

**STELLA ÁUREA CRISTIANE GOMES DA SILVA**

**SELEÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE PLANTAS PARA USO COMO  
GRAMADOS E TELHADOS VERDES**

**RECIFE**

**2019**

**STELLA ÁUREA CRISTIANE GOMES DA SILVA**

**SELEÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE PLANTAS PARA USO COMO  
GRAMADOS E TELHADOS VERDES**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Melhoramento Genético de Plantas, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Doutora em Agronomia, área de concentração: Melhoramento Genético de Plantas.

**Comitê de orientação:**

Profa. Dra. Vivian Loges – Orientadora - UFRPE

Dra. Simone Lira Silva Santos – Co-orientadora - UFRPE

**RECIFE**

**2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

S586s Silva, Stella Áurea Cristiane Gomes da  
Seleção e caracterização de plantas para uso como gramados  
e telhados verdes / Stella Áurea Cristiane Gomes da Silva. – 2019.  
162 f.: il.

Orientadora: Vivian Loges.  
Coorientadora: Simone Santos Lira Silva.  
Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Melhoramento  
Genético de Plantas, Recife, BR-PE, 2019.  
Inclui referências, anexo(s) e apêndice(s).

1. Grama 2. Crescimento (Plantas) 3. Propagação vegetativa  
3. Planta ornamental 4. Telhados I. Loges, Vivian, orient. II. Silva,  
Simone Santos Lira, coorient. III. Título

CDD 581.1

# SELEÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE PLANTAS PARA USO COMO GRAMADOS E TELHADOS VERDES

**Stella Áurea Cristiane Gomes da Silva**

Tese defendida e aprovada pela Banca Examinadora em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**ORIENTADORA:** \_\_\_\_\_

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Vivian Loges  
(UFRPE/DEPA)

**EXAMINADORES:**

\_\_\_\_\_  
Dra. Ana Cecília Ribeiro de Castro (Embrapa CNPAT)

\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Rosimar dos Santos Musser (UFRPE/DEPA)

\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Angélica Virgínia Valois Montarroyos  
(Departamento de Agronomia/UFRPE)

\_\_\_\_\_  
Dra. Regina Ceres Torres da Rosa (IPA)

\_\_\_\_\_  
Profa. Claudia Ulisses  
(UFRPE/Departamento de de Biologia)

**RECIFE**

**2019**

*Não temas, por que eu sou contigo; não te assombres, porque eu sou o teu Deus; eu te fortaleço, e te ajudo, e te sustento com minha destra fiel. Isaías 41:2.*

*Ofereço a Deus todo meu esforço e honra, que somente pode ser dada a Ele. Amigos ajudam, família apoia, mas somente Deus acalma e dá forças para a realização do trabalho. Os experimentos foram realizados com dificuldades, mas foram concluídos e Deus me deu forças para realizar os trabalhos, sustento e sabedoria.*

*Dedico esta tese à minha família e ao meu namorado Alberto Olimpi, por que em momentos de desânimo na Itália, me aconselharam, me deram palavras de ânimo, oraram por mim e Alberto Olimpi me auxiliou na realização do experimento voltado para telhado verde e a concluir todos os trabalhos designados no exterior.*

*Agradeço à minha família que me auxiliou nos meus estudos e educação, aos meus amigos da adolescência até o doutorado, pela compreensão, carinho, apoio didático e emocional.*

*Agradeço e Reconheço, à minha mãe que sempre foi muito estudiosa e trabalhadora, esta sempre foi o meu espelho.*

## AGRADECIMENTOS

À Deus a quem tudo posso e me fortalece, a quem não me deixa fraquejar. A quem me faz acreditar que os sonhos são possíveis.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), por disponibilizar espaço para realização de trabalhos voltados para esta tese, e a todos os outros para a minha formação acadêmica como engenheira agrônoma e por ter participado do Programa de Pós Graduação em Agronomia - Melhoramento Genético de Plantas (PPGMGP/UFRPE).

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Melhoramento Genético de Plantas (PPGMGP) da UFRPE, pela oportunidade de cursar o doutorado e disponibilizar condições necessárias para realização do mesmo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de doutorado, que permitiu minha permanência e estudo durante o curso de doutorado e também pela bolsa de estudo no exterior (Itália), onde pude ampliar a experiência com trabalhos em telhado verde.

À Profa. Dra. Vivian Loges, por toda paciência e sabedoria ao lidar com as minhas dificuldades, pelo aprendizado como exemplo de ser humano e como fonte de conhecimento.

À Dra. Simone Santos Lira Silva, por toda paciência e sabedoria ao lidar com as minhas dificuldades e por sempre me ajudar nas horas que mais preciso em termo acadêmico.

À toda equipe do Laboratório de Floricultura da UFRPE (LAFLOR) pela força e coragem ao conduzir os experimentos, aos momentos descontraídos, de troca de informações, de ajuda mútua, pela paciência e amizade que faz diferença na vida de um cidadão.

À minha amiga Paula Pinheiro pelos momentos divertidos no laboratório de Floricultura e pelo o apoio didático nos momentos mais difíceis para concluir meu doutorado.

À João Carlos pelos momentos divertidos, auxílios nos experimentos no Laboratório de Floricultura da UFRPE (LAFLOR) e pelo o apoio nas análises estatísticas.

Aos meus amigos de classe Allan Deyws e Helder dos Santos que em muitas vezes tivemos a oportunidade de juntos fazermos trabalhos de classe para o doutorado, pela companhia e pela amizade que ultrapassou os laços somente acadêmicos, conquistando assim uma amizade para a vida toda.

Às minhas amigas Veruska Carla e Elenilda Maria, por que muitas vezes me ouviram e deram apoio emocional, me hospedaram e me permitiram viver muitos momentos divertidos.

Aos Professores do PPGMGP, pelos ensinamentos transmitidos para minha formação de doutorado e de todos os alunos que tiveram a oportunidade de serem formados comigo neste curso.

À minha família, que sempre acreditou no meu potencial e que estiveram dispostos a me ajudar e a seguir a carreira de pesquisa.

À minha mãe Severina Gomes da Silva, pelo seu exemplo que me fez admirá-la tanto na infância, uma mulher muito estudiosa e trabalhadora. Atualmente, tenho muita saudade dela. A vida toda, minha mãe sempre me inspirou e as mais lindas lembranças suas me fazem ser forte e melhor como pessoa. Agradeço a coragem dela que me fez seguir-la, em querer ser igual.

Ao meu namorado Alberto Olimpí, quem tanto me ajudou na Itália em desenvolver os projetos e acreditou no meu trabalho trajetória do doutorado.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	X
ABSTRACT.....	XII
CAPÍTULO I.....	14
1. INTRODUÇÃO.....	15
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 <i>Axonopus</i> E <i>Paspalum</i> PARA USO COMO GRAMADOS.....	17
2.1.1 Aspectos botânicos de <i>Axonopus</i> e <i>Paspalum</i> .....	17
2.1.2 Banco de germplasma e Melhoramento Genético de <i>Axonopus</i> e <i>Paspalum</i> ..	20
2.2 GRAMADOS.....	23
2.2.1 Gramicultura no Brasil.....	23
2.2.2 Benefícios e papéis múltiplos do uso de gramados.....	25
2.2.3 Critérios de seleção e caracterização de gramíneas para uso como gramados.	27
2.2.4 Propagações de gramíneas para formação de gramados.....	29
2.3 TELHADOS VERDES.....	32
2.3.1 Histórico, definição e benefícios.....	32
2.3.2 Critérios de seleção e plantas para uso em telhados verdes.....	41
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	45
CAPÍTULO II.....	62
Resumo.....	63
Abstract.....	64
Introdução.....	65
Material e Métodos.....	66
Resultados e Discussões.....	68
Conclusões.....	74
Agradecimentos.....	74
Literatura citada.....	74

CAPÍTULO III.....	83
Resumo.....	84
Abstract.....	85
Introdução.....	86
Material e Métodos.....	87
Resultados e Discussões.....	90
Conclusões.....	95
Agradecimentos.....	95
Literatura citada.....	95
CAPÍTULO IV.....	110
Resumo.....	111
Abstract.....	112
Introdução.....	114
Material e métodos.....	116
Resultados e Discussões.....	119
Conclusão.....	127
Agradecimentos.....	127
Referências.....	128
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	144
ANEXOS.....	147

