XIX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente ‘
ENTAC 2022

Ambiente Construído: Resiliente e Sustentável
Canela, Brasil, 9 a 11 novembro de 2022

Seleção de espécies vegetais para telhados verdes sustentáveis e de baixo custo no Brasil

Selecting of plant species for sustainable and low-cost green roofs in Brazil

Florence Rezende Leite
UNESP | Sorocaba| Brasil | florence.rezende@unesp.br
Maria Lúcia Pereira Antunes
UNESP | Sorocaba| Brasil | pereira.antunes@unesp.br

Resumo

Estudos recentes mostram benefícios que os telhados verdes são capazes de proporcionar à edificação e seu entorno. Entretanto, as principais barreiras para a implantação desse tipo de cobertura são os custos de construção e manutenção. Este trabalho teve como objetivo definir critérios de seleção de espécies vegetais para telhados verdes sustentáveis de baixo custo no Brasil com intuito de torná-los mais viáveis e estimular suas aplicações. Por fim, apresentou-se uma lista de espécies que atenderam a maioria dos critérios, sendo consideradas, portanto, potencialmente adequadas.

Palavras-chave: Cobertura verde. Baixo custo. Sustentabilidade. Espécies vegetais para o Brasil.

Abstract

Recent studies show the benefits that green roofs can provide to buildings and cities. However, the main barriers to the implantation of this roof type are construction and maintenance costs. This paper aimed to define the criteria of plant species selection for low-cost sustainable green roofs in Brazil to make them more viable and encourage their application. Finally, a list of species that complied with most of the criteria was presented.

Keywords: Green cover. Low-cost. Sustainability. Plant species for Brazil.

Como citar:
LEITE, F. R.; ANTUNES, M. L. P. Seleção de espécies vegetais para telhados verdes sustentáveis e de baixo custo no Brasil. In: XIX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. XXX-XXX.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o acentuado processo de urbanização e impermeabilização do solo, associado à falta de planejamento adequado, resultaram em preocupantes problemas para a sociedade, como o aumento de inundações e enchentes. Dessa forma, recentemente muitas pesquisas têm focado no desenvolvimento de estratégias para captar parte do volume das precipitações, incluindo a aplicação de vegetação, ao invés de telhas, nas coberturas das edificações [1].

De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, das 9 classes climáticas presentes no Brasil 7 são tropicais e subtropicais. Assim, em grande parte do país ocorrem chuvas de volumes consideráveis, as quais normalmente são distribuídas ao longo de todo o ano [2]. Desse modo, problemas como inundações e enchentes são relatados com frequência nas cidades brasileiras, principalmente em áreas altamente impermeabilizadas. Segundo Londe et al. [3], o Brasil é um dos países que mais sofre com esses tipos de problemas no mundo. Portanto, todo esse contexto motiva a realização de estudos a fim de amenizar os impactos da urbanização no país.

Apesar da substituição de coberturas tradicionais por coberturas verdes possibilitar um aumento de áreas permeáveis para controle do escoamento pluvial urbano, além de fornecer diversos outros benefícios para a edificação e seu entorno, sua aplicação ainda é considerada uma alternativa inviável devido aos custos iniciais de construção e manutenção. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBEGE), 70% dos brasileiros ganham até dois salários mínimos, sendo que os maiores rendimentos estão concentrados em apenas 1% da população [4]. Assim, para que haja adesão ao telhado verde por parte da população no país, é necessário estudar formas de se reduzir os gastos com esse tipo de cobertura e, ao mesmo tempo, propor soluções que possibilitem um retorno financeiro a longo prazo.

Sabe-se que a escolha das espécies vegetais para os telhados verdes é uma das etapas mais importantes, a qual influencia diretamente os custos de construção e manutenção. Portanto, este trabalhou buscou avaliar estudos recentes sobre telhados verdes, para controle do escoamento pluvial nas diversas zonas climáticas do Brasil, indicando quais espécies já foram testadas e os resultados obtidos. Na sequência, objetivou-se definir critérios de seleção de espécies para telhados verdes sustentáveis de baixo custo, a fim de tornar esses sistemas mais acessíveis e ambientalmente favoráveis. Por fim, apresentou-se uma lista de espécies que atenderam aos critérios definidos, sendo consideradas, portanto, potencialmente adequadas para aplicação nesses tipos de telhados verdes no Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

