. Rio de Janeiro: ABES, 2009 Projeto PROSAB. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/prosab/livros/prosab5tema%204.pdf>>Acesso em novembro de 2020.

RIGHES, A. A., **Impacto da Utilização de Telhados Verdes no Escoamento Superficial do Arroio Esperança em Santa Maria RS**, 2014. Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária - Centro Universitário Franciscano.

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

SILVA, P. O. **Análise de Técnicas Compensatórias de Drenagem Urbana para Atenuação de Inundações em uma Sub-bacia do rio Jiquiá no Recife**, 138p Dissertação, UFPE, Recife, 2010.

SCHROLL, E., Lambrinos, J., Righetti, T., Sandrock, D., 2011. The role of vegetation in regulating stormwater runoff from green roofs in a winter rainfall regime. **Ecological Engineering**. 37, 595–600.

STOVIN, V., Vesuviano, G., Kasmin, H., 2012. The hydrological performance of a green roof test bed under UK climate conditions. **J. Hydrol.** 414–415, 148–161.

TUNDISI, J. G; TUNDISI, T. M. **Recursos Hídricos no século XXI**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de águas pluviais urbanas**. Brasília: Ministério das Cidades, 2006. 194p. (Saneamento para Todos; 4º volume)

UHL, M., Schiedt, L., 2008. **Green roof storm water retention-monitoring results**. In: 11th International Conference on Urban Drainage, Edinburgh, Scotland.

VECCHIA, F. 2009. **Cobertura verde leve (CVL): Ensaio Experimental, Maceió**, In: VI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído (ENCAC) e IV Encontro Latino-americano sobre Conforto no Ambiente Construído (ELACAC), 2005. Disponível em:

<http://www.shs.eesc.usp.br/pessoal/docentes/technotes/14/coberturaverdeleveensaioexperimental.pdf>>Acesso em dezembro de 2019.

WONG, C. Y. Jim; Gwendolyn K.L. **Desempenho hidrológico quantitativa da cobertura verde sob regime de chuvas por clima tropical-úmido**, 2014. Department of Geography, University of Hong Kong, Pokfulam Road, Hong Kong.

PARAMETERS FOR THE USE OF GREEN ROOFS AS A SYSTEM FOR FLOOD PREVENTION IN URBAN AREAS

Abstract: *One of the main challenges for public managers worldwide is to guarantee the necessary service infrastructure for urban development with a view to minimizing environmental impacts, creating an opportunity for a better life for this and future generations. To this end, several alternatives are developed through studies that aim to collaborate with the reduction of impacts made directly or indirectly by man in urban centers. Thus, one of the alternatives mentioned by research already carried out is the use of green roofs. Which have been used in various parts of the world mainly for aesthetic purposes, for the enhancement of urban space and for the improvement of environmental comfort, however, issues such as the possibility of using them in a system for using rainwater and delaying peak water use. runoff have motivated relevant studies that still need to be deepened. It is proposed, then, to study the contribution that a green roof can bring to the urban life of a city and the necessary parameters for its implementation, applied in the reduction of the impacts of floods and floods.*

Keywords: *Green roof. Sustainability. Urban flood control.*