## RESUMO

O uso de gramíneas para a cobertura do solo e espécies de plantas ornamentais para a implantação de telhados verdes são soluções viáveis para minimizar os impactos ao meio ambiente devido à crescente urbanização. Frente ao exposto, o presente trabalho visa caracterizar e selecionar acessos de *Axonopus parodii* e *Paspalum* spp. para uso como gramíneas ornamentais, levando em consideração aspectos associados a capacidade de propagação por *sprigs* e desenvolvimento das mudas, e selecionar espécies ornamentais de metabolismo C3, C4 e CAM para uso em telhados verdes em função de diferentes profundidades. Para o experimento de avaliação da propagação por *sprigs*, acessos de *A. parodii* (AP 01), *P. leptum* (PL 01) e *P. notatum* (PN 01, PN 02, PN 03, PN 04, PN 05 e PN 06) foram cultivados para obter tapetes de grama. Aos 98 dias após plantio (DAP), os tapetes foram fragmentados para obtenção de *sprigs* com diferentes comprimentos. Doze *sprigs* por classe de comprimento (< 2 cm, 2 a 4 cm e > 4 cm) dos acessos, foram plantados em bandejas, com 4 repetições. Como tratamento controle foram utilizados *sprigs* com os mesmos comprimentos da cultivar comercial *Zoysia japonica* (ZP 01). Aos 63 DAP, foram analisadas: taxa de pagamento de *sprigs* (TP em %); capacidade de cobertura do solo (CC em %); número de perfilhos (NP); expansão (E em cm<sup>2</sup>); biomassa seca da parte aérea (BSPA em g); biomassa seca radicular (BSR em g); e razão BSPA/BSR. Com os dados obtidos, foram realizadas correlações. Os melhores resultados foram observados a partir do plantio de *sprigs* acima de 2 cm de comprimento. Os acessos PN 01, PN 02, PN 03 e PN 05 apresentaram capacidade para implantação de gramados por *sprigs*. Baseado nas correlações genotípicas e fenotípicas, a seleção de acessos para melhor cobertura do solo pode ser baseada, de forma indireta, na maior taxa de pagamento e menor expansão uma vez que são variáveis de fácil e rápida mensuração e menos trabalhosas do que obtenção da biomassa seca da parte aérea e raiz ou a avaliação da capacidade de cobertura do solo. Para a avaliação do desenvolvimento de mudas de gramíneas para uso ornamental, foram avaliados seis acessos de *Paspalum* spp. de crescimento prostrado (PL 01; PN 01, PN 02, PN 03, PN 04 e PN 05) e oito de crescimento ereto (*P. compressifolium* - PC 01, PC 02 e PC 03; *P. ionanthum* - PI 01; *P. plicatum* - PPL1, *P. rhodopedum* - PRH1 e PRH2; e *P. rojasii* - PR 01). Aos 63 DAP, foram avaliadas as seguintes variáveis: taxa de sobrevivência (TS); NP; E; altura (H) e CC para acessos de crescimento prostrado; área da base

e projeção da parte aérea da planta, H e CC para acessos de crescimento ereto. Aos 72 DAP, foram avaliadas em laboratório, as seguintes variáveis: biomassa fresca e seca foliar; biomassa fresca e seca radicular; biomassa fresca e seca do rizoma ou estolão; e comprimento radicular. Os acessos de crescimento prostrado PL 01 e PN 05 são recomendados para usos como gramados, pois apresentaram maior biomassa fresca e seca nas raízes, rizomas e estolões, expansão e capacidade de cobertura mais rápida de superfícies do solo. Os acessos de crescimento ereto PC 01; PC 02; PC 03; PI 01 e PPL1, foram indicados como plantas ornamentais por apresentarem maiores alturas, biomassas acumuladas na parte aérea e raiz, e capacidade de cobertura proveniente da projeção da parte aérea da planta. Para avaliação do uso de plantas ornamentais em telhados verdes, nove espécies com diferentes metabolismos fisiológicos quanto a fixação de CO<sub>2</sub> foram cultivadas em canteiros com 8; 10 e 12 cm profundidades de solo, sendo estas: C3 - *Begonia cucullata* e *Salvia nemorosa*; CAM - *Crassula capitella* cv. Campfire; *Echeveria pulvinata* cv. Frosty; *Sedum album*, *S. palmeri*; *Delosperma cooperi*; *D. cooperi* cv. Orange Wonder; C4 e CAM - *Portulaca grandiflora*. Foram avaliadas TS, CC, H, temperatura foliar superficial, presença de flores e aparência geral. Foi observado que as espécies *Delosperma cooperi*, *D. cooperi* cv. Orange Wonder e *Portulaca grandiflora*, com metabolismo do ácido das crassuláceas (CAM), são indicadas para telhados verdes por resistirem as elevadas temperaturas e pelo bom desenvolvimento nas diferentes profundidades do substrato mantendo elevada capacidade de cobertura. As espécies *B. cucullata* e *S. nemorosa*, com metabolismo C3, são indicadas por apresentarem aparência geral agradável nas diferentes profundidades, boa capacidade de cobertura.

**Palavras chaves:** gramados, *sprigs*, tipo de crescimento, telhados verdes, potencial ornamental e multifuncionalidade

## ABSTRACT

The use of grasses for soil cover and ornamental plant species for green roofs are viable solutions to minimize impacts to the environment due to increasing urbanization. Thus, the present work aims to characterize and select accessions of *Axonopus parodii* and *Paspalum* spp. for use as ornamental grasses, considering aspects associated with the capacity of propagation by sprigs, development of seedlings, and select ornamental species with metabolism C3, C4 and CAM for use on green roofs in function of different substrate depths. For the experiment of propagation by sprigs, accessions of *A. parodii* (AP 01), *P. lepton* (PL 01) and *P. notatum* (PN 01, PN 02, PN 03, PN 04, PN 05 and PN 06) were cultivated to obtain grass carpets. At 98 days after planting (DAP), the carpets were sectioned to obtain the sprigs with different length. Twelve sprigs per length class (< 2 cm, 2 to 4 cm and > 4 cm) of the accessions were planted in trays with 4 replicates. As control treatment, sprigs of commercial cultivar *Zoysia japonica* (ZP 01) with the same lengths were used. At 63 DAP, were analyzed: survival rate of sprigs (SR in %); number of shoots (NS); lateral growth expansion (LGE in cm<sup>2</sup>); soil coverage rate (SCR in %); dry biomass of aerial part (DBAP in g); dry biomass of roots (DBR in g); and DBAP/DBR ratio. With the data obtained, correlations were made. The best results were observed from planting sprigs with more than 2 cm in length. The accessions PN 01, PN 02, PN 03 and PN 05 were selected for lawns implantation by sprigs. Based on the genotypic and phenotypic correlations, the selection of accessions for better soil coverage can be indirectly based on the higher rate of survival and less expansion since those variables are easily and quickly measure and less laborious to obtaining than dry biomass of the aerial part and root or evaluation of the soil coverage rate. For the evaluation of the development of grasses for ornamental use, six accessions of creeping growth of *Paspalum* spp. (PL 01, PN 02, PN 03, PN 04 and PN 05) and eight of erect growth (*P. compressifolium* - PC 01, PC 02 and PC 03; *P. ionanthum* - PI 01; *P. plicatum* - PPL1, *P. rhodopedum* - PRH1 and PRH2, and *P. rojasii* - PR 01) were evaluated. At 63 DAP, the variables evaluated were: SR; NS; LGE; height (H) and SCR for accessions of creeping growth; base area and projection of the aerial part of the plant; H and SCR for erect growth accessions. At 72 DAP, the following variables were evaluated in the laboratory: fresh and dry leaf biomass; fresh and dry root biomass; fresh and dry biomass of rhizome or stolon; and root length. The creeping growth accessions PL 01 and PN 05 are

recommended for use as lawns, thus as the higher fresh and dry roots, rhizomes and stolons biomass, expansion and soil coverage rate. The erect growth accessions PC 01; PC 02; PC 03; PI 01 and PPL1 were indicated as ornamental plants since its presented higher heights, aerial and root biomass and soil coverage rate from projection of the aerial part of the plant. To the evaluation of ornamental plants to use in green roof, nine species with different physiological metabolism to CO<sub>2</sub> fixation, were cultivated in beds with 8; 10 and 12 cm depths. The species were: C3 - *Begonia cucullata* and *Salvia nemorosa*; CAM - *Crassula capitella* cv. Campfire; *Echeveria pulvinata* cv. Frosty; *Sedum album*, *S. palmeri*; *Delosperma cooperi*; *D. cooperi* cv. Orange Wonder; C4 and CAM - *Portulaca grandiflora*. The TS, CC, A, leaf surface temperature, flower presence and general appearance were evaluated. It was observed that the species *Delosperma cooperi*, *D. cooperi* cv. Orange Wonder and *Portulaca grandiflora*, with Crassulacean acid metabolism (CAM), could be indicated to green roof since it resists to high temperatures presenting good development in the different depths of the substrate maintaining high ground coverage. The species *B. cucullata* and *S. nemorosa*, with C3 metabolism, are indicated by present pleasant general appearance at different depths, good soil coverage.

**Keywords:** lawns, sprigs, growth type, green roofs, ornamental potential and multifunctionality

## CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA



## 1. INTRODUÇÃO

Devido a crescente urbanização, o uso de plantas para a cobertura do solo de gramados e em telhados verdes são soluções viáveis para minimizar os impactos ao meio ambiente. Os gramados podem proporcionar o controle de erosões, produção de oxigênio, fixação de gás carbônico atmosférico, infiltração de água no solo, biodegradação de compostos orgânicos sintéticos, supressão de plantas indesejáveis (Souza et al. 2016), além da redução dos efeitos do fenômeno de ilha de calor, através da evapotranspiração. Da mesma forma os telhados verdes podem proporcionar vantagens, incluindo a redução do escoamento da água da chuva, redução dos índices de enchentes nas cidades, proteção térmica e acústica dos prédios, filtragem do ar, além de atrair a biodiversidade animal, ou propiciar o cultivo de alimentos (Johnston e Newton 2004).

