

Contribuições à Legislação para Sistemas de Controle de Vazão em Coberturas**Contributions to the Legislation for Rooftop Detention Systems**

Recebimento dos originais: 10/10/2017

Aceitação para publicação: 01/12/2017

Lucy Marta Schellin

Mestre em Gestão Ambiental pela Universidade Positivo.
Secretaria Municipal de Meio Ambiente - Prefeitura Municipal de Curitiba;
Endereço: Manoel Ribas, 2727 – Mercês
E-mail: lucyschellin@gmail.com

Adriana Karin Goelzer Leinig

Mestranda Programa de Pós-Graduação em Ciência, Gestão e Tecnologia da Informação UFPR
Endereço: UFPR - Campus III, Av. Prefeito Lothário Meissner, 632 - CEP: 80210-070, Setor de Ciências, Sociais Aplicadas, 1º Andar, Jardim Botânico - Curitiba/PR. Brasil.
E-mail: agoelzer@bol.com.br.

RESUMO

A impermeabilização das áreas urbanas decorrente do crescimento acelerado das cidades acarreta inúmeros problemas, entre eles o desequilíbrio do ciclo hidrológico. O impacto de tal desequilíbrio é percebido pela população em períodos de excesso ou escassez hídrica. Os períodos de excesso são caracterizados pelo aumento do escoamento superficial, o que contribui para a ocorrência de cheias urbanas. A redução de infiltração e percolação da água no solo impacta na recarga de aquíferos subterrâneos, o que diminui a reserva para manutenção de vazão dos corpos hídricos superficiais em período de escassez. Para a recuperação do equilíbrio do ciclo hidrológico em áreas urbanizadas, a hidrologia sustentável utiliza tecnologias de Desenvolvimento de Baixo Impacto (DBI). Sistemas de Controle de Vazão implantado em Coberturas (SCVC) se apresentam como uma das tecnologias DBI que podem contribuir para a redução do escoamento superficial e, por conseguinte, das frequentes cheias urbanas. Algumas cidades brasileiras possuem legislação acerca do tema, porém tais leis e decretos não estabelecem critérios, incentivos, elementos construtivos e/ou especificações técnicas para implementação de tais sistemas. A partir deste cenário, o presente estudo busca formas de compensação para a redução da permeabilidade do solo. Como metodologia, foi elaborada pesquisa bibliográfica acerca de estudos relacionados ao tema e legislação específica de outras cidades. O objetivo deste trabalho é embasar técnicos e gestores quanto aos parâmetros mínimos necessários para compor legislação sobre SCVCs. As contribuições propostas podem colaborar com o controle do escoamento superficial, mitigar os danos causados pela urbanização e promover a resiliência dos centros urbanos ante a mudanças climáticas.

Palavras-chave: Telhados verdes; Drenagem urbana; Telhados azuis; Gestão pública.

ABSTRACT

The impermeability of urban areas due to the accelerated growth of cities causes many problems, including the imbalance of the hydrological cycle. The impact of such imbalance is perceived by the population during periods of excess or water scarcity. The periods of excess are characterized by increased runoff, which contributes to the occurrence of urban floods. The reduction of water infiltration and percolation in the soil, impacts on the groundwater storage, which will supply superficial water bodies in scarcity periods. For the recovery of the hydrological cycle balance in urbanized areas, sustainable hydrology uses Low Impact Development (LID) technologies. Rooftop Detention System is one of the LID technologies that can contribute to the runoff reduction and, consequently, the urban flood. Some Brazilian cities have legislation on the subject, but such laws and decrees do not establish criteria, incentives, constructive elements and/or technical specifications for such systems. From this scenario, the present study searches for compensation to the soil permeability reduction. A bibliographical research was elaborated on studies related to the theme and specific legislation of other cities. The goal of this work is support technicians and managers on the minimum parameters necessary to compose legislation on Rooftop Detention Systems. The proposed contributions can increase the runoff control, mitigate the damages caused by urbanization and promote the resilience of urban centers due climate changes.

Keywords: Green roofs; Urban drainage; Blue roofs; Public administration.

INTRODUÇÃO

A gestão de águas pluviais, na atualidade, representa uma questão premente nos centros urbanos. O crescimento desordenado das grandes cidades resulta no aumento de superfícies impermeáveis, o que potencializa o escoamento superficial e, conseqüentemente a ocorrência de cheias.

O conceito de Desenvolvimento de Baixo Impacto - DBI é relativamente novo em gestão de águas pluviais (CHANG, 2010). Refere-se a mudanças na concepção e utilização das edificações residenciais, comerciais e institucionais devido a preocupações ambientais com o desenvolvimento do planeta em aspectos concernentes à água e poluentes. Tais tecnologias tem como foco o controle do escoamento superficial no local da precipitação tanto para controle do escoamento superficial como para remoção de poluentes (DAVIS, 2005; CHANG, 2010). Sistema de Controle de Vazão em Coberturas (SCVC) é uma das tecnologias DBI que pode colaborar com a gestão de águas pluviais nos centros urbanos.

SCVCs são utilizados em várias localidades para controle de escoamento superficial e redução de cheias. Promovem ainda outros benefícios ambientais. A Gestão Integrada das Águas Urbanas – GIAU pode utilizar várias tecnologias DBI combinadas para obter os melhores resultados (PHILDELPHIA, 2016; NEW YORK, 2012; AUSTRALIA, 2003; THURING et al., 2015).

Califórnia, Nova Iorque, Filadélfia (EUA), Toronto e Região Metropolitana de Vancouver (Canadá), entre outras localidades já contam com legislação para implantação de SCVCs (CALIFÓRNIA, 2013; NEW YORK, 2014; PHILADELPHIA, 2016; RICHMOND, 2008, METRO VANCOUVER, 2009; TORONTO, 2013).

No Brasil, a primeira legislação sobre SCVCs foi implantada no Estado de Santa Catarina (SANTA CATARINA, 2007). A cidade de Recife (RECIFE, 2014) já dispõe de legislação específica para tais sistemas. Em São Paulo, o Projeto de Lei PL 1.703/2011 foi proposto com obrigatoriedade de implantação em edificações acima de três pavimentos e foi alterada para implantação de tetos verdes facultativa com incidência de incentivos fiscais para edificações que adotem tal sistema de controle de vazão (SÃO PAULO, 2011). Nestas leis e projeto de lei não constam parâmetros construtivos que deveriam ser seguidos ou incentivos fiscais que poderiam ser concedidos para edificações que possuam tais sistemas. Para Curitiba foi proposto o Projeto de Lei nº 005.00006.2013 para implantação de tetos verdes. Este projeto de lei não foi aprovado em audiência pública por carecer de fundamentação e especificações técnicas a serem seguidas.

METODOLOGIA

Para este trabalho foi realizada pesquisa bibliográfica, sobre os temas pertinentes ao presente estudo e sobre a legislação em vigor de outras localidades. O objetivo é buscar parâmetros que possam servir de base para a composição de instrumentos legais que incentivem a utilização de SCVCs para controle do escoamento superficial e redução de poluição dos corpos hídricos.

Sistemas de Controle de Vazão Implantados em Coberturas

Existem algumas tecnologias para controle do escoamento superficial local que contribuem para o amortecimento das cheias urbanas. As denominadas Tecnologias de Desenvolvimento de Baixo Impacto – DBI (Low Impact Development – LID), vêm sendo percebidas com maior interesse no âmbito social, político, econômico e sobretudo no ambiental. Este estudo se concentra em alternativas para controle do escoamento superficial em coberturas.

Telhados verdes

Também conhecidos como telhados ecológicos, coberturas vegetadas ou jardins de telhado, são compostos por camadas de vegetação adequada, substrato para desenvolvimento das plantas, filtro de sedimentos, camada para retenção de águas pluviais/umidificação do substrato por

capilaridade, interceptação de umidade, detecção de fugas e membrana para impermeabilização da cobertura e/ou barreira de raízes. Tem como objetivo principal a redução do volume do escoamento superficial, tanto pelo controle da vazão efluente como pelo aumento da evapotranspiração (PHILADELPHIA, 2016, HUI, 2006).

Agregam ainda outros benefícios tais como melhorias na qualidade do ar e da água devido à retenção de poluição difusa, arrefecimento de temperatura, redução da ilha de calor e consequente redução no consumo de energia e emissões de carbono, habitat para insetos e pássaros contribuindo para a manutenção da biodiversidade, melhorias na estética da paisagem urbana e acréscimos nos valores das propriedades (METRO-VANCOUVER, 2009; AHMED et al., 2014). Doug et al. (2005), incluem entre os benefícios proporcionados por telhados verdes a redução de ruído, promoção de saúde e bem-estar da população e promoção de horticultura e agricultura urbana.