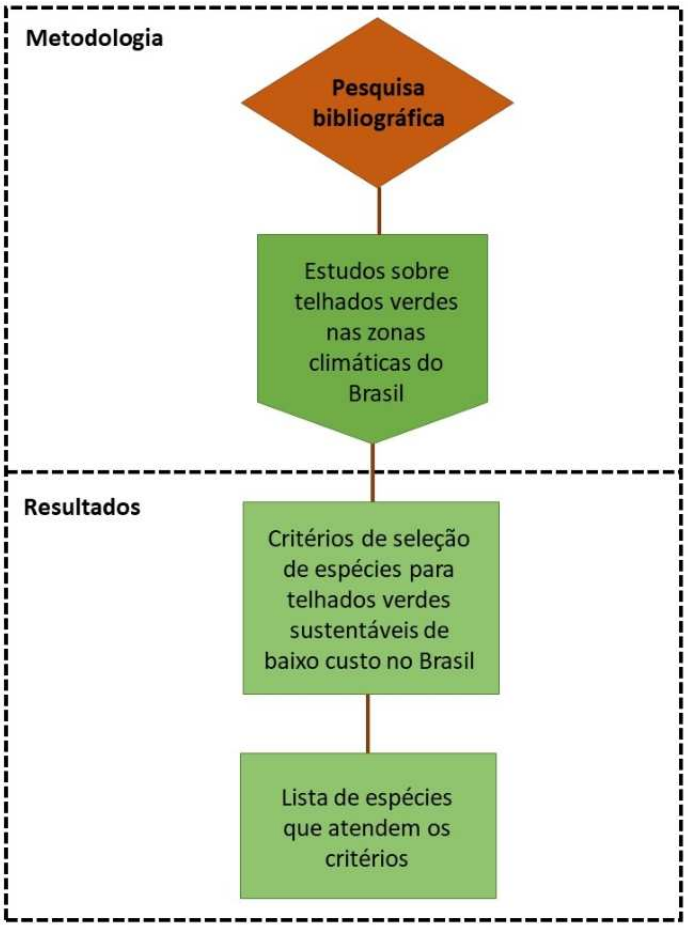
Em princípio, através da base de dados Web of Science (WoS), buscou-se trabalhos que realizaram testes em protótipos de telhados verdes nas diferentes zonas

climáticas presentes no Brasil. Considerou-se apenas estudos dos últimos 5 anos focados no controle do escoamento pluvial. Na sequência, espécies que apresentaram desempenho hidrológico satisfatório foram relacionadas a um mapa do país dividido a partir das zonas climáticas da classificação de Köppen-Geiger.

Posteriormente, definiu-se critérios arquitetônicos para a construção de telhados verdes de baixo custo. Os critérios foram divididos em ambientais, econômicos e sociais, com base nos conceitos sobre o tripé da sustentabilidade [5]. Assim, critérios ambientais foram associados a benefícios e redução de impactos negativos ao meio ambiente. Critérios econômicos foram relacionados à redução de custos de construção e possível retorno financeiro a longo prazo. Já os critérios sociais associaram-se à melhoria da qualidade de vida, bem-estar e saúde de usuários de edificações com coberturas verdes.

Por fim, a partir dos critérios estabelecidos, apresentou-se uma seleção de espécies com potencial para compor telhados verdes sustentáveis de baixo custo. A Figura 1 resume a metodologia utilizada neste estudo através de diagramas.

