TETO VERDE COMO ESTRATÉGIA BIOCLIMÁTICA PARA O SEMIÁRIDO ALAGOANO[1]

SILVA, W. S., Universidade Federal de Alagoas, email: wellington-souza94@hotmail.com;
BARBOSA, R. V. R., Universidade Federal de Alagoas, email: rvictor@arapiraca.ufal.br

ABSTRACT

The green roofs have been widely used around the world, presenting itself as an alternative to attenuate the internal temperature of the buildings, reduce the effects of heat island and other benefits. The system consists of a waterproof structure (slab), a layer of draining material superimposed by a geo-textile filter, substrate (soil) and vegetation. The objective of this work was to propose a green roof system adapted to the climatic reality of the Alagoan semi-arid region, more specifically in the city of Arapiraca, where the thermal inertia is indicated by the Bioclimatic Chart of Givoni as a constructive strategy for the city. For this purpose, a bibliographical review will be carried out on the theme, mainly addressing techniques and materials appropriate to the climate in question. The investigations indicated that the green roof system molded in situ, using liquid waterproofing, drainage with expanded clay or crushed brick, filtering with bidim blanket and prepared soil substrate is the indicated green roof composition for the city of Arapiraca-AL, with two species of plants possible for application: Arachis repens Handro (grama-amendoim) and Richardia grandiflora (poaia-rasteira).

Keywords*: Green roof. Thermal inertia. Semi-arid.*

1 INTRODUÇÃO

Diante dos problemas ambientais atuais como poluição atmosférica e escassez de água, surge a necessidade de soluções sustentáveis de materiais e técnicas alternativas nas mais diversas áreas da indústria, ciência e tecnologia. No campo da construção civil, vários materiais e técnicas estão sendo desenvolvidos para atender a esses princípios, por exemplo, tijolo solo-cimento e sistemas de aproveitamento da água da chuva. Uma dessas estratégias é o uso de coberturas vegetadas, que ganharam importância devido sua capacidade de regulação da temperatura interna das edificações, atuando diretamente na troca de calor entre o ambiente externo e o interior da edificação (PECK et. al.,1999).

O objetivo deste trabalho foi propor um sistema de teto verde adaptado a realidade climática do semiárido alagoano. A metodologia consistiu na revisão bibliográfica, além da coleta de informações em viveiros de plantas e casas de jardinagem para poder sugerir diretrizes e orientações embasadas nas experiências da região.

2 TETO VERDE

O teto verde "consiste em uma cobertura vegetal feita com grama ou plantas e pode ser instalada em lajes ou sobre telhados convencionais e

[1] SILVA, W. S., BARBOSA, R. V. R. Teto verde como estratégia bioclimática para o semiárido alagoano. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

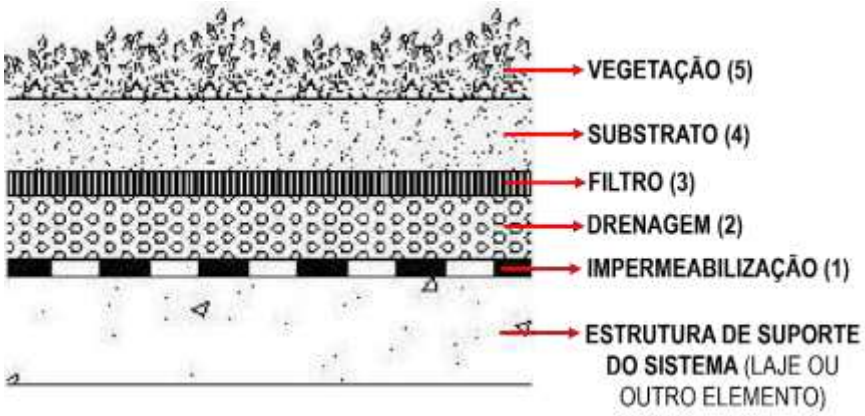
proporcionam conforto térmico e acústico nos ambientes internos" (SILVA, 2011, p.13). Os primeiros registros do emprego dessas estruturas datam de aproximadamente 600 a.C, na Antiga Mesopotâmia (BEATRICE, 2011). Até chegar a atualidade, os tetos verdes foram utilizados em diversos períodos históricos por povos do mundo inteiro, como no Império Romano, Idade Média, Renascimento, França, México Pré-Colombiano etc. Devido seus diversos benefícios, arquitetos modernistas como Frank Loyd Wright e Le Corbusier adotaram essa técnica em seus princípios de projeto (PECK et. al., 1999; LOPES, 2007). O primeiro teto verde no Brasil foi projetado pelo arquiteto e paisagista Roberto Burle Marx, em 1936, no terraço do Palácio Gustavo Capanema (RJ) (BEATRICE, 2011). Atualmente são estimados que cerca de 200 mil m² de tetos verdes são instalados por ano no Brasil (ROCHA, 2016).

