

BASTOS, S. M. S. L. Seleção de plantas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco

SUEYNNE MARCELLA SANTANA LEITE BASTOS

**SELEÇÃO DE PLANTAS PARA USO EM TELHADOS VERDES
EXTENSIVOS NA ZONA DA MATA DE PERNAMBUCO**

RECIFE – PE
Fevereiro, 2017

BASTOS, S. M. S. L. Seleção de plantas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco

SUEYNNE MARCELLA SANTANA LEITE BASTOS

**SELEÇÃO DE PLANTAS PARA USO EM TELHADOS VERDES
EXTENSIVOS NA ZONA DA MATA DE PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Melhoramento Genético de Plantas, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Mestre em Agronomia, Área de Concentração Melhoramento Genético de Plantas.

ORIENTADORES

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Vivian Loges (DEPA – UFRPE)

Coorientadora: Pós-doutora Simone Santos Lira (Capes/UFRPE)

RECIFE – PE

Fevereiro, 2017

BASTOS, S. M. S. L. Seleção de plantas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco

**SELEÇÃO DE PLANTAS PARA USO EM TELHADOS VERDES
EXTENSIVOS NA ZONA DA MATA DE PERNAMBUCO**

SUEYNNE MARCELLA SANTANA LEITE BASTOS

Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora em: __/__/____

ORIENTADORA:

Prof^a. Dra. Vivian Loges – UFRPE

EXAMINADORES:

Dr^a Ana Cecilia Ribeiro de Castro – EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL

Prof^a Dr^a Cristiane Guiselini – UFRPE

DEDICO

A Deus, em primeiro lugar, por me dar forças pra chegar aonde cheguei.

A minha família, base da minha vida.

A todos os meus amigos pelo incrível apoio para a realização desta etapa.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter guiado e iluminado meus passos. Por ter sido meu grande conforto nos momentos de angústia e incertezas. Por ter me ajudado a ultrapassar todas as dificuldades que apareceram ao longo dessa jornada.

A professora Vivian Loges pelos aprendizados, e minha co-orientadora Simone Lira pela ajuda neste trabalho.

A minha mãe Elisabeth Santana Leite Bastos, por ter me concedido o dom da vida, além de ter sido mãe e pai, estando presente em todas as etapas da minha existência, sempre me ajudando com seus conselhos e sua dedicação incondicional. Minha fonte de força, meu maior orgulho.

A minha querida titia por todos os ensinamentos e força.

As minhas irmãs Suellen Marcelle, Sybelle Maria e Ellyda Régia, por terem me encorajado e me dado força ao longo dessa árdua caminhada.

Ao meu namorado Guilherme Lima dos Santos e toda sua família, por estar presente em todos os momentos nesta luta. Por todas as preces e orações constantes.

As minhas primas Camilla Fernanda e Maria Eduarda, pelo apoio constante.

As minhas estrelinhas Maria Fernanda e Maria Giovanna, por iluminarem meu caminho, sendo minha fonte de luz, força e alegria.

A minha querida prima e amiga Jéssika Oliveira, pelos ensinamentos, por todas as noites que passamos em claro para construção deste trabalho, pelo apoio em todas as minhas decisões, meu MUITO OBRIGADO e ETERNA GRATIDÃO.

A todos os meus companheiros de mestrado que me impulsionaram nesta caminhada.

A todos do laboratório de Floricultura: Kessya, Paula, Andreza, Isabel, Anne, Geizinho, João, Stella, entre outros pela ajuda nos experimentos e em todo o trabalho.

LISTA DE ABREVIATURAS

AG – Aparência Geral

ALT – Altura das espécies

BPA – Biomassa Parte Aérea

BR – Biomassa Raiz

CCV – Capacidade de Cobertura Vegetal

DAP – Dias Após Plantio

TAP – Taxa de Pegamento

TPER – Taxa de Persistência

Tsi – Temperatura da Superfície Interna

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Taxa de pegamento e taxa de persistência aos 30 dias após o plantio de espécies com potencial para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco.....45
- Figura 2.** Capacidade de cobertura vegetal e altura das espécies com potencial para uso em telhados verdes extensivos.....46
- Figura 3.** Aparência Geral, Temperatura da Superfície Interna, Taxa de Persistência, Capacidade de Cobertura Vegetal, Altura, Biomassa da Parte Aérea e Biomassa da Raiz das espécies com potencial para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco.....50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação Geral das Coberturas Verdes. Fonte: IGRA, 2011.15

Tabela 2. Espécies de plantas utilizadas na avaliação do potencial de uso como telhados verdes na Zona da Mata/Litoral de Pernambuco.44

Tabela 3. Correlações entre taxa de pegamento (TP), taxa de persistência (TPER), capacidade de cobertura vegetal (CCV) e altura (ALT) avaliados na fase de estabelecimento (30 a 90 dias após o plantio) de espécies de plantas com potencial para uso em telhados verdes extensivos. Recife – PE.49

Tabela 4. Correlações para caracteres avaliados na fase de pós-estabelecimento (150 dias após o plantio) em espécies com potencial para uso em telhados verdes extensivos. Recife – PE.49

Tabela 5: Adequação de espécies para uso em telhados verdes nas fases de estabelecimento (até 90 dias após o plantio – DAP) e pós-estabelecimento (150 DAP). Recife – PE.....51

SUMÁRIO

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Resumo | 10 |
| Abstract | 11 |
| Capítulo 1 – Introdução e Revisão de Literatura | |
| 1. Introdução | 13 |
| 2. Revisão Bibliográfica | 14 |
| 2.1 Importância dos telhados verdes | 14 |
| 2.2 Plantas utilizadas em telhados verdes extensivos..... | 19 |
| 2.3 Critérios de seleção para plantas para uso em telhados verdes extensivos..... | 21 |
| 3. Referências | 22 |
| Capítulo 2 – Seleção de plantas nativas e exóticas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco | |
| Resumo | 29 |
| Abstract | 30 |
| Introdução | 31 |
| Materiais e Métodos | 32 |
| Resultados e Discussão | 35 |
| Conclusões | 40 |
| Agradecimentos | 40 |
| Referências | 41 |

Seleção de plantas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco

RESUMO

Resumo – O uso de telhados verdes oferece inúmeros benefícios ao ambiente como: redução da água pluvial, redução do calor interno, reduz dos efeitos das ilhas de calor, limpeza de poluentes atmosféricos, além de contribuir na valorização do paisagismo do meio urbano. As pesquisas relacionadas às técnicas de telhados verdes crescem em todo o mundo, buscando melhorias nas técnicas contemporâneas, e seleção de espécies para uso em telhados verdes extensivos. Esta pesquisa teve como objetivo avaliar e selecionar espécies de plantas para uso em telhados verdes extensivos, nas condições da Zona da Mata de Pernambuco sob situações restritas de profundidade de substrato manutenção, irrigação, poda e nutrição do solo. O experimento foi conduzido em ambiente protegido em blocos ao acaso, com quatro repetições e dezenove tratamentos (espécies). As espécies foram avaliadas quinzenalmente quanto aos caracteres: taxa de pegamento; taxa de persistência; capacidade de cobertura do solo; altura; biomassa da parte aérea; biomassa da raiz; temperatura da superfície interna e aparência geral das plantas após 150 DAP. As espécies *Impatiens walleriana*, *Arachis repens*, *Indigofera campestris*, *Richardia grandiflora* e *Turnera subulata* não apresentaram crescimento e foram excluídas do processo de avaliação de caracteres agronômicos. As espécies *Ipomoea assarifolia*, *Paspalum notatum* 02, *Paspalum notatum* 04, *Paspalum notatum* 05, *Paspalum notatum* 06, *Sphagneticola trilobata*, *Trandescantia pallida* e *Trandescantia zebrina* apresentaram bom desenvolvimento, porém foram classificadas como pouco adequadas. *Callisia repens*, *Chlorophytum comosum*, *Ophiopogon jaburan*, *Paspalum leptum* 01, *Portulaca grandiflora* e *Sansevieria trifasciata* são indicadas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco, pois apresentaram maior pegamento, persistência, capacidade de cobertura vegetal, acarretando menor temperatura da superfície interna, bem como uma excelente aparência geral.

Palavras chaves: caracteres, paisagismo, espécies, ideotipo.

Seleção de plantas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco

ABSTRACT

Abstract – The use of green roofs offers numerous benefits such as: reduction of rainwater, reduction of internal heat, reduction of the effects of heat islands, cleaning of atmospheric pollutants, besides contributing to the appreciation of urban landscape. Research related to green roofing techniques is growing around the world, seeking improvements in contemporary techniques, and selection of species for use on extensive green roofs. The objective of this research was to evaluate and select plant species for use on extensive green roofs, under conditions in the Forest zone of Pernambuco in restricted substrate depth, maintenance, irrigation, pruning and soil nutrition. The experiment was conducted in a randomized complete block design with four replications and nineteen treatments (species). The species were evaluated fortnightly how many to the characters: glue rate; Persistence rate; Soil cover capacity; height; Biomass of the aerial part; Root biomass; Internal surface temperature and general appearance of the plants after 150 DAP. The species *Impatiens walleriana*, *Arachis repens*, *Indigofera campestris*, *Richardia grandiflora* and *Turnera subulata* did not present growth and this was excluded from the process of evaluation of agronomic characters. The species *Ipomoea assarifolia*, *Paspalum notatum* 02, *Paspalum notatum* 04, *Paspalum notatum* 05, *Paspalum notatum* 06, *Sphagneticola trilobata*, *Trandescantia pallida* and *Trandescantia zebrina* showed good development, but were classified as poorly adapted. *Callisia repens*, *Chlorophytum comosum*, *Ophiopogon jaburan*, *Paspalum leptum* 01, *Portulaca grandiflora* and *Sansevieria trifasciata* Are indicated for use on extensive green roofs in the Zona da Mata of Pernambuco, as they presented higher rate of glue and persistence, as well as higher rates of vegetation cover, resulting in lower internal surface temperature, as well as a very adequate general appearance.

Key words: characters, landscaping, species, ideotype.

BASTOS, S. M. S. L. Seleção de plantas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco

CAPÍTULO 1 – Introdução e Revisão de Literatura

1. INTRODUÇÃO

A tecnologia de telhado verde, teto jardim ou telhado vivo podem ser descritas como um sistema construtivo constituído por uma camada de vegetação, sobre edificações com sistema de impermeabilização e drenagem adequadas, proporcionando inúmeros benefícios dentre eles o conforto térmico e acústico (RANGEL et al., 2015).

Os primeiros telhados verdes no Brasil foram idealizados por Roberto Burle Marx, sendo este no Ministério da Educação e Cultura na cidade do Rio de Janeiro, Museu de Arte Moderna, na Associação Brasileira de Imprensa e o edifício da Petrobrás, todos na cidade do Rio de Janeiro (SALEIRO FILHO et al., 2015). No Brasil, esta técnica vem ganhando destaque associados à questão da sustentabilidade, bem como a redução de temperatura nas edificações (NASCIMENTO et al., 2008).

Os telhados verdes são classificados em extensivos, semi-intensivo e intensivo. Telhados extensivos possuem uma profundidade de substrato entre 5 e 15 cm, permite vegetação de pequeno porte, requerendo menor custo em termos de manutenção de rega e poda (SILVA et al., 2014). Telhados semi-intensivos possuem uma profundidade de substrato entre 10 a 20 cm, geralmente cobertas por gramíneas, árvores e arbustos de pequeno porte, exigindo uma maior manutenção e maior custo quando comparada a telhados verdes extensivos (NASCIMENTO et al., 2008). Telhados intensivos possuem uma profundidade de substrato 15 a 120 cm, permite vegetação de grande porte, e requer maior custo de manutenção (SILVA et al., 2014).

Os telhados verdes apresentam inúmeras vantagens como: redução de calor interno comparado a sistemas de telhados convencionais (PARIZOTTO e LAMBERTS, 2011); redução da temperatura da superfície (MACIVOR et al., 2011); redução da poluição do ar (GARTLAND, 2010); isolamento acústico (BEATRICE e VECCHIA, 2011); e redução do efeito das ilhas de calor (GETTER e ROWE, 2009).

