

# TELHADOS VERDES: UMA PROPOSTA PARA O USO DE ESPÉCIES NATIVAS DO BRASIL

*GREEN ROOFS: A PROPOSAL FOR USE NATIVE SPECIES IN BRAZIL*

DOUGLAS SANTOS OLIVEIRA | IBT

DOMINGOS SAVIO RODRIGUES, Dr. | IBT

CLOVIS JOSÉ FERNANDES DE OLIVEIRA JR., Dr. | IBT

## RESUMO

Devido à piora na qualidade ambiental nas zonas urbanas e no planeta como um todo, o uso de técnicas que possam mitigar os efeitos indesejados da intensa urbanização tem despontado, entre elas, a construção de telhados verdes. Diante desta necessidade de formas mais ecológicas para urbanização, este estudo se propôs a analisar os telhados verdes como estratégia de mitigação da perda de qualidade ambiental nas cidades e também como local para inserção de espécies nativas da flora. O estudo foi realizado por meio de revisão de literatura científica e abordou uma pequena introdução com o atual uso dos telhados verdes pelo mundo, a relação entre o uso dos telhados verdes e os serviços ecossistêmicos e o potencial das espécies nativas para composição destes jardins. O uso dessa técnica e os estudos sobre as espécies vegetais indicadas em sua composição são raros no Brasil e, mesmo em escala global, muitas vezes, limitadas a opções exóticas à maioria das localidades. Os resultados também apresentam uma série de benefícios ambientais pela inserção da técnica. Apontam-se ainda, diversos grupos taxonômicos nativos do Brasil que poderiam ser aproveitados neste segmento. Destacamos, por fim, que o uso das espécies nativas nos telhados verdes pode colaborar com a conservação da flora local, por vezes ameaçada, e também com a geração de renda, por meio da produção e venda de mudas, promovendo a valorização da biodiversidade vegetal e educação para maior consciência da necessidade de conservação da natureza pela sociedade.

**PALAVRAS CHAVE:** Telhado verde; Biodiversidade urbana; Potencial da flora nativa; Cidades sustentáveis; Paisagismo agroecológico.

## ABSTRACT

*Due to the worsening of environmental quality in urban areas and on the planet as a whole, the use of techniques that can mitigate the unwanted effects of intense urbanization has emerged, among them, the construction of green roofs. In view of the need for more ecological forms for urbanization, this study proposed to analyze the use of native vegetation on green roofs in Brazil, as a strategy to mitigate the loss of environmental quality in cities. The study was carried out through a review of scientific literature and covered a short introduction with the current use of green roofs around the world, the relationship between the use of green roofs and ecosystem services and, finally, the potential of native species for composition of these gardens. The use of this technique and studies on the plant species indicated in its composition are initial in Brazil and, even on a global scale, are often limited to exotic options in most locations. The results also present a series of environmental benefits for the insertion of the technique. There are also several taxonomic groups native to Brazil that could be used in this segment. Finally, we emphasize that the use of native species on green roofs can collaborate with the conservation of local flora, which is sometimes threatened, and also with the generation of income, through the production and sale of seedlings, promoting the valorization of plant biodiversity, and education for greater environmental awareness by society, with consequent beneficial effects on people's health and well-being.*

**KEY WORDS:** Green roof; Urban biodiversity; Potential native flora; Sustainable cities; Agroecological landscaping.



## 1. INTRODUÇÃO

A modificação do ambiente pelo homem é uma constante na trajetória das sociedades, ocasionando desequilíbrio entre o meio natural e o social/artificial (Salles et al., 2013; Duarte et al. 2017). A pressão sobre o ambiente muito se deve ao aumento demográfico e pela expansão urbana (Cecchetto et al., 2014; Duarte et al., 2017), e entre os diferentes impactos ambientais resultantes desses processos, a redução de áreas verdes e a impermeabilização do solo com asfalto e concreto são os causadores de diferentes problemas socioambientais encontrados nos centros urbanos (Carvalho & Oliveira, 2014; Moura & Silva, 2015; Santos et al., 2017). Essas duas práticas resultam em alterações no clima local (microclima) e na qualidade ambiental urbana, pois ocasionam a formação de ilhas de calor que interferem nas condições de umidade relativa do ar, além da presença de poluentes particulados (Cerón-Palma et al. 2013; Bautista & Peña-Guzmán, 2019). Observam-se também, como resultante de tais atos promovidos no ambiente, alterações no escoamento superficial das águas de chuva, sobrecarregando os sistemas de drenagem, que resulta em enchentes e transtornos para a população (Gaudereto & Matar, 2012; Tassi et al., 2014; Cáceres et al., 2018; Savi & Tavares, 2018).

A fim de mitigar tais problemas, políticas públicas como a ênfase em arborização são consideradas um elemento urbano essencial nos centros urbanos, “podendo amenizar ou resolver diversos problemas ambientais” (Duarte et al. 2017). Entretanto, a renda e a classe social da população são agravantes observados na supressão vegetal nessas localidades, uma vez que esses fatores impactam no adensamento populacional e na ocupação do solo (Duarte et al. 2017). A presença da vegetação no meio urbano interfere também na saúde psicológica e no bem-estar humano, ao estimular percepções de conforto e segurança. Entre os benefícios observados na interação entre pessoas e plantas estão: a redução do estresse; a aceleração de recuperação hospitalar e maior desenvolvimento cognitivo de estudantes (Nicodemo & Primavesi, 2009; McCurdy et al., 2010; Amato-Lourenço et al., 2016; Hansen et al., 2017).

Somente ainda no segmento relativo à vegetação, existem outras propostas de transição para cidades sustentáveis, como por exemplo, a criação de jardins verticais, os jardins de chuva, o plantio de microflorestas (Cáceres et al., 2018; Savi & Tavares, 2018), e o uso da flora nativa no paisagismo urbano (Oliveira Jr. et al., 2013).

Essas técnicas e práticas estão alinhadas com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável propostos pelas Nações Unidas (ODS - ONU). Especificamente, no

ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), que entre suas metas, visa mitigar os efeitos da urbanização sobre o meio ambiente, a fim de proporcionar uma relação socialmente mais democrática e sustentável (IPEA, 2019). O estímulo para que opções de preservação e ampliação do patrimônio natural, como os “espaços públicos verdes” estejam nos projetos econômicos, políticos e sociais do planejamento urbano e rural, e passe por diferentes esferas de governança nessas localidades é o cerne deste documento (Favarão & Costa, 2018; IPEA, 2019).

Ainda no esforço de tornar essa relação de ocupação do espaço natural pelo homem um quadro menos conflituoso e que leve a políticas de desenvolvimento sustentável, a Nova Agenda Urbana (NAU), cujo Brasil é signatário, coaduna com os objetivos traçados pelo ODS 11 (Klug, 2018), bem como com a promoção de importantes serviços ecossistêmicos (SE), dos quais a humanidade depende (MEA, 2005). Estes SE podem ser classificados de acordo com suas funções: produção (alimentos, fibras, combustíveis, etc.), regulação (ciclos biogeoquímicos, hidrológico, de nutrientes, etc.), habitat ou suporte (biodiversidade, polinização, etc.) e cultural (recreação, educação, embelezamento estético e espiritual) (Groot et al. 2002).

O telhado verde, também conhecido como cobertura verde, telhado vivo, telhado ecológico ou biocobertura (Ferreira, 2007; Corrent & Lehmann, 2016; Righi et al., 2016), é uma técnica construtiva que se utiliza de processos impermeabilizantes e de drenagem para a inclusão de substratos e vegetação nativa, ou não, estruturados em camadas, sobre coberturas prediais, passarelas ou guaritas (Getter & Rowe, 2008; Gaudereto & Matar, 2012; Corrent & Lehmann, 2016). Diferentes áreas do conhecimento como a agronomia, a biologia, a ecologia, a engenharia civil, a arquitetura e o paisagismo, reiteram em seus estudos os benefícios dos telhados verdes (Silva, 2016; Cáceres et al., 2018; Savi & Tavares, 2018).

Atualmente, o uso de telhados verdes têm sido promovido por novas linhas, pensamentos e concepções do paisagismo, trazidos a partir de um novo olhar sobre a qualidade ambiental das cidades. Também tem sido incentivado pela Permacultura, um movimento ecológico de cunho social (Mollison, 1981; Van Lengen, 2014), que busca por modelos de desenvolvimento mais equilibrados ecológica e socialmente, apresentando maior integração entre a sociedade humana e a natureza. Estas novas tendências buscam trazer elementos de sustentabilidade e prestação de serviços ambientais e ecossistêmicos para as regiões urbanizadas.

Podemos considerar ainda que os telhados verdes se apresentam como grande oportunidade para a inserção das espécies nativas, configurando, desta forma,

importante estratégia que colabora com a conservação da biodiversidade e consequentemente aumenta o conhecimento da flora nativa pela sociedade. Em razão disso, o objetivo deste trabalho foi investigar, a partir da literatura científica, as possibilidades e potencialidades de espécies nativas para construção de telhados verdes, bem como analisar publicações quanto aos serviços ambientais e ecossistêmicos prestados.

## 2. METODOLOGIA

O trabalho foi realizado a partir de revisão na literatura científica. As buscas foram realizadas nos portais Scielo, Google Scholar, Research Gate, ScienceDirect e Flora do Brasil. Os termos utilizados na busca foram: telhado-verde; green roofs; plantas e coberturas vegetadas; uso de espécies nativas; cobertura verde; plantas nativas e telhados verdes. Após a leitura dos resumos, foram acolhidas as publicações que abordassem o uso dos telhados verdes em diferentes partes do mundo, as que relacionam o uso de telhados verdes com os serviços ecossistêmicos e ambientais e também aquelas que abordavam os estudos sobre as espécies utilizadas. Os estudos que não se enquadram nos temas do escopo desta pesquisa foram descartados. Trabalhos não encontrados nas buscas, mas sim nas referências dos trabalhos alcançados, também foram incluídos neste estudo. O esforço teórico em botânica focou em publicações e trabalhos com espécies nativas do Brasil, que venham a ser boas candidatas para a aplicação da técnica de telhados verdes, sendo essas viáveis pelo que se conhece de suas características morfo-fisiológicas e suas adaptações ambientais. As informações acerca de aspectos legislativos, como leis, decretos e regulamentações, foram recolhidas de modo não exaustivo, sendo apenas citadas aquelas encontradas nas publicações alcançadas, de modo exemplificativo. As publicações foram agrupadas em temas pré-determinados como, o uso atual dos telhados verdes no mundo e no Brasil, as relações entre os telhados-verde e a prestação de serviços ecossistêmicos e ambientais e sobre espécies utilizadas em sua composição, com destaque para as espécies nativas do Brasil.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1. Usos atuais

Os telhados verdes têm sido utilizados em escala cada vez maior nos últimos cinquenta anos (Li & Yeung, 2014; Tassi et al., 2014). Entretanto, desde a antiguidade, com os desenhos famosos dos “Jardins Suspensos da Babilônia” ou mesmo no Império Romano, o uso do teto para

construção de jardins já se apresentava como elemento urbanístico e paisagístico local (Li & Yeung, 2014; Corrent & Lehmann, 2016). A presença desses sistemas de cobertura é reportada há séculos para diferentes localidades e climas do mundo, das regiões frias da Escandinávia e da Islândia até a quente Tanzânia (Minke, 2005).