A principal classificação dos tetos verdes considera a (1) **espessura do substrato** (meio de suporte e crescimento da vegetação), onde existem os tetos verdes extensivos (pequena espessura – 5 a 15 cm, baixo peso e vegetação rasteira ou rústica), intensivos (grande espessura – maior que 20 cm, elevado peso e vegetação diversa, desde gramíneas a árvores de grande porte) e semi-intensivos (meio termo entre as duas classificações anteriores) (PECK et. al., 1999; LOPES, 2007; BEATRICE, 2011; FERRAZ, 2012).

As outras formas de classificação analisam a (2) **declividade da cobertura**: tetos planos (inc. até 5 %), tetos com leve inclinação (inc. 5-36 %), com forte inclinação (inc. 36-84 %) e tetos íngremes (inc. maior que 84 %); a (3) **acessibilidade**: acessíveis e inacessíveis; a (4) **biodiversidade**: monoespecíficos (espécies vegetal única), poliespecíficos (várias espécies nativas ou exóticas) e a (5) **sucessão ecológica das espécies vegetais na cobertura**: espontâneo (plantas nascem e crescem naturalmente), ecológico (espécies nativas) e paisagístico (foco no caráter estético) (PECK et. al., 1999; MINK, 2003; LOPES, 2007; KOZMHINSKY, PINHEIRO, EL-DEIR, 2016).

Os componentes básicos do teto verde são distribuídos em cinco camadas (Figura 1): (1) impermeabilização da estrutura de suporte, para garantir a estanqueidade da construção; (2) camada de drenagem, destinada a escoar, drenar e armazenar água para futuras necessidades do sistema; (3) camada de filtragem, para reter as partículas do solo; (4) substrato, providenciar os nutrientes e a estrutura de suporte às plantas; e (5) vegetação, com espécies adequadas a tipologia do teto verde (RAPOSO, 2013; KOZMHINSKY, PINHEIRO, EL-DEIR, 2016). Há também sistemas modulares de teto verde, que consistem em módulos pré-elaborados cujo resultado de aplicação é quase imediato (OLIVEIRA, MELO E CHAGAS, 2016).

Figura 1 – Sobreposição das camadas de uma cobertura verde extensiva



Fonte: Adaptado de Planning Guide (2000c) *apud* Morais, 2004.

Os efeitos benéficos das coberturas vegetadas variam desde impactos no interior do edifício e no microclima local, até psicológicos. Alguns dos citados por Lopes (2007) são: regulação da temperatura no interior da edificação; aumento da vida útil da coberta; retenção de águas pluviais e atenuação das ilhas de calor, além dos efeitos estéticos e sociais devido seu potencial paisagístico. Outros benefícios encontrados na literatura são isolamento acústico e redução da poluição do ar (PECK et. al., 1999; GARTLAND, 2010).

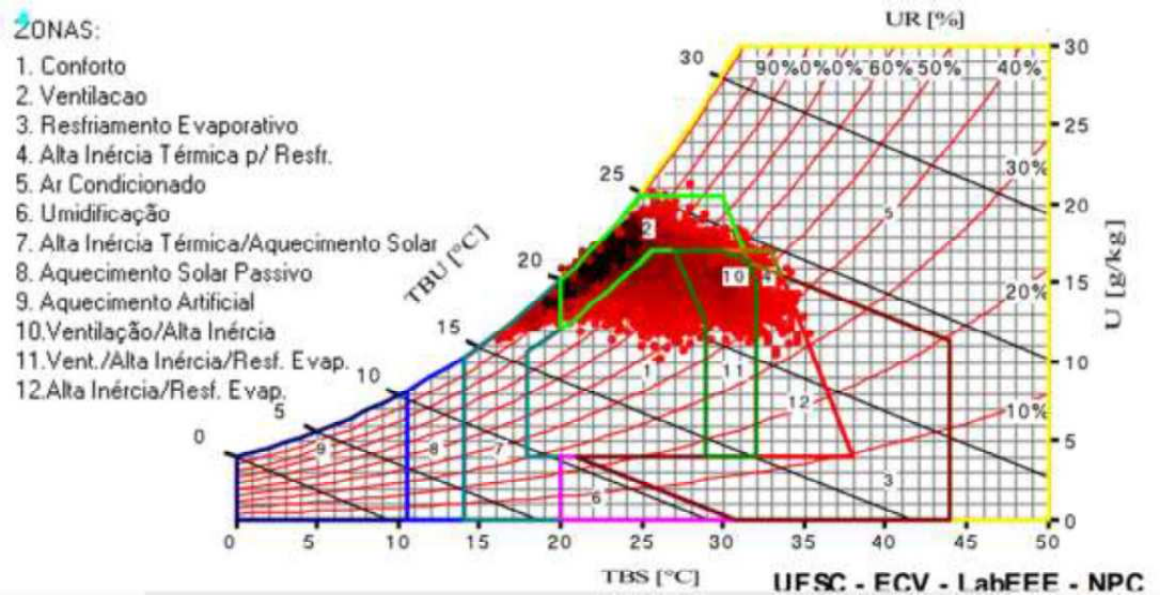
As principais barreiras para os tetos verdes envolvem a manutenção e o custo. Todas as coberturas verdes necessitam de algum tipo de manutenção, seja ela de poda (uma a duas vezes ao ano) ou irrigação (adequada as necessidades da espécie vegetal), mas o alto custo inicial talvez seja o principal obstáculo para instalação (LOPES, 2007).