Estes fatos justificam o presente estudo que tem como objetivo avaliar e selecionar espécies de plantas que apresentem potencial para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 IMPORTÂNCIAS DOS TELHADOS VERDES

Telhado verde, cobertura verde, telhado vivo ou jardim suspenso podem ser descritos como sistema construtivo, constituído por uma camada vegetal feita com grama ou plantas e que pode ser instalado em lajes ou sobre telhados convencionais, proporcionando conforto térmico e acústico nos ambientes internos (RANGEL et al., 2015).

A incorporação de vegetação em sistemas construtivos é uma prática milenar, sendo observado em diversas construções em diferentes partes do mundo. Um dos primeiros registros de telhado verde foi o Templo de Zigurate de Nanna, na Mesopotâmia. Há ainda relatos de construções utilizando coberturas verdes em outras civilizações antigas como os Romanos e os Vikings (LAMBERTS et al., 2010).

Na Europa há registros do ano de 1222 na Abadia Beneditina do Monte de Saint Michel, França, de coberturas com vegetações sobre a estrutura toda em pedra, característica da arquitetura gótica. Em 1383, foi construída a Torre de Guinigi na cidade de Lucca, Itália, sendo implantado um jardim com sete carvalhos, no último nível, a 36m de altura (SALEIRO FILHO et al., 2015). Na Escandinávia, os telhados apresentam coberturas com vegetação sobre cascas de árvores, que exerce papel de estrutura impermeabilizante, em conjunto com os gravetos, funcionando como dreno e isolante térmico e acústico (MINKE, 2004).

Le Corbusier, arquiteto suíço naturalizado na França, em 1926 introduziu o terraço jardim, incorporando a funcionalidade de cobertura verde a este espaço urbano (SALEIRO FILHO et al., 2015). Posteriormente foi observada a ampla difusão dos telhados verdes pelos diversos países do continente europeu (LAAR e GRIMME, 2006), assim como na América do Norte (Estados Unidos e Canadá) (MONTERUSSO et al., 2005).

Na Alemanha, a técnica de telhado verde foi utilizada em diversos empreendimentos, desde prédios residenciais à indústrias, apresentando resultados satisfatórios, decorrente dos benefícios gerados. Devido ao sucesso da técnica, vários outros países, inclusive o Brasil, vêm inserindo a utilização de telhados verdes em suas legislações (LAAR et al., 2011).

O arquiteto e paisagista Roberto Burle Max foi pioneiro em projetos de telhados verdes no Brasil nos anos 30. O primeiro edifício com cobertura vegetal projetado foi o Ministério da Educação e Cultura na cidade do Rio de Janeiro (SALEIRO FILHO et al.,

BASTOS, S. M. S. L. Seleção de plantas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco

2015). Outros projetos idealizados por Burrell Marx com telhados verdes foram no Museu de Arte Moderna, na Associação Brasileira de Imprensa e no edifício da Petrobrás, todos na cidade do Rio de Janeiro (KÖHLER et al., 2003).

De acordo com o propósito de construção, função, escolha da vegetação e profundidade do substrato, os telhados verdes são classificados, de acordo com o International Green Roof Association (IGRA, 2011), em três tipos: extensivos; intensivos; e semi-intensivos. Os critérios de classificação destes tipos de telhados estão na Tabela 1.

Tabela 1. Classificação dos telhados verdes. Fonte: IGRA, 2011.

| | Extensivo | Semi-intensivo | Intensivo |
|------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|
| Manutenção | Baixa | Periódica | Alta |
| Irrigação | Não | Periódica | Regularmente |
| Plantas | Gramas | Arbustos | Gramados, Espécies perenes, Arbustos e Árvores |
| Profundidade substrato | 0,02 a 0,15 m | 0,12 a 0,20 m | 0,20 a 1,20 m |
| Peso | 60-150 kg m ⁻² | 120-200 kg m ⁻² | 180-500 kg m ⁻² |
| Custos | Baixo | Médio | Alto |
| Uso | Camada de proteção ecológica | de Cobertura verde para Design | Como jardim ou parque |

Telhado verde extensivo caracteriza-se por apresentar aspecto natural e ser composto por uma camada fina de substrato (de 5 a 15 cm de profundidade), utilizar vegetação de porte pequeno ou rasteiro, como gramíneas. Normalmente requer menor manutenção em rega e poda. Por este motivo, é considerado um telhado sustentável, podendo ser incorporado a construções já existentes (SILVA et al., 2014). Neste tipo de sistema, a carga da estrutura é de aproximadamente 80 a 200 kg/m² (VECCHIA et al., 2004).

Os sistemas semi-intensivos são geralmente cobertos por gramíneas, árvores e arbustos de pequeno porte, possuem uma profundidade de substrato entre 10 a 20 cm, em função das plantas utilizadas, apresentando uma maior manutenção e maior custo quando comparada a telhados verdes extensivos (NASCIMENTO et al., 2008).

Os telhados verdes intensivos apresentam camada de substrato mais profunda de 15cm a 2m, permite vegetação mais variada e de grande porte como árvores e arbustos (NASCIMENTO et al., 2008). Requer custos elevados de implantação, manutenção e irrigação, por apresentar camada de substrato mais profunda e é destinado a fins recreativos (TASSI et al., 2014). O sistema suporta uma carga de estrutura de aproximadamente 290 a 970 kg/m² (VECCHIA et al., 2004).

As principais vantagens dos telhados verdes quando comparados com coberturas convencionais são: redução do escoamento pluvial (COSTA et al, 2012); redução de calor interno (PARIZOTTO e LAMBERTS, 2011); redução da temperatura (MACIVOR et al., 2011); redução da poluição do ar (GARTLAND, 2010); isolamento acústico (BEATRICE e VECCHIA, 2011); e redução do efeito das ilhas de calor (GETTER et al., 2009).

Na avaliação de propriedades térmicas e desempenho de energia dos telhados verdes, verificaram que as edificações sem vegetação registraram temperaturas superiores a 30° C e edificações com coberturas com vegetação apresentaram temperaturas inferiores a 30° C (NIACHOU et al., 2001). Em estudos realizados por Wong et al. (2003), foi verificado que os valores de fluxo de calor encontrado na camada do solo a baixo da cobertura de vegetação em telhado verde foram atenuados. Conforme Lazzarin et al. (2005), a vegetação acarretou resfriamento de aproximadamente 60% do ambiente interno em função do processo de evapotranspiração, quando comparado a um telhado convencional.

Quando implantados sobre telhados convencionais de fibrocimento, proporcionaram redução da amplitude térmica em comparação com cobertura apenas de telhas de fibrocimento, diminuindo a temperatura no interior da instalação (CARNEIRO et al., 2015).

Na cidade de Florianópolis, Brasil, um telhado verde reduziu a temperatura em torno de 37 e 63% em relação aos telhados cerâmicos e metálica aumentando a perda de calor em 22% em relação aos mesmos durante a primavera/verão. No outono/inverno, a redução da temperatura pelo telhado vegetado foi de 94 e 88% e o aumento da perda foi de 65 e 30% em relação aos mesmos (PARIZOTTO e LAMBERTS, 2011).

Rosseti et al. (2013), na cidade de Cuiabá (Brasil), trabalhando com protótipos com diferentes tipos de coberturas observou que no verão, a temperatura interna do ar

BASTOS, S. M. S. L. Seleção de plantas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco

no protótipo com telhado verde foi até 4,7°C menor que no protótipo com telhas de fibrocimento convencional.

Além do benefício de redução de temperatura, também há registros da eficiência do telhado verde no retardo e redução de escoamento pluvial, fator importante para regiões que sofrem com problemas de inundação (Costa et al., 2012). Tassi et al. (2014) observaram a eficiência de um telhado verde no controle quantitativo das águas pluviais, acarretando redução de 62% do escoamento superficial, promovendo um retardo no escoamento e redução das vazões de pico, em experimento realizado na Universidade Federal de Santa Maria - RS.

O uso de telhados verdes tem sido indicado para reduzir a poluição do ar. Em Chicago, Illinois, foi registrada remoção de 1.675 Kg de poluentes atmosféricos por 19,8 ha de telhados verdes em um ano com O₃ representando 52% do total. A remoção anual por hectare de telhado verde foi de 85kg ha⁻¹ ano⁻¹ (YANG et al., 2008).

Em relação aos benefícios estéticos, psicológicos, de lazer e social, como forma de integração do meio urbano a natureza, o telhado verde torna-se uma solução eficiente para o aumento das áreas verdes nos centros urbanos além de recuperar o ecossistema presente (RANGEL et al., 2015).

As coberturas verdes também possibilitam a geração de emprego e renda, através do cultivo de plantas ornamentais, medicinais e temperos domésticos, proporcionando um novo segmento socioeconômico para população (RANGEL et al., 2015). Isto foi observado em países como: Haiti, Colômbia, Tailândia e Rússia que associam a técnica do uso telhados verdes em prol de projetos sociais visando sustentabilidade, através da produção de alimentos (ORSINI et al., 2014; ORSINI et al., 2016).

Orsini et al. (2014), adotando como modelo a cidade de Bologna na Itália, avaliaram a capacidade produtiva com o uso de plantas alimentícias em telhados verdes em áreas urbanas, o impacto potencial na alimentação e nutrição humana e na biodiversidade, entre outros benefícios associados a esses ecossistemas. Sanyé-Mengual et al. (2015) avaliaram o potencial de transformar telhados em área de produção de hortaliças, indicando técnicas de cultivo e culturas para uso eficiente de telhados verdes na Bologna.

As pesquisas voltadas para a técnica de telhados verdes são crescentes por todo o mundo. No Brasil várias dissertações e teses foram desenvolvidas em centros de pesquisa como a Universidade de São Paulo (BARBOSA 2005; BEATRICE e VECCHIA., 2011; FERRAZ et al., 2011), Universidade Estadual de Campinas (PAULA 2004), Universidade Federal de Piauí (FRANÇA et al., 2012), Universidade Federal do Paraná (SAVI 2015), Centro Universitário de Brasília (BLANCO 2012) e Universidade Federal Rural de Pernambuco (CARNEIRO et al., 2015) realizaram pesquisas com conforto térmica, seleção de plantas, escoamento superficial, sustentabilidade nos centros urbanos e impacto ambiental.

Recentemente o governo brasileiro apresentou propostas, na forma de legislação, para divulgação e adoção do uso de telhados verdes nas grandes cidades brasileiras (MMA, 2013). O estado de Santa Catarina foi o pioneiro no Brasil ao aprovar a Lei nº 14.243/2007, que define sobre a criação do programa estadual de incentivo a adoção de telhados verdes em espaços urbanos densamente povoados (LEIS ESTADUAIS, 2007).

O estado de São Paulo aprovou o Projeto de Lei nº 115/2009, que dispõe a obrigatoriedade da implementação de telhados verdes para edificações acima de três pavimentos verticais (CÂMARA DE VEREADORES DE SÃO PAULO, 2011; STAHLHÖFER e PEREIRA, 2013). Em seguida no Rio de Janeiro também foi apresentado o Projeto de Lei nº 090/2013, que confere o uso obrigatório de telhados verdes em projetos de edificações residenciais ou não, que possuam mais de três pavimentos verticais, com incentivos fiscais e financeiros direcionados aos que adotarem o uso da técnica de telhado verde (RANGEL et al., 2015).

Em 2015, a prefeitura do Recife - PE aprovou o projeto de Lei nº 18.112 para melhoria da qualidade ambiental das edificações por meio da obrigatoriedade de instalação de telhados verdes e construção de reservatórios de acúmulo ou de retardo do escoamento das águas pluviais. A Prefeitura do Recife recomenda que devam ser elaborados estudos, junto a organizações públicas ou privadas, para a definição de padrões de implantação de telhados verdes no Município, bem como a realização de cursos e palestras permitindo a sua divulgação e incentivo do uso adotando as técnicas corretas em relação a parte estrutural bem como a escolha dos tipos de vegetação e substrato (LEGISLAÇÃO MUNICIPAL DE RECIFE - PE, 2015).