Algumas espécies de plantas retêm partículas de poluição difusa com diâmetro aerodinâmico inferior a 2,5 micra (PM_{2,5}). Estas alcançam os pulmões e estão relacionadas a doenças cardiorrespiratórias e a câncer de pulmão (NOWAK et al, 2016; POPE et al., 2016). Assim, a captação de poluição difusa por vegetação adequada implantada em SCVCs distribuídos em área urbana pode contribuir para melhorias na saúde da população.

Telhados verdes extensivos têm como característica pouca espessura do meio de crescimento (2 a 15 cm METRO-VANCOUVER, 2009; 2 a 20 cm FLL, 2008). As plantas utilizadas são escolhidas pela resistência a intempéries (frio extremo, calor, seca e vento) e por necessitar de pouca manutenção (ex.: musgos, suculentas, gramíneas entre outras). Nestes casos é necessário pouco ou nenhum reforço estrutural para a implantação de SCVC, o que proporciona custos iniciais mais baixos que os telhados verdes intensivos. Estes, além das camadas estruturantes, contam com uma camada de matéria orgânica de 20 cm a 1,0 m ou mais, com acréscimo de peso pela saturação do solo. São constituídos de espécies arbóreas e/ou arbustos de grande porte, e podem receber mobiliário adequado à ambientes externos. São normalmente implantados em edificações novas com estrutura preparada para receber o peso adicional. Para edificações existentes, onde se pretenda implantar telhados verdes, é necessária avaliação quanto à necessidade de reforço estrutural para atender a carga adicional (METRO-VANCOUVER, 2009; HUI, 2011). A FLL (2008) define ainda telhados verdes semi-intensivos com camadas de espessuras intermediárias (15cm a 1 m) e frequência de irrigação e fertilização moderadas.

O código municipal de Toronto, no Canadá, estabelece no capítulo 492 que para edificações novas ou ampliações a partir de 2010 é necessário implantar telhados verdes. A proporção de cobertura verde mínima em relação à área de cobertura disponível varia de 20 % a 60 % de acordo com a área da edificação e os materiais devem atender desempenho de acordo com

legislação referente à gestão de águas pluviais do município. Estabelece critérios para o aproveitamento de parte do volume precipitado na própria edificação, critérios para escolha de plantas, plano de plantio, replantio e manejo das espécies adotadas (TORONTO, 2013).

A Lei Municipal nº 8385 da cidade de Richmond no Canadá, estabelece que edificações com uso industrial e/ou comercial, combinada ou não com outros usos, e edificações em zoneamentos previamente definidos, sejam edificações novas ou ampliações com área superior a 2.000 m², devem implantar sistemas de controle de vazão, exceto as edificações que receberam autorização de construção em data anterior a 2009. A instalação de telhados verdes ou sistemas alternativos devem reduzir em 20 % o escoamento superficial e a cobertura verde deve ocupar no mínimo 75 % da área total de cobertura da área edificada (RICHMOND, 2008).

Para implantação de telhados verdes na Filadélfia, os materiais utilizados na camada de substrato precisam atender especificações quanto ao teor de umidade, capacidade de retenção de água, percentual de matéria orgânica, sais solúveis e pH. Em locais de inverno rigoroso é necessário prever sistemas de descongelamento para evitar rompimento da tubulação. Os filtros de sedimentos e a camada de impermeabilização devem atender normativas quanto a resistência à tração, ruptura, vazão, raios UV após 500 horas e não são permitidas emendas com a aplicação de calor. Pode ser necessária a aplicação de mantas para controle de vento de acordo com as estações do ano ou permanentes (PHILADELPHIA, 2016).

A legislação referente a telhados verdes de Nova Jersey, EUA, recomenda a utilização de sistemas de proteção quanto à erosão em telhados com declividade acentuada até que as plantas atinjam crescimento com condições de estabilidade. A declividade recomendada para aplicação de telhados verdes varia entre 4 e 12 %. Em telhados planos é necessária camada drenante (BLICK et al., 2004).

Telhados verdes necessitam de irrigação complementar em períodos secos (RANKIN, 2015) não sendo adequados a locais com alta variabilidade de precipitação sazonal com longos períodos de seca. A Figura 1F mostra modelo genérico para implantação de telhados verdes conforme utilizado na Filadélfia.

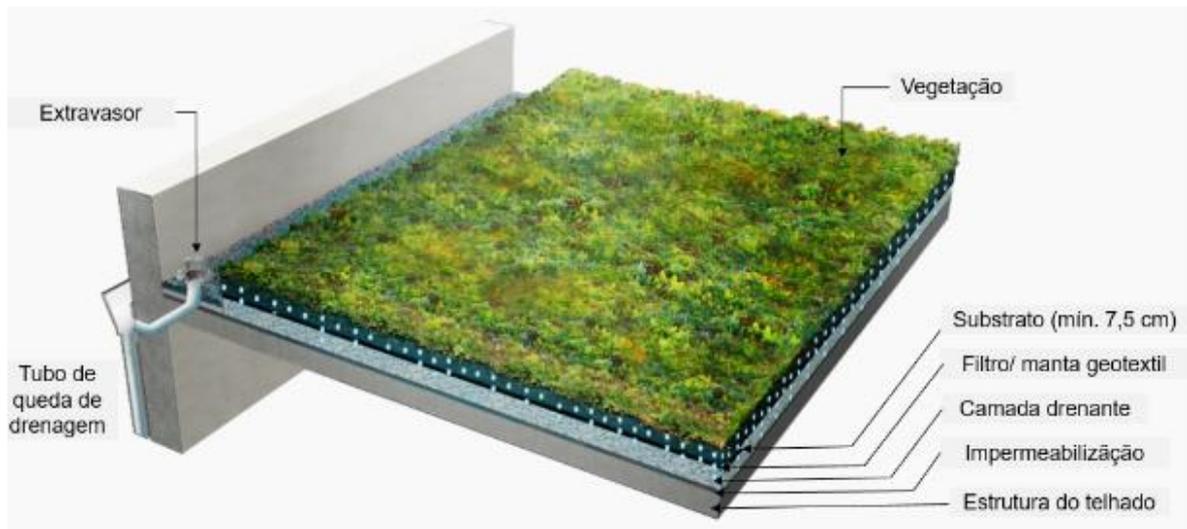


Figura 1 - Modelo genérico para implantação de telhados verdes conforme Manual de Gestão de Águas Pluviais da Filadélfia, EUA (Adaptado de PHILADELPHIA, 2016).

O consumo de frutas e hortaliças de época, produzidas próximas aos centros urbanos reduz o consumo de energia de produção e transporte (TUKKER et al., 2010). Telhados verdes podem ser projetados também para a produção de alimentos à população de forma a reduzir o consumo de combustíveis fósseis utilizados no transporte de frutas, verduras e hortaliças de regiões vizinhas para os centros urbanos ainda que em escala reduzida e podem contribuir para melhorar a diversidade de fauna (HUI, 2011; NEW YORK, 2012; SANYÉ-MENGUAL et al., 2015). Para cultivo de alimentos em estufas comerciais em coberturas é necessária avaliação multicritério envolvendo variáveis condicionantes como espaço disponível, iluminação natural, estrutura e declividade dos telhados e questões relacionadas a legislação e planejamento urbano. Nova Iorque e Montreal já contam com produção comercial de alimentos orgânicos em estufas implantadas em coberturas de edifícios (SANYÉ-MENGUAL et al., 2015).

É necessário prever dispositivos de segurança contra queda para operadores e equipes de manutenção tais como ganchos fixados nas lajes para engate de cabos e cordas de segurança, grades, andaimes e/ou redes de proteção (HUI, 2011). Tetos verdes podem ainda ser combinados com painéis fotovoltaicos. A integração entre tetos verdes e painéis fotovoltaicos instalados em telhados verdes contribui para o desenvolvimento de microclimas, reduzindo o impacto da exposição direta à radiação solar nas plantas, o que aumenta a gama de espécies que pode ser utilizada nos telhados verdes (HUI, 2011, TAYLOR, 2007).

A profundidade da camada de substrato determina a variedade de espécies que poderão compor a vegetação dos tetos verdes (FLL, 2008). Substratos rasos (3 a 5 cm) ressecam mais rapidamente e são mais afetados por variações de temperaturas. Profundidades de substrato de 7 a 15 cm são adequados a gramíneas e pequenos arbustos tolerantes à seca, porém são adequados

também à proliferação de ervas daninhas (OBENDORFER et al., 2007). Substratos com profundidade a partir de 6 cm permitem armazenamento de águas pluviais no local da precipitação (SOBCZYK, M.; MROWIEC, M, 2016, FLL, 2008).