O uso de gramados para cobertura de solos no Brasil é realizado principalmente com espécies exóticas embora espécies nativas dos gêneros *Paspalum* L. e *Axonopus* P. Beauv. apresentem elevado potencial para uso como gramados ornamentais (Castro et al. 2015b). *Paspalum notatum* Flügge, vulgarmente conhecida como ‘Batatais’, é a espécie nativa mais amplamente cultivada (Castro et al. 2015a). São utilizadas em áreas esportivas, em praças e jardins onde o tráfego de pessoas é intenso (Almeida et al. 2013). Essa grama forma um sistema radicular extenso e profundo o que a torna tolerante à seca (Castro et al. 2015b). Devido ao hábito de crescimento estolonífero, elevada capacidade de cobertura do solo e consequente ocupação de grandes áreas, a espécie nativa *Axonopus parodii* Valls (Boldrini et al. 2008) é também usada para formação de gramados, porém sob manejo intensivo manteve melhor nível de qualidade ornamental, visto pela excelente aparência geral da planta (nota 1) por Silva et al. (2018).

Durante a seleção de espécies ou cultivares para gramados, devem ser observados critérios como: tolerância às condições ambientais locais; qualidade visual; necessidade de manutenção (Polomski e Mccarty 2003); capacidade de sobrevivência das mudas de grama durante a implantação de gramados (Martello et al. 2014); capacidade de cobertura do solo (Silva et al. 2018), sendo estes influenciados diretamente pela taxa de crescimento lateral de cada espécie vegetal (Volterrani et al. 2008); e capacidade de propagação vegetativa, como por exemplo, através de *sprigs* (Souza et al. 2016).

Também é interessante levar em consideração para formação de gramados, o hábito de crescimento de gramíneas, segundo Marchi e Barbieri (2015), pode ser: cespitoso-ereto; cespitoso-decumbente; estolonífera; ou ainda rizomatosa. As espécies de gramíneas de crescimento cespitoso ereto podem assumir papel ornamental, em projetos de paisagismo, formando touceiras, ainda podem adicionar linhas verticais ou criar contrastes, servindo como pano de fundo para outras plantas ornamentais.

Para seleção de espécies indicadas para telhados verdes, seguem os mesmos princípios adotados para gramados, tais como tolerância as condições climáticas do local (elevada ou baixa temperatura do ar, umidade do ar, ou precipitação e ventos fortes); taxa de sobrevivência e de crescimento. Não obstante, considera-se também a capacidade das plantas se desenvolverem em substratos com baixa fertilidade e profundidade (Beatrice e Vecchia 2011, Nektarios et al. 2012); baixa exigência em manutenção (Souza et al. 2015); resistência a seca prolongada e com bom desempenho hidrológico (Bonoli et al. 2013, Dvorak e Volder 2013, Cipolla et al. 2016, Savi e Tavares 2018, Stojkov et al. 2018), como exemplo das espécies do gênero *Sedum* L. e outras suculentas como *Delosperma* N.E.Br. que desempenham papéis funcionais e ornamentais (Dunnett e Kingsbury 2010).

Nas cidades, que apresentam reduzida cobertura vegetal devido ao processo de urbanização, a incidência direta da radiação solar nas construções e asfaltos, retorna ao meio externo sob a forma de calor, o qual tem sua dissipação reduzida devido às condições do ambiente e conseqüentemente há o aumento da temperatura, ocasionando o fenômeno “Ilhas de calor” ao redor das cidades (Shams et al. 2009). Quando o telhado verde é implantado sobre telhados convencionais de fibrocimento, proporcionam redução da amplitude térmica (Carneiro et al. 2015) no interior das instalações e no meio ambiente (Cipolla et al. 2018).

Além do conforto térmico, os telhados verdes podem fornecer ganhos paisagísticos. E espécies vegetais como: *Begonia cucullata* willd. (Zhao et al. 2017); *Crassula capitella* ‘Campfire’ (Lessa et al. 2007); *Echeveria pulvinata* ‘Frosty’ (Godeau et al. 2017); *Portulaca grandiflora* (Lind.) (Laar et al. 2001, Guralnick et al. 2002); e *Salvia nemorosa* ‘Bordeau Steel Blue’ (Sage) (Tychonievich e Warner 2011), podem ser exploradas para uso em telhados verdes com função multifuncional, incluindo a paisagística. Frente ao exposto, o presente trabalho visa caracterizar e selecionar acessos de *Axonopus* P. Beauv e *Paspalum* L. em termo de capacidade de propagação por *sprigs* para formação de gramados, taxas de

crescimento e desenvolvimento de mudas (*plugs*) para uso como gramados e plantas ornamentais, e selecionar espécies de uso paisagístico, resistentes a elevadas temperaturas para uso em telhados verdes multifuncionais.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 *Axonopus* E *Paspalum* PARA USO COMO GRAMADOS

#### 2.1.1 Aspectos botânicos de *Axonopus* e *Paspalum*

A família Poaceae inclui 793 gêneros e cerca de 10.000 espécies de plantas, sendo considerada como uma das mais importantes famílias de plantas vasculares, tanto em número de espécies como em importância econômica e ecológica. No Brasil, ocorrem 255 gêneros e 1486 espécies, dos quais 21 gêneros e 498 espécies são endêmicos (Filgueiras et al. 2015).

O gênero *Axonopus* P. Beauv., pertencente a tribo Paniceae, é nativo das regiões tropicais e subtropicais da América, encontrado desde o estado da Virgínia, nos Estados Unidos, até a Argentina, na província de Buenos Aires (Black, 1963) e nas ilhas de Páscoa e do Caribe (Giraldo-Cañas, 2008). No Brasil, também se encontra amplamente distribuída, presente nos domínios geográficos da Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal, com 53 das espécies (Delfini et al. 2018).

O gênero *Axonopus*, compreende plantas geralmente perenes, raramente anuais, cespitosas, às vezes rastejantes, estoloníferas ou rizomatosas, de folhas tenras a muito duras e distingue-se de outros membros da tribo Paspaleae por ter espiguetas solitárias em posição invertida, ou seja, com o lema superior oposto ao eixo da coluna vertebral e por falta de glume inferior (Giraldo-Cañas, 2014), e colmos floríferos com 30 a 60 cm de altura (Hickenbick et al. 1975, Maximino et al. 2017).

As inflorescências podem ser solitárias ou terminais e axilares surgindo do último nó caulinar, composto por racemos espiciformes conjugados, unilaterais, com agrupamentos simples, digitada ou subdigitada (Salarinato et al. 2011). O número de inflorescências por colmo varia entre um e quatro, mas normalmente são um ou dois. As panículas são simples

(cachos de ramificação de primeira ordem), ocasionalmente ramificadas em direção a sua porção proximal (com ramificações de segunda ordem) (Giraldo-Cañas, 2013).

Na flor de *Axonopus*, as anteras e os estigmas emergem em conjunto, ocorrendo à deiscência da antera, conseqüentemente a liberação do pólen e simultaneamente a antese das inflorescências ao longo de várias flores adjacentes. Estas condições favorecem a geitonogamia (Giraldo-Cañas, 2012).

Na propagação sexuada deste gênero, observa-se a ocorrência de sementes chochas (cariopses vazias, ocasionando espiguetas vazias). Carmona et al. (1999), observaram em *Axonopus* a ocorrência de espiguetas férteis inferior a 5%, acarretando a diferença de massa entre espiguetas cheias e vazias, fazendo com que seja necessário o beneficiamento das sementes por meio da ventilação.

A reprodução assexuada é uma característica importante no estabelecimento do gramado. Wang et al. (2014) ao avaliar a variação genética da reprodução assexuada em *Axonopus compressus* (Sw.) P. Beauv., foi possível observar em 83 acessos a produção e o aumento de estolões por ramos primários perfilhados com a expansão e crescimento da planta, sendo classificados ainda em três tipos de reprodução assexuada: a propagação rápida, a intermediária, e lenta por estolões. Esses resultados forneceram uma base para o desenvolvimento, uso e melhoramento de novas cultivares (Wang et al. 2014).

A *Axonopus parodii* L., quando em condições naturais, apresenta elevada cobertura vegetal devido ao hábito estolonífero, proporcionando ocupação contínua e rápida de grandes áreas (Boldrini et al. 1997, Boldrini et al. 2008), com isso, vem sendo alvo de estudos para uso como gramado ornamental. A mesma demonstrou boa cobertura vegetal (Castro et al. 2015a), formação de um gramado com aparência geral muito agradável (Silva et al. 2018) e elevada expansão (Silva 2015, Silva et al. 2018).