2.2 PLANTAS UTILIZADAS EM TELHADOS VERDES EXTENSIVOS

A vegetação é um importante componente na formação dos telhados verdes, a qual contribui para o conforto térmico, retenção do escoamento pluvial, entre outros fatores benéficos, gerados por esse sistema de cobertura (SCHERER e FEDRIZZI, 2014). A escolha das espécies de plantas irá depender dos diferentes modelos de telhados verdes adotado.

A exemplo disso, Beatrice e Vecchia (2011) avaliaram o potencial de uso em telhado verde extensivo das espécies *Arachis repens*, *Paspalum notatum* e *Ophiopogon japonicus* em substrato com 0,05 m, 0,075 cm e 0,10 m de profundidade. Os autores observaram que essas espécies apresentaram melhores resultados para taxa de sobrevivência das plantas e cobertura do solo quando cultivadas em substrato com maior profundidade.

As plantas suculentas do gênero *Sedum* são indicadas para uso em telhados verdes por vários autores. Thuring et al. (2010) ao avaliar diferentes substratos e profundidades em telhado verde extensivo, indicou o gênero *Sedum* por suportar longos períodos secos, em virtude do processo de fotossíntese. Durhman et al. (2007) e Monterusso et al. (2005) indicaram o gênero *Sedum* por suportarem clima frio e calor extremo (-25°C a +30°C) ao compararem com outros tipos de vegetais como gramíneas, pastos e arbustos em coberturas verdes. Savi (2015) indicou *Sedum mexicanum* para uso em telhado verde, em condições de baixa disponibilidade hídrica, por realizar fotossíntese do tipo CAM ocasionando assim um menor consumo de água, em relação às espécies C3 e C4.

Em condições de baixa disponibilidade hídrica foi observado que as espécies *Tradescantia zebrina* e *Zoysia tenuifolia* apresentaram excelente cobertura do solo e que a espécie *Bulbine frutescens* apresentou maior retenção de água, mesmo sob estresse hídrico em telhado verde extensivo. A espécie *Callisia repens* no entanto por ser mais adaptada à condição de sombra, apresentou menor taxa de cobertura do solo em função da elevada radiação solar (Savi, 2015).

A grama-amendoim (*Arachis repens*) é indicada para uso em telhado verde extensivo por vários autores. Ferraz e Leite (2011) obtiveram resultados satisfatórios no uso de *Arachis repens* na cidade de São Paulo, por apresentar rápido desenvolvimento rasteiro, resistência às condições climáticas da cidade, fácil manutenção e baixo custo.

BASTOS, S. M. S. L. Seleção de plantas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco

Além de *Arachis repens*, Carneiro et al. (2015) também utilizou *Zoysia japonica* em telhados verdes extensivos como forma de avaliar o desempenho térmico destas coberturas vegetais. Concluiu-se que com o uso das coberturas vegetais houve redução da temperatura interna do ambiente, promovendo maior conforto térmico à estrutura.

Com o intuito de avaliar o controle quantitativo do escoamento superficial e a capacidade de armazenamento médio de água em um telhado verde extensivo, Tassi et al. (2014) utilizou *Plectranthus barbatus*, *Chlorophytum comosum*, *Asparagus densiflorus* e *Echeveria*. As espécies promoveram a redução de 56% do volume de água escoado em comparação a um telhado convencional. Em relação a capacidade média de armazenamento de água, houve absorção de cerca de 12,1mm/m².

Ao avaliar o potencial de plantas medicinais e aromáticas para uso em telhados verdes extensivos, Souza et al. (2015) uso de alecrim (*Rosmarinums officinalis*), coentro (*Coriandrum sativum*), hortelã (*Mentha piperita*), manjerição (*Ocimum basilicum*), poejo (*Mentha pulegium L.*), orégano (*Origanum vulgare*), saião (*Kalanchoe brasiliensis Cambess*) e salsa (*Petroselinum crispum*) na cidade do Rio de Janeiro. O hortelã e o manjerição mostraram-se resistentes às condições climáticas e pluviométricas do experimento e em relação ao conforto térmico, houve redução de até 5°C na temperatura interna dos ambientes e o aumento da taxa de retenção de água.

Outras espécies adaptadas e indicadas por Laar et al. (2001) para telhados verdes extensivos em solos com profundidade de 0,10 m de substrato, com bom desenvolvimento e crescimento satisfatório, foram *Liriope muscari*, *Pedilanthus tithymaloides*, *Pilea microphylla*, *Portulaca grandiflora*, *Rhoeo discolor* e *Setcreasea purpurea*, para os meses de setembro a março no Rio de Janeiro - RJ.

2.3 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO PARA PLANTAS PARA USO EM TELHADOS VERDES EXTENSIVOS

O uso de plantas adequadas é um fator importante, pois além de determinar a aparência de um telhado verde também influenciam nos custos de manutenção, determinando se a cobertura irá ter bom desenvolvimento e aparência adequada.

É necessário seguir critérios para a escolha da vegetação para uso em telhados verdes levando em consideração as condições climáticas do local e o tipo de telhado

BASTOS, S. M. S. L. Seleção de plantas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco

verde (extensivos, intensivos e semi-intensivos). Ao selecionar plantas para uso em telhados verdes, recomenda-se o uso de plantas nativas, pois contribuem na preservação da flora local e são mais adaptadas (SILVA et al., 2014). A necessidade hídrica e o regime de água do ambiente são importantes componentes para a seleção de plantas para uso em telhado verde, sendo necessário o conhecimento prévio fisiológico das plantas e do ambiente (TAN e SIA, 2008).

Heneine (2008) e Savi (2015) afirmam que plantas que apresentam metabolismo do tipo CAM (plantas com este metabolismo fecham seus estômatos durante o dia e abrem durante a noite, reduzindo a perda de água e CO₂), como espécies do gênero *Sedum*, sobrevivem em solos rasos permitindo sua utilização em telhados verdes extensivos. Laar et al. (2001) aconselha a utilização de plantas com sistema radicular fasciculado e pouco profundo, pois não danificam a laje do sistema construtivo de impermeabilização.

Portanto, em telhados verdes extensivos que devido à pouca profundidade do substrato e baixa manutenção, sugere-se plantas com as seguintes características: nativas que são adaptadas ao clima local; com crescimento rasteiro, raízes pouco profundas ou fasciculadas; pouco exigente em água e manejos como poda ou controle de pragas e doenças; aspecto visual satisfatório. Não existe ainda recomendação de plantas para uso em telhados verdes extensivos para as condições climáticas da cidade de Recife – PE. Por isso, é necessário, estudos para desta forma, selecionar espécies potencialmente adaptadas para o local para uso em telhados verdes extensivos.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, R. R. V. R. Áreas verdes e qualidade térmica em ambientes urbanos: Estudo em microclimas Maceió (AL). 2005. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade São Paulo, São Paulo.

BEATRICE, C. B.; VECCHIA, F. Avaliação do potencial de uso de três espécies vegetais como cobertura leve de telhados em edificações. Revista de Ciências Ambientais, Canoas, v.5, n.1, p. 5-24, 2011.

BASTOS, S. M. S. L. Seleção de plantas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco

BLANCO, K. C. Coberturas verdes: aplicação como estratégia de mitigação de impacto ambiental em Brasília. 2016. 70 f. Dissertação (Mestrado em Análise Ambiental e Desenvolvimento Sustentável). Centro Universitário de Brasília (UniCEUB/ICPD), Brasília.

CÂMARA DE VEREADORES DE SÃO PAULO. Lei Orgânica do Município de São Paulo. Diário Oficial do Município, São Paulo, 06 abr 1990. Acesso em 25 de outubro de 2016.

CARNEIRO, T. A.; GUISELINI, C.; PANDORFI, H.; LOPES NETO, J. P.; LOGES, V.; SOUZA, R. F. L. Condicionamento térmico primário de instalações rurais por meio de diferentes tipos de cobertura. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (Online). v. 19, p. 1086-1092, 2015.

DA COSTA, J.; COSTA, A.; POLETO, C. Telhado Verde: redução e retardo do escoamento superficial. Revista de Estudos Ambientais, v. 14, n. 2, p. 49-55, 2012.

DURHMAN, A. K.; ROWE, D. B.; RUGH, C.L. Effect of Substrate Depth on Initial Growth, Coverage, and Survival of 25 Succulent Green Roof Plant Taxa. HortScience v. 42, n. 3, p. 588-595, 2007.

FERRAZ, I. L.; LEITE, B. C. C. Amendoim no telhado: O comportamento da grama-amendoim (*Arachis repens*) na cobertura verde extensiva. VI Encontro Nacional e IV Encontro Latino-Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis. Vitória, p. 1- 8, 2011.

FRANÇA, L. C. J. O uso do telhado verde como alternativa sustentável aos centros urbanos: opção viável para a sociedade moderna do século XXI. Revista Húmus, v. 2, n. 4, p. 105-113, 2012.

GARTLAND, L. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas.** Silvia Helena Gonçalves (Trad.). São Paulo: Oficina de Textos. 2010. 243 p.

GETTER, K.L; ROWE, D.B. Effect of substrate depth and planting season on Sedum plug establishment for green roofs. Enviromental Horticulture. v. 25, n. 2, p. 95-99. 2009.

BASTOS, S. M. S. L. Seleção de plantas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco

HENEINE, M. C. A. S. Cobertura Verde. 2008. 49 f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

INTERNATIONAL GREEN ROOF ASSOCIATION – IGRA. Disponível em <www.igra-world.com>. Acesso em 01 mar, 2016.

KÖHLER, M.; SCHMIDT, M.; LAAR, M. Roof Gardens in Brazil. World Climate & Energy Event, Rio de Janeiro, Brasil. p. 455-460, 2003.

LAAR, M.; GRIMME, F. W. Thermal comfort and reduced flood risk through green roofs in the Tropics. In: The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture, Genebra, Suíça, p 6 – 8 ,2006.

LAAR, M.; SOUZA, C. G.; PAIVA, V. L. A.; AMIGO, N. A.; TAVARES, S.; GRIMME, F. W; GUSMÃO, F.; KÖHLER, M.; SCHMIDT, M. Estudo de aplicação de plantas em telhados vivos extensivos em cidades de clima tropical. 2001. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído (ENCAC). São Pedro, São Paulo, p. 1-7, 2001.

LAMBERTS, R., GHISI, E., PEREIRA, C. D., BATISTA, J. O. Casa eficiente: consumo e geração de energia. Florianópolis: UFSC/LABEE, v. 1, p 1-130, 2010.

LAZZARIN, R. M.; CASTELLOTTI, F.; BUSATO, F. Experimental measurements and numerical modelling of a green roof. Energy and Buildings, v. 37, p. 1260-1267, 2005.

LEGISLAÇÃO MUNICIPAL DE RECIFE – PE, 2015. LEI N° 18.112/2015. 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>> Acessado em: 06 de nov., 2016.

MACIVOR J. S.; RANALLI M, A.; LUNDHOLM, J. T. Performance of dryland and wetland plant species on extensive green roofs. Oxford University Press on behalf of the Annals of Botany Company, v. 107, p. 671-679, 2011.

BASTOS, S. M. S. L. Seleção de plantas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Moradias sustentáveis: economia e durabilidade.** Caderno de Consumo Sustentável – Construções. p 1-9, 2013.

MINKE, G. Tectos verdes. Planificación, ejecución, consejos prácticos. Editorial Fin de Siglo, Montevideo, Uruguay, p. 1-87, 2004.

MONTERUSSO, M.A.; ROWE, D.B.; RUGH. C.L. Establishment and persistence of *Sedum* spp. and native taxa for green roof applications. HortScience v. 40, n. 2, p. 391-396. 2005.

NASCIMENTO, W. C; FREITAS, M.C. D; SCHMID, A. "Coberturas verdes-a renovação de uma ideia..2008.In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construido (ENTAC).Fortaleza, Ceará, p 1-10, 2008.