A técnica está bem difundida em países europeus, com a Alemanha ocupando a liderança mundial, onde cerca de 10% das edificações possuem algum tipo de cobertura vegetal nos telhados. Deve-se isso ao incentivo estatal nas décadas de 1980/90, principalmente nos grandes centros urbanos do país. Outros países como a França e a Suíça têm aumentado o uso da técnica em seus territórios (Li & Yeung, 2014; Tassi et al., 2014). Nos Estados Unidos, registram-se telhados verdes a partir do século XIX, com o cultivo de árvores no topo de edifícios de grandes cidades como em Portland e Nova Iorque (Li & Yeung, 2014). Em Toronto, no Canadá, o governo local tem estimulado programas de incentivo à instalação de telhados verdes nas edificações (Saddi & Moura, 2010; Li & Yeung, 2014).

Na Ásia, as construções japonesas com mais de 1.000 m<sup>2</sup> são obrigadas a possuírem telhados verdes, e devem ocupar ao menos 20% dessa área (Theodosiou, 2009). O desenvolvimento urbano chinês, por sua vez, tem buscado integrar uma maior eficiência energética na construção civil, com o aumento de áreas verdes, entre outras técnicas. Nesse aspecto, os sistemas de telhados verdes ganharam terreno e são, segundo Xiao et al. (2014), “uma ferramenta de implementação obrigatória no planejamento urbano moderno”. O país incorpora o conceito de construção sustentável, com foco em economia energética na “Agenda 21 da China” (Chen et al., 2019). A partir dos anos 2000, grandes cidades chinesas como Xangai, Guangdong e a capital Pequim, aumentaram seus índices de áreas verdes per capita de 30m<sup>2</sup> para 45m<sup>2</sup> em apenas uma década (Xiao et al., 2014). Entretanto, o país ainda está distante da realidade encontrada em grandes cidades de países desenvolvidos no quesito coberturas vegetadas (Chen et al., 2019).

No Brasil, a utilização de telhados verdes é remetida ao trabalho do paisagista Roberto Burle Marx. Na década de 1940 o paisagista propõe então, uma mudança no paradigma no uso de vegetação e na composição de jardins no país, ao inserir as espécies nativas, que até então apresentava predomínio de espécies exóticas. Suas concepções com a técnica de telhados verdes aparecem no terraço-jardim sobre a marquise do prédio do então Ministério da Educação e Saúde Pública, quando a capital era ainda no Rio de Janeiro, e também no Instituto de Resseguros do Brasil, também no estado do Rio (Saddi & Moura, 2010;

Savi, 2012). Mais atualmente, a Permacultura tem sido um dos principais divulgadores do uso da técnica, construída também na forma e função de coletar água de chuva para armazenamento e posterior uso (Van Lengen, 2014).

Várias formas de incentivos ao uso dos telhados verdes têm sido utilizadas pelos governos locais. Constatada a redução da qualidade ambiental e necessidade de ajustes para o desenvolvimento sustentável, o uso dos telhados verdes tem sido incentivado na forma de novas leis e regulamentações, quer seja tornando a prática obrigatória em grandes empreendimentos, quer seja como incentivo fiscal, como desconto ou isenção do IPTU (Imposto Predial Territorial Urbano). Como incentivos fiscais nessa área, podemos citar os projetos de lei nas cidades de São Paulo, Campinas e Santos, que os preveem com descontos sobre o IPTU (Saddi & Moura, 2010). No município de Guarulhos, segundo maior em população e no PIB estadual de São Paulo, a Lei Municipal n.º 6.793/2010 concede desconto também sobre a cobrança desse imposto para os imóveis que adotem telhados verdes, e como uma das medidas possíveis de compensação ambiental. Em Guarulhos também, a Lei n.º 7.031/2012 regulamenta de forma específica a prática de sistemas de coberturas vegetadas.

No estado do Rio de Janeiro, a Lei n.º 6.349/2012 impõe que as novas edificações públicas adotem telhados verdes (Corrent & Lehmann, 2016). Em Pernambuco, na cidade do Recife, a Lei Municipal 18.112 de 2015 obriga os prédios com mais de 4 pavimentos a terem um telhado verde na edificação, nesta lei ainda está regulamentado o armazenamento e uso da água de chuva. Esse mesmo espírito ecológico da lei é encontrado no estado do Piauí, que abrange ainda outros aspectos, como a economia e reutilização da água, eficiência energética, gestão de resíduos sólidos, permeabilidade do solo e aproveitamento da energia solar. No estado da Paraíba, a Lei n.º 10.047/2013 dispõe sobre a obrigatoriedade da instalação de telhados verdes nos projetos de edificações com mais de três unidades agrupadas verticalmente, a fim da promoção dos múltiplos serviços ambientais que a técnica é capaz de oferecer.

Ainda na cidade de São Paulo existe um regulamento que prevê o uso de jardins verticais e telhados verdes como forma de compensação ambiental, decorrentes da degradação promovida por grandes obras, sejam desmatamentos ou outras formas de degradação ambiental (Decreto 55.994 de 2015). Além destas formas de incentivo público para a construção de telhados verdes, em Salvador (Decreto 29.100/2017) e no Rio de Janeiro (Decreto 35.745/2012) já existe a certificação ambiental de construções civis, na forma de selo de qualidade.

### 3.2. Serviços ambientais

Os serviços ambientais e ecossistêmicos promovidos pela vegetação já são bem conhecidos (MEA, 2005), sendo classificados como serviços de provisão, de regulação, culturais e/ou de suporte. Vários estudos realizados com telhados verdes têm demonstrado que a cobertura nas edificações possibilita que diversos desses serviços ambientais possam ser promovidos, constituindo excelente ferramenta de mitigação dos impactos das mudanças climáticas nos centros urbanos (Gaudereto & Matar, 2012; Savi & Tavares, 2018).

Diferentes estudos da comunidade científica têm demonstrado os benefícios dos telhados verdes, como: Cardoso & Vecchia (2014) com atenuação térmica proporcionada por coberturas vegetadas; Tassi et al. (2014) quantificando a diminuição de descarga de água pluvial ao passarem pelo sistema; Beltrán-Melgarejo et al. (2014) pelo conforto térmico utilizando *Cissus verticillata* em habitações rurais no México; Silva (2016) aponta o potencial da flora nativa do Brasil para a técnica em clima tropical úmido; Cáceres et al. (2018) listam diferentes benefícios ambientais na promoção de telhados verdes com base na literatura sobre o assunto; Mora-Melià et al. (2018) como telhados verdes ajudam a mitigar o excesso de águas de chuva na região central do Chile; Savi & Tavares (2018) analisaram seis espécies vegetais com potencial para retenção de águas pluviais em Curitiba; Bautista & Peña-Guzmán (2019) com simulações por meio de softwares sobre os possíveis benefícios hidrológicos com a implementação de telhados verdes em área urbana de Bogotá; Domínguez et al. (2020) que demonstram a diversidade biológica de artrópodes em experimento com telhados verdes em área semi-rural da Argentina.

A questão hídrica é abordada em diferentes estudos científicos. A captação de água da chuva pelos telhados verdes diminui o escoamento superficial e o volume de águas nas galerias pluviais de drenagem urbana (Alamy Filho et al., 2016; Savi & Tavares, 2018). Algumas das pesquisas mostraram que os telhados verdes conseguiram reduzir em 60% o escoamento de água da chuva, quando o substrato se encontrava seco, diminuindo este valor conforme a saturação do substrato estivesse maior (Tassi et al., 2014; Alamy Filho et al., 2016; Savi & Tavares, 2018), isso ocorre pela interação substrato e planta, que estocam e utilizam parte da água de chuva (Li & Yeung, 2014). Essa retenção auxilia a aliviar o sistema de drenagem urbana, pois libera a água mais lentamente ao meio externo, muitas vezes, por evapotranspiração (Ferreira, 2007). Essa evapotranspiração realizada pela vegetação, além de diminuir

a carga para o sistema de drenagem, torna o ar circundante mais úmido, o que melhora os índices de qualidade do ar nas cidades (Ferreira, 2007; Tassi et al., 2014). Em um estudo comparando a umidade relativa do ar entre dois módulos de telhados (um conteúdo telhado verde e o outro sem) obteve a diferença de 23% em umidade relativa do ar circundante quando presente na edificação (Xiao et al., 2014).

Em relação a aspectos de poluição e qualidade ambiental, os telhados verdes auxiliam também na retenção de metais pesados e outros poluentes, bem como a ciclagem e sequestro de CO<sub>2</sub>, naturalmente promovido pela vegetação (Cerón-Palma et al. 2013; Savi & Tavares, 2018). Em pesquisas realizadas em Chicago com telhados verdes, observou-se a redução de ozônio no ar, por meio de absorção pela vegetação utilizada (Li & Yeung, 2014). Nesse sentido, Tassi et al. (2014) colocam telhados verdes como ferramenta de sequestro de poluentes. Outros estudos mostram que substâncias como nitrogênio e cobre apresentaram redução no escoamento em tubulações após passarem por sistemas de telhados verdes (Li & Yeung, 2014). Xiao et al., (2014) mencionam que um sistema de cobertura vegetal de 1.000 m<sup>2</sup> pode captar cerca de 160-200 kg de poeira atmosférica por ano.