O coeficiente de descarga (C) e o percentual de redução de escoamento anual (Y) proporcionado por tetos verdes está relacionado à profundidade e declividade do telhado. O percentual de retenção anual é a diferença entre o volume de água precipitado e o volume de água escoado em médias anuais (FLL, 2008). Ainda que a água proveniente de precipitação possua geralmente baixo teor de poluentes, os tetos verdes podem filtrar muitos poluentes aéreos, incluindo sedimentos, metais e partículas orgânicas dispersas pelo vento e carregadas pela água precipitada. Os substratos utilizados como meio de crescimento das plantas possuem alto teor de matéria orgânica. Os tetos verdes possuem baixa eficiência na remoção de fósforo, pois este pode lixiviar da matéria orgânica (MINNESOTA, 2017).

Telhados azuis

São sistemas de drenagem que fornecem armazenamento temporário para controle de vazão efluente. Quando aplicadas tecnologias combinadas podem promover também a redução de poluição difusa. Têm capacidade limitada de armazenamento, e necessitam manutenção periódica para garantir a eficiência. A aplicação é limitada a telhados de baixa declividade (inferior a 2%) (PHILADELPHIA, 2016). Telhados azuis têm custos de implantação menores que telhados verdes e podem contribuir com a redução no consumo de água das unidades imobiliárias, pois o volume reservado em telhados azuis pode ser utilizado para abastecimento de instalações sanitárias nas edificações (NEW YORK, 2012).

Na Filadélfia, a legislação recomenda altura máxima para telhados azuis igual a 15 cm, porosidade mínima da pedra utilizada para lastro de 0,40, tempo máximo de detenção de 72 horas e a tubulação de saída deve ser calculada para intensidade de precipitação com tempo de duração da chuva de 24 horas (t_{24}) e tempo de recorrência de 10 anos (T_{10}). As pedras utilizadas para lastro devem ainda atender perda de massa por lavagem inferior a 0,5 %. É obrigatória a utilização de membrana impermeabilizante entre a cobertura e o telhado azul. As membranas impermeabilizantes aplicadas devem atender normas referentes a ruptura, vazão, tração e raios UV após 500 horas. Não são permitidas mantas com emendas feitas com aplicação de calor tais como mantas asfálticas. A Figura 2 mostra modelo genérico para implantação de telhados azuis (PHILADELPHIA, 2016).

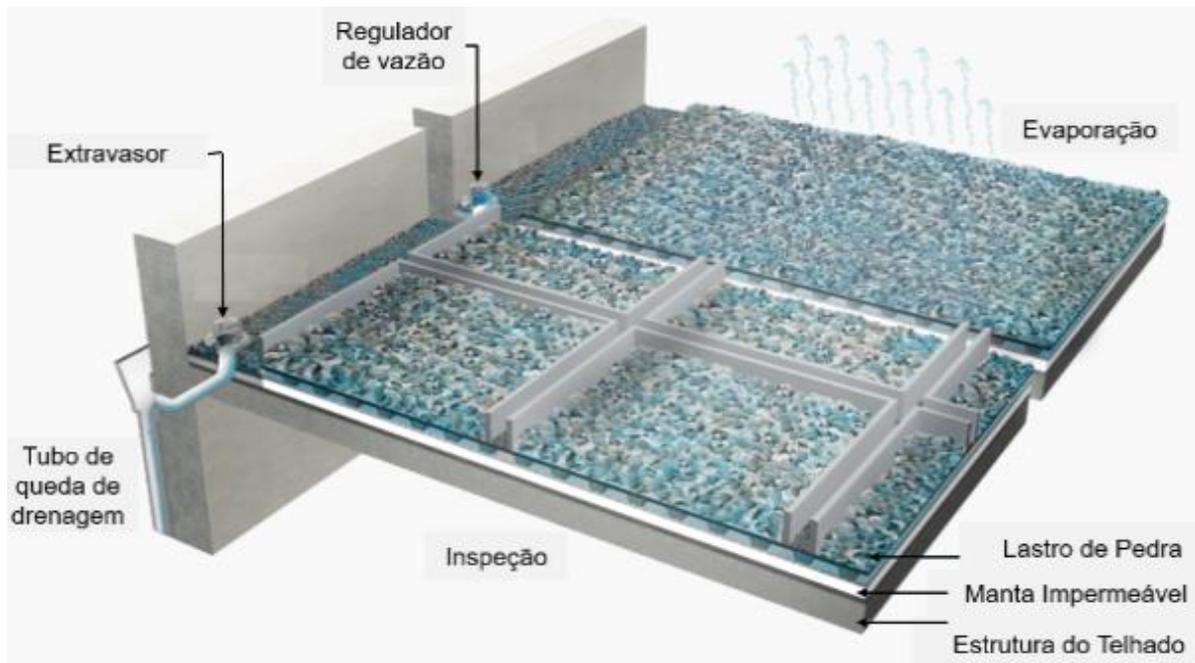


Figura 2 – Modelo genérico para implantação de telhados azuis conforme Manual de Gestão de Águas Pluviais da Filadélfia, EUA (Adaptado de PHILADELPHIA, 2016).

Em Nova Iorque, os Departamentos de Proteção Ambiental (DEP) e de Educação elaboraram 30 projetos piloto para avaliar o desempenho de infraestruturas verdes que poderiam ser previstas em legislação para redução do escoamento superficial e controle de cheias para os próximos 20 anos. Um dos experimentos foi a instalação de telhados verdes, azuis e convencionais em partes iguais, na Escola 118, bairro Queens na cidade de Nova Iorque. De acordo com as análises feitas pela equipe de monitoramento no período compreendido entre 2011 e 2012, a superfície recoberta com telhado verde (30 a 100 % de retenção) apresentou desempenho superior ao telhado azul (20 a 80 % de retenção). Os melhores resultados foram obtidos para precipitação de até 10 mm. Os dados observados indicam que o melhor desempenho dos telhados verdes quando comparados a telhados azuis se deve à combinação de retenção e retenção característica dos telhados verdes (NEW YORK, 2012).

SCVCs em edificações públicas e equipamentos urbanos

Telhados verdes vêm sendo implantados em edificações públicas e particulares previamente existentes ou em edificações novas em várias localidades (PHILADELPHIA, 2016; BLICK et al, 2004, SANYÉ-MENGUAL, 2015; HUI, 2006). A cidade de Chicago, uma das pioneiras em implantação de telhados verdes nos EUA, executou o primeiro telhado verde da cidade na cobertura do prédio da prefeitura (TAYLOR, 2007).

A Figura 3 mostra tetos verdes escalonados implantados na ACROS Fukuoka Prefectural International Hall da cidade de Fukuoka, Japão. A edificação foi projetada para comportar 37.000 mudas de 76 espécies. Porém devido à dispersão natural de sementes, abriga em torno de 50.000 plantas de 120 espécies. Estudos conduzidos em parceria com o Instituto de Tecnologia do Japão na Universidade de Kyushu comprovaram redução significativa no consumo de energia da edificação e redução dos efeitos da ilha de calor no local e imediações. A água pluvial se acomoda nas camadas, o volume excedente em uma camada se distribui nas demais camadas, o que resulta em utilização do sistema de irrigação em quantidade inferior à prevista inicialmente e redução do escoamento superficial que seria encaminhado ao sistema de drenagem (WOOD et al., 2014).



Figura 3 – SCVC intensivo implantado em cobertura escalonada em na ACROS Fukuoka Prefectural International Hall, em Fukuoka, Japão. (WOOD et al., 2014)

O Departamento de Águas da Filadélfia implantou um ponto de ônibus piloto utilizando tetos verdes extensivos. Neste foram instaladas camadas de vegetação, substrato, manta impermeabilizante, barreira de raízes e camada de reforço (Figura 4).

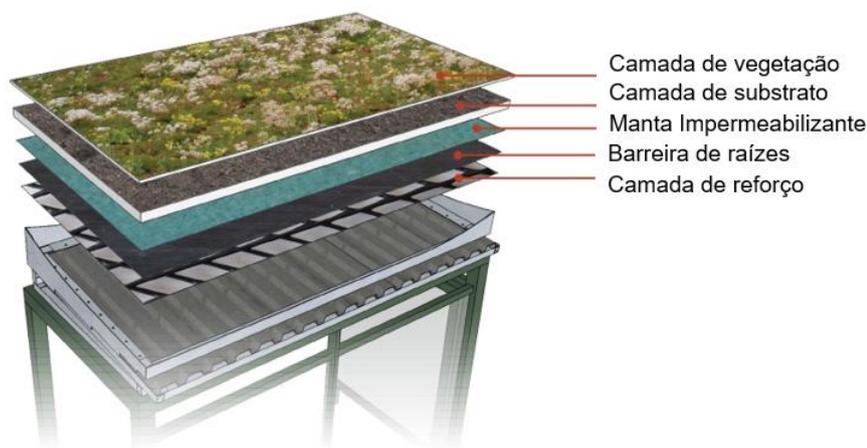


Figura 4 – Composição das camadas utilizadas em teto verde sobre equipamento urbano implantado pelo Departamento de Águas da Filadélfia, em frente à Prefeitura (Adaptado de PHILADELPHIA, 2017).