NIACHOU A.; PAPAKONSTANTINO, K.; SANTAMOURIS, M.; TSANGRASSOULIS, A.; MIHALAKAKOU, G. Analysis of the Green roof thermal properties and investigation of its energy performance. Energy and Buildings. v. 33, n. 7, p. 719-729. 2001.

ORSINI, F.; ACCORSI, M.; LUZ, P.; TSIROGIANNIS, L. L.; GIANQUINTO, G. Sustainable Water Management in Green Roofs. I: T. Younos, T.E. Parece (eds.), Sustainable Water Management in Urban Environments, p. 167-207, 2016.

ORSINI, F.; GASPERI, D.; MARCHETTI, L.; PIOVENE, C.; DRAGHETTI, S.; RAMAZZOTTI, S.; BAZZOCCHI, G.; GIANQUINTO, G. Exploring the production capacity of rooftop gardens (RTGs) in urban agriculture: the potential impact on food and nutrition security, biodiversity and other ecosystem services in the city of Bologna. Food Sec., v. 6, p. 781–792, 2014.

PARIZOTTO, S.; LAMBERTS, R. Investigation of green roof thermal performance in temperate climate: A case study of an experimental building in Florianopolis city, Southern Brazil. Energy and Buildings, v.43, p. 1712–1722, 2011.

PAULA, R.Z.R. A Influência da Vegetação no Conforto Térmico do Ambiente Construído. 2004.119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, área de concentração em Edificações). Universidade de Campinas. São Paulo, 2004.

BASTOS, S. M. S. L. Seleção de plantas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco

RANGEL, C.L.C.A; ARANHA,C.K; DA SILVA, C. B. C. M. Os telhados verdes nas políticas ambientais como medida indutora para a sustentabilidade.Revista Desenvolvimento. Meio Ambiente, v. 35, p. 397-409, dez. 2015.

ROSSETI, K. A. C.; NOGUEIRA, M. C. J. A.; NOGUEIRA, J. S. Análise da interferência da cobertura verde na temperatura e umidade relativa do ar do entorno da edificação-Estudo de caso em protótipo no município de Cuiabá, MT. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 9, p. 1959-1970, 2013.

SALEIRO FILHO, M. S.; REIS-ALVES, L.A.; SCHUELER, A.; ROLA, S. Além de um Diálogo Reservado com as Estrelas: O Processo de Formação e Transformação do Terraço Jardim ao Telhado Verde. RCT – Revista de Ciência e Tecnologia, v. 1, n. 1, 2015.

SANTA CATARINA.Lei n 14.243,de 11 de dezembro de 2007. **Programa Estadual de Incentivo á Adoção de “Telhados Verdes”**. Florianopolis, SC,12 dez 2007. Disponível em:<<http://www.rcambiental.com.br/Atos/ver/LEI-SC-14243-2007>>.Acesso em 10 de novembro.,2016.

SANYÉ-MENGUAL, E.; ORSINI, F.; OLIVER-SOLÀ, J.; RIERADEVALL, J.; MONTERO, J. I.; GIANQUINTO, G. Techniques and crops for efficient rooftop gardens in Bologna, Italy. Agron. Sustain. Dev., v. 35, p. 1477–1488, 2015.

SAVI, A.C. Telhado verdes: Uma análise da influência das espécies vegetais no seu desempenho na cidade de Curitiba. 2015. 110 f Dissertação (Mestrado em Engenharia da Construção Civil), Curitiba, 2015.

SCHERER, J. M.; FEDRIZZI, M. B. Jardins verticais: Potencialidade para o ambiente urbano. Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção, v. 2, n. 2. p. 49-61, 2014

SILVA, A. I; SOUZA, P.A; AVILLA, S. R. D; ZUCCHETT, T. W; D'AVIILA, M.R. Tecnologia “telhado vivo”: estudo e potencial de integração de plantas nativas na cobertura e resgate da fauna. Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção Vol. 2, n. 2.p 62-76, 2014.

SOUZA, R. O. L.; FERREIRA, M. L. S. S.; VASCONCELLOS, C. A. B. Telhado verde de baixo investimento composto por plantas medicinais e aromáticas. Semioses, v. 9, p. 48-58, 2015.

BASTOS, S. M. S. L. Seleção de plantas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco

STAHLHÖFER, I. S.; PEREIRA, M. F. B. Políticas públicas de implementação de coberturas verdes: o projeto de lei nº 115/2009 da câmara de vereadores de São Paulo. Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM, v. 8, p. 386-398, 2013.

TAN, P; SIA, A. A selection of plants for green roofs in Singapore. Editorial National Parks Board, Singapore, p. 1 -122, 2008.

TASSI, R.; TASSINARI, L. C. S.; PICCILLI, D. G. A.; PERSCH, C. G. Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais. Ambiente Construído, v. 14, p. 139-154, 2014.

THURING, C.E., R.D. Berghage, and D.J. Bettie. Green roof plant responses to different substrate types and depths under various drought conditions. HortTechnology, v. 20, p. 395-401, 2010.

VECCHIA, F.; LIMA, M. P.; ARANTES, D. Avaliação do comportamento térmico de coberturas verdes leves (CVL's) aplicadas aos climas tropicais. USP: São Carlos. p 82 - 86, 2004.

WONG, N.H.; Y. CHEN; C. L. ONG; A. SIA. Investigation of thermal benefits of rooftop garden in the tropical environment. Building and Environment. v. 38, n. 2, p. 261-270, 2003.

YANG, J.; YU, Q.; GONG, P. Quantifying air pollution removal by green roofs in Chicago. Atmospheric Environment, v. 42, p. 7266-7273, 2008.

CAPÍTULO 2 – Seleção de Plantas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco

BASTOS, S. M. S. L. Seleção de plantas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco

Seleção de plantas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco

Sueynne Marcella Santana Leite Bastos⁽¹⁾, Jessika Silva de Oliveira⁽¹⁾, Stella Áurea Cristiane Gomes da Silva⁽¹⁾, Simone Santos Lira Silva⁽¹⁾, Cristiane Guiselini⁽¹⁾ e Vivian Loges⁽¹⁾

⁽¹⁾ Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE); Departamento de Agronomia, Área de Fitotecnia, Av. D. Manoel de Medeiros, s/n, 52171-900 Recife-PE. E-mail: msueynne@yahoo.com; jessika_lpe@hotmail.com; stella.agron@yahoo.com.br; simolira36@gmail.com; cguiseli@hotmail.com; vloges@yahoo.com.

Seleção de plantas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco

Resumo — O uso de telhados verdes oferece inúmeros benefícios ao ambiente como: redução da água pluvial, redução do calor interno, reduz dos efeitos das ilhas de calor, limpeza de poluentes atmosféricos, além de contribuir na valorização do paisagismo do meio urbano. As pesquisas relacionadas às técnicas de telhados verdes crescem em todo o mundo, buscando melhorias nas técnicas contemporâneas, e seleção de espécies para uso em telhados verdes extensivos. Esta pesquisa teve como objetivo avaliar e selecionar espécies de plantas para uso em telhados verdes extensivos, nas condições da Zona da Mata de Pernambuco sob situações restritas de profundidade de substrato manutenção, irrigação, poda e nutrição do solo. O experimento foi conduzido em ambiente protegido em blocos ao acaso, com quatro repetições e dezenove tratamentos (espécies). As espécies foram avaliadas quinzenalmente quanto aos caracteres: taxa de pegamento; taxa de persistência; capacidade de cobertura do solo; altura; biomassa da parte aérea; biomassa da raiz; temperatura da superfície interna e aparência geral das plantas após 150 DAP. As espécies *Impatiens walleriana*, *Arachis repens*, *Indigofera campestris*, *Richardia grandiflora* e *Turnera subulata* não apresentaram crescimento e foram excluídas do processo de avaliação de caracteres agronômicos. As espécies *Ipomoea assarifolia*, *Paspalum notatum* 02, *Paspalum notatum* 04, *Paspalum notatum* 05, *Paspalum notatum* 06, *Sphagneticola trilobata*, *Trandescantia pallida* e *Trandescantia zebrina* apresentaram bom desenvolvimento, porém foram classificadas como pouco adequadas. *Callisia repens*, *Chlorophytum comosum*, *Ophiopogon jaburan*, *Paspalum leptum* 01, *Portulaca grandiflora* e *Sansevieria trifasciata* são indicadas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco, pois apresentaram maior pegamento, persistência, capacidade de cobertura vegetal, acarretando menor temperatura da superfície interna, bem como uma excelente aparência geral.

Palavras chaves: caracteres, paisagismo, espécies, ideótipo.

Seleção de plantas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco

ABSTRACT

Abstract – The use of green roofs offers numerous benefits such as: reduction of rainwater, reduction of internal heat, reduction of the effects of heat islands, cleaning of atmospheric pollutants, besides contributing to the appreciation of urban landscape. Research related to green roofing techniques is growing around the world, seeking improvements in contemporary techniques, and selection of species for use on extensive green roofs. The objective of this research was to evaluate and select plant species for use on extensive green roofs, under conditions in the Zona da Mata of Pernambuco in restricted substrate depth and low cost in maintenance, irrigation, pruning and soil nutrition. The experiment was conducted in a randomized complete block design with four replications and nineteen treatments (species). The species were evaluated fortnightly how many to the characters: glue rate; Persistence rate; Soil cover capacity; height; Biomass of the aerial part; Root biomass; Internal surface temperature and general appearance of the plants after 150 DAP. The species *Impatiens walleriana*, *Arachis repens*, *Indigofera campestris*, *Richardia grandiflora* and *Turnera subulata* did not present growth and this was excluded from the process of evaluation of agronomic characters. The species *Ipomoea assarifolia*, *Paspalum notatum* 02, *Paspalum notatum* 04, *Paspalum notatum* 05, *Paspalum notatum* 06, *Sphagneticola trilobata*, *Trandescantia pallida* and *Trandescantia zebrina* showed good development, but were classified as poorly adapted. *Callisia repens*, *Chlorophytum comosum*, *Ophiopogon jaburan*, *Paspalum leptum* 01, *Portulaca grandiflora* and *Sansevieria trifasciata* Are indicated for use on extensive green roofs in the Forest Zone of Pernambuco, as they presented higher rate of glue and persistence, as well as higher rates of vegetation cover, resulting in lower internal surface temperature, as well as a very adequate general appearance.

Key words: characters, landscaping, species, ideotype.

Introdução

Telhado verde, cobertura verde, telhado vivo ou jardim suspenso é um sistema construtivo que consiste em uma cobertura vegetal, instalado em lajes ou sobre telhados convencionais. Os telhados verdes podem proporcionar conforto térmico e acústico nos ambientes internos (PARIZOTTO e LAMBERTS, 2011; RANGEL et al., 2015; BEATRICE e VECCHIA, 2011; CARNEIRO et al., 2015), redução da temperatura da superfície (MACIVOR et al., 2011), redução da poluição do ar (GARTLAND, 2010) e redução do efeito das ilhas de calor (GETTER et al., 2009).

O telhado verde pode vir a ser uma solução eficiente para o aumento das áreas verdes nos centros urbanos proporcionando a integração do meio urbano com a natureza (RANGEL et al., 2015) ou produção de hortaliças (ORSINI et al., 2014; SANYÉ-MENGUAL et al., 2015), proporcionando benefícios estéticos, psicológicos, sociais e ambientais.

De acordo com o propósito de construção, função, vegetação e profundidade da camada de substrato, os telhados verdes são classificados, de acordo com o International Green Roof Association (IGRA, 2011), em três tipos: extensivos; intensivos; e semi-intensivos. Telhado verde extensivo, mais indicado a ser incorporado a construções já existentes e de menor custo, caracteriza-se por fina camada de substrato de 0,15 a 0,2 m e por ser uma cobertura leve e de aspecto natural. Para este tipo de telhado é indicado vegetação de pequeno porte e rasteiro, que exigem menor manutenção, menos regas e podas, sendo, por este motivo, considerado um telhado sustentável (SILVA et al., 2014).