Os telhados verdes são apontados também, na promoção do conforto térmico, tanto interno como externamente na edificação. A utilização de plantas em telhados proporciona maior absorção da radiação solar e conseqüentemente, a diminuição de sua reflexão. Considerando ainda o efeito da evapotranspiração das plantas, se torna possível a geração de um ambiente interno mais ameno e refrigerado, proporcionando redução de consumo de energia elétrica (Savi & Tavares, 2018). Deste modo, o emprego da vegetação assume um papel de isolante térmico para o interior da construção (Li & Yeung, 2014).

Experimento realizado por Cardoso & Vecchia (2015) com diferentes módulos de cobertura de telhados, demonstrou como a temperatura máxima no interior do módulo com telhado verde foi a menor verificada entre diferentes tipos de cobertura, nas mesmas condições de temperatura externa.

Quanto à poluição sonora, a vegetação dos telhados verdes exerce papel de isolante acústico (Savi, 2012; Cáceres et al., 2018). O processo ocorre a partir da transformação da energia sonora em cinética, ao passarem pelas folhas das plantas e substratos ali presentes, atenuando, desta forma, o ruído sonoro para dentro das instalações prediais (Ferreira, 2007; Tassi et al., 2014). Pesquisas com bioclimatismo, apontam uma melhoria de até 30% nas condições acústicas no interior de edificações (Righi et al., 2016).

O uso da vegetação nativa nos telhados verdes pode também oferecer abrigos para a biodiversidade, pois incrementa não somente o uso das espécies vegetais, mas também se percebe aumento da biodiversidade animal (Cáceres et al., 2018). Quando aplicado o uso de espécies nativas na composição dos telhados verdes, o acréscimo da fauna se torna ainda mais evidente (Arabi et al., 2015; Dunnett, 2015). Estudos realizados com espécies de praderia nativa do Canadá perceberam aumento de biomassa, especialmente de aranhas, quando comparado com telhados verdes que utilizaram espécies exóticas (Li & Yeung, 2014). Telhados verdes podem ainda funcionar como corredores ecológicos nos centros urbanos, se utilizados em grande escala (Dvorak & Volder, 2010). Li & Yeung (2014) destacam um estudo que encontrou até 30 espécies diferentes de organismos no substrato de telhados verdes, dentre eles, artrópodes pioneiros em colonizar solos, como *Isotoma viridis* e *Parisotoma notabilis*. Pesquisa realizada por Domínguez et al. (2020) encontrou cerca de 400 espécies de artrópodes de diferentes grupos em telhados verdes em regiões do semiárido da Argentina.

Diferentes estudos corroboram como os telhados verdes podem enriquecer ecologicamente o meio em que se encontram, de borboletas a pássaros (Dvorak & Volder, 2010; GSA, 2011). Em um telhado verde estudado em Michigan, com apenas 2,5 cm de profundidade, os pesquisadores encontraram 29 espécies de insetos, 7 espécies de aranhas e 2 espécies de pássaros (Getter & Rowe, 2008). Em outro estudo, observou-se 18 espécies de aves, dentre elas, espécies migratórias que utilizam o telhado verde do Chicago City Hall como habitat temporário (Dvorak & Volder, 2010).

O bom desenvolvimento vegetal em telhados verdes pode ser utilizado também como banco de sementes para muitas espécies nativas de forma a promover assim, o aumento de sua conservação, principalmente aquelas que se encontram em risco de extinção (Gaudereto & Matar, 2012; Cáceres et al., 2018).

Como já mencionado, os telhados verdes são uma tecnologia que pode aumentar a cobertura vegetal nos grandes centros urbanos (Gaudereto & Matar, 2012) e uma real alternativa do emprego da vegetação em substituição aos tradicionais sistemas de cobertura de telhados (Getter & Rowe, 2008; Savi & Tavares, 2018). Minke (2005) estimou que um esforço contínuo de instalação de telhados verdes em ao menos 20% das coberturas de um centro urbano, poderia vir a dobrar a quantidade de folhas nessa localidade. Esse porcentual seria desejável para um clima urbano saudável, o que segundo o autor, poderia "melhorar

decididamente o clima poluído das cidades”, reduzindo a poeira no ar e purificando-o, abaixando as oscilações térmicas e aumentando a umidade. Tal esforço mostraria vantagem, uma vez que, “a área de um telhado verde gramado sem poda, pode oferecer cerca de 5 a 10 vezes mais cobertura foliar que a mesma medida em um parque aberto em que a manutenção é maior” (Minke, 2005).

Os serviços ambientais prestados por essa técnica estão altamente vinculados à escolha das espécies vegetais utilizadas (Getter & Rowe, 2008; Li & Yeung, 2014; Arabi et al., 2015). O desenvolvimento vegetal, entre outros benefícios, ajuda a impactar a sociedade, através do apelo estético, na formação de senso ecológico e das mudanças de paradigmas necessárias para a transição para cidades sustentáveis. Esse critério deve ser explorado a fim de popularizar cada vez mais o uso desse sistema de cobertura (Gaudereto & Matar, 2012; Xiao et al., 2014; Cáceres et al., 2018). A vegetação utilizada ditará em grande parte a finalidade do telhado verde, quer seja seu design, sua acessibilidade ou mesmo serviços de captação de água e redução de consumo energético (Getter & Rowe, 2008).

Para fins científicos e educacionais, desde aspectos ecológicos à fisiológicos, a utilização das espécies nativas em sistemas de cobertura, além de ampliar o conhecimento como um todo desses grupos vegetais, podem dar suporte teórico para implementar políticas conservacionistas para as espécies ameaçadas, tornando assim, os telhados um local de conservação *ex situ* (Paz & Filho, 2009; Cavalcante & Vasconcelos, 2016).

### 3.3. Espécies

Em relação às espécies utilizadas na construção dos telhados verdes, como regra generalizada, a utilização de flora nativa ainda é incipiente em várias partes do mundo. Na China, o uso de espécies vegetais na técnica tem sido atrelado principalmente ao gênero *Sedum* e também a outras herbáceas exóticas, ambientadas às condições locais (Xiao et al., 2014). Em expansão econômica crescente, a China ainda carece de normatização e legislação específica que incentivem a técnica de coberturas vegetadas, entretanto, o debate sobre o assunto tem ganhado relevância em anos recentes (Xiao et al., 2014).

Na construção de jardins convencionais é comum encontrarmos informações a respeito de espécies adaptadas a condição de sol, de sombra e meia sombra, que gostam de mais água ou menos água, mas quando falamos de espécies indicadas para telhados verdes são raros os trabalhos e informações a este respeito (Dvorak & Volder, 2010; Gaudereto & Matar, 2012). A flora é ainda pouco explorada

para este fim, assim uma gama diversa de espécies, principalmente as nativas, não tiveram seu potencial aferido para o uso em sistemas de coberturas (Li & Yeung, 2014; Cáceres et al., 2018).

Para que o telhado verde tenha viabilidade funcional e econômica, diferentes aspectos quanto à vegetação devem ser observados. A arquitetura radicular deve estar adequada à profundidade do substrato, bem como sua resistência a condições de déficit hídrico. Deste modo, em telhados verdes com fina camada de substrato, os sistemas radiculares devem ser superficiais e resistentes. É importante também que as espécies sejam adaptadas à condição de seca, isto é, suportarem grandes períodos sem água, com exceção daqueles telhados que sejam mais profundos ou apresentem sistemas de irrigação. Savi & Tavares (2018), por exemplo, consideraram fatores como porte, rapidez de crescimento e capacidade de retenção de água, que influenciam no desempenho da retenção de água de chuva pelo telhado verde. Já em Cáceres et al. (2018), ao indicar possíveis espécies adaptadas a regiões semiáridas de Córdoba na Argentina para o uso em telhados verdes, considerou-se aspectos como área de cobertura verde, porcentagem de sobrevivência e estado de saúde das plantas.

Em consonância a essa problemática, os estudos com espécies nativas em telhados verdes têm aumentado. Pode-se citar, exemplificando nesse sentido, a bromélia nativa do Brasil, *Neoregelia compacta*, que mostrou maior eficiência como atenuadora térmica comparada a *Callisia fragrans*, exótica mexicana, já bastante utilizada em telhados verdes (Silva, 2016). Silva (2016) apontou ainda, o potencial não conhecido de bromélias-tanque nativas, do gênero *Alcantarea*, que também podem apresentar características como atenuadoras térmicas ainda superiores ao de *Neoregelia compacta*.

A vegetação nativa tem a característica de estar bem adaptada às condições ambientais e climáticas locais, o que leva a uma maior possibilidade de sobrevivência nos telhados instalados nesses centros urbanos, a um menor custo de manutenção e maior prestação de serviços ecossistêmicos (Gaudereto & Matar, 2012; Oliveira Jr. et al., 2013; Li & Yeung, 2014; Cáceres et al., 2018). Além do que, o uso de plantas nativas pode trazer maior biodiversidade aos centros urbanos e estimular políticas públicas e ambientais para a educação em conservação da natureza (Li & Yeung, 2014; Arabi et al., 2015).

O conhecimento das características microclimáticas da região da instalação dos futuros sistemas de cobertura é de grande importância, pois fatores abióticos como

disponibilidade hídrica, níveis de luminosidade e/ou exposição solar, força dos ventos, períodos de geadas, entre outros, são condicionantes do desenvolvimento vegetal e por consequência do desenvolvimento do próprio telhado verde (Getter & Rowe, 2008; Tassi et al., 2014; Arabi et al., 2015).

Alguns dos fatores ambientais acima descritos tornam os telhados verdes mais limitantes, o que os diferencia de jardins convencionais ao nível do solo. Muitas espécies vegetais amplamente utilizadas no paisagismo e na jardinagem de parques, praças e/ou como elemento decorativo de residências e empresas não suportam essas condições estressantes, fato que deve ser considerado na hora da seleção da vegetação (Arabi et al., 2015; Cáceres et al., 2018). Suportar períodos de seca, insolação, resistência a ventos, pragas e à poluição reforçam importância pela escolha da espécie (Getter & Rowe, 2008).