O gênero *Paspalum* L. apresenta aproximadamente 330 táxons nativos da América tropical e subtropical (Maciel et al. 2009b). No Brasil, são estimadas 210 espécies e 75 endêmicas (Oliveira e Valls 2015). É considerado o gênero da tribo Paniceae de maior importância econômica, seja pela qualidade como planta forrageira, ou por incluir táxons empregados na alimentação ou na medicina popular (Zuloaga e Morrone 2005).

O gênero compreende plantas herbáceas, anuais ou perenes, estoloníferas, com ou sem rizoma. O colmo pode ser ereto do tipo decumbente, semiprostrado, prostrado ou inclinado,

com um a sete nós. As folhas são concentradas na base ou regularmente distribuídas ao longo do colmo, com bainha foliar glabra, pubescente, às vezes ou sempre pilosa (Maciel et al. 2009b). O gênero *Paspalum* no Brasil apresenta uma ampla variabilidade genética entre e dentro das espécies (Castro et al. 2015b).

A inflorescência em *Paspalum* apresenta de um a sete ramos, alternos, subconjugados ou conjugados, com inflorescência axilar ausente ou presente, ráquis glabra, com tricomas esparsos e escabra, foliácea. A espiguetas pode ser elíptica, obdeltóide, oboval, oval, suborbiculares, orbiculares, escultiforme, côncavo-convexa, plano-convexa, aguda, apiculada, acuminada, obtusa, pareada ou solitária. Além disso, podem estar presentes glumas que envolvem as espiguetas inferiores e superiores (Maciel et al. 2009b).

Os gêneros *Axonopus* e *Paspalum* são morfologicamente parecidos, sendo diferenciados pela orientação das espiguetas: solitárias, subsésseis e adaxiais em *Axonopus* e espiguetas abaxiais, pediceladas e solitárias ou pareadas em *Paspalum* (Morrone et al. 2012).

Quanto à propagação, Maeda e Pereira (1997) relatam baixo valor germinativo das sementes de espécies de *Paspalum*, devido à ocorrência de sementes chochas (cariopses vazias, ocasionando espiguetas vazias), como também pela alta incidência de dormência das sementes granadas, no qual implica maior tempo para germinação. Outro fator que também envolve a produção de sementes do gênero *Paspalum* é apomixia (Quarín e Normann 1990).

Castro et al. (2015a) afirmam que a grama Batatais (*Paspalum notatum*) é a espécie nativa brasileira mais cultivada do gênero *Paspalum*, utilizada principalmente em rodovias e pode ser um excelente gramado de baixa manutenção. Os autores ainda ressaltam que se trata de uma espécie polimórfica, com diferentes genótipos naturais.

Newman et al. (2014), descreveram a grama ‘*Bahiagrass*’ (*P. notatum*) nos Estados Unidos (EUA) como uma gramínea de desenvolvimento adensado de folhas e brotações na base da planta, rizomatosas, de crescimento vertical a partir de 50,80 a 63,50 cm (20-25 in), com hábito de crescimento prostrado, de reprodução por sementes, mas expandida vegetativamente por perfilhos e estolões. A espécie ainda é adaptada a solos arenosos e tolera baixa fertilidade e pH do solo, crescendo bem em solos com pH ácido de 4,5 a 6,5, sendo o pH alvo de 5,5. Os autores ressaltam que ‘*Bahiagrass*’ sobrevive bem em solos secos e cresce vigorosamente sob elevada temperatura e dias longos, como exemplo, mais de 85% da produção de forragem ocorre durante os seis meses mais quentes do ano (abril a setembro).

Portanto, é uma espécie que apresenta condições de adaptação ao nordeste brasileiro. Segundo Castro et al. (2015b), a grama forma um sistema radicular extenso e profundo, o que favorece a produção de placas de grama para implantação de gramado por tapetes.

### **2.1.2 Banco de germoplasma e Melhoramento Genético de *Axonopus* e *Paspalum***

Com o aumento da erosão de recursos genéticos vegetais, seja pelo o desmatamento, seleção natural ou pela intervenção humana através de exploração e seleção de recursos ambientais e genéticos, acentuam-se as perdas de materiais vegetais genéticos. A principal preocupação dos melhoristas é a perda ou diminuição da variabilidade genética de espécies de materiais vegetais cultivadas e de seus parentes silvestres, bem como variedades locais, gerando o estreitamento da base genética (Hallauer et al. 2010). Daí a necessidade de armazenar materiais genéticos vegetais importantes para o melhoramento genético em bancos ou coleções de germoplasmas.

Os Bancos Ativos de Germoplasma (BAG) têm como principal objetivo, o resgate de populações que tenham importantes características biológicas a serem preservadas (Hiemstra et al. 2005, Silva et al. 2012). É o repositório de genes indispensáveis aos trabalhos de melhoramento genético de plantas por propiciar materiais genéticos mais adaptados e produtivos para serem utilizados nos sistemas de produção (Embrapa 2019).

As coleções de germoplasma permitem estudos de pré-melhoramento, como estudos básicos de reprodução, caracterização morfológica e agrônômica, viabilidade, germinação e dormência de sementes. A partir destas caracterizações, a escolha torna-se mais adequada e correta de genitores para hibridação e futuras avaliações de desempenho e seleção das progênies (Mazzocato et al. 2014). Portanto, para que o desenvolvimento de um programa de melhoramento genético venha apresentar sucesso, é necessário basear-se em coleções representativas da variabilidade natural existente de cada espécie a ser melhorada (Harlan 1983, Valls et al. 2004).

No início dos anos 80 houve o incentivo para a criação de bancos de germoplasma de gramíneas no Brasil. Para tal foram coletadas centenas de acessos de *Andropogon gayanus*, *Brachiaria*, *Cenchrus ciliaries*, *Paspalum* e *Panicum maximum*, além da obtenção de

germoplasmas silvestres e exóticas de espécies de *Axonopus*, *Bromus*, *Hemarthria* e *Pennisetum* (Valls et al. 2004).

A Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) selecionou seis híbridos triplóides espontâneos do gênero *Axonopus* a partir de híbridos estoloníferos, os quais os agricultores têm formado pastagem, por propagação vegetativa. Entre estas, a grama Missioneira Gigante ( $2n=30$ ), mostrou ter excelente desempenho em várias estações experimentais catarinenses e chegou a ser incorporada à pesquisas na Argentina, pelo Instituto de Botânica del Nordeste em Corrientes (Valls et al. 2004).

Devido a devastação acentuada do Bioma brasileiro, foi levado em consideração o risco de perda de materiais genéticos. Dessa maneira, houve a necessidade da realização de expedições de coletas nestes campos remanescentes, bem como, respectivos registros de materiais vegetais, caracterização morfoagronômica e conservação, sendo empenhados recursos humanos e financeiros nesta área de atuação (Mazzocato et al. 2014).

Em 2009, houve a revitalização do Banco Ativo de Germoplasma Forrageiras do Sul na Embrapa Pecuária Sul, onde foram realizadas expedições de coleta de plantas forrageiras nativas, atingindo os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Portanto, estão conservadas sementes sob refrigeração, mudas em casa de vegetação e plantas em campo. O BAG de Forrageiras do Sul possui mais de 140 acessos de plantas nativas com potencial forrageiro, concentrados nos gêneros de *Paspalum* e *Bromus*, assim como de espécies exóticas de interesse forrageiro. O gênero *Bromus* está representado por três espécies com seus respectivos números de acessos: 19 de *B. auleticus* Trin. ex Nees, cinco de *B. catharticus* Vahl e um de *B. brachyanthera* Döll. O *Paspalum* possui várias espécies no BAG, sendo melhor representado por: 32 acessos de *P. notatum* Flügge, 21 de *P. dilatatum* Poir., 17 de *P. leptum* Schult. e 13 de *P. pumilum* Nees. (Mazzocato et al. 2014).

Em 2011, no Brasil, a Embrapa Pecuária Sudeste (São Carlos, SP) reunindo materiais de várias localidades e inclusive do BAG de Forrageiras do Sul, deu início a um projeto de pesquisa com espécies de gramíneas do gênero *Paspalum*, com o objetivo de desenvolver cultivares para serem utilizadas em: estabilização de encostas, principalmente em estradas e rodovias; como gramados e áreas de recreação; e para amenizar a temperatura em zonas urbanas. A mesma coordena um Banco Ativo de Germoplasma (BAG) deste gênero, onde há mais de 320 acessos de 37 espécies coletadas em várias regiões do país (Marcos et al. 2011).

A variabilidade genética contida neste BAG de *Paspalum* spp. e suas sub-coleções fornece uma ampla seleção do germoplasma de gramado mais adequado para diferentes usos, condições ambientais e requisitos de manutenção (Castro et al. 2015b).

A partir dos acessos cultivados do BAG de *Paspalum* spp., foram desenvolvidas diversas pesquisas no nordeste do Brasil quanto a: eficiência da cobertura do solo pela grama (CASTRO et al., 2015a); potencial de produção de sementes e qualidade sanitária (Santos 2017). Acessos de *Axonopus parodii* e *Paspalum notatum* avaliados na Zona da Mata de Pernambuco apresentaram potencial para uso como gramado ornamental, caracterizados pela excelente aparência geral quanto a cobertura do solo, mostraram-se superiores quanto a supressão de plantas daninhas (Silva et al. 2018).