Figura 1 -Diagrama da metologia utilizada neste estudo

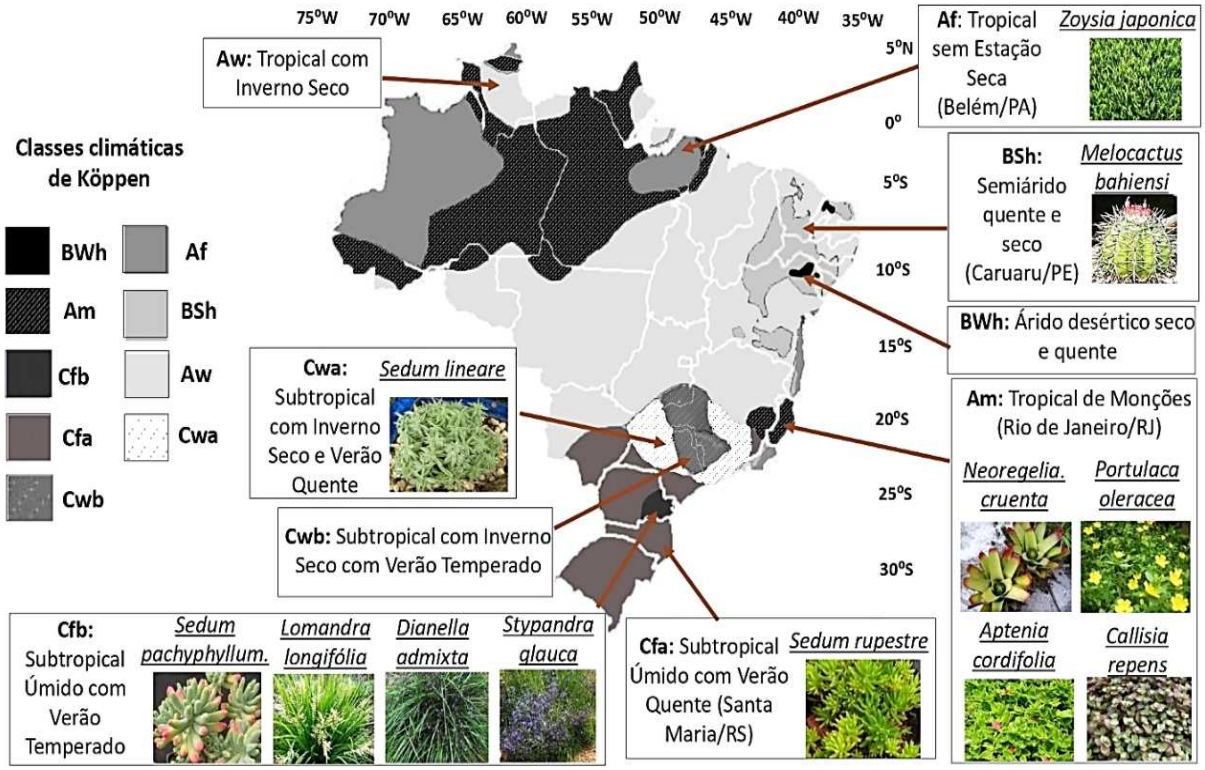


Fonte: as autoras

RESULTADOS

A pesquisa bibliográfica resultou em estudos de telhados verdes testados em 6 das 9 zonas climáticas presentes no Brasil. A Figura 2 correlaciona as zonas climáticas do país com as espécies testadas nos estudos. Nota-se que as plantas mais estudadas foram as suculentas, visto que são associadas à resistência e baixa necessidade de irrigação, com as seguintes variações de espécies: *Callisia repens, Portulaca oleracea, Aptenia cordifolia, Sedum rupestre L. subsp. elegans (Lej.) Hegi, Sedum pachyphyllum e Sedum lineare.*

Figura 2: Espécies testadas em cada classe climática presente no Brasil



Fonte: as autoras

Watrin et al. [1] testaram *Zoysia japonica* plantada em substrato com 5 cm de profundidade, uma vez que essa gramínea apresenta boa adaptação a climas tropicais e necessita de pouca irrigação. Os protótipos foram construídos em Belém do Pará, cidade que possui o clima denominado Af (tropical sem estação seca) conforme a classificação de Köppen-Geiger. Os resultados indicaram que os protótipos reduziram significativamente o escoamento pluvial, alcançando uma média de retenção de 75% em eventos de até 11mm. Entretanto, os autores apontaram a necessidade de se realizar testes também durante eventos com maiores

profundidades de chuva. Além disso, também houve redução da temperatura na superfície dos protótipos, alcançando uma redução máxima de 10,46°C. Portanto, esse estudo sugere que o telhado verde pode propiciar também efeito de inércia térmica, resultando em um atraso na transferência de calor para ambientes internos das edificações. Assim, pode haver menor necessidade do uso de equipamentos para resfriamento, reduzindo também o consumo de energia. Apesar das vantagens apresentadas, gramíneas como a *Zoysia japonica,* conhecida no Brasil como Grama Esmeralda, necessitam de elevada manutenção, como adubação e poda [6]. Portanto, para telhados verdes de baixo custo esse pode ser considerado um fator limitante.