Telhados verdes são classificados principalmente em extensivos ou intensivos (Gaudereto & Matar, 2012; Savi & Tavares, 2018) estando essa classificação atrelada às características estruturais utilizadas na construção de cada modelo, bem como a finalidade dada à estrutura na edificação (Tassi et al., 2014).

Em telhados verdes do tipo extensivo, modelo mais empregado e estudado, devido, principalmente, aos custos mais baixos na fabricação e na manutenção desse sistema (Getter & Rowe, 2008; Li & Yeung, 2014; Savi & Tavares, 2018), que possui rasa profundidade e baixa disponibilidade de água e nutrientes no substrato, delimitam-se as características exigidas para as plantas selecionadas (Arabi et al., 2015; Cáceres et al., 2018). Dessa forma, vegetação de raízes curtas, resistentes à seca e doenças, bem como capacidade de cobertura permanente do solo e autorregeneração são indicadas. Espécies vegetais que possuam agentes polinizadores ou boa propagação vegetativa tendem a um melhor desenvolvimento (Cáceres et al., 2018).

Com grande área de cobertura e maior profundidade de substrato, os telhados verdes do tipo intensivo se caracterizam por serem grandes estruturas, necessitando serem planejadas para suportá-los (Cáceres et al., 2018). Nessas condições, a vegetação que pode ser utilizada oferece outras possibilidades, pois nesse tipo de cobertura, a paisagem proposta se assemelha a de jardins e parques comuns e sua finalidade pode se destinar a uma integração maior com seres humanos (Getter & Rowe, 2008; Tassi et al., 2014). Espécies de médio a grande porte são suportadas, espécies lenhosas, plantas de crescimento radicular médio/profundo, vegetação anual e a composição com espécies diferentes para tornar a paisagem mais natural estão presentes (Arabi et al., 2015). Por consequência, esse

tipo de cobertura requer alto investimento de instalação, já que a estrutura precisa ser planejada para suportar o peso e contar com camadas de irrigação e drenagem, além de maior dependência de manutenção (Li & Yeung, 2014; Arabi et al., 2015). Cabe mencionar que existe também um outro tipo de telhado verde, conhecido como semi-intensivo, mas que é pouco utilizado e basicamente é uma versão intermediária entre os dois sistemas acima descritos (Saddi & Moura, 2010; Corrent & Lehmann, 2016).

Dentre as espécies vegetais mais utilizadas, as plantas conhecidas como “suculentas” são bastante empregadas na técnica de telhados verdes e isso se deve à sua habilidade em suportar ambientes áridos. Fisiologicamente, se refere ao processo de fotossíntese específico que elas realizam, conhecido como metabolismo ácido das crassuláceas, ou plantas CAM, na sigla em inglês (Li & Yeung, 2014; Savi & Tavares, 2018). Plantas CAM são mais tolerantes à seca, e essa resistência se dá ao fato delas manterem seus estômatos fechados durante o dia, evitando assim perda de água para o ambiente por transpiração e por absorverem CO<sub>2</sub> durante a noite, no escuro, para utilizar posteriormente no período diurno (Li & Yeung, 2014; Savi & Tavares, 2018).

Com cerca de 12.500 espécies no mundo e representadas em mais 30 famílias, as suculentas apresentam tamanhos variados, de poucos centímetros até enormes árvores. Com destaque para a família Cactaceae, nativa das Américas, com 1.477 espécies catalogadas (Cavalcante & Vasconcelos, 2016). O termo suculenta é devido a propriedade que suas espécies possuem de armazenar água em suas folhas e caules, tornando-os mais espessos com a presença de um tecido suculento e/ou carnoso, contendo substâncias mucilaginosas (Paz & Filho, 2009; Cavalcante & Vasconcelos, 2016). Em muitas espécies, as folhas são reduzidas e/ou modificadas em espinhos (Arabi et al., 2015). Essas características auxiliam essas espécies a suportarem as condições de déficit hídrico. Dessa forma, cactáceas e suculentas são disparadas as mais conhecidas e presentes nos telhados verdes (Gaudereto & Matar, 2012; Tassi et al., 2014; Savi & Tavares, 2018).

Savi & Tavares (2018) apontam como o engrossamento de raízes e folhas para estocar água conferiu à espécie *Bulbine frutescens* o melhor resultado entre outras cinco espécies testadas - entre plantas de metabolismo CAM, C3 e C4 - como indicadoras de retenção de água de chuva em telhado verde na cidade de Curitiba (Savi & Tavares, 2018). Nessa mesma pesquisa, é citada outra suculenta, *Portulaca grandiflora*, como espécie indicada para telhados verdes, devido a sua boa capacidade de retenção de água e sobrevivência em períodos de estiagem.

O gênero *Sedum*, pertencente à família Crassulaceae, destaca-se como um exemplo bem difundido na utilização de vegetação para telhados verdes, possui alta tolerância a solos secos e a exposição solar. Espécies desse gênero conseguiram sobreviver a um período de quatro meses sem água, num experimento em estufa (Dvorak & Volder, 2010). Em outra pesquisa, o gênero apresentou boa capacidade de cobertura de área - acima de 60% - mesmo durante o inverno (Cáceres et al., 2018). Seduns são plantas pequenas em estatura, com crescimento horizontal, isso aumenta o efeito de resfriamento do telhado e menor ressecamento do substrato. Crescem em solos rasos, possuem longa vida e boa auto-propagação vegetativa (Arabi et al., 2015). Mesmo em períodos de congelamento, o gênero suportou as condições adversas (Dvorak & Volder, 2010).

Levantamento realizado por Getter & Rowe (2008), com plantas indicadas para telhados verdes extensivos nos Estados Unidos, foi apontado também espécies de *Delosperma*, *Euphorbia* e *Sempervivum* como escolhas populares. Representantes das famílias Portulacaceae e, obviamente, Crassulaceae são outras plantas com grande capacidade de resistência em telhados verdes (Li & Yeung, 2014). Pesquisas com espécies de suculentas utilizadas em telhados verdes extensivos, para diferentes regiões da América do Norte, mostraram um bom desenvolvimento por terem um sistema radicular curto, capazes de se estabelecerem em diferentes faixas de substratos, variando de 10 cm até mesmo em camadas de apenas 2,5 cm (Dvorak & Volder, 2010).

A International Green Roof Association (IGRA) menciona que espécies vegetais de clima montanhoso seco, de pradarias ou adaptadas a extremos climáticos, como “musgos, ervas e gramas” podem ser incorporadas ao sistema de telhados verdes extensivos e citam como exemplo as espécies *Hedera helix*, *Festuca rubra*, *Osmunda regalis*, *Polygonum affine*, *Vinca major*, *Syringa vulgaris*, *Viorne obier*, *Rosa rubiginosa* e *Sorbus aria*, muito empregadas no Canadá e Bélgica (Saddi & Moura, 2010).

### 3.4. Potencial para o Brasil

Detentor de cerca de 20% da biodiversidade vegetal do planeta (MMA, 2012), com aproximadamente 50 mil espécies catalogadas (Flora do Brasil, 2020), o Brasil apresenta grande potencial para o uso de vegetação nativa nos telhados verdes em suas edificações (Silva, 2016). Considerando ainda que o setor de construção civil integra área de grande importância econômica para o país, e também é apontado como um dos setores que mais impactam o meio ambiente nos centros urbanos (Righi et al., 2016).

Com esse duplo destaque, a construção civil no Brasil deve adotar medidas mais sustentáveis que resultem em benefícios ambientais e sociais (Roth & Garcias, 2011). Uma “transição para um ambiente sustentável futuro” (Cole, 2005), passa por meio de uma adequação também desse setor que como empreendimento humano não pode mais desconsiderar os sistemas e processos naturais, uma vez que o meio ambiente é “parte do processo produtivo e não uma externalidade” (Côrtes et al., 2011). Nesse cenário, a técnica de telhados verdes pode ter progressiva aderência ao mercado da construção civil no Brasil.

Pesquisas com telhados verdes e o uso da flora tropical ainda são escassas, principalmente quando comparado com o que já se conhece da flora de regiões temperadas para o mesmo fim (Silva, 2016). Nos trópicos, os fatores limitantes ao desenvolvimento vegetal são diferentes aos encontrados nos países que lideram o uso de instalações vegetais nas coberturas prediais.

O potencial das espécies nativas para o uso na técnica de telhados verdes pode vir a servir como uma importante ferramenta de estímulo de políticas ambientais para as cidades, como por exemplo, a preservação de espécies ameaçadas de extinção (Gaudereto & Matar, 2012; Li & Yeung, 2014; Arabi et al., 2015; Silva, 2016; Cáceres et al., 2018).

A América Tropical é o centro mundial de diversidade de epífitas, essas representam cerca de 20% da diversidade vegetal na Mata Atlântica (Neto et al., 2015), com destaque para Orchidaceae e Bromeliaceae, que ocupam a primeira e a segunda colocação respectivamente com maior número de espécies epífitas presentes (Kersten, 2010). A família Cactaceae, com presença relevante na listagem, aparece um pouco atrás, na sexta colocação, com destaque para o gênero *Rhipsalis*. Em levantamentos de trabalhos com a flora epífita da Mata Atlântica, foram listadas a ocorrência de 27 espécies de *Rhipsalis* (Kersten, 2010).

Com mais de 1.300 espécies, das quais cerca de 90% são endêmicas, a diversidade de bromélias no Brasil demonstra como esse grupo vegetal apresenta um imenso potencial para estudo em diferentes áreas de pesquisa, incluindo aí a intersecção entre a engenharia, a arquitetura e a biologia, uma vez que, muitas estão adaptadas na natureza a condições semelhantes encontradas em telhados verdes (Silva, 2016).

No emprego de espécies epífitas e rupícolas, por exemplo, interessantes mecanismos presentes em bromélias e orquídeas para armazenagem de água, seja por meio da disposição foliar imbricada nas primeiras, bem como, a suculência por parênquima aquífero do corpo vegetal das últimas podem estimular seu uso (Silva, 2016).

As famílias com melhor capacidade de desenvolvimento no experimento reportado por Silva (2016) foram representadas por Bromeliaceae e Cactaceae, que corresponderam por 38% e 21%, respectivamente, da diversidade botânica estudada para este fim.