Em Detroit, EUA, não existem locais cobertos para que os usuários possam aguardar o embarque em transporte coletivo. A proposta de Woehl (2013) é a implantação de locais adequados para espera, com cobertura inclinada em polycarbonato com a função de conduzir a água precipitada a armazenamento lateral para controle do escoamento superficial. A água pluvial armazenada poderia ser descartada em camada de pedra, conforme proposto pela NBR 16.416/2015 (ABNT, 2015), envolta por manta geotêxtil sob a estrutura dos equipamentos urbanos para adsorção de poluição difusa e infiltração da água precipitada no solo para proporcionar recarga de aquíferos subterrâneos.

A Figura 5, mostra corte esquemático da proposta de equipamento urbano com captação e armazenamento temporário de águas pluviais com camada para remoção de poluentes e posterior infiltração no solo.

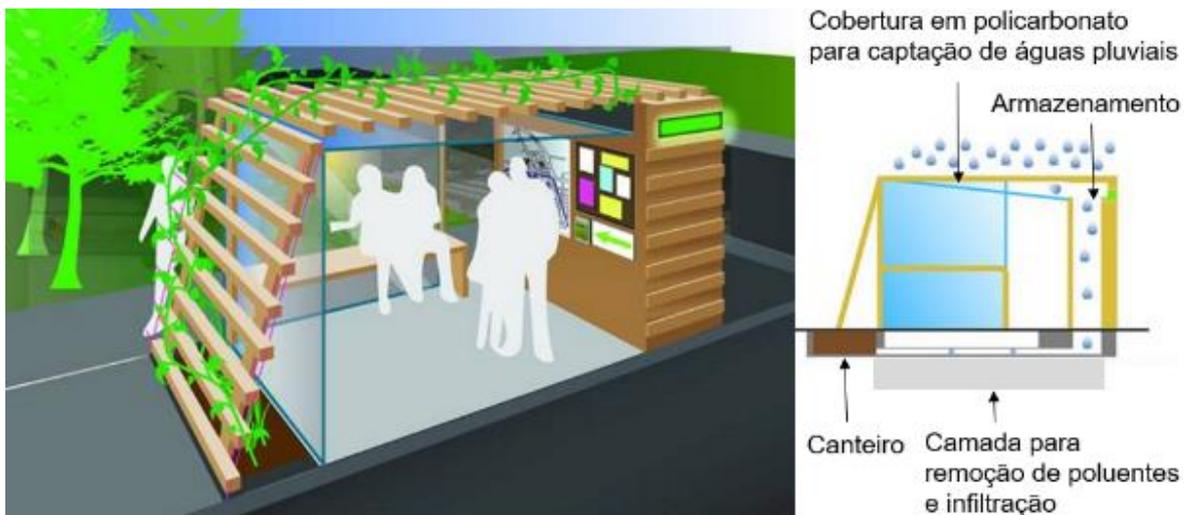


Figura 5 – Proposta de equipamento urbano com teto inclinado para captação de águas pluviais, armazenamento lateral com camada subsuperficial - adsorção de poluentes e canteiro lateral para ajardinamento (Adaptado de Woehl, 2013).

A Política de Qualificação dos Espaços e Equipamentos Públicos, estabelecida pelo Plano Diretor de Urbanismo do Município de Florianópolis prevê que os equipamentos urbanos devem atender a padrões estéticos e funcionais atualizados de forma a consolidar ou complementar os demais setores da cidade (FLORIANÓPOLIS, 2014).

A Figura 6 mostra o projeto elaborado pelo núcleo de paisagismo da Associação Comercial e Industrial de Florianópolis (ACIF), vencedor da edição 2013 - 2015 do Projeto Empreender Competitivo do SEBRAE. A primeira unidade entrou em funcionamento no dia 8 de dezembro de 2015 (FLORIANÓPOLIS, 2016).

¹ Proposta de equipamento urbano utilizando teto verde para a cidade de Detroit, elaborada por Amanda Cristina Woehl apresentada em seminário de Transportation Design na Wayne State University em 2013.



Figura 6 – Proposta vencedora da edição 2013 – 2015 Empreender Competitivo – SEBRAE para implantação de equipamentos urbanos em Florianópolis. (Adaptado de FLORIANÓPOLIS, 2015).

Na proposta, os pontos de ônibus foram remodelados com espaços para portadores de necessidades especiais, recarga de equipamentos eletrônicos (4 unidades por vez) e iluminação noturna da unidade utilizando energia solar armazenada em baterias. São providos de tetos verdes extensivos (9,8 m²) utilizando espécie nativa, com capacidade de armazenamento de águas pluviais (180 litros) com controle de vazão (NAVILLE, 2016).

A prefeitura de Salvador inaugurou o primeiro equipamento urbano para embarque de passageiros em transporte coletivo utilizando tetos verdes em 26 de janeiro de 2016 (SALVADOR, 2016), mas assim como os modelos implantados em Sheffield (WORTH, 2009), Filadélfia (PHILADELPHIA, 2017), Garopaba (VASCONCELOS, 2015) e Caxias do Sul (GALDINO, 2017), os telhados verdes implantados em tais equipamentos urbanos não são combinados com reservatórios de detenção de águas pluviais para potencializar o controle do escoamento superficial.

Tetos verdes em equipamentos urbanos são práticas adotadas em algumas localidades, porém ainda não divulgadas em veículos científicos.

INCENTIVOS FISCAIS

Em Nova Iorque, para obtenção de incentivos fiscais em função do controle de escoamento superficial em telhados é necessário que estes sejam implantados em ao menos 50 % da área da cobertura da edificação. Em casos de adaptação em edificações existentes, é obrigatória a apresentação de laudo emitido por profissional habilitado quanto às condições da estrutura existente para suportar o peso que será acrescido (NEW YORK, 2014).

Na Filadélfia, a gestão de águas pluviais conta com um departamento para orientar proprietários que queiram adaptar suas edificações com tecnologias DBI ou Melhores Práticas de Gestão - MPGs quanto à melhor solução a ser implantada no imóvel. Pode haver redução da conta de água do empreendimento e podem ser utilizadas linhas de crédito para custeio das modificações pretendidas pelo Programa de Incentivo de Gestão de Águas Pluviais (SMIP) e de Programa de Subsídios para a Recuperação Ecológica de Áreas (GARP) (PHILADELPHIA, 2016).

O Conselho Municipal de Toronto, no Canadá, aprovou em 2007 um programa piloto para incentivo à implantação de telhados verdes. Este programa fornece subsídios de acordo com a área de telhado verde implantada e o uso da edificação. Para telhados verdes com área igual ou superior a 1.000 m² são necessários estudos de engenharia referentes à redução efetiva da vazão e garantia de manutenção pelo proprietário do imóvel por pelo menos cinco anos (YORK REGION, 2007; TORONTO, 2007).

A Chicago Zoning Ordinance nº 17-4-1015, portaria que versa sobre telhados verdes na cidade de Chicago, prevê aumento de potencial construtivo proporcional à área do telhado verde. Para que o telhado verde seja elegível para receber o bônus em acréscimo de área, o telhado verde deve ocupar no mínimo 50 % da área líquida do telhado (excetuada a área de equipamentos mecânicos) ou 185,81 m² (2.000 pés²), o que for maior. Para a obtenção do benefício, o requerente deve ainda comprovar que a estrutura comporta o peso adicional, que a espessura da camada de solo atende as especificações do Departamento de Planejamento para a vegetação escolhida e comprovar a retenção de águas pluviais. A vegetação deve ser mantida pelo tempo da vida útil da edificação. O telhado verde está sujeito à inspeção periódica do Departamento de Edificações para atestar que o mesmo está sendo mantido de forma adequada (CHICAGO, 2015).

Em 2009, o Estado da Virgínia, EUA passou a autorizar os condados, cidades e municípios a instituir programas de incentivo à implementação de telhados verdes com base no percentual de redução de escoamento superficial das águas pluviais proporcionado pelo telhado verde implantado (VIRGINIA, 2009).