Da Silva et al. [7] optaram por utilizar a bromélia *Neoregelia Cruenta* como vegetação nos protótipos, com substrato de 20 cm de profundidade, uma vez que esse tipo de planta é típica de regiões tropicais e subtropicais. Os protótipos foram instalados na cidade do Rio de Janeiro, cujo clima corresponde à classe Am (tropical de monções). Os resultados indicaram que telhados verdes com bromélias podem reduzir consideravelmente o escoamento, alcançando uma retenção de até 82% para precipitação com elevado volume de chuva de 145,4mm. Entretanto, apesar do potencial para tais benefícios, observa-se que, devido à volumetria característica, pode-se haver acúmulo de água dentro das bromélias. Dessa forma, esse tipo de vegetação pode apresentar risco de formação de criadouros de *Aedes aegypti*, mosquito transmissor de dengue e febre amarela [8]. Portanto, o uso de bromélias em telhados verdes torna-se questionável.

Loiola et al. [9] construíram também protótipos na cidade do Rio de Janeiro, com um mix de espécies suculentas (70% de *Callisia repens*, 15% de *Portulaca oleracea* e 15% de *Aptenia cordifolia),* plantadas em substrato com 5cm de profundidade. Chuvas intensas de 155mm/h foram simuladas para avaliar o desempenho das espécies durante 2 meses no verão, cuja temperatura variou de 29°C a 34°C. As 3 espécies mostraram resistência a elevadas temperaturas e resultaram em retenção média de 58% do escoamento. Apesar dos resultados satisfatórios, os autores apontaram que as espécies testadas podem não ser as mais adequadas para as condições climáticas locais e sugeriram avaliá-las por um período maior bem como estudos com outras espécies.

Franco et al. [10] utilizaram substrato de 10cm de profundidade para plantar espécies de *Sedum rupestre L. subsp. elegans (Lej.) Hegi*, pois o gênero *Sedum* geralmente apresenta resistência a condições climáticas extremas, podendo sobreviver até a períodos de seca. Os protótipos foram implantados no município de Santa Maria, no Rio Grande do Sul, cujo clima corresponde ao Cfa (subtropical úmido com verão quente). A taxa média de retenção de escoamento foi de 75% em 16 eventos de chuva. Entretanto, as profundidades dos eventos não foram informadas, o que dificulta uma conclusão mais precisa sobre o desempenho hidrológico da espécie avaliada.

Dos Santos et al. [11] realizaram um estudo em Caruaru, no Estado de Pernambuco, cujo clima corresponde ao BSh (semiárido quente e seco). Nessa região, as temperaturas são elevadas e a precipitação anual total é inferior a 800 mm, com chuvas concentradas em alguns períodos e seca em outros. Portanto, nesse tipo de clima é importante buscar meios de captar água pluvial para uso durante os períodos de escassez. Logo, a aplicação de telhados verdes em regiões semiáridas aparentemente é inviável, pois a vegetação pode prejudicar a captação de água da chuva para reuso devido ao consumo de água pela vegetação. No entanto, Dos Santos et al. [11] propuseram que parte de uma edificação fosse coberta por telhado verde e a outra por telhado convencional. Dessa forma, o telhado verde poderia contribuir para o conforto térmico em ambientes abaixo dele. Já o telhado convencional teria um sistema de captação e armazenamento da água não consumida pelo telhado verde, para ser utilizada nos períodos de seca. Os protótipos de telhado verde foram construídos com o cacto *Melocactus bahiensis*, espécie típica de regiões semiáridas, uma vez que é capaz de sobreviver à radiação solar intensa e à escassez de água. Os resultados indicaram que essa solução pode ser viável e vantajosa para o tipo de clima em questão.

Zhang et al. [12] realizaram um estudo em Melbourne, na Austrália, cujo clima é o Cfb (subtropical úmido com verão temperado), presente também em algumas regiões no Sudeste e Sul do Brasil. Diferentes espécies foram cultivadas em 10 cm de substrato: *Sedum pachyphyllum, Lomandra longifólia, Dianella admixta e Stypandra glauca.* Os resultados indicaram que em média os protótipos conseguiram reter 76% do escoamento em 92 eventos de chuvas simuladas, com profundidade de 350mm a 450mm, realizadas durante 468 dias. Além do bom desempenho hidrológico, as espécies mostraram-se resistentes ao clima. Entretanto, ressaltou-se no estudo que, não somente o tipo de planta, mas também as características das raízes podem influenciar nos resultados.