A família Commelinaceae também merece destaque no enfoque de alternativas de utilização da flora nativa do Brasil para o uso de coberturas vegetadas. Presente nas regiões tropicais e temperadas, é cosmopolita e conta com 115 espécies catalogadas para o país, dessas, cerca de 60 são endêmicas. Destaque para os gêneros *Commelina*, *Callisia* e *Tradescantia*. A família se caracteriza em grande parte pelo hábito herbáceo, ou ainda de lianas e trepadeiras de suas espécies (Aona et al., 2016; Flora do Brasil, 2020). Está presente em todas as regiões brasileiras e com diferentes hábitos de colonização, entre eles o rupícola. Encontrada em áreas antrópicas e perturbadas e também nos campos de altitude, todos esses, ambientes que apresentam condições que encontramos nos telhados verdes. As ervas dessa família são em grande parte perenes e do tipo suculentas, propagando-se por rizomas e estolões, sendo utilizadas pelo segmento paisagístico devido a seu rápido desenvolvimento vegetativo e fácil cultivo em vasos (Barreto, 2005). Em trabalho com a flora de inselbergs no agreste da Paraíba, Tölke et al. (2011) encontraram três gêneros e quatro espécies da família Commelinaceae crescendo nesse ambiente rochoso sob forte exposição solar e baixos índices pluviométricos anuais.

Em estado crítico de conservação de sua rica biodiversidade (CBC, 2020), o Cerrado brasileiro apresenta espécies vegetais com boa indicação para a experimentação em telhados verdes, muitas são plantas pioneiras e bem adaptadas a ambientes estressantes (Gaudereto & Matar, 2012). Nesse sentido, pode-se destacar *Achyrocline satureioides* nativa dos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Giehl, 2020), sendo reportada também para boa parte da América do Sul (Barata et al., 2009; Silva et al., 2019), também conhecida como macela, macela-do-campo e/ou camomila-nacional, essa herbácea invasora de terrenos abandonados, pastagens e beira de estradas é utilizada tanto pela medicina popular, bem como estudada cientificamente (Marques & Barros, 2001; Haeffner et al., 2012).

A espécie *Arrabidaea brachypoda*, por exemplo, uma planta arbustiva presente em áreas perturbadas, possui floração com aroma marcante e persistente e produção abundante de néctar que na natureza atrai diferentes agentes polinizadores, como besouros, borboletas e abelhas (Yanagizawa, 1981).

Com cerca de 80 espécies catalogadas, o gênero *Arachis* pertence à família Fabaceae e é restrito à América Latina, com o Brasil concentrando 47 espécies endêmicas (Soares et al., 2006). Dentre suas espécies, podem-se destacar *Arachis repens* e *Arachis pintoii*, popularmente conhecidas como amendoim-rasteiro, grama-amendoim ou amendoimzinho, ambas são plantas rasteiras, perenes de hábito estolonífero com raízes adventícias nos nós de seus ramos (Rodrigues et al., 2006; MMA, 2018). Para utilização em sistema de telhados verdes, essas espécies apresentam bom potencial, uma vez que demonstram resistência a sol pleno, tolerância a diferentes solos, de argilosos a arenosos, e mesmo em solos ácidos e com baixa fertilidade (Valentim et al., 2001; Lima et al., 2003). O fácil rebrote, a boa propagação e a dispensa de podas são ainda características desejáveis para espécies utilizadas na técnica (MMA, 2018). A inflorescência constante pode ainda servir como fator atrativo a pessoas e mesmo a possíveis agentes polinizadores. Essas espécies estão também adaptadas a altitudes variadas e resistentes a períodos de seca superiores a quatro meses, em que mesmo perdendo folhas e parte dos estolões, logo se recuperam na presença de chuvas (Valentim et al., 2001).

Outra alternativa pode vir da utilização do gênero *Aristida*, que possui 34 espécies catalogadas para o Brasil, sendo 13 endêmicas. A maioria das espécies é perene, adaptada a alta luminosidade, temperaturas elevadas e ao estresse hídrico, todas condições exigidas para um telhado verde. As espécies do gênero no Brasil ainda ocorrem em solos pedregosos e secos (Longhi-Wagner, 1990).

O gênero *Eryngium*, por sua vez, é cosmopolita, presente em climas temperados e tropicais, pertence à família Apiaceae, com cerca de 220 espécies catalogadas (Cardozo, 2017). No Brasil, está distribuído por todos os estados, em substratos diversos, incluindo espécies rupícolas. Levantamento feito no estado do Paraná encontrou 24 espécies, dessas, 07 são endêmicas e, ainda duas, novas ocorrências para o país. A maioria das espécies cresce em campos abertos e de elevadas altitudes. Nas manchas de Cerrado, a espécie *E. rochei* está criticamente ameaçada (Cardozo, 2017), assim, sua aplicação em telhados verdes oportuniza sua preservação.

O gênero *Glandularia* se apresenta como uma alternativa de uso em telhados verdes, em regiões de clima semiárido. Resultados positivos, como boa capacidade de cobertura e taxa de sobrevivência foram demonstrados por Cáceres et al. (2018) em telhados verdes instalados na região de Córdoba. Esse gênero possui ampla distribuição nas Américas, com cerca de 80 espécies e levantamento

para o estado do Rio Grande do Sul apresentou 27 espécies compostas de ervas prostradas, em sua maioria, e com inflorescência constante (Thode & Mentz, 2010; Dall'Agnese, 2015).

No Brasil, o emprego de telhados verdes ainda se concentra nas regiões sul e sudeste (Righi et al., 2016), entretanto, o semiárido no nordeste brasileiro apresenta uma diversidade florística local extremamente adaptada às altas temperaturas, ventos fortes e secos, além de se fixarem em solos rasos e pedregosos, tolerando grandes períodos de estiagem (Paz & Filho, 2009; Cavalcante & Vasconcelos, 2016), todas essas características desejáveis e semelhantes a encontradas nos sistemas de telhados verdes.

No semiárido, a vegetação dominante é do tipo savana, conhecida como caatinga, cujas espécies vegetais são principalmente xerófilas e/ou caducifólias (Evert & Eichhorn, 2014). Nesse hábitat, ocorre o predomínio das cactáceas e suculentas, estando as famílias Euphorbiaceae e Cactaceae entre as mais representativas (Paz & Filho, 2009). O semiárido brasileiro é um dos centros mundiais em riqueza e abundância de cactos (Paz & Filho, 2009). Na caatinga, a família Cactaceae está entre as dez maiores, com 105 espécies catalogadas (Cavalcante & Vasconcelos, 2016). Os indivíduos vegetais nessas regiões podem crescer com enraizamento superficial, sob intensa radiação solar, suportando altas temperaturas, fortes ventos e longos períodos de estiagem (Silva, 2016). Tais características dessa vegetação, como já explicado, apresentam-se como indicadas para o uso em telhados verdes. Logo, a flora nativa dessa região do Brasil pode ser melhor explorada para esse fim.

O potencial econômico também é um aspecto a ser melhor explorado nos telhados verdes, como instrumento de fonte de renda complementar para a população local, por meio do manejo sustentável das espécies vegetais e produção de mudas (Paz & Filho, 2009; Cavalcante & Vasconcelos, 2016). Essa dupla função pode ser exemplificada quando do uso de telhados verdes como cactários, vindo a gerar emprego e mercado consumidor de plantas ornamentais, no âmbito interno, bem como de exportação (Paz & Filho, 2009; Cavalcante & Vasconcelos, 2016).

Outro grupo vegetal a ser melhor estudado e com potencialidades de uso nas coberturas vegetadas é a brioflora, ou seja, o uso das briófitas na composição dos telhados verdes. O país possui cerca de 1.500 espécies catalogadas, equivalente a 38% de todo o Neotrópico (Visnadi, 2004; Costa & Peralta, 2015). Briófitas apresentam capacidade de colonização sobre diferentes substratos, incluindo rochas nuas e áreas perturbadas por ação humana (Peralta, 2005).

A maioria das espécies possui pequeno porte, capacidade de retardo metabólico quando seca e estratégias de propagação vegetativa que lhe permitem ser plantas pioneiras em processos de sucessão ecológica (Nabors, 2012; Evert & Eichhorn, 2014; Silva et al., 2014).

Citada de forma genérica em guias de referência para telhados verdes, como os promovidos pela International Green Roof Association (2013) ou no Guide de la construction et de la rénovation durables (CRTE, 2010), a utilização de espécies de musgos associados a *Seduns* e outras herbáceas possibilita um novo campo para a pesquisa com espécies cosmopolitas presentes em regiões urbanas e perturbadas. Telhados em áreas mais sombreadas e de maior umidade favorecem os musgos (Minke, 2005), espécies como *Bryum argenteum*, *B. coronatum*, *Plagiobryum capillare*, *Hyophila involuta* e *Tortella humilis* são alguns exemplos constantemente encontrados com ampla dispersão geográfica e capacidade de estabelecimento em regiões antrópicas (Câmara, 2008; Bordin & Yano, 2009; Silva et al., 2014; Souza et al., 2017). Tais condições podem ser replicáveis em telhados verdes, tornando o uso de musgos mais uma possibilidade para a diversificação vegetal na técnica.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização dos telhados verdes vem crescendo e sendo incentivada em todo mundo. Cientificamente já são comprovados os efeitos na melhora da qualidade ambiental de centros urbanos, com ganhos em distintos serviços ecossistêmicos, que a técnica é capaz de promover. Essa melhoria é constatada no ciclo da água (gestão de águas pluviais), no aumento da umidade relativa do ar e na retenção de particulados poluentes, na amenização das temperaturas, externa e interna da edificação, além também de conforto acústico. Os estudos no uso da vegetação nativa ainda são escassos na literatura, sendo o uso de espécies exóticas mais comum que das nativas. No entanto, diversos trabalhos apontam espécies nativas com enorme potencial para utilização nos telhados verdes. Atuando, desse modo, na conservação da flora local e colaborando com a educação para a sustentabilidade na sociedade. Além de sua potência na conservação da biodiversidade e mesmo como possibilidade de ampliar nos centros urbanos os espaços para diferentes organismos, de insetos a passáros, é também capaz de impulsionar a geração de renda, por meio da produção e da venda de mudas, as quais serão utilizadas na composição e manutenção dos jardins nos telhados. Famílias botânicas como Bromeliácea, Orquidácea e Cactácea e famílias e espécies

adaptadas a condições estressantes, como as do Cerrado e Caatinga, são apontadas com grande potencial para uso nos telhados verdes, além das Briófitas, que também são indicadas para composição desses espaços verdes. Desse modo, este trabalho demonstra o imenso potencial de distintas espécies botânicas nativas para os telhados verdes, porém, mostra também a necessidade de maiores estudos e investimentos em pesquisa para que esse potencial possa ser aproveitado e amplificado na construção de modelos de urbanização mais amigos da natureza, que tragam benefícios ambientais, melhoria na qualidade de vida e no bem-viver das sociedades urbanas.