3 PERFIL BIOCLIMÁTICO DE ARAPIRACA-AL

A cidade de Arapiraca (345,655 km²) está localizada na mesorregião do Agreste Alagoano, centro do Estado de Alagoas, entre a latitude 9°75'25" Sul e longitude 36°60'11" Oeste (IBGE, 2010). Quanto ao clima, ela encontra-se no semiárido (classificação climática proposta por Köppen) mas, estudos realizados por Silva (2017) indicaram que o clima da cidade possui duas estações descritas como quente e úmida (maio a setembro) e quente e seca (outubro a abril).

Uma das estratégias bioclimáticas indicada pela Carta Bioclimática de Givoni para o clima de Arapiraca é a Inércia térmica para resfriamento (Figura 2), que pode ser obtida utilizando-se os tetos verdes (SILVA, 2017; PROJETEEE, 2018). Peck et. al. (1999), Mink (2003), Lopes (2007), Gartland (2012) e outros autores concordam com esse pensamento. Assim, verifica-se que esse sistema de cobertura é indicado para o contexto climático da referida cidade, embora haja poucos estudos que comprovem a sua eficiência em climas semiáridos.

Figura 2 – Carta Bioclimática de Givoni para a cidade de Arapiraca



Fonte: Analysis BIO (2017) *apud* Silva, 2017.

4 ORIENTAÇÕES PARA A INSTALAÇÃO DO TETO VERDE EM CLIMA SEMIÁRIDO

Oliveira, Melo e Chagas (2016) realizaram um estudo qualitativo de sistemas de teto verde propensos ao clima semiárido e indicaram a tipologia extensiva como mais adequada a essa realidade climática, destacando a espécie *Arachis repens* Handro (grama-amendoim) como a planta mais indicada para telhado verde pois se adapta a climas secos e não necessita de rega frequente. Uma experiência empírica foi realizada por Santos et. al. (2013) quando analisaram o comportamento de sistemas de teto verde frente ao manejo de águas pluviais em Caruaru, Pernambuco. Os resultados apontaram uma maior retenção da precipitação nos módulos com teto verde em comparação a módulos com telha cerâmica. Essas duas pesquisas são alguns dos poucos estudos dessa temática.

Ajardinar cobertas é uma estratégia completamente nova para a cidade de Arapiraca-AL pois não existem muitas experiências com esse sistema de cobertura nas edificações, nem mesmo dos profissionais da área de paisagismo da região. Devido a isso, foram propostos sistemas de tetos verdes que possam ser instalados utilizando materiais e técnicas dos jardins térreos, com fornecedores e mão de obra disponíveis na região.