O manual de drenagem de águas pluviais de Minnesota prevê metodologia de cálculo para concessão de benefício fiscais referentes a redução de escoamento superficial e poluentes relacionados à várias tecnologias DBI e MPGs, incluindo telhados verdes. Para estes, o cálculo leva em conta a remoção de sólidos totais em suspensão, fósforo total, fósforo em partículas, fósforo dissolvido, nitrogênio total, metais, bactérias e hidrocarbonetos. Os créditos são proporcionais à remoção de poluentes/redução do escoamento superficial com a utilização de dispositivos que utilizem Tecnologias de Desenvolvimento de Baixo Impacto – DBI e Melhores Práticas de Gestão – MPG cumulativos ou não. Os maiores créditos são alcançados quando os dispositivos são

devidamente projetados, construídos e mantidos. Para o cálculo, pressupõe-se que os critérios estabelecidos no Manual de Drenagem de Minnesota foram atendidos. Caso algum critério não seja atendido, a obtenção dos benefícios pode sofrer decréscimos de forma parcial ou total (MINNESOTA, 2017).

O cálculo do volume considerado para obtenção dos créditos leva em conta a área da superfície dos tetos verdes, a profundidade do meio de crescimento, o teor de umidade na densidade máxima. A redução do escoamento superficial pode ser considerada para precipitação calculada para eventos pluviométricos críticos ou médias anuais. O Manual de drenagem de Minnesota apresenta embasamento/discussão acerca de parâmetros hidráulico-hidrológicos a serem aplicados para a obtenção dos melhores resultados (MINNESOTA, 2017).

A partir de estudos desenvolvidos em parceria com a Universidade Estadual de Portland - EUA, Universidade de Toronto – Canadá e o Conselho de Edificações Sustentáveis dos Estados Unidos, com manutenção e suporte fornecidos pelo Instituto Global de Sustentabilidade Julie Ann Wrigley da Universidade Estadual do Arizona, foi disponibilizada ferramenta (calculadora verde) para cálculo de estimativa de desempenho anual de telhados verdes. Tal ferramenta leva em consideração as condições hidrológicas relacionadas à localização do imóvel, a área de cobertura total, o tipo de construção, o percentual de cobertura vegetada, a profundidade do substrato e a utilização ou não de irrigação (ARIZONA, 2017).

Em Guarulhos, SP, A Lei nº 6.973/2010 atribui percentual progressivo de desconto em Imposto Predial e Territorial Urbano - IPTU para edificações que utilizem materiais sustentáveis e implantem sistemas de redução de consumo de água e energia, incluindo tetos verdes (GUARULHOS, 2010).

A prefeitura de Salvador implantou um sistema de pontuação, avaliando sistemas de redução de consumo de energia, água, poluição entre outros, implantados nas edificações, para instituir descontos progressivos nos valores referentes ao IPTU (SALVADOR, 2015).

DISCUSSÃO

Em muitas cidades ou mesmo em alguns bairros de municípios, o nível do lençol freático é próximo ao nível do solo. Nestes casos, reservatórios de controle de cheias executados abaixo do nível do solo não surtem os efeitos esperados. Assim, SCVCs combinados ou não com outras tecnologias DBI podem ser uma alternativa viável ao controle de cheias em locais com solo saturado.

São Paulo, Rio de Janeiro, Curitiba, São José do Rio Preto, Osasco, Porto Alegre, Santos, Sorocaba, entre outros municípios, contam com legislação referente a implantação de mecanismos de controle de cheias (reservatórios) com base na área impermeabilizada ou na área de cobertura das edificações (SÃO PAULO, 2002; RIO DE JANEIRO, 2004; CURITIBA, 2007; SÃO JOSÉ DO RIO PRETO, 2008; OSASCO, 2009; PORTO ALEGRE, 2014, SANTOS, 2012, SOROCABA, 2012). Tais leis e decretos poderiam ser flexibilizados. Assim, os volumes armazenados em SCVCs poderiam compor o volume referente aos reservatórios de controle de cheias em parte ou no todo, dependendo do espaço disponível, condições arquitetônicas e níveis de saturação do solo.

Alguns municípios como Curitiba, João Pessoa e São Paulo entre outros, já contam com legislação específica para concessão/transferência de potencial construtivo em algumas modalidades que proporcionam benefícios ambientais, culturais e urbanísticos. Desta forma, novos incentivos em acréscimo de potencial construtivo podem gerar distorções no adensamento dos zoneamentos (CURITIBA, 1982; 1991; 2000; 2004; 2012; 2013; 2014; JOÃO PESSOA, 2011; SÃO PAULO, 2016; CAMPINAS, 2017).

Considere-se ainda que acréscimos de potencial construtivo gerem benefícios apenas ao empreendedor. Acredita-se que o justo é que a quem caiba o ônus da manutenção dos SCVCs seja o recebedor do bônus em redução de impostos. Assim sugere-se que os programas de incentivos fiscais referentes a SCVCs privilegiem os proprietários das unidades autônomas responsáveis pela manutenção dos sistemas.

Além da área computável que se permite edificar com base no coeficiente de aproveitamento do terreno, em coberturas é permitido edificar o que se denomina ático (CURITIBA, 2013; FLORIANÓPOLIS, 2000). Considerando-se que a área usual que se pode ocupar em áticos é de até 1/3 da área do pavimento imediatamente inferior, poderia ser fixado percentual mínimo de implantação de sistemas de controle de vazão em coberturas para elegibilidade a incentivos fiscais de 50 % da área líquida da cobertura. O uso desta área edificada pode ser de uso comum (casa de máquinas, barrilete, espaços para antenas e outros equipamentos de uso coletivo) e/ou particular (parte de unidades autônomas). Os incentivos fiscais deveriam ser distribuídos de forma proporcional (conforme a responsabilidade de manutenção e o acordado em convenção de condomínio quanto à utilização das áreas do ático) entre as áreas comuns e particulares.

Para empreendimentos que utilizem SCVCs em pavimentos escalonados, poderiam ser aplicados afastamentos das divisas diferenciados, o que pode viabilizar maior quantidade de telhados verdes implantados e conseqüentemente maiores benefícios ambientais e estéticos às cidades. Sugere-se que para edificações onde seja utilizado o escalonamento para implantação de

SCVCs seja permitido acréscimo proporcional em número de pavimentos, para que se possa atingir o potencial construtivo permitido para o zoneamento em que o imóvel esteja inserido. Há que se respeitar outras limitações quanto à altura máxima, como por exemplo, restrições do Ministério da Aeronáutica quanto às Zonas de Proteção (BRASIL, 1986) e restrições da Agência Nacional de Telecomunicações - ANATEL quanto às áreas de proteção das estações de monitoragem referente aos feixes de micro-ondas de telecomunicações (ANATEL, 2008) (cones da aeronáutica e de telefonia).

A Figura 7 mostra telhados verdes escalonados implantados no Hotel Parkroval (A), na Cidade-Estado de Singapura e Edifício da Allianz Seguros (B) em Stuttgart, Alemanha, antes e depois da implantação de telhados verdes.



Figura 7 – Telhados verdes em pavimentos escalonados. A- Parkroval Hotel na Cidade-Estado de Singapura. B – Edifício da Allianz Seguros em Stuttgart em 1982 e após implantação de telhados verdes em 2005 (Adaptado de BREUNING JÖRG & GREEN ROOF SERVICE LCC, 2016).

Lajes de cobertura, ainda que impermeabilizadas, sofrem dilatação natural decorrente de mudanças de temperatura. Os produtos impermeabilizantes, por melhores que sejam, possuem um tempo de vida útil. Telhados convencionais e tetos verdes evitam a incidência direta do sol às lajes impermeabilizadas e, conseqüentemente, as infiltrações de água em fissuras decorrentes dos efeitos de alternância de temperatura no concreto. Dependendo das características arquitetônicas do empreendimento não é conveniente a utilização de telhados convencionais e/ou tetos verdes. Nestes casos, os telhados azuis se apresentam como alternativa viável por proporcionarem benefícios térmicos, controle do escoamento superficial e captação de poluição difusa. Porém a utilização de materiais porosos particionados como elemento de absorção da água precipitada, pode dificultar a manutenção do sistema. É necessário o desenvolvimento de produtos que possam ser utilizados em telhados azuis com formato modular padronizado, com porosidade adequada para retenção de poluição difusa, espaço interno com capacidade para armazenamento de águas pluviais,

preferencialmente que utilizem em sua composição materiais leves reciclados. Tais elementos devem possuir resistência mínima para acesso de pessoas e equipamentos para execução de manutenção periódica. É necessário ainda prever limitação quanto à porosidade máxima para que insetos transmissores de vetores de doenças (ex.: *Aedes Aegypti*) não tenham acesso ao espaço de armazenamento de água, em cujas paredes possam depositar seus ovos (FIOCRUZ, 2016; CONSOLI; OLIVEIRA, 1994).