## REFERÊNCIAS

- Alamy Filho, J. E.; Manna, I. B. C. B.; Melo, N. A.; Caixeta A. C. M. **Eficiência hidrológica de telhados verdes para escala de loteamento residenciais**. Sociedade & Natureza. v. 28, n. 2, p. 257-272, 2016.
- Amato-Lourenço, L. F.; Moreira, T. C. L.; Arantes, B. L.; Filho, D. F. S.; Mauad, T. **Metrópoles, cobertura vegetal, áreas verdes e saúde**. Estudos Avançados. v. 30, n. 86, p. 113-130. 2016.
- Aona, L. Y. S.; Costa, G. M.; Amaral, M. do C. E. **Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Commelinaceae**. Rodriguésia. v. 67, n. 5, p. 1291-1300, 2016.
- Arabi, R.; Shahidan, M. F.; Kamal, M. M. S.; Mohamad, F. Z. B. J.; Rakhshandehroo, M. **Consideration for plants selection in green roofs**. Alam Cipta. v. 8, p. 10-17, 2015.
- Barata, L. E. S.; Alencar, A. A. J.; Tascone, M.; Tamashiro, J. **Plantas Mediciniais Brasileiras. I. Achyrocline satureioides (Lam.) DC. (Macela)**. Revista Fitos. v. 4, n. 1, p. 120-125, 2009.
- Barreto, R. C. **Comelinaceae**. In: Wanderley, M. G. L.; Shepherd, G. J.; Melhem, T. S.; Martins, S. E.; Kirizawa, M.; Giullietti, A. M. (orgs.) **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica, v. 4, p. 195-210, 2005.
- Bautista, D.; Peña-Guzmán, C. **Simulating the hydrological impact of green roof use and an increase in green areas in an urban catchment with i-Tree: A case study with the town of Fontibón in Bogotá, Colombia**. Resources. v. 8, n. 68, p. 1-14. 2019.
- Beltrán-Melgarejo, A.; Vargas-Mendoza, M. C.; Pérez-Vázquez, A. García-Albarado, J. C. **Thermal comfort of green roofs with Cissus verticillata (Vitaceae) in tropical rural dwellings**. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. v. 5, n. 9, p. 1551-1560, 2014.
- Bordin, J.; Yano, O. **Briófitas do centro urbano de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil**. Hoehnea. v. 36, n. 1, p. 7-71, 2009.
- Cáceres, N.; Imhof, L.; Suárez, M.; Hick, E. C.; Galetto, L. **Assessing native germplasm for extensive green roof systems of semiarid regions**. Ornamental Horticulture. v. 24, n. 4, p. 466-476, 2018.
- Câmara, P. E. A. S. **Musgos acrocárpicos das Matas de Galeria da Reserva Ecológica do IBGE, RECOR, Distrito Federal, Brasil**. Acta Botanica Brasilica. v. 22, n. 4, p. 1027-1035, 2008.
- Cardozo, A.L. **O gênero Eryngium L. (Apiaceae, Saniculoideae) no estado do Paraná**. 2017. 89 f. Dissertação (mestrado). - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas, Paraná. 2017. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/48863/R%20-%20D%20-%20ANDREY%20LUCAS%20CARDOZO.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 15-06-2020.
- Cardoso, G. T.; Vecchia, F. **Spatial Distribution of Internal Temperatures in a LGR (Light Green Roof) for Brazilian Tropical Weather**. Journal of Civil Engineering and Architecture. v. 8, p. 699-708, 2014.
- Cardoso, G. T.; Vecchia, F. **Influence of global solar radiation on indoor environment: experimental study of internal temperature distribution in two test cells with different roof systems**. Journal of Civil Engineering and Architecture. v. 9, p. 28-37, 2015.
- Carvalho, J. W. L. T. C.; Oliveira, F. **Impermeabilização e uso do solo urbano: Estudo de caso na microbacia do córrego do Aviário - Curitiba - PR**. Revista Geonorte. v. 10, n. 1. p. 504-509, 2014.
- Cavalcante, A. M. B.; Vasconcelos, G. C. L. **Comércio legal de cactos ornamentais: oportunidade para o uso sustentável no semiárido do Brasil**. Revista Econômica do Nordeste. v. 47, n. 1, p. 9-19, 2016.
- Centro Nacional de Avaliação da Biodiversidade de Pesquisa e Conservação do Cerrado (CBC ICMBio-MMA). Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cbc/conservacao-da-biodiversidade/ameacas.html> Acesso em: 22-03-2021.
- Cecchetto, C. T.; Christmann, S. S.; Oliveira, T. D. **Arborização urbana: Importância e benefícios no planejamento ambiental das cidades**. In: XVI Seminário Internacional de Educação no Mercosul. p. 1-13. 2014. Disponível em: <https://www2.ufrb.edu.br/petmataatlantica/images/PDFs/ARTIGO---ARBORIZACAO-URBANA-IMPORTANCIA-E-BENEFICIOS-NO-PLANEJAMENTO-AMBIENTAL-DAS->

CIDADES-1.PDF Acesso em: 11-03-2021.

Centre de Ressources des Technologies pour L'Environnement (CRTE). **Guide de la construction et de la rénovation durables**. In: Leitfaden, França. v. 2.02, p. 1-336. 2010. Disponível em: <http://www.crtib.lu/sites/crtib/files/inline-files/20101223-Leitfaden-FR-2.02.pdf>. Acesso em: 20-10-2020.

Cerón-Palma, I.; Sanyé-Mengual, E.; Oliver-Solà, J.; Montero, J.-I.; Caballero-Ponce, C.; Rieradevall, J. **Towards a green sustainable strategy for social neighbourhoods in Latin America: Case from social housing in Merida, Yucatan, Mexico**. Habitat International. v. 38, p. 47-56, 2013.

Chen, X.; Shuai, C.; Chen, Z.; Zhang, Y. **What are the root causes hindering the implementation of green roofs in urban China?** Science of The Total Environment. v. 654, p. 742-750, 2019.

Cole, R. J. **Building environmental assessment methods: redefining intentions and roles**. Building Research & Information. v. 33, n. 5, p. 455-467. 2005.

Corrent, L.; Lehmann, P. **Telhado verde: Da Babilônia aos dias atuais**. In: Semana acadêmica - Faculdade Guarapuava. Paraná. 2016. p. 1-20. Disponível em: [https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo\\_telhado\\_verde.pdf](https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_telhado_verde.pdf). Acesso: 08-06-2020.

Côrtes, R. G.; França, S. L. B.; Quelhas, O. L. G.; Moreira, M. M.; Meirino, M. J. **Contribuições para a sustentabilidade na construção civil**. Revista Eletrônica Sistema & Gestão. v. 6, n. 3, p. 384-397. 2011.

Costa D. P.; Peralta D. F. **Bryophytes diversity in Brazil**. Rodriguésia. v. 66, n. 4, p. 1-9, 2015.

Dall'Agnesse, L. **Potencialidade ornamental de Glandularia peruviana (L.) small cultivada a partir de diferentes formas de propagação e substratos**. 2015. 132 f. Dissertação (mestrado) - Universidade de Passo Fundo, Departamento de Agronomia. Rio Grande do Sul. 2015. Disponível em: <http://tede.upf.br/jspui/handle/tede/1502> Acesso em: 15-06-2020.

Domínguez, M. V. S.; Gonzáles, E.; Fabían, D.; Salvo, A.; Fenoglio, M. S. **Arthropod diversity and ecological processes on green roofs in a semi-rural area of Argentina: Similarity to neighbor ground habitats and landscape effects**. Landscape and Urban Planning. v. 199, n. 130816, 2020.

Dunnett, N. **Ruderal Green Roofs..** In: Sutton R. (eds) **Green Roof Ecosystems. Ecological Studies (Analysis and Synthesis)**, vol 223. Springer, Cham. 2015. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-14983-7\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-319-14983-7_10). Acesso em: 22-06-2020.

Dvorak, B.; Volder, A. **Green roof vegetation for North American ecoregions: A literature review**. Landscape and Urban Planning. v. 96, p. 197-213, 2010.

Duarte, T. E. P.; Angeoletto, F. H. S.; Santos, J. W. M. C.; Leandro, D. S.; Bohrer, J. F. C.; Vacchiano, M. C.; Leite, L. B. **O papel da cobertura vegetal nos ambientes urbanos e sua influência na qualidade de vida nas cidades**. Desenvolvimento em questão. v. 15, n. 40. p. 175-203, 2017.

Evert, R. F.; Eichhorn, S. E. 2014. **Ecologia global**. In: **Capítulo 32 - Evert & Eichhorn 2014 - Biologia vegetal**. 8ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, pp. 754-781.

Favarão, C. B.; Costa, M. A. 2018. **Governança e políticas nacionais urbanas: capacidade e desenvolvimento institucional**. In: Capítulo 3 - Costa, M. C.; Thadeu, M.; Favarão, C. B. (orgs.) **A Nova Agenda Urbana e o Brasil: Insumos para a sua construção e desafios à sua implementação**. 1ª ed. Brasília: Ipea, pp. 45-58.

Ferreira, M. F. **Teto verde: O uso de coberturas vegetais em edificações**. PIBIC. Pontifícia Universidade Católica, Departamento de Artes & Design, Rio de Janeiro. 2007. Disponível em: [http://www.puc-rio.br/Pibic/relatorio\\_resumo2007/relatorios/art/art\\_manuela\\_de\\_freitas\\_ferreira.pdf](http://www.puc-rio.br/Pibic/relatorio_resumo2007/relatorios/art/art_manuela_de_freitas_ferreira.pdf). Acesso em: 11-06-2020.