É de suma importância a escolha criteriosa das espécies de plantas para os diferentes tipos de telhados verdes. Beatrice e Vecchia (2011) ao avaliar o desenvolvimento de espécies de plantas em profundidades de substrato de 0,05 m, 0,075 m e 0,10 m em telhados verdes extensivo observaram que *Arachis repens*, *Paspalum notatum* e *Ophiopogon japonicus* apresentaram resultados satisfatórios para maior profundidade de substrato, com maiores taxas de sobrevivência e cobertura do solo.

Plantas suculentas, a exemplo do gênero *Sedum*, foram indicadas para uso em telhados verdes extensivos por Durhman et al. (2007), Monterusso et al. (2005) e Thuring et al. (2010) no norte da Europa por suportarem longos períodos secos, em

BASTOS, S. M. S. L. Seleção de plantas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco

virtude do processo de fotossíntese do tipo CAM, ocasionando assim um menor consumo de água, em relação às espécies do tipo C3 e C4.

Em telhados verdes extensivos com pouca profundidade do substrato e que seja de baixa manutenção, sugerem-se plantas com as seguintes características: crescimento rasteiro ou de baixo porte; raízes fasciculadas e pouco profundas; resistentes ao stress hídrico; pouco exigentes em manejos como poda ou controle de pragas e doenças; aspecto visual satisfatório e adaptadas ao clima local. SILVA et al. (2014) recomendam o uso de plantas nativas, pois contribuem na valorização e preservação da flora local.

Recentemente o governo brasileiro apresentou propostas, na forma de legislação, para divulgação e adoção do uso de telhados verdes nas grandes cidades brasileiras (MMA, 2013). As primeiras cidades a implantarem estas leis foram Florianópolis - SC (LEIS ESTADUAIS, 2007), São Paulo – SP (CÂMARA DE VEREADORES DE SÃO PAULO, 2011; STAHLHÖFER e PEREIRA, 2013) e Rio de Janeiro - RJ (RANGEL et al., 2015)

Em 2015, a Prefeitura do Recife - PE aprovou a Lei nº 18.112 que dispõe melhoria da qualidade ambiental das edificações por meio da obrigatoriedade de instalação de telhados verdes (LEGISLAÇÃO MUNICIPAL DE RECIFE – PE, 2015). Esta Lei recomenda que devam ser elaborados estudos, junto a organizações públicas ou privadas, para a definição de padrões de implantação de telhados verdes no Município, a divulgação e incentivo do uso desta técnica adotando as técnicas corretas em relação à parte estrutural bem como a escolha dos tipos de vegetação e substrato.

Não existem ainda recomendações de plantas para uso em telhados verdes extensivos para as condições climáticas da cidade do Recife - PE, neste contexto o presente trabalho tem como objetivo avaliar e selecionar, dentre 19 espécies pré-selecionadas, as que apresentem maior potencial para uso em telhados verdes extensivos.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na área experimental do Departamento de Agronomia, na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), localizada no município de Recife, na Zona da Mata de Pernambuco, (coordenadas 8°04'03" S "e 34°55'00" W, 4 m de altitude), nos meses de dezembro de 2015 a junho de 2016. A

BASTOS, S. M. S. L. Seleção de plantas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco

região apresenta clima tropical (As') de acordo com a classificação de Köppen-Geiger. Para o período do experimento, a temperatura mínima foi de 21,6°C, a máxima de 35,6°C e a precipitação média de 180 mm (APAC, 2016).

Foram utilizadas 19 espécies de plantas pré-selecionadas por apresentarem características desejáveis (porte baixo, ornamental, de fácil aquisição e de fácil propagação) para possível uso em telhados verdes. Material propagativo destas plantas foram coletadas no campus da UFRPE, doados por produtores de plantas ornamentais ou cedidos pela Embrapa Pecuária Sudeste (acessos de *Paspalum*).

As plantas matrizes das espécies herbáceas *Impatiens walleriana*, *Arachis repens*, *Indigofera campestris*, *Richardia grandiflora*, *Turnera subulata*, *Ipomoea assarifolia*, *Sphagneticola trilobata*, *Tradescantia pallida*, *Tradescantia zebrina*, *Callisia repens*, *Chlorophytum comosum*, *Ophiopogon jaburan*, *Portulaca grandiflora*, *Sansevieria trifasciata* e das gramíneas *Paspalum notatum* (PN 02, PN 04, PN 05, PN 06), *Paspalum leptum* (PL1) foram coletadas, identificadas e levadas ao Laboratório de Floricultura (LAFLOR) da UFRPE, onde foram preparadas as mudas conforme as características de cada espécie e melhor forma de propagação (Tabela 2). Seis a 12 mudas, de acordo a espécie, foram plantadas em bandejas (parcela) de polietileno com drenos (dimensões de 0,4 x 0,3 x 0,07 m) preenchidas com substrato comercial (Top Garden Green[®]) até a profundidade 0,06 m, equivalendo a 2,5 kg de substrato acrescido de 13g de adubo de liberação lenta (Multicote[®]) por bandeja. O experimento foi conduzido em ambiente protegido (estrutura com 21,0 m de comprimento por 7,0 m de largura e 3,0 m de pé direito), coberta com plástico difusor de 120 microns e com tela de sombreamento de 30% nas laterais. As bandejas foram colocadas inicialmente sobre bancadas de alvenaria a 1,06 m de altura, com 1,4 m de largura e 4,80 de comprimento e declividade de 5%. A irrigação foi por capilaridade com sistema controlado por timer em intervalo e duração de rega de 45/15 minutos e volume de 0.28 l/s⁻¹.

Período de estabelecimento

As espécies foram avaliadas, quanto aos seguintes caracteres agrônômicos: Taxa de pegamento (TP %) - porcentagem de mudas que sobreviveram após o plantio avaliado dos 7 aos 30 DAP; Taxa de persistência (TPER %) - porcentagem de plantas que persistiram até os 90 DAP; Altura (ALT cm) – tamanho vertical das plantas obtido

BASTOS, S. M. S. L. Seleção de plantas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco

com auxílio de uma régua graduada, avaliados quinzenalmente, dos 15 aos 90 DAP; Capacidade de cobertura vegetal (CCV) – avaliado quinzenalmente, até o 90 DAP, por análise de imagem fotográfica coletadas paralelamente as bandejas (parcela), a partir de uma distância fixa e evitando-se o sombreamento. As imagens, obtidas no formato JPEG (Joint Photographic Experts Group) foram processadas pelo software Siscob (JORGE e SILVA, 2009).

Período de pós-estabelecimento

Aos 150 DAP foi realizada a avaliação da aparência geral (AG) das espécies nas bandejas, por 50 avaliadores, por meio da seguinte escala de notas: 1 – Ruim; 2 – Razoável; 3 – Bom; 4 – Excelente.

Para a avaliação as bandejas foram transferidas do ambiente protegido e colocadas sobre uma cobertura de telha de fibrocimento de 4 mm utilizadas como telhado em modelos reduzidos e distorcidos (2,0 m de comprimento por 1,0 m de largura e 1,4 m de pé direito) construídos no Departamento de Engenharia Agrícola da UFRPE (metodologia adaptada de Carneiro et al., 2015).

Após 24 horas, a temperatura da superfície inferior (T_{si} °C) da telha de fibrocimento da cobertura foi obtida, por meio de imagem termográfica (modelo FLIR E60). Essa leitura de temperatura foi realizada, em quadruplicata, em um dia de pleno sol às 13:00, no interior dos modelos reduzidos, a uma distância padronizada entre a câmera e a superfície inferior da telha (metodologia adaptada de Carneiro et al., 2015). O processamento das imagens foi realizado pelo programa computacional FLIR QuickReport.

Após a leitura das imagens termográficas da parte interna das telhas, as espécies foram avaliadas quanto as seguintes caracteres agronômicos: Taxa de persistência (TPER %) - porcentagem de plantas que persistiram dos até os 150 DAP; Altura (ALT cm) – tamanho vertical das plantas medido com auxílio de régua graduada; Capacidade de Cobertura Vegetal (CCV) crescimento lateral medido com auxílio de uma régua graduada; Biomassa seca da parte aérea (BPA) e da raiz (BR) colhida em 1/3 da área das bandejas e secos em estufa de aeração forçada, aos 65°C por 72 horas, até peso constante.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de estatística descritiva e análise de variância (ANAVA), e submetida ao teste Scott- Knott a nível de 5% probabilidade. Foram feitas correlações de Pearson entre as variáveis TP (%), TPER (%), ALT (cm) e CCV (cm) para os resultados observados aos 90 DAP e TPER (%), ALT (cm), CCV (%), BPA (g) e BR (g) e Tsi (°C) para os resultados dos tratamentos que apresentaram CCV acima de 63% aos 150 DAP.

As espécies foram classificadas quanto à adequação para uso como plantas em telhados verdes para as fases de estabelecimento aos 90 DAP e pós-estabelecimento aos 150 DAP seguindo critérios: TP - 3 pontos – acima de 85%, 2 pontos – entre 85 e 70%, 1 ponto – abaixo de 70%; TPER 90 DAP – 3 pontos – acima de 85%, 2 pontos – entre 85 e 70%, 1 ponto – abaixo de 70%; CCV 90 DAP - 3 pontos – acima de 60%, 2 pontos – entre 60 e 40%, 1 ponto – abaixo de 40%; TPER 150 DAP - 3 pontos – acima de 85%, 2 pontos – entre 85 e 70%, 1 ponto – abaixo de 70%; CCV 150 DAP - 3 pontos – acima de 60%, 2 pontos – entre 60 e 40%, 1 ponto – abaixo de 40%; TSI - 3 pontos – abaixo de 30 C, 2 pontos – entre 30 e 35 C; 1 ponto - acima de 35 C; aparência geral (AG) - 3 pontos – nota maior que 3; 2 pontos – nota 2; 1 ponto – nota 1. Baseado na pontuação total, os acessos foram considerados para uso como plantas em telhados verdes como: Muito adequado – acima de 16 pontos; Adequado – 16 a 11 pontos; Pouco adequado – abaixo de 11 pontos.

Resultados e Discussão

Período de estabelecimento

O estabelecimento inicial foi definido como o período entre o plantio até 90 dias após o plantio (DAP), compreendendo a fase de enraizamento e crescimento das plantas. Aos 30 DAP, a taxa de pegamento (TP) das espécies *I. walleriana*, *A. repens*, *I. campestris*, *R. grandiflora* e *T. subulata* foi nula. É possível que o material propagativo utilizado (estacas) dessas espécies sejam mais sensíveis as condições ambientais do telado e careçam de proteção extra, como câmara úmida, nessa primeira fase de desenvolvimento.

As herbáceas *C. repens*, *C. comosum*, *O. jaburan*, *P. grandiflora*, *S. trifasciata*, *S. trilobata* e *T. zebrina* e as gramíneas PN 05, PN 02, PL 01 apresentaram as maiores

BASTOS, S. M. S. L. Seleção de plantas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco

TP, variando de 89,59 a 100%. As menores TP variaram, de 66,67 a 83,33%, foram observadas em *I. assarifolia*, PN 04, PN 06 e *T. pallida* (Figura 1A). Espécies que apresentaram taxas mais elevadas de pegamento, observadas aos 30 DAP, indicam que o método de propagação, hábito de crescimento das plantas na profundidade do substrato utilizado foram adequadas e refletem uma menor necessidade de reposição de plantas.

As espécies que apresentaram maior taxa de persistência (%), observada aos 90 DAP, foram *C. repens*, *C. comosum*, *P. grandiflora* e *S. trifasciata* com 100%. A espécie *T. pallida* obteve a menor taxa de persistência, de apenas 43,75% (Figura 1b). Houve correlação positiva entre TP e TPER (0,90*) demonstrando que as espécies com maior a taxa de pegamento mantiveram bom desenvolvimento, não sendo observada mortalidade das plantas posteriormente, até 90 DAP (Figura 1b).