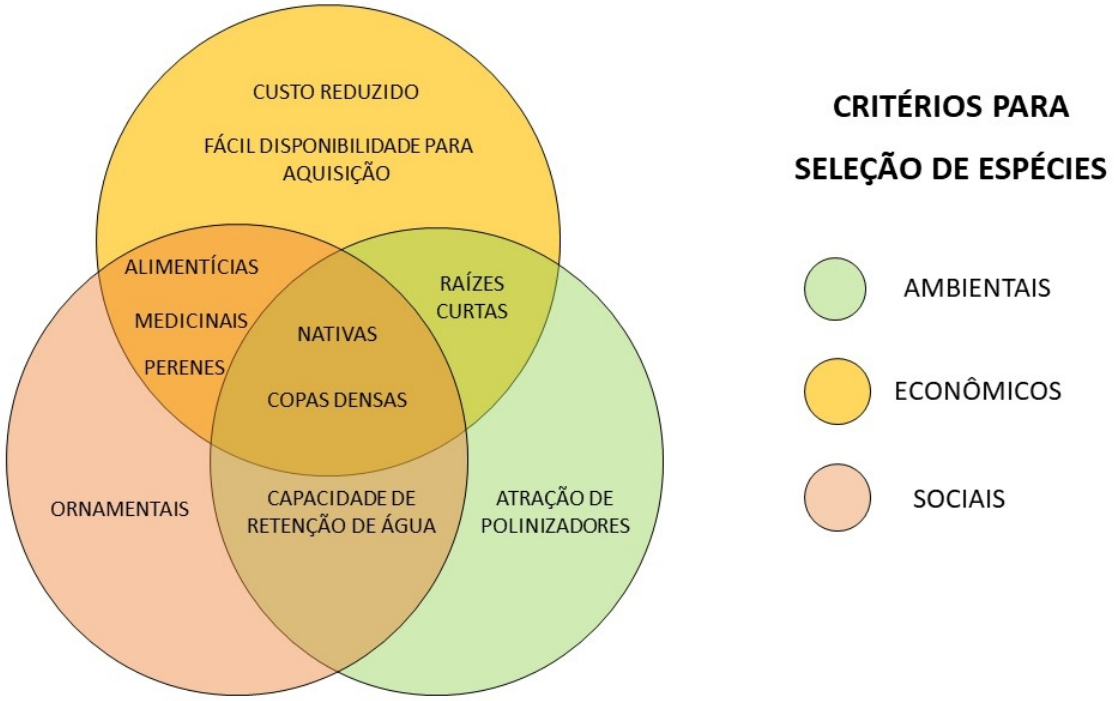
Liu et al. [13] estudaram a espécie *Sedum lineare* em substrato com 6cm de profundidade. Os ensaios ocorreram em Chengdu na China, onde o clima é o Cwa (subtropical com inverno seco e verão quente), o qual também está presente em algumas partes do Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. Foram avaliados 13 eventos de chuva natural, cuja profundidade variou de 1,0mm a 61,2mm, ao longo de 6 meses. Contudo, a capacidade de retenção do escoamento pelos protótipos não foi avaliada no estudo, visto que se optou por analisar somente a qualidade da água. De uma forma geral, a água captada nos telhados verdes apresentaram uma quantidade menor de sólidos suspensos quando comparados com telhado de concreto, porém foi exposto a necessidade de se fazer análises a longo prazo. Além do tipo de espécie, outros fatores podem influenciar na qualidade da água escoada em coberturas verdes, como por exemplo, a composição do substrato.

Por fim, não foram encontrados estudos recentes para as zonas climáticas Aw, Cwb e BWh, sendo esta última correspondente ao clima desértico, seco e quente. Esse clima apresenta precipitação anual reduzida, menor que o clima BSh, e, dessa forma,

regiões com esse clima não necessitam de telhados verdes para controle do escoamento pluvial. Entretanto, nesse caso os sistemas verdes podem ter outras vantagens, como por exemplo, auxiliar no controle da temperatura no interior e exterior das edificações [11]. Portanto, como o Brasil é um país com grande extensão territorial e, consequentemente, possui considerável diversidade climática, o projeto do telhado verde bem como as espécies a serem utilizadas devem ser estudadas caso a caso.