Uma referência de conservação de genótipos de *Paspalum* é na Universidade de Georgia (UGA) pela coleção de *Seashore paspalum* (*Paspalum vaginatum* Swartz) por ser a maior e mais diversificada coleção de ecótipos do mundo. E como mais uma alternativa do uso de *Paspalum*, foi adotada a hibridização para gerar nova variação genética através de recombinação. Na Universidade de Geórgia, foram reunidos ecótipos de *P. vaginatum* de todo o mundo e iniciando programa de melhoramento para avaliar as características de relva e potencial genético deste material, tornando-se o programa de melhoramento de *Paspalum* como um dos principais contribuintes para o desenvolvimento de cultivares adequadas para campos de golfe por apresentarem características como tolerância ao sal, crescimento baixo, recobrimento rápido do solo e tolerância a diferentes alturas de corte, mantendo relva densa e com qualidade (Raymer et al. 2008).

A introdução do gênero *Paspalum* nos Estados Unidos, bem como em outras partes do mundo, se deu devido ao uso destas plantas como colchão em navios negreiros, sendo descartadas em áreas costeiras e retornando a crescer em áreas sujeitas a águas salinas (Trenholm et al. 2001). A alta exigência de absorção de água pelos gramados motivou o programa de melhoramento genético de *Paspalum* nos Estados Unidos a desenvolver gramíneas tolerantes ao sal, possibilitando a irrigação de águas salobras, do mar ou que contenham resíduos, sendo observado pela grama '*Seashore paspalum*' resistente a salinidades da água de irrigação (Raymer et al. 2008).

## 2.2 GRAMADOS

### 2.2.1 Gramicultura no Brasil

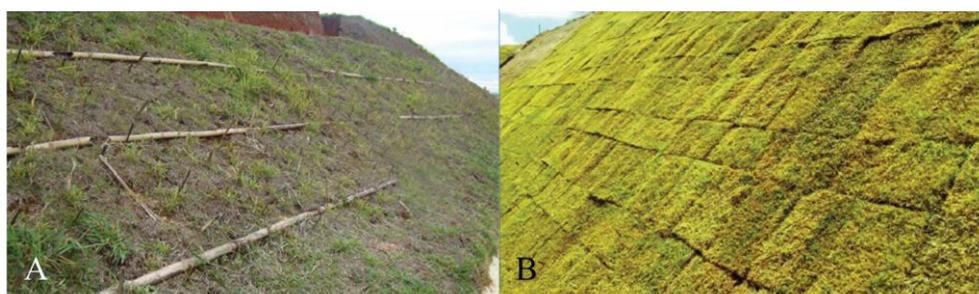
A gramicultura é um mercado milionário (Castro et al. 2015a), associado as atividades econômicas como produção e fornecimento de grama, enquadrando produtores de grama, fabricantes de equipamentos, produtos para manutenção, como também atacadistas, varejistas, vendedores, e prestadores de serviços que realizam a manutenção do gramado, desde a poda, irrigação, fertilização e controle de pragas e doenças (Haydu et al. 2009).

No Brasil e em muitos países a gramicultura é um ramo do agronegócio, pois os gramados estão presentes em campos de futebol e golfes, além do paisagismo urbano e rural. Todavia, as atividades econômicas deste setor, muitas vezes não estão atentas na hora de elaborar políticas de apoio à produção ou de pleitear medidas de fiscalização para normatizar o mercado (Sistema Faep/Senar - PR 2017).

Além disso, existe no Brasil, o mercado ilegal de gramas, baseado na atividade extrativista, em que as mudas de gramas são retiradas manualmente de campos ou pastagens, cuja área de produção não está regularizada (Figura 1A). A atividade acarreta danos ao consumidor pela grama ser comercializada ilegalmente e confere impactos negativos sobre o ambiente, porque após a colheita os campos são abandonados, expostos a erosão, e com frequência isto ocorre em áreas que deveriam ser preservadas, como margens de rios e córregos. E o mercado legalizado de grama procede do cultivo de gramas nativas ou exóticas em áreas destinadas ao plantio, utilizando tecnologia, insumos, equipamentos e mão de obra especializada (Figura 1B) (Associação Nacional Grama Legal 2019).

No cenário estadual, este é um setor da gramicultura que vem crescendo em área e em importância econômica. De acordo com o Departamento de Economia Rural (Deral) da Secretaria Estadual de Agricultura e Abastecimento (Seab), em 2011 a grama ocupava 1.580 hectares no Estado, com um Valor Bruto de Produção (VBP) de R\$ 43,6 milhões. Em 2014 a área evoluiu para 2.016 ha e o VBP para R\$ 77,8 milhões. No ano seguinte (último dado disponível), houve uma pequena redução para 1.589 ha e R\$ 62,7 milhões (Sistema Faep/Senar - PR 2017).

Dentre as espécies exóticas cultivadas no Brasil como gramados sob manejo intensivo, em jardins públicos, domésticos ou industriais, além da grama Esmeralda (*Zoysia japonica*), são cultivadas *Stenotaphrum secundatum* (grama Santo Agostinho ou grama Inglesa), *Zoysia matrella* (grama Coreana), *Z. tenuifolia* (grama Veludo) e *Cynodon dactylon* (grama Bermuda ou grama Seda), *C. magenissii* e alguns híbridos interespecíficos de *Cynodon* (*C. dactylon* x *C. transvaalensis*) (Souza et al. 2016).



**Figura 1.** Imagens: aspecto da grama oriunda do extrativismo (A); e aspecto técnico da grama cultivada (B). Fonte: Associação Nacional Grama Legal (2019).

Em termo de utilização de espécie de grama nativa, o *Paspalum notatum* conhecido como grama Batatais, grama Forquilha, grama Mato Grosso, grama Comum, grama de Pasto e Gramão, se destaca como sendo a espécie mais utilizada em gramados de áreas urbanas, além da grama Esmeralda (Lorenzi 2013). A espécie é cultivada a partir de propágulos coletados em áreas de pastagens degradadas onde é encontrada como invasora, cuja atividade extrativista e comércio informal, acarretam difícil dimensionamento (Arigoni 2012). A grama é indicada em obras públicas, parques industriais, gramados esportivos, praças e jardins onde o tráfego de pessoas é intenso (Gurgel 2003, Almeida et al. 2013).

Outras espécies nativas também utilizadas para gramados rústicos, porém de popularidade menor, mas de significativa importância regional, são: *Axonopus obtusifolius*, *A. compressus* (grama São Carlos), e *A. fissifolius* (grama Tapete ou grama Jesuíta) (Souza 2013). Segundo Kojoroski-Silva et al. (2011), as espécies *A. affinis* Chase e *A. compressus* (Sw.) P. Beauv., se destacam pela tolerância ao frio.

Com a realização da Copa do Mundo em 2014 e das Olimpíadas no Brasil, em 2016, o setor da gramicultura no Brasil, teve incrementos econômicos, devido aos investimentos

necessários em infraestrutura para os eventos esportivos (Godoy et al. 2012), o que também favoreceu o desenvolvimento de pesquisas (Martello et al. 2014). Na última década, o setor produtivo de gramas cultivadas teve grande avanço, e dentre os fatores que propiciaram este resultado, destaca-se a atuação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) que, visando combater o extrativismo da grama Batatais, regulamentou a produção comercial o que proporcionou um aumento no volume produzido pelo setor (Zanon 2015).

### **2.2.2 Benefícios e papéis múltiplos do uso de gramados**

A forração com vegetação permanente sobre o solo é uma prática agrícola antiga e popular, feita para atender propósitos recreativos, paisagísticos, ambientais, ornamentais, esportivos e anti-erosivo. Espécies de diferentes famílias botânicas têm sido utilizadas para esse propósito. Entretanto, espécies de Poaceae tem se destacado por apresentar ciclo perene, crescimento rápido e rasteiro, frequentemente associado à produção de estolões, rizoma ou de ambos que lhes permitem ampla cobertura do solo (Souza 2013). Essas formam os gramados, que dependendo da espécie, da cultivar e do propósito de cultivo, têm seus crescimentos verticais reduzidos por podas mecânicas ou por aplicação de redutores químicos de crescimento (Souza et al. 2016).

Os gramados podem ser classificados em função de seu papel nas atividades humanas como: funcional; recreativa; e ornamental. Aos usos funcionais do gramado, incluem o controle da erosão eólica e hídrica, acarretadas pela função primordial de recobrimento protetivo de superfícies de solo, esperado em quase todas as situações de cultivo ou especialmente desejado em taludes, encostas, aterros, faixas de domínio de sistemas viários (rodovias, ferrovias), faixas de pistas em aeródromos ou em tanques escavados de piscicultura (Souza et al. 2016).