De acordo com a organização “*The Landscape Research, Development & Construction Society*” FLL (1995), para garantir os efeitos benéficos de uma espécie de planta em telhados verdes na Alemanha, capacidade de cobertura vegetal gerada deverá garantir no mínimo 60%. As espécies *S. trifasciata* e *C. comosum* aos 15 DAP e *O. jaburan* aos 30 DAP apresentaram CCV acima de 60%, entretanto os propagulos utilizadas eram mudas com mais de 10 cm de altura, proporcionando uma cobertura vegetal inicial elevada. Já os propágulos de *P. grandiflora* e a *C. repens* eram estacas herbáceas que aos 15 DAP e aos 30 DAP respectivamente também apresentaram CCV acima de 60%. O estabelecimento rápido deve ter relação com hábito de crescimento rasteiro, prostrado. Os propágulos de gramíneas do gênero *Paspalum*, mesmo sendo mudas com raiz nua, atingiram 60% de CCV entre 15 e 30 DAP.

Aos 90 DAP foram observados CCV que variaram de 9,56 a 93,65%. *P. grandiflora* apresentou cobertura de 93,65%, *S. trifasciata* de 91,67%, *C. repens* de 88,23%, *C. comosum* de 87,84%, *T. zebrina* de 73,58% e *O. jaburan* de 70,93%. As espécies de *Paspalum*, por serem gramíneas e apresentarem hábito de crescimento rizomatoso, favoreceram a expansão, obtendo elevada capacidade de cobertura vegetal, sendo esta de 81,50% para PL 01, 80,34% para PN 05, 78,64% para PN 02, 69,36% para PN 06 e de 63,29% para PN 04. Valores inferiores a 40% para o CCV aos 90 DAP foram observados em *I. assarifolia* (36,39%), *T. pallida* (12,14%) e *S. trilobata* (9,56%). Vale ressaltar que a *I. assarifolia* e *S. trilobata* apresentaram CCV acima de

BASTOS, S. M. S. L. Seleção de plantas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco

60% aos 30 DAP porem no decorrer do experimento estes valores reduziram drasticamente, sendo justificada pela quedas de suas folhas, o que acarretou na redução da capacidade de cobertura vegetal. Já a *T. pallida* apresentou tombamento das plantas, indicando que as condições de cultivo não foram adequadas devido ao tipo e profundidade do substrato

Ao ser calculada equações de regressão para a capacidade de cobertura vegetal (CCV) em relação ao número de dias após o plantio, foi observado que estas se ajustaram a uma tendência quadrática, com valores de R^2 acima de 0,85 para a maioria das espécies, indicando que houve aumento da cobertura do solo ao longo do tempo (Figura 2). Apenas *I. assarifolia*, *T. pallida* e *S. trilobata*, que apresentaram redução da CCV ao longo do tempo, apresentaram uma valores de R^2 abaixo 0,78. De acordo com Getter et al., (2009) ao avaliar doze espécies de *Sedum*, observaram que em solos com profundidade de 0,07m e 0,10m, as plantas obtiveram excelentes resultados de capacidade de cobertura do solo, pois quanto maior a capacidade de cobertura vegetal maior serão os benefícios gerados pelo uso da técnica de telhado verde.

Houve correlação positiva entre TPER e CCV (0,79*), indicando que espécies com maior número de plantas presentes na área avaliada, devido a adaptação a condição de cultivo, acarretou maior capacidade de cobertura vegetal aos 90 DAP.

A maioria das espécies apresentaram crescimento em altura (ALT) ao longo do tempo, apresentaram uma tendência quadrática, com valores de R^2 maior que 0,53. Aos 90 DAP, as espécies *C. repens*, *P. grandiflora*, *T. zebrina* e PN 04, apresentaram ALT inferior a 15 cm, demonstrando um hábito de crescimento rasteiro. *C. comosum*, *O. jaburan* *I. assarifolia*, PN 02, PN 05, PN 06, *S. trifasciata*, *S. trilobata* e *T. pallida* apresentaram valores entre 15 e 30 cm com crescimento semiereto. Apenas PL 01 apresentou valor de altura acima de 30 cm, chegando a 59,98 cm. É mais interessante selecionar espécies com menor porte uma vez que acarreta menor custo em manutenção com cortes ou podas, a exemplo de acessos de *Paspalum*.

Estes resultados corroboram com os de Beatrice e Vecchia (2011), que ao avaliar espécies de crescimento rasteiro como *Arachis repens*, *Ophiopogon japonicus* e *Paspalum notatum*, observaram que em solos com profundidade de 0,10 m as espécies apresentaram resultados satisfatórios em altura para uso destas em telhados verdes extensivos, pois espécies de hábito de crescimento rasteiro ou plantas de pequeno porte

BASTOS, S. M. S. L. Seleção de plantas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco

são mais indicadas para uso em telhados verdes extensivos devido à pouca profundidade do substrato para formação do sistema radicular que irá sustentar a planta.

Período de pós-estabelecimento

De acordo com a aparência geral das espécies avaliadas, foi observado que *C. comosum*, *O. jaburan*, *P. grandiflora* e *S. trifasciata* (nota 1) mantiveram a coloração verde, ausência de folhas secas, excelente capacidade de cobertura vegetal e presença de inflorescência de coloração rosa (*P. grandiflora*). No entanto, *P. grandiflora* mostrou lenta capacidade de cobertura vegetal.

A espécie *C. repens* foi considerada boa (nota 2), mantendo coloração verde claro, poucas folhas secas, excelente capacidade de cobertura vegetal e presença de inflorescências de coloração branca.

Já as espécies *I. assarifolia*, PL 01, PN 02, PN 04, PN 05, PN 06, *S. trilobata* e *T. zebrina* apresentaram aparência razoável (nota 3), com coloração verde claro (*I. assarifolia*), verde azulado (PL 01), verde escuro (02, PN 04, PN 05, PN 06 e *S. trilobata*) e verde arroxeado (*T. zebrina*). No geral, apresentaram muitas folhas secas, boa capacidade de cobertura vegetal, poucas inflorescências (PL01 PN 02, PN 04, PN 05, PN 06 e *S. trilobata*).

A espécie *T. pallida* apresentou aparência ruim (nota 4), com coloração roxa pouco ornamental, ausência de folhas secas e poucas inflorescências. Em decorrência do tombamento das plantas, apresentou baixa capacidade de cobertura vegetal. *P. grandiflora* também apresentou boa aparência geral, mas não houve presença de inflorescência. *S. trilobata* não sobreviveu às condições de cultivo e *T. zebrina* não apresentou aparência geral satisfatória.

As temperaturas médias superficiais (T_{si}) coletadas no interior dos modelos reduzidos aos 150 DAP demonstraram que as espécies, *C. comosum*, *O. jaburan*, PN 02, PN04, PN06, *S. trifasciata* e *S. trilobata* apresentaram menores temperaturas, variando de 28,90° a 30,90°. A *T. pallida* apresentou 46,70°, caracterizando-se como a maior temperatura observada. Houve correlação negativa entre CCV e T_{si} (-0,67**) indicando que quanto maior a capacidade de cobertura vegetal menor a temperatura da superfície interna da telha de fibrocimento.

Estes resultados foram observados por Silva et al., (2014) ao utilizar as espécies *S. trilobata*, *T. pallida* e *T. zebrina* em telhados verdes extensivos, obtendo até 19,9°C de diferença entre áreas com e sem vegetação. Carneiro et al., (2015) ao utilizar *Arachis repens* e *Zoysia japonica* observou redução de 5,3°C e 4,4°C na temperatura superficial interna das coberturas.

As espécies que apresentaram maior TPER aos 150 DAP foram *C. repens*, *C. comosum*, *O. jaburan*, *P. grandiflora* e *S. trifasciata*, variando de 90,05 a 100%. *T. pallida* apresentou menor TPER de 33,29% (Figura 3), indicando que quanto maior a taxa de persistência maior a capacidade de cobertura vegetal.

Em relação a CCV aos 150 DAP, baseado no teste de Scott-Knott, as espécies foram separadas em 7 grupos (Figura 3). As melhores espécies para uso em telhados verdes extensivos são *C. repens*, *C. comosum*, *O. jaburan*, PL 01, *P. grandiflora* e *S. trifasciata* uma vez que se destacaram com os maiores valores, variando de 89,64 a 93,96%, em relação a capacidade de cobertura vegetal, pois espécies que apresentam maior CCV irão proporcionar redução da temperatura superficial interna.

Para altura aos 150 DAP, as espécies foram separadas em 11 grupos (Figura 3), variando de 62,04 cm em PL 01 a 3,23 cm em *C. repens*. Para selecionar plantas para uso em telhados verdes extensivos, é recomendável que as espécies apresentem menores ALT, pois reduzem os custos com podas.

Após 150 dias após o plantio, foi obtida a biomassa da parte aérea (BPA). *C. repens*, PN 02, PN 04, *S. trilobata*, *T. pallida* e *T. zebrina* apresentaram os menores valores variando de 10,0 a 25,0 g, sendo estas espécies de plantas que apresentaram pouca altura. O maior valor para BPA foi observado para a espécie PL 01 (89,0 g), uma espécie de gramínea de elevada altura. Seguida a *S. trifasciata* (65,0 g), uma planta herbácea suculenta de folhas grandes e densas.

As espécies PL 01 e *S. trifasciata* conferiram os maiores valores de biomassa da raiz (BR), sendo de 53,0 e 55,0 g. *T. pallida* e *T. zebrina* apresentaram menores valores para BR, 11,0 a 10,0 gramas. Houve correlação positiva entre BPA e BR mostrando que quanto maior a parte aérea da planta maior será a sua raiz.

BASTOS, S. M. S. L. Seleção de plantas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco

Neste sentido, podemos sugerir que o ideotipo para uso em telhados verdes sejam espécies de plantas que apresentem elevada capacidade de cobertura vegetal, acarretando menor temperatura da estrutura sobre a qual estará sendo mantida.

Levando em consideração caracteres agrônômicos e aparência geral das plantas, foram observadas que as espécies *C. repens*, *C. comosum*, *O. jaburan*, PL 01, *P. grandiflora* e *S. trifasciata* foram classificadas como muito adequadas para uso em telhados verdes. Já as espécies *PN 02*, *PN 04*, *PN 05* e *PN 06* foram adequadas, podendo ser indicadas para uso em telhados verdes, enquanto as espécies *I. assarifolia*, *S. trilobata*, *T. pallida* e *T. zebrina* foram consideradas pouco adequadas, não sendo indicadas para uso em telhados verdes extensivos.

Conforme Beatrice e Vecchia. (2011), a escolha correta da vegetação é essencial para obtenção dos benefícios gerados pela técnica de telhados verdes. Os resultados obtidos são promissores e úteis para a seleção de plantas para uso em telhados verdes extensivos, porém sugere-se realizar mais estudos com estas espécies, principalmente em condições de céu aberto sobre lajes nas condições de Recife – PE.

Conclusão

Os resultados indicam que as espécies *Calissia repens*, *Clorophytum comosum*, *Ophiopogon jaburan*, *Paspalum leptum* 01, *Portulaca grandiflora* e *Sanseveria trifasciata* apresentaram potencial para uso em telhados verdes. Pois as mesmas apresentaram baixo crescimento vertical, boa capacidade de cobertura vegetal, excelente aparência geral e baixo custo em termos de irrigação e nutrição do solo, consideradas características desejáveis para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco.

Agradecimentos

Ofereço a toda à equipe do Laboratório de Floricultura da UFRPE pelo apoio a realização do experimento, ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Melhoramento Genético de Plantas pelos conhecimentos, ao Grupo de Pesquisa em Ambiente Gpesa UFRPE Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental e ao Departamento de Fitotecnia da UFRPE pelo espaço para realização do trabalho, a

BASTOS, S. M. S. L. Seleção de plantas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco

Sementeira Santa Amélia pela doação das espécies estudadas e a FACEPE pela concessão da bolsa.

Referências

BEATRICE, C.B; VECCHIA, F. Avaliação do potencial de uso de três espécies vegetais como cobertura leve de telhados em edificações. *Revista de Ciências Ambientais*, Canoas, v.5, n.1, p. 5 a 24, 2011.