Flora do Brasil 2020. **Flora do Brasil 2020**. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/ConsultaPublicaUC.do#Condicao-TaxonCP>. Acesso em: 02-04-2021.

Flora do Brasil 2020. **Commelinaceae**. In: **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB91>. Acesso em: 09-11-2020.

Gaudereto, G. L.; Matar, M. R. **Aplicação da tecnologia de telhados verdes como meio de preservação e restauração da biodiversidade paulistana**. 2012. In: **Arquitetura, Ambiente e Desenvolvimento Sustentável**. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo - AUT 0221 São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.fau.usp.br/arquivos/disciplinas/au/aut0221/Trabalhos%20finais%202012-1/Tetos%20verdes%20e%20biodiversidade.pdf>. Acesso em: 10-06-2020.

Getter, K. L.; Rowe, D. B. **Selecting plants for extensive green roofs in the United States**. In: Extension Bulletin E-3047 Michigan State University - 2008. Estados Unidos. Disponível em: <https://www.canr>.

msu.edu/uploads/resources/pdfs/selecting\_plants\_for\_extensive\_green\_roofs\_(e3047).pdf. Acesso em: 23-05-2020.

Giehl, E. L. H. (coordenador). **Flora digital do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Disponível em: [https://floradigital.ufsc.br/open\\_sp.php?img=13956](https://floradigital.ufsc.br/open_sp.php?img=13956). Acesso em: 15-11-2020.

Groot, R.S.; Wilson, M.A.; Boumans, R.M.J. A **typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services**. Ecological Economics. v. 41, n. 3, p. 393-408. 2002.

GSA. General Services Administration. **The benefits and challenges of green roofs on public and commercial buildings - A report of the United States General Services Administration - GSA (US)**. 2011. Disponível em: [https://www.gsa.gov/cdnstatic/The\\_Benefits\\_and\\_Challenges\\_of\\_Green\\_Roofs\\_on\\_Public\\_andCommercial\\_Buildings.pdf](https://www.gsa.gov/cdnstatic/The_Benefits_and_Challenges_of_Green_Roofs_on_Public_andCommercial_Buildings.pdf). Acesso em: 25-05-2020.

GUARULHOS. **Lei nº 6.793, 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, 29 dez. 2010. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sp/g/guarulhos/lei-ordinaria/2010/679/6793/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>. Acesso em: 30-11-2020.

GUARULHOS. **Lei nº 7.031, de 17 de abril de 2012**. Dispõe sobre a instalação do "Telhado Verde" nos locais que especifica, e dá outras providências. Guarulhos, SP, 27 de abr. 2012. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sp/g/guarulhos/lei-ordinaria/2012/703/7031/lei->. Acesso em: 30-11-2020.

Haeffner, R.; Heck, R. M.; Ceolin, T.; Jardim, V. M. R.; Barbieri, R. L. **Plantas medicinais utilizadas para o alívio da dor pelos agricultores ecológicos do Sul do Brasil**. Revista Eletrônica de Enfermagem. v. 14, n. 3, p. 596-602, 2012.

Hansen, M. M.; Jones, R.; Tocchini, K. **Shinrin-Yoku (Forest Bathing) and nature therapy: A state-of-the-art review**. International Journal of Environmental Research and Public Health. v. 14, n. 8, p. 851. 2017.

International Green Roof Association. **The future of urban roofs**. In: Congress Proceedings: International Green Roof Congress - 2013. Alemanha. p. 1-53.

Disponível em: <https://www.yumpu.com/en/document/read/22552529/the-future-of-urban-roofs-international-green-roof-association>. Acesso em: 22-10-2020.

International Green Roof Association. **A quick guide to green roofs**. Alemanha. p. 2-18. Disponível em: <https://www.yumpu.com/en/document/read/21845403/a-quick-guide-to-green-roofs-international-green-roof-association>. Acesso em: 22-10-2020.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - 11. Cidades e Comunidades Sustentáveis**. 2019. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ods/ods11.html> Acesso 14-03-2021.

Kersten, R. A. **Epífitas vasculares - Histórico, participação taxonômica e aspectos relevantes, com ênfase na Mata Atlântica**. Hoehnea. v. 37, n. 1, p. 9-38, 2010.

Klug, L. 2018. **Resiliência e ecologia urbana**. In: Capítulo 6 - Costa, M. C.; Thadeu, M.; Favarão, C. B. orgs. **A Nova Agenda Urbana e o Brasil: Insumos para a sua construção e desafios à sua implementação**. 1ª ed. Brasília: Ipea, pp. 83-90.

Li, W. C.; Yeung, K. K. A. **A comprehensive study of green roof performance from environmental perspective**. International Journal of Sustainable Built Environmental. v. 3 n. 1, p. 127-134, 2014.

Lima, J. A.; Pinto, J. C.; Evangelista, A. R.; Santana, R. A. V. **Amendoim forrageiro (Arachis pintoi Krapov. & Gregory)**. 2003 In: Boletim de Extensão 001 Universidade Federal de Lavras - Brasil, p. 5-22. Disponível em: <http://livraria.editora.ufla.br/upload/boletim/extensao-tmp/boletim-extensao-001.pdf> Acesso em: 08-11-2020.

Longhi-Wagner, H. M. **Diversidade e distribuição geográfica das espécies de Aristida L. (Gramineae) ocorrentes no Brasil**. Acta Botanica Brasilica. v. 4, n.1, p. 105-124, 1990.

Marques, F. C.; Barros, I. B. I. **Crescimento inicial de Marcela (Achyrocline satureioides) em ambiente protegido**. Ciência Rural. v. 31, n. 3, p. 517-518, 2001.

McCurdy, L. E.; Winterbottom, K. E.; Mehta, S. S.; Roberts, J. R. **Using nature and outdoor activity to improve children's health**. Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care. v. 40, n. 5, p. 102-117. 2010.

MEA - MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Millennium ecosystem assessment: general synthesis report**. Washington DC: Island Press, 2005.

Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org/en/Synthesis.html>. Acesso em: 30-11-2020.

Minke, G. **Techos Verdes - Planificación, ejecución, consejos prácticos**. Uruguay: Fin del Siglo, 2005.

Ministério do Meio Ambiente. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial Plantas para o Futuro: Região Nordeste**. In: Capítulo 5 - Coradin, L.; Camillo, J.; Pareyn, F. G. C. (orgs.) Ornamentais. Brasília: 2018. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1103349/1/LivroNordeste21122018splitmerge.pdf>. Acesso em: 08-11-2020.

Ministério do Meio Ambiente. **First National Report for the Convention on Biological Diversity - Brazil Clearing-house Mechanism for CCB**. In: Chapter II - **The status of Brazilian Biological Diversity - 2.1.3 Plants**. 2012. Disponível em: [https://www.mma.gov.br/estruturas/chm/\\_arquivos/chapter2a.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/chapter2a.pdf). Acesso em: 16-07-2020.

Mollison, B. **Introduction to permaculture**. (1 Ed.) New Hampshire: Yankee Permaculture, 1981.

Mora-Moliá, D.; López-Aburto, C. S.; Ballesteros-Pérez, P.; Muñoz-Velasco, P. **Viability of green roofs as a flood mitigation element in the central region of Chile**. Sustainability. v. 10, n. 4, p. 11-30, 2018.

Moura, E. F. S.; Silva, S. R. **Estudo do grau de impermeabilização do solo e propostas de técnicas de drenagem urbana sustentável em área do Recife-PE**. Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades. v. 3, n. 5, p. 78-93, 2015.

Nabors M. W.. **Introdução à Botânica**. Roca - Brasil, 1ª ed. Rio de Janeiro, pp. 443-459, 2012.

Neto, L. M.; Furtado, S. G.; Zappi, D. C.; Filho, A. T. O.; Forzza, R. C. **Biogeography of epiphytic angiosperms in the Brazilian Atlantic Forest, a world biodiversity hotspot**. Brazilian Journal of Botany. v. 39, n. 1, p. 261-273, 2015.

Nicodemo, M. L. F.; Primavesi, O. 2009. **Por que manter árvores na área urbana? In: Documentos 89 - Embrapa**. 1ª ed. on-line São Carlos - SP. pp. 1-41, 2009. Disponível em: <http://www.cppse.embrapa.br/080servicos/070publicacaogratis/documentos/documentos89.pdf> Acesso em: 14-03-2021.

Oliveira Jr.; C. J. F.; Gonçalves, F. S.; Couto, F.; Matajs, L. **Potencial das espécies nativas na produção de plantas ornamentais e paisagismo agroecológico**. Revista Brasileira de Agroecologia. v. 8, n. 3, p. 190-200, 2013.

PARAÍBA. **Lei nº 10.047, de 09 de julho de 2013**.

Dispõe sobre a obrigatoriedade da instalação "Telhado Verde" nos locais que especifica e dá outras providências. Paraíba, PB, 10 jul. 2013. Disponível em: <http://www.al.pb.leg.br/leis-estaduais> Acesso em: 30-11-2020.

Paz, J. H. A.; Filho, J. A. L. **Seleção de espécies ornamentais para o paisagismo urbano e rural no semiárido brasileiro**. PIBIC. Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba. 2009. In: **VI Congresso de Iniciação Científica da UFCG**. Disponível em: <http://pesquisa.ufcg.edu.br/anais/2009/cav/index.html>. Acesso em: 16-06-2020.

Peralta D. F. 2005. **Musgos (Bryophyta) do Parque Estadual da Ilha Anchieta (PEIA), Brasil**. 227 f. Dissertação (mestrado) - Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo. 2005. Disponível em: <http://www.ibot.sp.gov.br/BIBLIOTECA/Tese.asp>Acesso em: 20-10-2020.

RECIFE. **Lei nº 18.112, de 12 de janeiro de 2015**. Dispõe sobre a melhoria da qualidade ambiental das edificações por meio da obrigatoriedade de instalação do "Telhado Verde", e construção de reservatórios de acúmulo ou de retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem e dá outras providências. Recife, PE, 12 jan. 2015. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a1/pe/r/recife/lei-ordinaria/2015/1812/18112/lei-ordinaria-n-18112-2015-dispoe-sobre-a-melhoria-da-qualidade-ambiental-das-edificacoes-por-meio-da-obrigatoriedade-de-instalacao-do-telhado-verde-e-construcao-de-reservatorios-de-acumulo-ou-de-retardo-do-escoamento-das-aguas-pluviais-para-a-rede-de-drenagem-e-da-outras-providencias?q=18112>. Acesso em: 30-11-2020.