Considera-se adequado, para fins de implantação de incentivos fiscais, a elaboração de uma tabela progressiva de redução de impostos, que levem em consideração materiais sustentáveis, sistemas e tecnologias de controle, manutenção e conservação de recursos naturais não só nas edificações, mas também em suas dependências, nos limites das propriedades, que incluam mecanismos de controle de cheias em suas diversas formas.

Ainda que se estabeleça limite quanto à área da edificação e/ou número de pavimentos, a partir dos quais seja obrigatória a implantação de SCVCs em novas edificações é necessário considerar incentivos fiscais a imóveis que possuam área/número de pavimentos abaixo do limite estabelecido para cada zoneamento, a fim de incentivar a implantação de SCVCs em imóveis onde sua execução não seria obrigatória, respeitados percentuais de elegibilidade.

Da mesma forma que é feito em Nova Iorque, deveriam ser feitos estudos sobre a eficiência dos mecanismos de controle de vazão implantados nos municípios, a fim de aferir resultados para as condições pluviométricas/hidrogeológicas locais (NEW YORK, 2015).

As espécies de plantas a serem utilizadas nas coberturas vegetadas devem pertencer ao bioma local para atendimento das prerrogativas da Convenção sobre a Diversidade Biológica (ONU, 1992) e poderiam priorizar espécies em risco de extinção do ecossistema local (BRASIL, 1992) que se adaptem a tetos verdes.

Assim como Chicago (EUA), Fukuoka City (Japão), Toronto e Região Metropolitana de Vancouver (Canadá), os imóveis públicos poderiam ser providos de SCVCs, constituindo-se exemplo aos moradores.

CONCLUSÃO

A implementação de legislação quanto a mecanismos de controle de cheias incluindo SCVCs em edificações particulares pode contribuir para o controle de escoamento superficial e agregar benefícios ambientais e socioeconômicos. Combinados ainda com outras tecnologias, podem colaborar com a infiltração e percolação de água precipitada no solo e promover recarga de

aquíferos subterrâneos. Desta forma, podem contribuir com a qualidade e disponibilidade futura de água potável aos centros urbanos.

Os imóveis particulares que implantassem SCVCs poderiam contar com incentivos fiscais proporcionais ao volume de retenção de águas pluviais instalado.

Considerando os benefícios proporcionados por SCVCs, é apropriada sua instalação inclusive em espaços públicos e em equipamentos urbanos.

REFERÊNCIAS

AHMED, S. F. et al. Performance evaluation of hybrid green roof system in a subtropical climate using fluent. **Journal of Power and Energy Engineering**, v. 2, n. 04, p. 113, 2014.

ANATEL. Resolução nº 511, de 1 de setembro de 2008. Aprova o regulamento de controle das zonas de proteção das áreas adjacentes às estações de telecomunicações sob responsabilidade da Anatel. Disponível em: <<https://www.diariodasleis.com.br/busca/exiblink.php?numlink=1-2-34-2008-09-01-511>>. Acesso em: 05 de abr. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16.416**: Pavimentos Permeáveis em Concreto – Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro, 2015. 25p.

AUSTRALIA, Engineers. Draft Australian Runoff Quality Guidelines. In: **Proceedings, ARQ Symposium, Engineers Australia/North East Catchment Management Authority**. 2003. p. 16-17.

BLICK, S. A.; KELLY, F.; SKUPIEN, J. J. New Jersey stormwater best management practices manual. 2004.

BRASIL. Lei 7.565 de 19 de dezembro de 1986. **Dispõe sobre o Código Brasileiro de Aeronáutica**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7565.htm#art324>. Acesso em 4 abr. 2017.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis –

IBAMA. Portaria nº 06-N, de 15 de janeiro de 1992. **Reconhece como lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçada de extinção**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/179/_arquivos/179_05122008033646.pdf>. Acesso em 2 out. 2016.

BREUNING JÖRG & GREEN ROOF SERVICE LCC. **Green roof technology - Form and Function**, 2016. Disponível em: <http://www.greenrooftechnology.com/project-portfolio>. Acesso em 31 out. 2016.

CAMPINAS. Lei Complementar n. 157, de 6 de janeiro de 2017. **Altera e acrescenta dispositivos à Lei Complementar nº 28, de 3 de setembro de 2009, “que dispõe sobre incentivos para a recuperação e conservação de imóveis de valor cultural, histórico e arquitetônico do município de Campinas e disciplina o artigo 72 da Lei Complementar nº 15, de 27 de dezembro de 2006, que dispõe sobre o plano diretor do município de Campinas”**. Disponível em: <<http://www.campinas.sp.gov.br/uploads/pdf/902532200.pdf>>. Acesso em 5 abr. de 2017.

CHANG, Ni-Bin. Hydrological connections between low-impact development, watershed best management practices, and sustainable development. **Journal of Hydrologic Engineering**, v. 15, n. 6, p. 384-385, 2010.

CHICAGO. Chicago Zoning Ordinance 17-4-1015. **Green Roofs Incentives**. 2015. Disponível em: <<http://www.adaptationclearinghouse.org/resources/chicago-zoning-ordinance-17-4-1015-green-roofs-incentives.html>>. Acesso em 16 out. 2016.

CONSOLI, R. A. G. B.; OLIVEIRA, R. L. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. Editora Fiocruz, 1994.

CURITIBA. Lei 6.337, de 28 de setembro de 1982. **Institui incentivo construtivo para a preservação de imóveis com valor cultural histórico ou arquitetônico**. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/pr/c/curitiba/lei-ordinaria/1982/633/6337/lei-ordinaria-n-6337-1982-institui-incentivo-construtivo-para-a-preservacao-de-imoveis-de-valor-cultural-historico-ou-arquitetonico>>. Acesso em 31 out. 2016.

CURITIBA. Decreto 408 de 22 de julho de 1991. **Regulamenta a Lei nº 6.337 de 28 de setembro de 1982 e revoga o Decreto 443 de 5 de agosto de 1986**. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/pr/c/curitiba/decreto/1991/40/408/decreto-n-408-1991-regulamenta-a-lei-n-6337-de-28-de-setembro-de-1982-e-revoga-o-decreto-n-443-de-5-de-agosto-de-1986>>. Acesso em 31 out. 2016.

CURITIBA. Lei 9.803, de 3 de janeiro de 2000. **Dispõe sobre a transferência de potencial construtivo**. Disponível em: <<http://multimidia.curitiba.pr.gov.br/2010/00087377.pdf>>. Acesso em 26 out. 2016.

CURITIBA. Decreto 198 de 3 de abril de 2000. **Estabelece critérios para aplicação dos afastamentos das divisas definidos na Lei nº 9.800/2000, que dispõe sobre o zoneamento, uso e ocupação do solo e dá outras providências**. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/pr/c/curitiba/decreto/2000/20/198/decreto-n-198-2000-estabelece-criterios-para-aplicacao-dos-afastamentos-das-divisas-definidos-na-lei-n-9800-00-que-dispoe-sobre-o-zoneamento-uso-e-ocupacao-do-solo-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 31 out. 2016.

CURITIBA. Decreto 625, de 1 de julho de 2004. **Estabelece condições para a concessão de potencial construtivo, regulamenta a Lei nº9.803/00 que “Dispõe sobre a Transferência de Potencial Construtivo” e dá outras providências**. Disponível em: <<http://multimidia.curitiba.pr.gov.br/2010/00087369.pdf>>. Acesso em 26 out. 2016.

CURITIBA. Decreto 982, de 26 de outubro de 2004. **Dispõe sobre procedimentos para aprovação de projetos de construção sob forma de condomínio residencial horizontal**. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/pr/c/curitiba/decreto/2004/99/982/decreto-n-982-2004-dispoe-sobre-procedimentos-para-aprovacao-de-projetos-de-construcao-sob-forma-de-condominio-residencial-horizontal>>. Acesso em 31 out. 2016.

CURITIBA. Decreto n. 176, de 20 de março de 2007. **Dispõe sobre os critérios para implantação dos mecanismos de contenção de cheias**. Curitiba, Pr. Sistema de Leis Municipais, 26 nov. 2007. Disponível em: <<https://www.leismunicipais.com.br>>. Acesso em 03 maio 2015.

CURITIBA. Decreto 1.850, de 2012. **Regulamenta o artigo 15, §1º, inciso XVII, da Lei Municipal nº 9.800, de 3 de janeiro de 2000, estabelece condições especiais de aproveitamento para os terrenos integrantes do Setor Especial de Áreas Verdes e dá outras providências**. Disponível em: <<http://multimidia.curitiba.pr.gov.br/2014/00149965.pdf>>. Acesso em 26 out. 2016.