CÂMARA DE VEREADORES DE SÃO PAULO. Projeto de Lei nº105/2009. Disponível em http://www1.camara.sp.gov.br/projintegrapre_joomla.asp?fProjetoLei=115/09&TipoProjeto=pl. Acesso em: outubro de 2016.

CARNEIRO, T. A.; GUISELINI, C.; PANDORFI, H.; LOPES NETO, J. P.; LOGES, V.; SOUZA, R. F. L. Condicionamento térmico primário de instalações rurais por meio de diferentes tipos de cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (Online)**, v. 19, p. 1086-1092, 2015.

DURHMAN, A. K.; ROWE, D. B.; RUGH, C.L. Effect of Substrate Depth on Initial Growth, Coverage, and Survival of 25 Succulent Green Roof Plant Taxa. **HortScience** v. 42, n. 3, p. 588-595, 2007.

GARTLAND, L. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. Silvia Helena Gonçalves (Trad.). São Paulo: Oficina de Textos. 2010. 243 p.

GETTER, K.; ROWE, D. B.; ROBERTSON, G. P.; CREGG, B. M.; ANDRESEN, J. A. Carbon sequestration potential of extensive green roofs. **Environmental Science & Technology**, v. 43, n. 19, p. 7564-7570, 2009.

INTERNATIONAL GREEN ROOF ASSOCIATION – IGRA. Disponível em <http://www.igra-world.com> >. Acesso em: março de 2016.

LAAR, M.; SOUZA, C.; de ASSUNÇÃO PAIVA, V; AUGUSTA, TAVARES, S., et.al. **Estudo de aplicação de plantas em telhados vivos extensivos em cidades de clima tropical**. In: Encontro Nacional De Conforto No Ambiente Construído (ENCAC). São Pedro, São Paulo, 2001.

BASTOS, S. M. S. L. Seleção de plantas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco

LEGISLAÇÃO MUNICIPAL DE RECIFE – PE, 2015. **LEI N° 18.112/2015**. 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>> Acesso em: novembro de 2016.

MACIVOR J. S.; RANALLI M, A.; LUNDHOLM, J. T. **Performance of dryland and wetland plant species on extensive green roofs**. Oxford University Press on behalf of the Annals of Botany Company, 2011.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Moradias sustentáveis: economia e durabilidade**. Caderno de Consumo Sustentável – Construções. p 1-9, 2013

MONTERUSSO, M.A.; ROWE, D.B.; RUGH. C.L. Establishment and persistence of *Sedum* spp. and native taxa for green roof applications. **HortScience** v. 40, n. 2, p. 391-396. 2005.

ORSINI, F.; GASPERI, D.; MARCHETTI, L.; PIOVENE, C.; DRAGHETTI, S.; RAMAZZOTTI, S.; BAZZOCCHI, G.; GIANQUINTO, G. Exploring the production capacity of rooftop gardens (RTGs) in urban agriculture: the potential impact on food and nutrition security, biodiversity and other ecosystem services in the city of Bologna. **Food Sec.**, v. 6, p. 781–792, 2014.

PARIZOTTO, S.; LAMBERTS, R. Investigation of green roof thermal performance in temperate climate: A case study of an experimental building in Florianópolis city, Southern Brazil. **Energy and Buildings**, v. 43, p. 1712–1722, 2011.

RANGEL, C.L.C.A; ARANHA,C.K; DA SILVA, C. B. C. M. Os telhados verdes nas políticas ambientais como medida indutora para a sustentabilidade.Revista Desenvolvimento. Meio Ambiente, v. 35, p. 397-409, dez. 2015.

SANTA CATARINA.Lei n 14.243,de 11 de dezembro de 2007.**Programa Estadual de Incentivo á Adoção de “Telhados Verdes”**. Florianopolis, SC,12 dez 2007. Disponível em:<<http://www.rcambiental.com.br/Atos/ver/LEI-SC-14243-2007>> .Acesso em 10 de novembro.,2016

BASTOS, S. M. S. L. Seleção de plantas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco

SANYÉ-MENGUAL, E.; ORSINI, F.; OLIVER-SOLÀ, J.; RIERADEVALL, J.; MONTERO, J. I.; GIANQUINTO, G. Techniques and crops for efficient rooftop gardens in Bologna, Italy. **Agronomy Sustainable Development**, v. 35, p. 1477-1488, 2015.

SILVA, A. I; Tecnologia “telhado vivo”: estudo e potencial de integração de plantas nativas na cobertura e resgate da fauna. *Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção*, v. 2, p. 62-76, 2014.

STAHLHÖFER, I. S.; PEREIRA, M. F. B. Políticas públicas de implementação de coberturas verdes: o projeto de lei nº 115/2009 da câmara de vereadores de São Paulo. **Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM**, v. 8, p. 386-398, 2013.

THURING, C.E., R.D. Berghage, and D.J. Bettie. Green roof plant responses to different substrate types and depths under various drought conditions. *HortTechnology* 20:395 – 4, 2010

Tabela 2. Espécies de plantas utilizadas na avaliação do potencial de uso como telhados verdes na Zona da Mata/Litoral de Pernambuco.

| Espécie | Nome vulgar | Tipo | Centro de origem | Forma de propagação | Mudas/bandeja |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------|
| <i>Arachis renens</i> Handro | Amendoim-rasteiro | Herbácea reptante | Brasil | Estacas de 4 cm | 12 |
| <i>Callisia repens</i> Linn | Dinheiro em penca | Herbácea reptante | América Central | Estacas de 2 cm | 12 |
| <i>Chlorophytum comosum</i> (Thumb.) Jacques | Gravatinha | Herbácea | África do Sul | Planta com 7 cm | 6 |
| <i>Impatiens walleleriana</i> Hook. f. | Beijo turco | Herbácea | África | Estacas de 4 cm | 12 |
| <i>Indigofera campestris</i> Bong. ex Benth | Anil de gramado | Herbácea prostrada | Brasil | Estacas de 3 cm | 12 |
| <i>Ipomoea assarifolia</i> (Desr.) Roem. & Schult. | Salsa | Herbácea prostrada | Brasil | Estacas de 4 cm | 12 |
| <i>Ophiopogon jaburan</i> | Barba de serpente | Herbácea | China e Japão | Planta com 22 cm | 6 |
| <i>Paspalum leptoneuron</i> (PL 01) | Paspalum | Gramínea | América do Sul | Mudas com raiz nua | 12 |
| <i>Paspalum notatum</i> Flüggé (PN 06) | Paspalum | Gramínea | América do Sul | Mudas com raiz nua | 12 |
| <i>Paspalum notatum</i> Flüggé (PN 05) | Paspalum | Gramínea | América do Sul | Mudas com raiz nua | 12 |
| <i>Paspalum notatum</i> Flüggé (PN 04) | Paspalum | Gramínea | América do Sul | Mudas com raiz nua | 12 |
| <i>Paspalum notatum</i> Flüggé (PN 02) | Paspalum | Gramínea | América do Sul | Mudas com raiz nua | 12 |
| <i>Portulaca grandiflora</i> Hook. | Onze horas | Herbácea | América do Sul | Estacas de 4 cm | 12 |
| <i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltld.) Steud. | Poaia-rasteira | Herbácea prostrada | Brasil | Estacas de 4 cm | 12 |
| <i>Sansevieria trifasciata</i> Hahn | Mini espada de São Jorge | Herbácea | África | Planta com 10 cm de altura | 6 |
| <i>Sphagnetica trilobata</i> (L.) Pruski | Mal-mequer | Herbácea prostrada | Brasil | Estacas de 4 cm | 12 |
| <i>Tradescantia pallida</i> (Rose) D.R. Hunt var. <i>purpurea</i> Boom | Coração roxo | Herbácea prostrada | México | Estacas de 4 cm | 12 |
| <i>Tradescantia zebrina</i> Heynh. ex Bosse | Trapoeirabarroxa | Herbácea prostrada | México | Estacas de 4 cm | 12 |
| <i>Turnera subulata</i> Sm. | Chanana | Subarbusto | América Tropical | Estacas de 4 cm | 12 |

BASTOS, S. M. S. L. Seleção de plantas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco

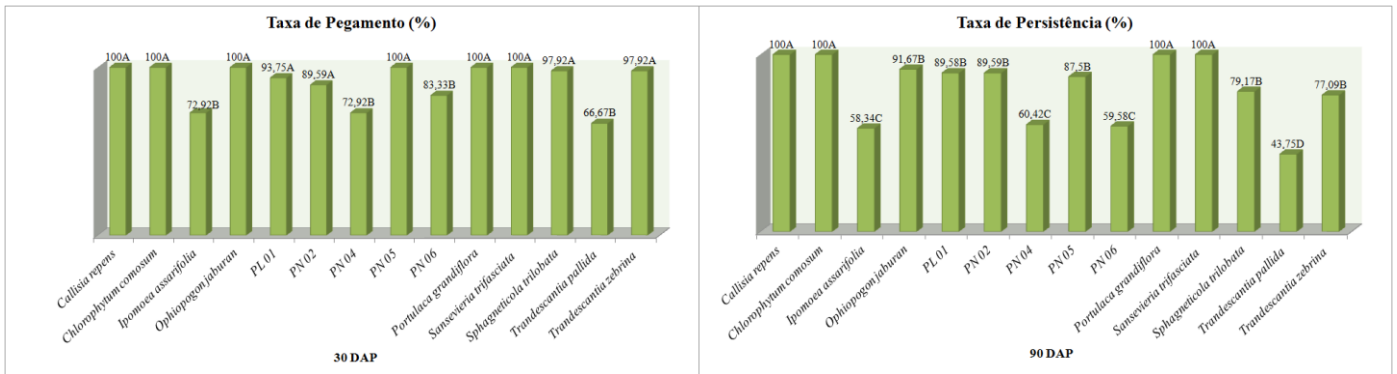
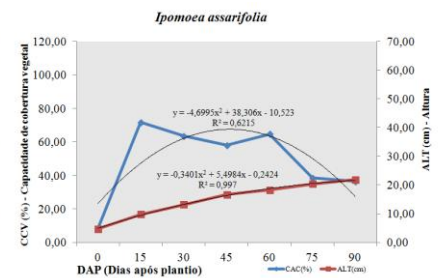
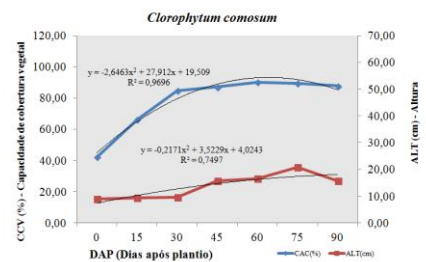
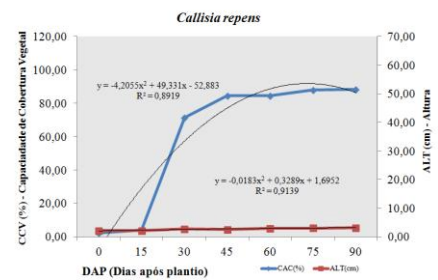
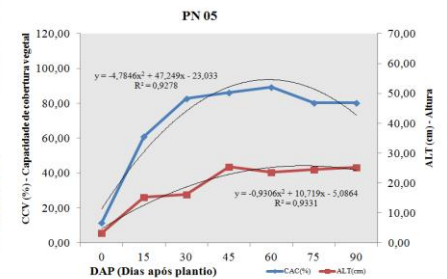
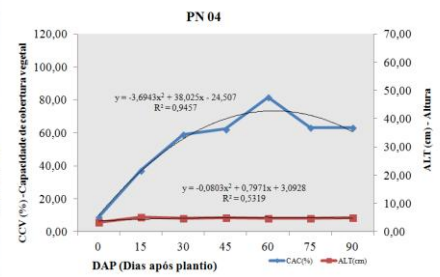
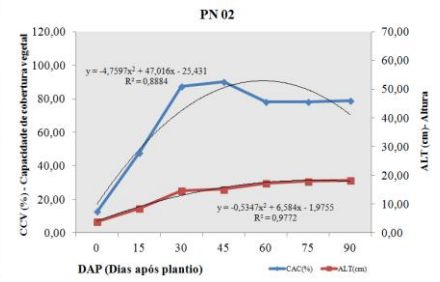
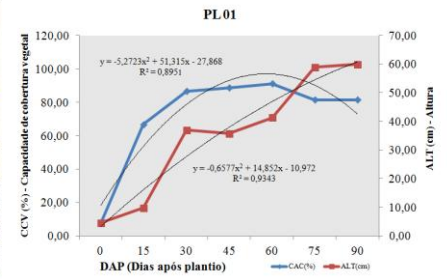
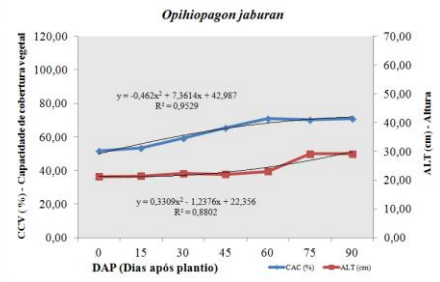