Na sequência, a partir da revisão bibliográfica foram definidos critérios para selecionar espécies para plantio em telhados verdes sustentáveis e de baixo custo, os quais estão apresentados na Figura 3.

Figura 3: Critérios definidos para a seleção das espécies vegetais



Fonte: as autoras

Espécies nativas ou naturalizadas tendem a ser mais adaptáveis e resistentes à grande parte dos climas do país, exigindo menos gastos com manutenção, adubação e irrigação [14]. Em termos sociais e ambientais, o plantio de espécies nativas auxilia na preservação da cultura local e do ecossistema.

Plantas alimentícias e medicinais, que exigem pouca rega, podem melhorar a qualidade de vida e oferecer diversas possibilidades de gerar retorno financeiro ao proprietário do imóvel com cobertura verde. Espécies alimentícias podem fazer parte da alimentação da família, reduzindo os gastos com a aquisição de hortaliças, por exemplo. Já espécies medicinais podem ser vendidas para empresas especializadas

em confecção de fitoterápicos e óleos essenciais. Ademais, pode haver produção de mudas para comercialização local das espécies cultivadas.

A preferência por espécies de ciclo de vida perene relaciona-se à redução de trabalho e gastos com novas sementes, mudas e replantios frequentes, visto que plantas perenes podem sobreviver por muitos anos [15].

Por sua vez, espécies com raízes curtas são desejáveis. Raízes menores implicam em telhados menos profundos, com menor quantidade de substrato e, consequentemente, são mais leves. Assim, os custos de construção e manutenção são reduzidos, bem como a necessidade de materiais, o que, portanto, também gera benefícios ambientais. Aqui neste estudo, considerou-se que as espécies devem ter raízes com profundidade de até 10 cm, a fim de serem utilizadas em telhados verdes de cultivo extensivo, os quais são considerados os tipos mais leves e com menor necessidade manutenção [16].

Outra característica desejável é a alta capacidade de cobertura do solo por espécies densas, o que pode contribuir para a manutenção da umidade do solo por mais tempo, reduzindo a necessidade de regas. Ademais, os ambientes abaixo do telhado verde tendem a ter temperaturas mais reduzidas devido ao sombreamento causado por espécies com alta taxa de cobertura [17].

A retenção de água por parte das plantas é outro fator desejável para auxiliar no controle do escoamento pluvial e reduzir a necessidade irrigações. Algumas espécies possuem maior capacidade de retenção, como por exemplo as suculentas, plantas que conseguem reter uma considerável quantidade de água em suas folhas, e, consequentemente, possuem a capacidade de resistir mais tempo a períodos de seca ou sem irrigação.

Baixo custo de mudas e sementes e fácil disponibilidade para aquisição também se tornam critérios importantes para a proposta de telhado verde de baixo custo. Considerando que sementes frequentemente são vendidas a preços mais reduzidos do que mudas, espécies que se reproduzem por sementes podem ser uma opção melhor. Entretanto, é necessário avaliar o percentual e o tempo de germinação das sementes das espécies

A estética é outro fator relevante, avaliando-se o potencial ornamental das espécies. White e Gatersleben [18] constataram que algumas espécies são preferíveis do que outras, trazendo uma maior sensação de bem-estar e satisfação para os usuários. Além disso, plantas que produzem flores, propícias a atrair polinizadores como abelhas, borboletas e pássaros, também são bem-vindas devido a importantes benefícios ambientais [19].

Por fim, realizou-se uma seleção de espécies vegetais, com potencial para compor telhados verdes sustentáveis de baixo custo no Brasil. Como as espécies estudadas anteriormente (Fig. 2) não são alimentícias nem medicinais e não se enquadraram em outros critérios, realizou-se uma busca na literatura por espécies ainda não testadas, mas que atendessem à maioria dos critérios. Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs) nativas, cultivas em determinadas partes do Brasil como em

Minas Gerais, foram selecionadas visto que são resistentes e necessitam de pouca rega quando comparadas a outras plantas alimentícias [20,21]. Além disso, também foram selecionadas algumas espécies medicinais nativas. O Quadro 1 apresenta características dessas espécies.