No controle eólico e hídrico, os gramados atuam na redução de perda de sedimentos do solo e redução de escoamento e inundações durante a recarga de água subterrânea proveniente da chuva; reforçam o aprisionamento e biodegradação de compostos orgânicos sintéticos; consequentemente auxiliam na recuperação de solos perturbados. Além destas vantagens para o ambiente, os gramados atuam na conversão do CO<sub>2</sub> e produção de O<sub>2</sub> para atmosfera; purificação do ar atmosférico ao absorver poeira e gases poluentes; dissipação do

calor urbano; redução de ruído urbano e veículos em estradas; diminuição de problemas de poluição visual; redução do risco de incêndio; e asseguram segurança na operação do veículo em estradas (Beard e Green 1994) (Figura 2).



**Figura 2.** Gramados funcionais: a margens de estradas e rodovias (A; B); em cortes e aterros (C); e recobrimento protetivo de encostas (D). Fotos: Vivian Loges. Fonte: Silva (2015).

Os gramados para uso recreativo como atividades esportivas (golfe e futebol) ou contemplativas contribuem com o nivelamento de superfícies do solo, inibem o crescimento de plantas invasoras capazes de produzir desconforto e permitem uma ampla visibilidade das áreas, transmitindo sensação de segurança aos usuários (Souza et al. 2016).

Em relação ao uso ornamental, Silva (2015), ressalta que um gramado uniforme e exuberante, composto por uma única espécie de grama, sem plantas invasoras ou sem irregularidades, valoriza a aparência de empreendimento. Os gramados também contribuem com a atenuação de ruídos, dissipação de calor e redução de estresses em populações humanas (Stier et al. 2013) (Figura 3).



**Figura 3.** Imagens: gramados recreativo (A); e ornamental (B). Fotos: Stella Áurea (A); Vivian Loges (B).

Além do uso como cobertura permanente do solo, os gramados também apresentam características promissoras para uso em telhados verdes. O crescimento prostrado, capacidade de cobertura da superfície, tolerância a fatores de estresse, como seca, calor, irradiância solar e poluição do ar, tornam os gramados como bons candidatos para esse uso (Nektarios et al. 2012).

### 2.2.3 Critérios de seleção e caracterização de gramíneas para uso como gramados

Durante a seleção de gramíneas para uso como gramados é importante observar fatores como estabelecimento e manutenção. Portanto é necessário, escolher cultivares adaptadas às condições ambientais do local de cultivo, e saber qual tipo de função que o gramado irá desempenhar, e assim o tipo de manutenção a ser aplicado e o nível de qualidade esperada do gramado para determinado uso (Polomski e Mccarty 2003).

Características genotípicas associadas à perenidade das plantas são de grande relevância para fins paisagísticos, porém há aquelas relacionadas à qualidade ornamental, como uniformidade da coloração e cobertura vegetal (Silva et al. 2018), textura e densidade do gramado (Souza et al. 2016). Para fins de recreação e lazer, além dessas características, também requer, sensações táteis como maciez e tolerância ao desgaste resultante de tráfego humano (Sun e Liddle 1993).

A manutenção da cor dos gramados após o corte é outra característica importante. Algumas espécies, após o corte, podem demonstrar a sensibilidade através de manchas

amarronzadas devido à queima do ápice das folhas. No plantio através de tapetes, a manutenção da cor verde mais intensa significa maiores concentrações de clorofila, que pode favorecer maior taxa fotossintética e conseqüentemente maior produção de carboidratos e enraizamento mais rápido dos tapetes após o transplante (Godoy et al. 2006).

Gramados adensados são especialmente desejados para fins paisagísticos e recreativos (Murdoch et al. 1998). Em gramados esportivos, a alta densidade permite formar uma plataforma macia (almofada) o que favorece a redução de lesões aos atletas (Gobilik et al. 2013). Além desta vantagem, Silva et al. (2018), analisaram que genótipos de *Paspalum notatum*, de maior crescimento, proporcionaram maiores taxas de ocupação, e maiores biomassas secas da parte aérea do gramado, minimizando o desenvolvimento de plantas daninhas e conservando assim a qualidade do gramado.

Em contrapartida, quando as gramíneas formam densa cobertura vegetal, no desenvolvimento da parte aérea, pode formar ambientes propícios ao aparecimento de insetos, e assim intensificar a disseminação de pragas e doenças. Isso pode ser minimizado com o controle da altura das plantas através de podas constantes (Souza et al. 2016).

Outra característica relevante para seleção de gramados é a tolerância ao estresse hídrico, sendo um atributo cada vez mais desejado para gramados, face a demanda desta característica mesmo em regiões onde o problema não é crônico (Kanapeckas et al. 2008). Associada a esta característica, também deve ser considerada a tolerância a baixa fertilidade do solo ou substrato principalmente para utilização de gramas em margens de estradas, campos de aviação e recuperação de áreas degradadas, em que geralmente são mantidas sob um regime de baixa manutenção, sem uso de fertilizantes ou irrigação (Castro et al. 2015a).

Em gramados ornamentais, o florescimento resulta na diminuição da qualidade ornamental, pois a emissão de hastes florais tende a diminuir a produção de folhas e, por alcançarem alturas de crescimento mais elevadas que o máximo desejado para o dossel, de folhas, requer podas (Zhang et al. 2007). O florescimento também não é desejável em gramas destinadas ao cultivo em áreas de aeroportos, uma vez que pode significar a produção de sementes e atração de animais granívoros, representando um risco à segurança de aeronaves (Belant e Ayres 2014).

Quanto às características agronômicas, vale ressaltar a importância da taxa de pagamento e taxa de cobertura da grama (Castro et al. 2015a), crescimento lateral e altura da

grama (Castro et al. 2015b), frequência de poda e biomassas das aparas de grama após as podas (Silva et al. 2018). Vale ressaltar que quanto maior a quantidade de massa fresca produzida, maior necessidade de corte, e conseqüentemente, há maior gasto com máquinas, operadores e combustíveis, portanto maior custo para manter a estética do gramado (Santos et al. 2016, Santos e Castilho 2018).

De acordo com Martello et al. (2014), na seleção de um genótipo para uso como gramado é importante considerar o processo de comercialização de gramas e implantação dos gramados, a capacidade de sobrevivência das mudas após o plantio, o que contribui significativamente para a cobertura da grama no solo. Porém, a quantidade de tempo necessário para cobertura completa do solo, é influenciada diretamente pela taxa de crescimento lateral de cada espécie vegetal (Volterrani et al. 2008), cuja característica, se dá pelos propágulos vegetativos, rizomas e/ou estolões (Youngman et al. 2017). Ambos são capazes de originar uma nova planta, permitindo que a grama se desloque ou cresça lateralmente e além de recobrir áreas danificadas por insetos e doenças (Polomski e Mccarty 2003), ocupam os espaços disponíveis no solo, com perfilhos, levando a um dossel de alta densidade de grama. Kojoroski-Silva et al. (2011) enfatiza que a capacidade de estabelecimento de gramas estoloníferas é dependente do hábito de crescimento e que os estolões de maiores comprimentos são indicativos de maior capacidade de mobilidade e de colonização de novas áreas, portanto de crescimento lateral.

Patton et al. (2007), ao observar genótipos de *Zoysia* spp., afirmaram que o maior acúmulo de matéria seca nos estolões e rizomas, auxilia no rápido estabelecimento da planta. Outro aspecto importante a ser considerado na seleção de gramas estoloníferas ou rizomatosas, é a capacidade de propagação vegetativa dos acessos, visto que o método por *sprigs* foi considerado por Souza et al. (2016) de elevado grau de relevância (nota máxima 5) para uso em jardins industriais e recreativos, em faixas de domínios de rodovias e ferrovias, a margens de pistas em aeródromo e tanques de piscicultura, e em telhados verde.

#### **2.2.4 Propagações de gramíneas para formação de gramados**

O uso de sementes para a formação de gramados desperta interesse por tratar-se de propágulo de perecibilidade mais lenta, fácil transporte, armazenamento e distribuição. Nos

casos em que o genótipo selecionado apresenta modo apomítico de reprodução, a multiplicação via semente proporciona vantagens semelhantes às da propagação vegetativa (Souza et al. 2016), que atua como uma clonagem da planta matriz, isso reduz as possibilidades de segregação gênica, facilitando o alcance pelos usuários de eventuais benefícios da seleção. Além disso, Souza (2013) menciona que este método de propagação pode reduzir os custos. O cultivo do gramado, a partir de sementes, é uma prática comum nos EUA e Europa. E quando bem conduzida se desenvolve uniformemente, com boa qualidade e baixo custo, quando comparado aos métodos por propagação vegetativa a partir de mudas ou tapetes (Maciel et al. 2009a).

A prática de implantação de gramados por sementes começou nos anos 80, no Brasil, por meio de sementes de *Axonopus* sp. e *Paspalum notatum*, geralmente vindas da Austrália. Entretanto, por apresentarem germinação lenta, em torno de 60 dias, a formação de gramados por meio de sementes caiu em descrédito e durante algum tempo não foi mais utilizada (Maximino et al. 2017).