Figura 1. Taxa de pegamento e taxa de persistência aos 30 dias após o plantio de espécies com potencial para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco



BASTOS, S. M. S. L. Seleção de plantas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco



BASTOS, S. M. S. L. Seleção de plantas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco

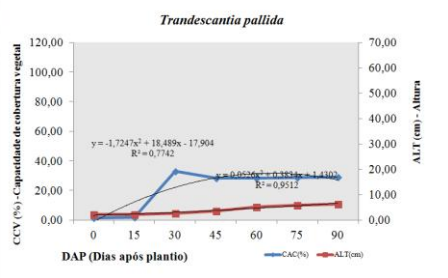
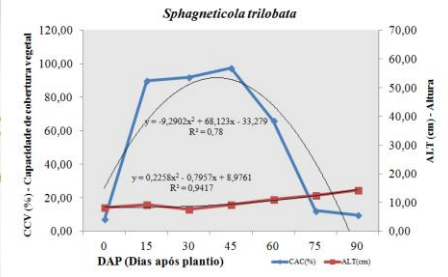
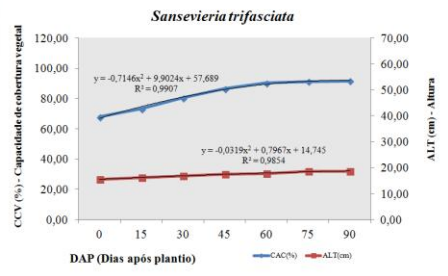
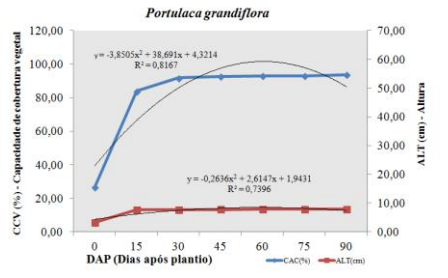
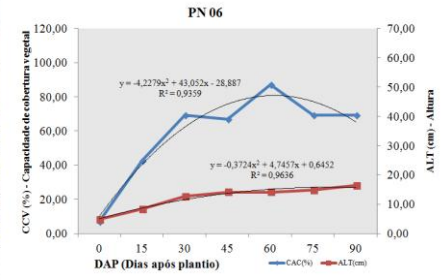
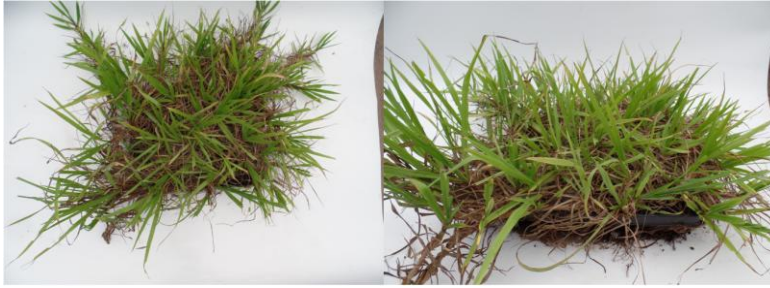




Figura 2. Capacidade de cobertura vegetal e altura das espécies com potencial para uso em telhados verdes extensivos.

Tabela 3. Correlações entre taxa de pegamento (TP), taxa de persistência (TPER), capacidade de cobertura vegetal (CCV) e altura (ALT) avaliados na fase de estabelecimento (30 a 90 dias após o plantio) de espécies de plantas com potencial para uso em telhados verdes extensivos. Recife – PE.

| | TPER | CCV | Altura (ALT) |
|---------------------------------------|-------|-------|--------------|
| Taxa de Pegamento (TP) | 0,90* | 0,58 | 0,64 |
| Taxa de Persistência (TPER) | | 0,79* | 0,51 |
| Capacidade de Cobertura Vegetal (CCV) | | | 0,26 |

* significativo à nível de 1% de probabilidade.

Tabela 4. Correlações para caracteres avaliados na fase de pós-estabelecimento (150 dias após o plantio) em espécies com potencial para uso em telhados verdes extensivos. Recife – PE.

| | BR | TPER | CCV | ALT | Temperatura Superficial Interna (Tsi) |
|---------------------------------------|-------|------|-------|--------|---------------------------------------|
| Biomassa da Parte Aérea (BPA) | 0,68* | 0,30 | 0,43 | 0,80** | -0,17 |
| Biomassa da Raiz (BR) | | 0,30 | -0,05 | 0,80** | 0,24 |
| Taxa de Persistência (TPER) | | | 0,34 | 0,15 | -0,29 |
| Capacidade de Cobertura Vegetal (CCV) | | | | 0,22 | -0,67** |
| Altura (ALT) | | | | | -0,20 |

** e * significativa à nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

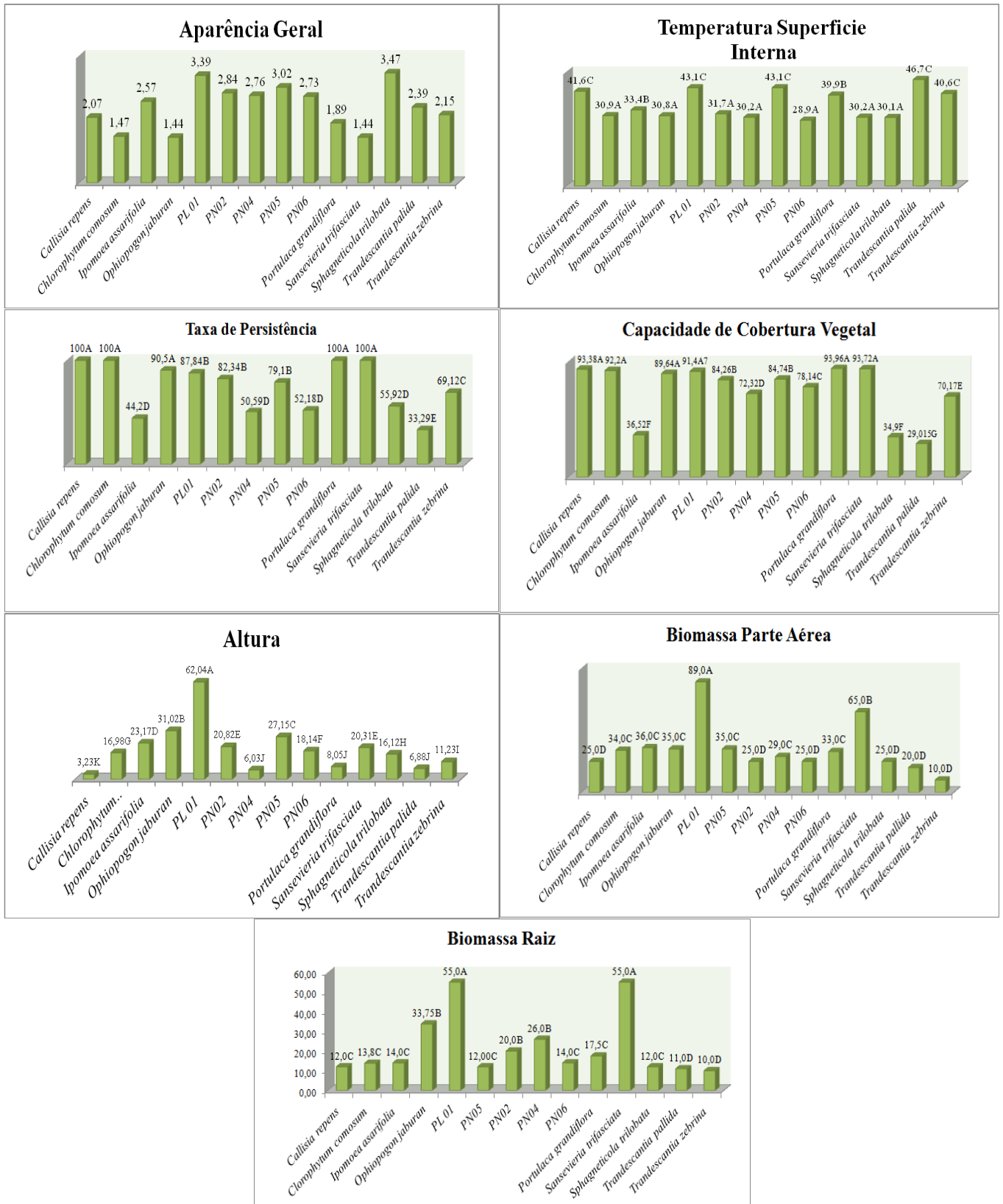


Figura 3. Aparência Geral, Temperatura da Superfície Interna, Taxa de Persistência, Capacidade de Cobertura Vegetal, Altura, Biomassa da Parte Aérea e Biomassa da Raiz das espécies com potencial para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco.

Tabela 5: Adequação de espécies para uso em telhados verdes nas fases de estabelecimento (até 90 dias após o plantio – DAP) e pós-estabelecimento (150 DAP). Recife – PE.

| Espécie | TP* | TPER 90 DAP | CCV 90 DAP | TPER 150 DAP | CCV 150DAP | TSI | AG | Total | Adequação |
|---------------------------------|-----|----------------|---------------|-----------------|---------------|-----|----|-------|----------------|
| <i>Callisia repens</i> | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 20 | Muito adequado |
| <i>Chlorophytum comosum</i> | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 19 | Muito adequado |
| <i>Ipomoea assarifolia</i> | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 10 | Pouco Adequado |
| <i>Ophiopogon jaburan</i> | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 21 | Muito adequado |
| <i>Paspalum leptum</i> (PL 01) | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 19 | Muito adequado |
| <i>Paspalum notatum</i> (PN 02) | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 2 | 16 | Adequado |
| <i>Paspalum notatum</i> (PN 04) | 2 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 2 | 13 | Adequado |
| <i>Paspalum notatum</i> (PN 05) | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 1 | 16 | Adequado |
| <i>Paspalum notatum</i> (PN 06) | 2 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 2 | 13 | Adequado |
| <i>Portulaca grandiflora</i> | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 21 | Muito adequado |
| <i>Sansevieria trifasciata</i> | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 21 | Muito adequado |
| <i>Sphagneticola trilobata</i> | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 | Pouco Adequado |
| <i>Tradescantia pallida</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 8 | Pouco Adequado |
| <i>Tradescantia zebrina</i> | 3 | 2 | 3 | 1 | 3 | 1 | 2 | 15 | Pouco Adequado |

*TP – taxa de pagamento (%); TPER 90DAP – taxa de persistência (%); CCV 90 DAP – capacidade de cobertura vegetal (%); TPER 150 DAP – taxa de persistência (%); CCV 150 DAP – capacidade de cobertura vegetal (%); TSI – temperatura da superfície interna (°C); AG – aparência geral; Adequação: Muito adequado – acima de 16 pontos; Adequado – 16 a 11 pontos; Pouco adequado – abaixo de 11 pontos.