Quadro 1: Espécies identificadas com potencial para compor telhados verdes sustentáveis de baixo custo

Espécies	**Nativa**	**Medicinal/ alimentícia**	**Perene**	**Raiz curta**	**Alta cobertura do solo**	**Produz flores**	**Reproduz por sementes**
Beldroegão *(Talinum paniculatum*)	SIM	SIM	SIM	-	SIM	SIM	SIM
Brilhantina *(Pilea micropylla*)	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Capuchinha (*Tropaeolum majus)*	SIM	SIM	-	SIM	SIM	SIM	SIM
Cânfora-de-jardim *(Artemisia camphorata*)	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Chambá *(Justicia pectoralis)*	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	-
Estévia *(Stevia rebaudiana)*	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Guaco *(Mikania glomerata S.)*	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	-
Guanxuma *(Sida rhombifolia*)	SIM	SIM	SIM	SIM	-	SIM	SIM
Jambú (*Acmella oleracea*)	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Ora-pro-nóbis *(Pereskia aculeata)*	SIM	SIM	SIM	-	SIM	SIM	-

Fonte: as autoras

Algumas das espécies do Quadro 1 não atenderam todos os critérios propostos, porém corresponderam à maioria e por isso foram consideradas potencialmente adequadas. Pretende-se dar continuidade a este estudo, construindo protótipos de telhados verdes com as espécies do Quadro 1 a fim de confirmar seus benefícios e resistência.

CONCLUSÃO

Devido à grande extensão territorial do Brasil, uma diversidade de climas é encontrada no país. Estudos recentes sobre telhados verdes foram realizados para quase todas as zonas climáticas presentes no Brasil. É necessário que haja estudos adequados para as diferentes exigências de cada zona climática, principalmente em relação às espécies de plantas a serem utilizadas.

Além disso, é necessário buscar formas de reduzir os custos de telhados verdes para que sejam mais implantados e possam gerar os benefícios esperados. Os critérios, apresentados neste trabalho podem ser utilizados para auxiliar nessa redução de custos, e podem ser aplicados, não só no Brasil, mas em todo o mundo. Ademais, estudos comprovando os benefícios ambientais e econômicos dos telhados verdes a longo prazo, através de ferramentas como a ACV (Avaliação do Ciclo de Vida), podem contribuir para o incentivo da construção de telhados verdes. Com isso, pode haver também estímulos para a criação de incentivos fiscais por parte do poder público, como por exemplo, redução de taxas de IPTU, e construção de habitações de interesse social com coberturas verdes.

Por fim, sugere-se que em trabalhos futuros sejam discutidos também critérios arquitetônicos para telhados verdes sustentáveis de baixo custo, como a construção utilizando o mínimo de camadas possíveis e materiais reciclados a fim de reduzir ainda mais os custos de obra.

AGRADECIMENTOS

Florence Rezende Leite agradece a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de doutorado.

REFERÊNCIAS

[1] WATRIN, V. DA ROSA; BLANCO, C.J.C; GONÇALVES, E.D.. Thermal and hydrological performance of extensive green roofs in Amazon climate, Brazil. **Proc. Inst. Civ. Eng. Eng. Sustain.,** v. 173, p. 125–134, 2020. DOI: https://doi.org/10.1680/jensu.18.00060.

[2] NETO, S. F. VIEIRA, M. P. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. **Proceedings [...]** Curitiba: INPE, 2011, p. 6896–6902.

[3] LONDE, L. DE R.; COUTINHO, M.P.; DI GREGÓRIO, L.T.; SANTOS, L.B.L.; SORIANO,É. Desastres relacionados à água no Brasil: perspectivas e recomendações. **Ambient. Soc**., v. 17, p. 133–152, 2014. DOI: https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc1082v1742014.

[4] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Rendimento de todas as fontes :** 2019, p. 1–12. Fonte: https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101709.

[5] ZIONI, E. C. Eficiência e sustentabilidade nos ambientes de saúde. In: MARTINS, B.C. **Arquitetura e urbanismo: planejando espaços e edificando espaços.** 1 ed. Atena Editora, 2019. p. 96-106.

[6] GURGEL, R.G.A. Principais espécies e variedades de grama. In: I SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS. **Proceedings [...]** Botucatu: UNESP, 2003, p. 1–23.