Em muitos casos o potencial de produção de sementes viáveis é geneticamente limitado, devido a questões de sensibilidade das plantas ao fotoperíodo, autoincompatibilidade ou por esterilidade (Hanna e Anderson 2008). Maeda e Pereira (1997) relataram um baixo valor germinativo das sementes de espécie de *Paspalum*, devido à ocorrência de sementes chochas, como também pela alta incidência de dormência das sementes granadas, no qual implica tempo para germinação.

Boldrini et al. (2008) concluíram que o mecanismo que provoca a dormência em *Paspalum notatum* é físico, e que o lema e a palea impedem a entrada da água na cariopse. Para a quebra de dormência das sementes em gramíneas, no geral é proposto: o aumento da tensão de oxigênio; rompimento do tegumento; temperaturas alternadas; pré-friagem; exposição à luz; tratamento com nitrato de potássio; e tratamento com promotores de germinação como giberelina e citocinina (Lula et al. 2000).

Frente a todas estas dificuldades, dependendo da espécie e cultivar, é adotada a propagação vegetativa em gramados. O gramado formado através da propagação vegetativa apresenta bom desenvolvimento inicial, uniformidade das mudas, rapidez de produção de perfilhos, e características iguais a da planta de origem (Godoy e Villas Bôas 2005), porém existem várias limitações como, altos custos de implantação, necessidade de grande

quantidade de material de propagação e de mão-de-obra para implantação de grandes áreas (Batista et al. 2015). Esta forma de propagação pode ainda desencadear a disseminação de pragas e doenças provenientes da planta matriz.

Outro fator limitante na propagação vegetativa é a forma de transporte e acondicionamento das mudas (Souza 2013). Santos (2017) desenvolveu uma pesquisa para avaliação de resistência e viabilidade de propágulos vegetativos de *Axonopus parodii* e *Paspalum* spp., a baixas temperaturas, afim de conhecer a possibilidade de transporte e armazenamento destes, visto que sob armazenamento por 10 dias a 6,5° C, os propágulos mantiveram elevadas taxas de sobrevivência, e as mudas provenientes apresentaram alta capacidade de cobertura do solo e emissão de perfilhos.

A propagação por meio de tapetes e de rolos só é possível para genótipos cujas plantas produzem estolões e/ou rizomas finos e que formam gramados densos que resistam ao peso durante o manuseio, fato observado em grama Esmeralda (Backes et al. 2010). O plantio via tapete é recomendado onde a cobertura rápida é desejada por razões estéticas ou para evitar a erosão do solo. Isso permite o estabelecimento de um gramado de alta qualidade no menor tempo possível. Além disso, reduz as infestações de ervas daninhas.

Os *plugs* são mudas preparadas em solo de 6 ou 12 cm de profundidade. Quanto mais perto os *plugs* forem transplantados, mais rápido o gramado cobrirá solo, porém exige muito mais muda, podendo encarecer o plantio. O plantio de *plugs* pode ser mecanizado ou manualmente em áreas menores (Polomski e McCarty 2003).

Os *sprigs* são mudas de planta sem substratos com reduzida parte aérea, constituídas por fragmentos de estolões e/ou rizomas. São indicados para implantação de grandes áreas gramadas, como em jardins industriais, recreativos, em faixas de domínio de rodovias e ferrovias, à margens de pistas em aeródromos e de tanques de piscicultura, e para uso em telhados verdes (Souza et al. 2016). Este método de plantio é utilizado para o estabelecimento de gramíneas estoloníferas de variedades prostradas como “Bentgrass” (*Agrostis stolonifera* L.), híbridos de gramas Bermudas (*Cynodon dactylon* (L.) Pers. x *C. transvaalensis* Burt-Davy) e a grama Esmeralda (*Zoysia japonica* Steud) (Beard 1973), porém não há estudos para acessos de gramas de *Axonopus* e *Paspalum*.

## 2.3 TELHADOS VERDES

### 2.3.1 Definição, histórico e benefícios

Cobertura verde, telhado verde ou jardim suspenso é descrito como um sistema construtivo que consiste em uma cobertura vegetal e que pode ser instalado em lajes ou sobre telhados convencionais (Rangel et al. 2015). Alguns autores empregam o termo *Ecoroof* (telhado ecológico) como substituto do telhado verde, correlacionando aos serviços ecossistêmicos por ele desempenhados. Já o termo *green roof* (telhado verde) é usado para descrever os telhados extensos, com vegetação, como uma maneira de distingui-los de outros tipos de telhados que podem ter função ecológica, como telhados cobertos com células fotovoltaicas. O termo *living roof* (telhado vivo) também vem sendo adotado para descrever coberturas com vegetação que devido às condições climáticas ou estágio de desenvolvimento, apresentam coloração palhada ou marrom, não atendendo ao termo "verde" (Dunnet e Kingsbury 2010).

Telhado verde é uma atividade praticada milenarmente, fatos históricos narram que os primeiros jardins suspensos foram construídos pelos zigurates, na antiga Mesopotâmia, entre 600 a.C. e 450 a.C., sendo o mais famoso, conhecido como Etemenanki, com objetivo de manter o ciclo hidrológico e seu ótimo desempenho térmico (Rangel et al. 2015). Ainda na Mesopotâmia, há registros de telhados verdes no Templo de Zigurate de Nanna. Há ainda relatos de construções utilizando coberturas em outras civilizações antigas como os Romanos e Vikings (Lamberts et al. 2010).

Na Europa, ano de 1222, na cidade de Abadia Beneditina do Monte de Saint, França, na arquitetura gótica foram utilizadas plantas sobre estruturas em pedra. Em 1383, foi construída a Torre Guinigis na cidade de Lucca, Itália, onde foi implantado um jardim, a 36 metros de altura (Saleiro Filho et al. 2015).

Após a Segunda Guerra Mundial, a Alemanha, Áustria e Suíça adotaram a técnica de telhados verdes principalmente para prevenir incêndios. A Alemanha foi basicamente a protagonista em tornar o telhado verde mais visível para o mundo, promovendo o reconhecimento da sua importância a partir das últimas décadas do século XX (Canero e Redondo 2010).

No Brasil, o primeiro telhado verde foi implantado no Palácio Gustavo Capanema, no Rio de Janeiro em 1947, pelo arquiteto Lucio Costa, sendo atualmente a sede do Ministério da Educação (Canero e Redondo 2010), os demais foram idealizado por Roberto Burle Marx, como: Museu de Arte Moderna, Associação Brasileira de Imprensa e o edifício da Petrobrás, 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 estados e municípios brasileiros vêm aprovando leis a respeito do uso de telhados verdes. Em Jundiaí, São Paulo, o poder executivo local promulgou uma lei, que altera o Código de Obras e Edificações para que as edificações verticais, residenciais e comerciais tenham telhado verde. Em 2009, foi aprovado, o projeto que previa a criação do Programa Telhado Verde em São Paulo, extensivo a todos os prédios com mais de três andares (Saleiro Filho et al. 2015).

No Rio de Janeiro, foi apresentado o Projeto de Lei nº 090/2013, que confere o uso obrigatório de telhados verdes em projetos de edificações residenciais ou não, mas 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).

No Estado da Paraíba, a Lei Estadual n.º 10.047/2013, dispõe sobre a obrigatoriedade da instalação de telhado verde em projetos de condomínios edificados, residenciais ou não, de três unidades agrupadas verticalmente. A lei visa prevenir os efeitos deletérios e próprios das áreas urbanas, minimizando as ilhas de calor e proporcionando maior absorção das águas pluviais, conforto térmico, busca de áreas verdes em ambientes urbanizados, qualidade do ar, e entre outros benefícios desta tecnologia ambiental (Rangel et al. 2015).

Em 2015, a prefeitura de Recife (PE), aprovou o projeto de Lei nº 18.112 a obrigatoriedade do uso de telhados verdes e construção de reservatórios de acúmulo ou de retardo do escoamento das águas pluviais para rede de drenagem e dá outras providências. A Lei tem por decreto que os projetos de edificações habitacionais multifamiliares com mais de quatro pavimentos e não-habitacionais com mais de 400 m<sup>2</sup> de área de cobertura devam implantar os telhados verdes para sua aprovação, sendo recomendado, elaboração de estudos junto as organizações públicas ou privadas (LeisMunicipais 2015).

Os métodos para instalação de telhados verdes são um tanto quanto complexos, visto que deve ser uma estrutura completamente impermeável. Pendiuk et al. (2017) descrevem o suporte estrutural do telhado verde como: cobertura da construção, ou seja, base do telhado verde, sendo necessário uma avaliação da capacidade de carga permanente; camada impermeabilizante e drenos; camada protetora que garante que as raízes da camada de vegetação não prejudiquem a camada impermeabilizante; camada de isolamento térmico que serve para dificultar a dissipação de calor; camada de retenção de água, que armazena a água para a nutrição das plantas; camada drenante, feita na maioria das vezes com plástico PVC, para que a água em excesso escorra para os drenos; camada filtrante, para impedir o entupimento dos drenos; camada de substrato, composta por terra ou substratos comerciais, servindo de apoio a vegetação; e por fim, a camada de vegetação.