CURITIBA. Decreto 1.022, de 15 de julho de 2013. **Dispõe sobre mezanino, ático, sótão e pé-direito nas edificações**. Disponível em: <<http://multimidia.curitiba.pr.gov.br/2014/00149965.pdf>>. Acesso em 26 out. 2016.

CURITIBA. Decreto 246 de 2014. **Regulamenta o artigo 15, §1º, inciso XVII, da Lei Municipal nº 9.800, de 3 de janeiro de 2000, estabelece condições especiais de aproveitamento para os terrenos integrantes do Setor Especial de Áreas Verdes e dá outras providências**. Disponível em: <<http://multimidia.curitiba.pr.gov.br/2014/00149928.pdf>>. Acesso em 26 out. 2016.

DAVIS, A. P. Green engineering principles promote Low-Impact Development. **Environmental Science & Technology**, ago. 2005, p. 339 – 344, 2005. Disponível em <<http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es053327e>>. Acesso em 13 dez. 2015.

DOUG, B.; HITESH, D.; JAMES, L.; PAUL, M. Report on the environmental benefits and costs of green roof technology for the city of Toronto. 2005. Disponível em: <https://www1.toronto.ca/city_of_toronto/city_planning/zoning_environment/files/pdf/chapter2.pdf>. Acesso em 12 out. 2016.

EMERSON, C. H.; TRAVER, R. G. Multiyear and seasonal variation of infiltration from storm-water best management practices. **Journal of irrigation and drainage Engineering**, v. 134, n. 5, p. 598-605, 2008. FISRWG – Federal Interagency Stream Restoration Working Group. **Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices**. Portland: Federal Interagency Stream Restoration Working Group (15 Federal agencies of the US Government). Disponível em: <http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1044574.pdf>. Acesso em 29 jan. 2016.

FLORIANÓPOLIS. Lei Complementar n. 60, de 11 de maio de 2000. **Institui o Código de Obras e Edificações de Florianópolis e dá outras providências**. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/codigo-de-obras-florianopolis-sc>>. Acesso em: 6 abr. 2017.

FLORIANÓPOLIS. Lei Complementar n. 482, de 17 de janeiro de 2014. **Institui o Plano Diretor de Urbanismo do município de Florianópolis que dispõe sobre a Política de Desenvolvimento Urbano, o Plano de Uso e Ocupação, os Instrumentos Urbanísticos e o Sistema de Gestão**. Florianópolis, SC. Disponível em: <http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/04_02_2014_12.01.39.ae8afdb369c91e13ca6efcc14b25e055.pdf>. Acesso em 22 abr. 2016.

FLORIANÓPOLIS terá ponto de ônibus com energia solar, telhado verde e carregador de celular. **Diário Catarinense**, Florianópolis, Santa Catarina, 2 dez. 2015. Disponível em: <<http://dc.clicrbs.com.br/sc/estilo-de-vida/noticia/2015/12/florianopolis-tera-ponto-de-onibus-com-energia-solar-telhado-verde-e-carregador-de-celular-4920882.html>>. Acesso em 17 maio 2016.

Fundação Oswaldo Cruz, (FIOCRUZ). Conheça o comportamento do mosquito *Aedes aegypti* e entenda a razão que leva este pequeno inseto a ser taxado desta forma. Disponível em: <<http://www.ioc.fiocruz.br/dengue/textos/opportunista.html>>. Acesso em: 5 jun. 2016.

GALDINO, A. K. Ponto de ônibus com teto verde que produz energia solar é instalado em Caxias do Sul. **Meio ambiente**. 12 abr. 2017. Disponível em: <<http://engenhariae.com.br/meio-ambiente/ponto-de-onibus-com-teto-verde-que-produz-energia-solar-e-instalado-em-caxias-do-sul/>>. Acesso em 14 abr. 2017.

GUARULHOS. Lei nº 6793, de 28 de dezembro de 2010. **Dispõe sobre o lançamento, arrecadação e fiscalização do imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana – IPTU e dá outras providências**. Guarulhos, SP. Sistema de Leis Municipais, Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/sp/g/guarulhos/lei-ordinaria/2010/680/6793/lei-ordinaria-n-6793-2010-dispoe-sobre-o-lancamento-arrecadacao-e-fiscalizacao-do-imposto-sobre-a-propriedade-predial-e-territorial-urbana-iptu-e-da-outras-providencias?q=6.793%2F2010%20>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

HUI, S. C. M., 2006. Benefits and potential applications of green roof systems in Hong Kong, In Proceedings of the 2nd Megacities International Conference 2006, 1-2 December 2006, Guangzhou, China, pp. 351-360.

HUI, S. C. M. Technical Guidelines for Green Roofs Systems in Hong Kong. **Department of Mechanical Engineering, the University of Hong Kong, Hong Kong**, 2011.

JOÃO PESSOA. Lei n. 312.146, de 8 de setembro de 2011. **Dispõe sobre a transferência do potencial construtivo no município de João Pessoa, conforme art. 35, da Lei nº 10.257, de julho de 2001 – Estatuto da Cidade e art. 47 do Decreto 6.499, de 20 de março de 2009 e dá outras providências.** Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/pb/j/joao-pessoa/lei-ordinaria/2011/1215/12146/lei-ordinaria-n-12146-2011-dispoe-sobre-a-transferencia-do-potencial-construtivo-no-municipio-de-joao-pessoa-conforme-art-35-da-lei-n-10257-de-julho-de-2001-estatuto-da-cidade-e-art-47-do-decreto-n-6499-de-20-de-marco-de-2009-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 6 abr. 2017.

LANDSCHAFTSENTWICKLUNG, Forschungsgesellschaft. **Guidelines for the planning, construction and maintenance of green roofing: Green roofing guideline.** Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau, 2008.

MARTIN, C.; RUPERD, Y.; LEGRET, M. Urban stormwater drainage management: The development of a multicriteria decision aid approach for best management practices. **European journal of operational research**, v. 181, n. 1, p. 338-349, 2007.

METRO VANCOUVER. **Design considerations for the implementation of green roofs**, 2009. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/35297463/Design-Considerations-for-the-Implementation-of-Green-Rofs>. Acesso em 12 out. 2016.

MINNESOTA STORMWATER STEERING COMMITTEE (2017). **Minnesota Stormwater Manual**. St. Paul: Minnesota Pollution Control Agency. Disponível em: <https://stormwater.pca.state.mn.us/index.php?title=Calculating_credits_for_green_roofs>. Acesso em 16 ago. 2017.

NAVILLE, N. Florianópolis ganha ponto de ônibus com teto verde e energia solar. **Meio urbano**. 9 fev. 2016. Disponível em: <<http://misturaurbana.com/2016/02/florianopolis-ganham-ponto-de-onibus-com-teto-verde-e-energia-solar/>>. Acesso em: 17 maio 2016.

NEW YORK CITY (New York). Environmental Protection. NYC Green Infrastructure Plan: 2012 Green Infrastructure Pilot Monitoring Report. New York City, 2012, 47p. Disponível em: <http://www.nyc.gov/html/dep/pdf/green_infrastructure/2012_green_infrastructure_pilot_monitoring_report.pdf>. Acesso em 16 maio 2016.

NEW YORK CITY (New York). **2014 NYC Construction Codes**. New York City, 2014. Disponível em: <<http://www1.nyc.gov/site/buildings/codes/2014-construction-codes.page>>. Acesso em 21 maio 2016.

NOWAK, D. J. et al. Modeled PM_{2.5} removal by trees in ten U.S. cities and associated health effects. **Environmental Pollution**. v. 178, p. 395-402, 2013.

OBERNDORFER, E. et al. Green roofs as urban ecosystems: ecological structures, functions, and services. **BioScience**, v. 57, n. 10, p. 823-833, 2007.

OSASCO. Lei n. 4.382, de 10 de dezembro de 2009. **Dispõe sobre a obrigatoriedade de execução de reservatório para água coletada por coberturas e áreas pavimentadas nos lotes, edificados ou não, com área superior a 500 m².** Osasco, SP. Sistema de Leis Municipais, 14 dez. 2009. Disponível em: <<https://www.leismunicipais.com.br>>. Acesso em 20 set. 2015.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. 1992. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/rio92.pdf>>. Acesso em 22 abr. 2016.

PHILADELPHIA. **Philadelphia Stormwater Plan Review**, 2016. Disponível em: <<http://www.pwdplanreview.org>>. Acesso em 15 maio 2016.

PHILADELPHIA. Philadelphia Water Department. Green Roof Bus Shelter. Disponível em: <<http://www.phillywatersheds.org/green-roof-bus-shelter>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

POPE, C. A. et al. Exposure to fine particulate air pollutions associated with endothelial injury and systemic inflammation – novelty and significance. **Circulation Research**, v. 119, n. 11, p. 1204-1214, 2016.