[7] DA SILVA, M.; VAZQUEZ, E.; NAJJAR, M. K.; HAMMAD, A.W.A.; HADDAD, A. Assessing the Retention Capacity of an Experimental Green Roof Prototype . **Water,** v. 12, 22p., 2019. DOI: https://doi:10.3390/w12010090.

[8] VAREJÃO, J.B. MALTA; DOS SANTOS, C. BIRAL; REZENDE, H. RICAS; BEVILACQUA, L.C. CARLOS; FALQUETO, A. Aedes (Stegomyia) aegypti (Linnaeus, 1762) breeding sites in native bromeliads in Vitória City, ES. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.,** v. 38, p. 238–240, 2005. DOI: https://doi.org/10.1590/s0037-86822005000300006.

[9] LOIOLA, C.; MARY, W.; DA SILVA, L. PIMENTEL. Hydrological performance of modular-tray green roof systems for increasing the resilience of mega-cities to climate change, **J. Hydrol.,** v. 573, p. 1057–1066, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.01.004.

[10] FRANCO, B.M.; ANDRES, C.M.; KONRAD, J.; TASSI, R.; LIBERASSO, T. Avaliação de escoamento pluvial em módulos de telhados verdes com diferentes substratos. **Acta Bras.** v. 3, p. 69, 2019. DOI: https://doi.org/10.22571/2526-4338184.

[11] DOS SANTOS, S.M.; SILVA, J.F.F.; DOS SANTOS, G.C.; DE MACEDO, P.M.T.; GAVAZZA, S. Integrating conventional and green roofs for mitigating thermal discomfort and water scarcity in urban areas. **J. Clean. Prod.,** V. 219 P. 639–648, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.068.

[12] ZHANG, Z; SZOTA, C.; FLETCHER, T.D.; WILLIAMS, NSG.; WERDIN, J.; FARRELL, C. Influence of plant composition and water use strategies on green roof stormwater retention. **Sci. Total Environ.,** v. 625, p. 775–781, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.231.

[13] LIU, R.; STANFORD, R.L.; DENG, Y.; LIU, D.; LIU, Y.; YU, S. L. The influence of extensive green roofs on rainwater runoff quality: a field-scale study in southwest China. **Environ. Sci. Pollut. Res.,** v. 27, p. 12932–12941, 2020. DOI: https://doi.org/10.1007/s11356-019-06151-5.

[14] ANDENÆS, E.; TIME, B.; MUTHANNA, T.; ASPHAUG, S.; KVANDE, T. Risk reduction framework for blue-green roofs. **Buildings.**, v. 11, p. 1–22, 2021. DOI: https://doi.org/ 10.3390/buildings11050185.

[15] BERGAMASCH, H. O clima como fator determinante da fenologia das plantas. In: REGO, C.M.; NEGRELLE, R.R.B.; MORELATTO, L.P.C. **Fenologia: ferramenta para conservação, melhoramento e manejo de recursos vegetais arbóreos.** Colombo: Embrapa Florestas, 2007. p. 291-310.

[16] FERRANS, P.; REY, C.V.; PÉREZ, G.; RODRÍGUEZ, J. P.; DÍAZ-GRANADOS, M. Effect of green roof configuration and hydrological variables on runoffwater quantity and quality. **Water (Switzerland)**, v. 10, p. 1–18, 2018. DOI: https://doi.org/10.3390/w10070960.

[17] LA ROCHE, P.; YEOM, D. J.; PONCE, A. Passive cooling with a hybrid green roof for

extreme climates. **Energy Build.**, v. 224, p. 110243, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110243.

[18] WHITE, E. V.; GATERSLEBEN, B. Greenery on residential buildings: Does it affect preferences and perceptions of beauty? **J. Environ. Psychol.,** v. 31, p. 89–98, 2011. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2010.11.002.

[19] BARBOSA, D. B. As abelhas e seu serviço ecossistêmico de polinização. **Rev. Elet. Cient. UERGS**, v. 3, n. 2, p. 694-703, 2017. DOI: https://doi.org/10.21674/2448-0479.34.694-703.

[20] PEDROSA, M. W. **Hortaliças não convencionais.** 1ª ed. Belo Horizonte: EPAMIG, 2013. 24p.

[21] GRANDI, T. S. M. **Tratado de plantas medicinais: mineiras, nativas e cultivadas.** 1ª ed. Belo Horizonte: Adaequatio Estudio, 2014. 1204p.