Sobre a estrutura de suporte, recomenda-se que seja composta por uma laje impermeabilizada moldada *in loco (*inclinação mínima 2 %), que permite um sistema de teto verde simples, sem a necessidade de elementos adicionais (STUDIO CIDADE JARDIM, 2018). Para a impermeabilização poderá ser utilizado uma manta líquida de base asfalto elastomérico aplicada a frio sem emendas, moldada no local, devido a sua facilidade de instalação e disponibilidade na região (VEDACIT, 2018). A camada de drenagem poderá ser composta por argila expandida com granulometria entre 6 e 15 mm (equivale a Brita 0), que é um dos materiais utilizados para compor o sistema

de drenagem de jardins e, segundo a literatura, indicado também para desenvolver a mesma função em tetos verdes (CINEXPAN, 2018). Um material alternativo para essa camada são resíduos de construção (tijolo triturado), utilizados por Vergara, Pippi e Barbosa (2009) para compor um teto verde na cidade de Santa Maria – RS. Para atuar como filtro propõem-se uma manta geotêxtil, também chamada manta de jardim ou manta bidim, aplicada com essa finalidade em campos esportivos, floreiras e áreas verdes (MEXICHEM, 2012). Como substrato sugere-se a utilização de terra preparada, encontrada facilmente em viveiros de plantas ou casas de jardinagem.

A principal vegetação proposta é a grama-amendoim (*Arachis repens* Handro) (Figura 3a) pois foi a espécie indicada nos estudos realizados por Oliveira, Melo e Chagas (2016), além de ser recomendada por pesquisadores da área de paisagismo da região (FURTADO, 2017). Uma espécie vegetal alternativa sugerida por Furtado (2017) foi a poaia-rasteira (*Richardia grandiflora*) (Figura 3b). Sendo uma vegetação nativa com sobrevivência a condições adversas de solo e nutrientes, ela apresenta importantes características para sua aplicação em coberturas vegetadas. O principal obstáculo é a poaia-rasteira ser uma planta daninha (invasora) que se propaga por meio de sementes e pode invadir outros jardins próximos (LORENZI, 2008).

Figura 3 – (a) Grama-amemdoim e (b) Poaia-rasteira



(a) (b)

Fonte: Autores, 2018; Lorenzi, 2008.

5 CONCLUSÕES

A aplicação de coberturas vegetadas tem se ampliado cada ano devido a fatores como a necessidade de soluções sustentáveis na construção civil, desenvolvendo-se tanto em regiões de clima quente como em climas mais frios. A principal forma de classificação dos tetos verde considera a espessura do substrato (tetos verdes extensivos, intensivos e semi-intensivos). Seus principais componentes são distribuídos em cinco camadas: impermeabilização, drenagem, camada filtro, substrato e vegetação (adaptada ao local), e podem ser instalados in loco ou comporem sistemas pré-elaborados. Os benefícios vão desde o nível do edifício até o microclima local. A manutenção (irrigação) e o alto custo inicial de implantação são as principais barreiras do sistema.

Para o contexto climático da cidade de Arapiraca-AL recomenda-se a instalação de um teto verde extensivo, moldado *in loco*, com a estrutura impermeabilizada com impermeabilizante líquido, camada de drenagem composta por argila expandida ou tijolo triturado, manta bidim, substrato de terra preparada e *Arachis repens* Handro ou *Richardia grandiflora*, como espécie vegetal.

Como desdobramentos futuros, o teto verde pode ser testado empiricamente para verificar sua eficácia, propor materiais alternativos para compor as camadas do telhado verde com foco na leveza e baixo custo totais do sistema, assim como analisar o custo de aplicação do sistema na região para conferir sua viabilidade econômica.

REFERÊNCIAS

BEATRICE, Caio Cury. **Avaliação do potencial de uso de três espécies vegetais como cobertura leve de telhados em edificações**. 2011. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011. Disponível em:<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-22092011-151752/pt-br.php>. Acesso em: 30 jan. 2018.

CINEXPAN. Argila expandida. 2018. Disponível em: <http://www.cinexpan.com.br/default.asp>. Acesso em: 25 fev. 2018.

FERRAZ, Iara Lima. **O desempenho térmico de um sistema de cobertura verde em com-paração ao sistema tradicional de cobertura com telha cerâmica**. 2012. 133f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 2012. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7842/JOBIM,%20ALAN%20LAMBERTI.pdf?sequence=1>. Acesso em: 03 fev. 2018.

FURTADO, Daniela Cavalcanti de Medeiros. Entrevista concedida a Wellington Souza Silva. Arapiraca. 17 nov. 2017.

GARTLAND, Lisa. **Ilhas de Calor:** como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. Tradução: Silvia Helena Gonçalves. São Paulo: Oficina dos Textos, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 23 fev. 2018.

KOZMHINSKY, Marcelo; PINHEIRO, Sara Maria Gomes, EL-DEIR, Soraya Giovanetti. **Telhados verdes:** uma iniciativa sustentável. Recife: EDUFRPE, 2016. 65p.

LOPES, Daniele Arantes Rodrigues. **Análise do comportamento térmico de uma cobertura verde leve (CVL) e diferentes sistemas de cobertura**. 2007. 145 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universida-de de São Paulo, São Carlos, 2007. Disponível em:<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-11122007093813/pt-br.php>. Acesso em: 13 jan. 2018.