Righi, D. P.; Köhler, L. G.; Lima, R. C. A.; Neto, A. B. S. S.; Mohamad, G. **Cobertura verde: Um uso sustentável na construção civil**. Mix Sustentável. v. 4, n. 2, p. 29-36, 2016.

RIO DE JANEIRO (Estado). **Decreto nº 35.745, de 06 de junho de 2012**. Cria a qualificação QUALIVERDE e estabelece critérios para sua obtenção. Rio de Janeiro, RJ, 11 jun. 2012. Disponível em: [http://smaonline.rio.rj.gov.br/legis\\_consulta/42362Dec%2035745\\_2012.pdf](http://smaonline.rio.rj.gov.br/legis_consulta/42362Dec%2035745_2012.pdf). Acesso em: 30-11-2020.

Rodrigues, A. A. C.; Silva, G. S.; Moraes, F. H. R.; Silva, C. L. P. **Arachis repens: Novo hospedeiro de Puccinia arachidis**. Fitopatologia Brasileira. v. 31, n. 4, p. 411, 2006.

Roth, C.G.; Garcias, C. M. **Construção civil e a**

**degradação ambiental.** Desenvolvimento em questão. v. 7, n. 13, p. 111-128, 2011.

Saddi, K.G.; Moura, R.O. **CoBERTuras verdes: Análise do impacto de sua implementação sobre a redução do escoamento superficial.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Goiás, Curso de Engenharia Civil, Goiânia. 2010. Disponível em: [https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/COBERTURAS\\_VERDES\\_-\\_ANALISE\\_DO\\_IMPACTO\\_DE\\_SUA\\_IMPLANTACAO\\_C3%87%C3%83O\\_SOBRE\\_A\\_REDU\\_C3%87%C3%83O\\_DO\\_ESCOAMENTO\\_SUPERFICIAL.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/COBERTURAS_VERDES_-_ANALISE_DO_IMPACTO_DE_SUA_IMPLANTACAO_C3%87%C3%83O_SOBRE_A_REDU_C3%87%C3%83O_DO_ESCOAMENTO_SUPERFICIAL.pdf) Acesso em: 29-05-2020.

Salles, M. C. T.; Grigio, A. M.; Silva, M. R. F. **Expansão urbana e conflito ambiental: Uma descrição da problemática do município de Mossoró, RN - Brasil.** Sociedade & Natureza. v. 25, n. 2, p. 281-290, 2013.

SALVADOR. **Decreto nº 29.100, de 06 de novembro de 2017.** Regulamenta o art. 5º da Lei nº 8.474, de 02 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 8.723 de 22 de dezembro de 2014 e dá outras providências. Salvador, BA, 06 nov. 2017. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/ba/s/salvador/decreto/2017/2910/29100/decreto-n-29100-2017-regulamenta-o-art-5-da-lei-n-8474-de-02-de-outubro-de-2013-e-institui-o-programa-de-certificacao-sustentavel-iptu-verde-em-edificacoes-no-municipio-de-salvador-que-estabelece-beneficios-fiscais-aos-participantes-do-programa-assim-como-o-art-5-da-lei-8-723-de-22-de-dezembro-de-2014-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 30-11-2020.

Santos, K. A.; Rufino, I. A. A.; Filho, M. N. M. B. **Impactos da ocupação urbana na permeabilidade do solo: o caso de uma área de urbanização consolidada em Campina Grande - PB.** Revista Engenharia Sanitária. v. 22, n. 5, p. 943-952, 2017.

Savi, A. C. **Telhados verdes: análise comparativa de custo com sistemas tradicionais de cobertura.** Monografia (especialização) - Universidade Tecnológica do Paraná, Departamento acadêmico de construção civil. Curso de especialização em construções sustentáveis II, Curitiba. 2012. Disponível em: [http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/788/1/CT\\_CECONS\\_II\\_2012\\_01.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/788/1/CT_CECONS_II_2012_01.pdf) Acesso em: 25-05-2020.

Savi, A. C.; Tavares, S. F. **Telhados verdes: uma análise**

**da influência das espécies vegetais na retenção de água de chuva.** Revista de Arquitetura IMED. v. 7, n. 1, p. 50-67, 2018. ISSN 2318-1109. Disponível em: <https://seer.imed.edu.br/index.php/arqimed/article/view/2647>. Acesso em: 27 maio 2020.

Silva, D. B.; Vieira, R. F.; Brigel Jr., J. B. A.; Melo, L. A. M. P.; Alves, R. B. N. **Coleta, conservação e cultivo experimental de macela (Achyrocline spp. - Asteraceae), na região do Cerrado.** Brasília: EMBRAPA - Circular Técnica 94, p. 1-16, 2019.

Silva, B.R. **Telhados verdes em clima tropical: Uma nova técnica e seu potencial de atenuação térmica.** 2016. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Civil, Coppe - Rio de Janeiro. 2016. Disponível em: <https://www.google.com.br/search?q=TELHADOS+VERDES+EM+CLIMA+TROPICAL+UMA+NOVA+T+C3%89CNI-CA+E+SEU+POTENCIAL+DE+ATENUA+C3%87%C3%83O+T+C3%89RMICA&ie=UTF-8&oe=#>. Acesso em: 14-06-2020

Silva, T. O.; Silva, M. P. P.; Pôrto, K. C. **Briófitas de Afloramentos Rochosos do Estado de Pernambuco, Brasil.** Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão (N.SÉR.) v. 36, p. 85-100, 2014.

Soares, P. G.; Rezende, A. S.; Urquiaga, S.; Campello, E. F. C.; Franco, A. A. **Estabelecimento, produção de fitomassa, acúmulo de macronutrientes e estimativa da fixação biológica de nitrogênio em Arachis.** Pasturas Tropicales. v. 28, n. 2, p. 18-25, 2006.

Souza, E. R. F.; Rufino, M. K. G.; Gomes, D-Á. R. F. L.; Almeida, G. R.; Germano, S. R. **Florística de musgo de uma área de Caatinga.** In: II Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido, 2017, Paraíba. Disponível em: <https://docplayer.com.br/140840563-Floristica-de-musgo-de-uma-area-de-caatinga.html>. Acesso em: 21-10-2010.

Tassi, R.; Tassinari, L. C. da S.; Piccilli, D. G. A.; Persch, C. G. **Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais.** Ambiente Construído. v. 14, n. 1, p.139-154, 2014.

Theodosiou, T. **Green roofs in buildings: thermal and environmental behaviour.** Advances in Building Energy Research. v. 3, n. 1, p. 271-288, 2009.

Thode, V. A.; Mentz, L. A. **O gênero Glandularia J.F. Gmel. (Verbenaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil.** Acta Botanica Brasilica. v. 24, n. 2, p. 529-557, 2010.

Tölke, E. E. A. D.; Pereira, A. R. L.; Brasileiro, J. C. B.; Melo, J. I. M.; **A família Commelinaceae Mirb. em inselbergs do agreste paraibano.** BioFar - Revista de Biologia

e Farmácia. v. 05, n. 2, p.1-10, 2011.

Valentim, J. F.; Carneiro, J. C.; Sales, M. F. L. **Amendoim Forrageiro cv. Belmonte: Leguminosa para a diversificação das pastagens e conservação do solo no Acre**. In: Circular Técnica 43. Embrapa. p. 1-18. 2001. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAF-AC/12187/1/cirtec43.pdf> Acesso em: 22-03-2021.

Van Lengen, J. **Manual do arquiteto descalço**. 1 Ed. São Paulo: B4 Ed., 2014.

Visnadi, S. R. **Distribuição da brioflora em diferentes fisionomias de cerrado da Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi-Guaçu, SP, Brasil**. Acta Botanica Brasílica. v. 18, n. 4, p. 965-973, 2004.

Xiao, M.; Lin, Y.; Han, J.; Zhang, G. **A review of green roof research and development in China**. Renewable and Sustainable Energy Reviews. v. 40, p. 633-648, 2014.

Yanagizawa, Y. A. N. P. **Aspectos da biologia floral de espécies de Arrabidaea e Jacaranda, no município de Botucatu, SP**. 1981. 137 f. Dissertação (mestrado) - Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas. São Paulo. 1981. Disponível em: [http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/316114/1/Yanagizawa\\_Yuriko\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/316114/1/Yanagizawa_Yuriko_M.pdf). Acesso em: 19-12-2020.

## AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8723-1842>

**DOUGLAS SANTOS OLIVEIRA** | Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Meio Ambiente - Instituto de Botânica - São Paulo - IBt. (SP) | Endereço para correspondência: Av. Cristóvão Caresana, 61. Pq. Novo Grajaú, São Paulo - SP. CEP: 04847010 | email: dougs1935@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9757-4611>

**DOMINGOS SAVIO RODRIGUES, Dr.** | Instituto de Botânica – Núcleo de Pesquisas em Plantas Ornamentais. | São Paulo (SP) – Brasil | Correspondência para: R. do Bosque, 313. Jardim Bela Vista -Santo Andre- SP. 09040280 | E-mail: ds-rodrigues@ibot.sp.gov.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2207-6287>

**CLOVIS JOSÉ FERNANDES DE OLIVEIRA JR., Dr.** | Instituto de Botânica – Núcleo de Pesquisas em Plantas Ornamentais. | São Paulo (SP) – Brasil | Correspondência para: R. Padre Machado, 114, apto 81. Vila Clementino, São Paulo, SP, CEP 04127-000 | e-mail: floraacao@gmail.com

## COMO CITAR ESTE ARTIGO

OLIVEIRA, Douglas Santos; RODRIGUES, Domingos Savio; OLIVEIRA, Clovis José Fernandes de. Telhados Verdes: Uma Proposta Para O Uso Com Espécies Nativas Do Brasil. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 7, n. 3, p. 111-126, ago. 2021**. ISSN 24473073. Disponível em: <<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2021.v7.n3.111-126>.

**DATA DE ENVIO:** 01/01/2021

**DATA DE ACEITE:** 05/05/2021