PORTO ALEGRE. Decreto 18.611, de 09 de abril de 2014. **Regulamenta o controle da drenagem urbana e revoga os itens 4.8.6, 4.8.7 e 4.8.9 do Decreto 14.786, de 30 de dezembro de 2004 – Caderno de encargos do DEP – e o Decreto nº 15.371, de 17 de novembro de 2006.** Porto Alegre, RS. Sistema de Leis Municipais, 14 abr. 2014. Disponível em: <<https://www.leismunicipais.com.br>>. Acesso em 20 set. 2015.

RANKIN, L. K. **Evaluation of Low-Cost Low Impact Development Practices in Southwest Florida for the Control of Urban Runoff.** 2015. Tese de Doutorado. UNIVERSITY OF SOUTH FLORIDA.

RECIFE. Decreto n. 246, de 31 de janeiro de 2014. **Dispõe sobre a melhoria da qualidade ambiental das edificações por meio da obrigatoriedade de instalação do “telhado verde”, e a construção de reservatórios de acúmulo ou de retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem e dá outras providências.** Recife, Pe. Disponível em: <<http://multimidia.curitiba.pr.gov.br/2014/00149962.pdf>>. Acesso em 26 maio 2016.

RICHMOND. Bylaw 8385, 15 out. 2008. **Green roofs and other options involving industrial and office buildings outside the city center bylaw 8385.** Disponível em: <http://www.richmond.ca/shared/assets/Bylaw_838521490.pdf>. Acesso em 13 out. 2016.

RIO DE JANEIRO. Decreto n. 23.940, de 30 de janeiro de 2004. **Torna obrigatório, nos casos previstos, a adoção de reservatórios que permitam o retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem.** Rio de Janeiro, RJ. Sistema de Leis Municipais, 30 jan. 2009. Disponível em: <<https://www.leismunicipais.com.br>>. Acesso em 20 set. 2015.

SALVADOR. Decreto 25.889 de 24 de março de 2015. **Regulamenta o art. 5º da Lei nº 8.474 de 2 de outubro de 2013, e institui o Programa de Certificação Sustentável “IPTU Verde” em edificações no município de Salvador, que estabelece benefícios fiscais aos participantes do programa, assim como o art. 5º da Lei nº 8.723, de 22 de dezembro de 2014, e dá outras providências.** Disponível em: <<http://www.sefaz.salvador.ba.gov.br/Documento/ObterArquivo/1252>>. Acesso em 31 out. 2016.

SALVADOR. (Bahia). Projeto Ponto Verde – Ponto de ônibus com teto verde, biblioteca, coleta seletiva e paraciclo. 2016. Disponível em: <<http://www.sustentabilidade.salvador.ba.gov.br/index.php/todas-as-noticias/130-projeto-ponto-verde>>. Acesso em 8 maio 2016.

SANTA CATARINA. Lei n. 14.243, de 11 de dezembro de 2007. **Dispõe sobre a implementação de sistemas de naturação através da criação de telhados verdes em espaços urbanos de Santa Catarina.** Santa Catarina, SC. Disponível em: <<https://ecotelhado.com/wp-content/uploads/2015/03/LEI-N%C2%BA-14.243-Santa-Catarina.pdf>>. Acesso em 26 maio 2016.

SANTOS. Decreto n. 6.044, de 10 de janeiro de 2012. **Disciplina os requisitos para implantação dos sistemas de retenção de águas pluviais, e dá outras providências.** Santos, SP. Disponível em: <<http://www.santos.sp.gov.br/sites/default/files/conteudo/Decreto%20Reservat%C3%B3rios%20de%20Reten%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em 03 maio 2015.

SANYÉ-MENGUAL E. RIERADEVALL, J. I.; SOLÀ, O. Sustainability assessment of urban rooftop farming using an interdisciplinary approach. 2015. Disponível em: <https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2015/hdl_10803_308336/esm1de1.pdf>. Acesso em 14 abr. 2017.

SÃO JOSÉ DO RIO PRETO. Lei n. 10.290, de 24 de dezembro de 2008. **Cria no município o programa permanente de gestão das águas superficiais (PGAS) da bacia hidrográfica do rio Preto, e dá outras**

providências. São José do Rio Preto, SP. Sistema de Leis Municipais, 06 mar. 2013. Disponível em: <<https://www.leismunicipais.com.br>>. Acesso em 03 maio 2015.

SÃO PAULO. Lei n. 13.276, de 5 de janeiro de 2002. **Torna obrigatória a execução de reservatório para águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500 m².** São Paulo, SP. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-paulo/lei-ordinaria/2002/1327/13276/lei-ordinaria-n-13276-2002-torna-obrigatoria-a-execucao-de-reservatorio-para-as-aguas-coletadas-por-coberturas-e-pavimentos-nos-lotes-edificados-ou-nao-que-tenham-area-impermeabilizada-superior-a-500m>>. Acesso em 12 fev 2016.

SÃO PAULO. Projeto de Lei n. 1.703, apresentada em 29 de junho de 2011. **Dispõe sobre a instalação do denominado “Telhado Verde” e dá outras providências.** Câmara dos Deputados. 2011. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=893728&filename=PL+1703/2011>. Acesso em 16 out. 2016.

SÃO PAULO. Decreto n. 57.535, de 15 de dezembro de 2016. **Regulamenta a transferência do direito de construir com doação de imóvel, nos termos dos artigos 123, 126, 127, 128, 130 e 131 da Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014 – Plano Diretor Estratégico – PDE.** Disponível em: <<http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/decreto-57535-de-15-de-dezembro-de-2016/>>. Acesso em 5 abr. 2017.

SOBCZYK, M.; MROWIEC, M. Retention capacity of extensive green roofs. **Journal of Water and Land Development**, v. 30, n. 1, p. 113-117, 2016).

SOROCABA. Lei n. 9.952, de 5 de março de 2012. **Dispõe sobre normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais e dá outras providências.** Sorocaba, SP. Sistema de Leis Municipais, 12 mar. 2012. Disponível em: <<https://www.leismunicipais.com.br>>. Acesso em 03 maio 2015.

STATE UNIVERSITY OF ARIZONA. Urban Climate Research Center. **Sustainable Urban Climates for Improved Quality of Life in Cities.** Disponível em: <<https://sustainability.asu.edu/urban-climate/green-roof-calculator/>>. Acesso em 16 ago. 2017.

TAYLOR, D. A. Growing green roofs, city by city. **Environmental health perspectives**, v. 115, n. 6, p. A306, 2007.

THURING, C. E. **Ecological dynamics on old extensive green roofs: vegetation and substrates> twenty years since installation.** 2015. 368 f. Thesis (Faculty of Social Sciences -Department of Landscape) University of Sheffield, 2015. Disponível em: <http://etheses.whiterose.ac.uk/11788/1/Thuring_2016_PhD%20thesis.pdf>. Acesso em 16 abr. 2017.

TRONTO, April 18, 2007. **Green Roof Incentive Pilot Program.** Disponível em: <<http://www.toronto.ca/legdocs/mmis/2007/pg/bgrd/backgroundfile-3302.pdf>>. Acesso em 15 out. 2016.

TORONTO. **Toronto Municipal Code chapter 492, green roofs.** 2013. Disponível em: <http://www.toronto.ca/legdocs/municode/1184_492.pdf>. Acesso em: 15 out. 2016.

TUKKER, A.; COHEN, M. J.; HUBACECK, K.; MONT, O. The impacts of household consumption and options for change. **Journal of Industrial Ecology**, v. 14, n. 1, p. 13-30, 2010.

VASCONCELOS, T. Pontos de ônibus mais caros que uma casa. *Jornal Impresso Catarinense*, Imbituba, SC, 16 jun. 2015. Disponível em: <<https://impresocatarinense.tumblr.com/post/121686870153/pontos-de-%C3%B4nibus-mais-caros-do-que-uma-casa>>. Acesso em 14 abr. 2017.

VIRGINIA. CODE OF VIRGINIA. Disponível em: <<http://law.lis.virginia.gov/vacode/title15.2/chapter9/section15.2-977/>>. Acesso em 16 out. 2016.

WOOD, A.; BAHRAMI, P.; SAFARIK, D. **Green walls in high-rise buildings: An output of the CTBUH sustainability working group**. Images Publishing, 2014.

WORTH the wait? Bus stop of the world. 13 maio 2009. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/artanddesign/gallery/2009/may/13/unusual-bus-stops-world>>. Acesso em 15 abr. 2017.

YORK REGION. **Best practices for new communities discussion paper**, 2007. Disponível em: <<https://www.york.ca/wps/wcm/connect/yorkpublic/0a367572-de10-4a89-8304-ca5958119428/ncpubpackage.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em 15 out. 2016.