LORENZI, Harri. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008.

MEXICHEM. Soluções em drenagem **–** Geotêxtil bidim® G707. **Manual técnico**. Mexichem Brasil Indústria de Transformação Plástica Ltda. São José dos Campos/SP: 2012. Disponível em: <https://static.komercialize.com.br/Content/Lojas/1/Editor/fichas-tecnicas/Bidim/geoxtextil-bidim-gt.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2018

MINK, Gernot. **Techos verdes:** planificación, ejecución, consejos prácticos. Montevideo. Fin de Siglo, [2003?]. 86p.

MORAIS, Caroline Santana de. **Desempenho térmico de coberturas vegetais em edifica-ções na cidade de São Carlos – SP**. 2004. 106 f. Dissertação (Mestrado) **–** Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/4628>. Acesso em: 13 fev. 2018.

OLIVEIRA, João Victor da Cunha; MELO, Alberta Cristina Vasconcelos de; CHAGAS, Leila Soares Viegas Barreto. Levantamento qualitativo dos tipos de sistemas de telhados verdes que são propensos à viabilidade de uso no semiárido. In: CONGRESSO INTERNACIO-NAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO, 1., [2016]. **Anais eletrônicos...** [Campina Grande]: 2016. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/revistas/conidis/trabalhos/TRABALHO_EV064_MD1_SA6_ID291_03102016104409.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2017.

PECK, Steven W. et. al. **Greenbacks from green roofs:** forcing a new industry in Canada status report on benefits, barriers and opportunities for green roof and vertical garden techno-logy diffusion. Canadá: Canada Mortgage and Housing Corporation, 1999. Disponível em: <https://www.nps.gov/tps/sustainability/greendocs/peck-sm.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2018

PROJETEEE - Projetando Edificações Energeticamente Eficientes. Disponível em: <http://projeteee.mma.gov.br/> Acessado em 25 fev. 2018.

RAPOSO, Fausto Miguel Ferreira. **Manual de boas práticas de coberturas verdes.** Análises de casos de estudo. 2013. 187 f. Dissertação (Mestrado em Construção e Reabilitação) **–** Téc-nico Lisboa, Lisboa, 2013. Disponível em: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395146020357/Dissertacao_CobVerdes_FRaposo_R01.pdf >. Acesso em: 13 fev. 2018.

ROCHA, Sérgio. Os números do mercado de telhado verde no mundo**. Instituto Cidade Jardim.** Website. [S.l.: s.n.], 2016. Disponível em: <http://institutocidadejardim.com.br/2016/09/13/um-telhado-verde-nao-faz-verao-2-os-numeros-do-mercado-de-telhados-verdes-no-mundo/>. Acesso em: 16 fev. 2018.

SANTOS, Pedro Tyaquiçã da Silva et. al. Telhado verde: desempenho do sistema construtivo na redução do escoamento superficial. **Ambiente Construído**, v. 13, n. 1,

p. 161-174, jan. – mar. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ac/v13n1/v13n1a11.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2018.

SILVA, Mônica Ferreira da. **Estratégias bioclimáticas para o agreste de Alagoas**: diretrizes projetuais para edificações em Arapiraca. Arapiraca: 2017. Monografia. Universidade Federal de Alagoas, 2017.

SILVA, Neusiane da Costa. **Telhado verde:** sistema construtivo de maior eficiência e menor impacto ambiental. Belo Horizonte: 2011. Monografia. Escola de Engenharia da UFMG, 2011. Disponível em: <http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg2/73.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2018.

STUDIO CIDADE JARDIM. 2018. Disponível em: <http://www.studiocidadejardim.com.br/>. Acesso em: 18 fev. 2018.

VEDACIT. 2018. Disponível em: <http://www.vedacit.com.br/proteja/>. Acesso em: 25 fev. 2018.

VERGARA, Lizandra G. Lupi; PIPPI, Luis Guilherme A.; BARBOSA, Anallu R. Experiên-cia de execução de telhado verde: maior integração da edificação à paisagem natural. In: EN-CONTRO NACIONAL, 5., E ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICA-ÇÕES SUSTENTÁVEIS, 3. **Anais eletrônicos...** Recife: 2009. Disponível em:<http://docplayer.com.br/12596097-Experiencia-de-execucao-de-telhado-verde-maior-integracao-da-edificacao-a-paisagem-natural.html>. Acesso em: 25 jan. 2018.