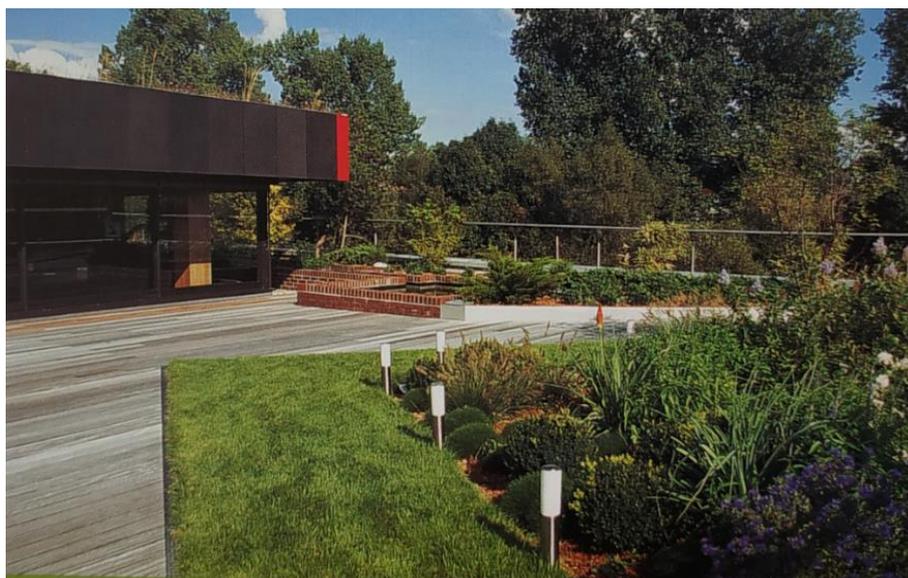
Existem três formas diferentes de telhados verdes, que depende do tipo de laje onde deverá ser instalado e dos objetivos que se esperam ser alcançados, são eles: extensivo, semi-intensivo e intensivo. Os telhados verdes extensivos caracterizam-se por serem de baixa complexidade e, por sua vez, incidem uma sobrecarga menor na estrutura, seja na laje, nos pilares ou nas fundações. Consequentemente presta-se para ajardinamentos com plantas de pequeno porte, compostos por vegetação rasteira e arbustos que requerem uma manutenção mais simplificada. Em termos técnicos necessitam de uma camada de solo variando entre 5 e 15 cm, assim representando uma carga estrutural de  $80\text{kg.m}^{-2}$  a  $150\text{kg.m}^{-2}$ , respectivamente (Vieira et al. 2018) (Figura 4).

Telhado verde extensivo não é necessariamente destinado ao uso regular pelo ser humano, pode nem mesmo ser planejado para ser visto regularmente, embora caminhos e espaços possam ser incorporados à estrutura do edifício que dá acesso ao telhado verde. Eles são considerados mais "ecológicos" e sustentáveis em termos de não exigir tanto aporte de recursos (como água e mão-de-obra) quanto aos jardins tradicionais, são geralmente muito mais baratos do que os telhados intensivos (Dunnet e Kingsbury 2010).



**Figura 4.** Telhado verde extensivo composto por vegetação de *Sedum hispanicum*, *S. album*, *S. reflexum* e *S. sexangulare*, no “Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali” (Departamento DICAM) da Universidade de Engenharia de Bolonha (Unibo). Bolonha (BO), Itália, 2018. Foto: Stella Aurea.

Os telhados verdes considerados intensivos, por que estes podem apresentar uma camada de solo variando de 15 a 40 cm, permitindo uma carga entre 180 e 500 kg.m<sup>-2</sup> sobre a estrutura da construção, fato que implica em maiores custos na construção como na manutenção, conseqüentemente sua empregabilidade torna-se restrita, devendo ser prevista sua implantação desde a fase de projeto (Vieira et al. 2018). Este tipo de telhado é semelhante aos jardins de telhado de estilo antigo, onde se espera que as pessoas usem a área tanto quanto um jardim convencional. As plantas tendem a ser mantidas em uma base individual da mesma maneira como isso seria em um jardim ao nível do solo. Os telhados verdes intensivos simples são cobertos com gramados ou plantas de cobertura de solo que requerem manutenção regular, portanto, são mais dispendiosos de instalar em comparação aos telhados verdes extensivos, além disso, podem suportar toda a gama de tipos de vegetação, desde árvores e arbustos até plantações herbáceas e gramados (Dunnet e Kingsbury 2010) (Figura 5).



**Figura 5.** Telhado verde intensivo com função recreativa. Modelo terraço, projetado com uso de gramado e canteiros de herbáceas e arbustivas floridas, além de todos os elementos de um jardim no solo e elementos arquitetônicos/paisagísticos. Fonte: Dunnet e Kingsbury (2010).

As técnicas dos telhados verdes extensivos e intensivos podem ser combinadas sobre o mesmo telhado (Dunnet e Kingsbury 2010), apropriando as vantagens de ambos. Nesse caso, em uma mesma área de cobertura, partes podem ser projetadas para suportar o telhado verde extensivo e outras o intensivo, a depender das condições da estrutura adotada e dos resultados que se pretende alcançar (Vieira et al. 2018). A estes tipos de telhados, alguns autores empregam termos como semi-extensivos, semi-intensivos, ou mistos.

Segundo Dunnet e Kingsbury (2010), a idéia de um telhado verde semi-extensivo é um criativo extenso telhado verde, onde a área do telhado é visível e interditado para uso humano. Telhados semi-extensivos têm a mesma filosofia de baixo ou nenhum tipo de acesso que o telhado verde extensivo, de uso de substratos leves e de tecnologias modernas de construção de telhado verde, mas possuem uma camada de substrato ligeiramente profundo (10-20 cm) e, portanto, permitem o cultivo mais diversificado de plantas (Dunnet e Kingsbury 2010) (Figura 6).

Com relação aos telhados verdes semi-intensivos ou mistos, Pinheiro et al. (2018) afirmam que a combinação dos dois tipos de sistemas (extensivo e intensivo), exercem uma carga de 100 a 700 kg.m<sup>-2</sup>, espessura vegetal de 15 a 100 cm e profundidade do substrato de 10

a 20 cm, permitindo mais possibilidades de design, podendo ser plantadas várias gramíneas, herbáceas perenes e arbustos.



**Figura 6.** Telhado verde semi-extensivo no Centro Empresarial Moorgate Crofts, Rotherham, Reino Unido, não é irrigado ou fertilizado, tem uma profundidade de substrato de 10-20 cm, é de baixa manutenção e rico em biodiversidade vegetal e animal. Fonte: Dunnet e Kingsbury (2010).

No ano de 2007, a legislação italiana publicou a primeira norma UNI 11235 “*Istruzioni per la progettazione, l’esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde*”, a respeito do uso de telhados verdes, que posteriormente foi atualizada em 2015. A norma define que de acordo com o grau de manutenção, o telhado verde extensivo usa espécies de plantas que requerem duas ou três operações de manutenção ao ano, enquanto que o telhado verde intensivo utiliza espécies de plantas com exigência de manutenção média ou alta, o que requer intervenções de manutenção de quatro a doze vezes ao ano. Esta distinção não está somente relacionada à espessura e peso da estratigrafia, mas também às necessidades energéticas globais para a manutenção da vegetação plantada, referindo-se ao conteúdo de material constituinte do telhado, às atividades necessárias para o telhado (poda, limpeza e coleta de folhas decíduas, etc.) e abastecimento de água (Stefanizzi e Resta 2015).

A adoção de coberturas verdes está se difundindo em projetos arquitetônicos com certa velocidade e com crescente interesse, visto que a melhoria do ambiente das cidades

contemporâneas está diretamente relacionada à existência de espaços abertos e à reintrodução da flora e da fauna nas cidades (Nektarios et al. 2012). As principais vantagens dos telhados verdes quando comparados com coberturas convencionais são: retenção da água chuva e retardamento do escoamento pluvial (Bonoli et al. 2013, Dvorak e Volder 2013, Cipolla et al. 2016, Savi e Tavares 2018, Stojkov et al. 2018); redução de calor interno comparado aos sistemas de telhados convencionais (Parizotto e Lamberts 2011); redução da temperatura da superfície do telhado e aumento da refletividade (Macivor et al. 2011); redução do efeito de ilhas de calor (Getter et al. 2009, Cipolla et al. 2018); redução da poluição do ar (Gartland 2010); e isolamento acústico (Ângelo 2017).

Em função da impermeabilização do terreno no meio urbano, o ciclo hidrológico é diretamente afetado na sua parte terrestre, devido principalmente ao aumento do escoamento superficial e consequente diminuição da infiltração, gerando alterações significativas na drenagem, elevando a possibilidade de ocorrência de enchentes, inundações e enxurradas. O uso de telhados verdes possibilita o aumento das taxas de infiltração das águas pluviais, reduz o volume do escoamento superficial através do retardo ou aumento da infiltração e também permite reter a água pluvial para posterior uso em outras atividades (Pinheiro et al. 2018). Esta retenção de água pode variar em torno de 34%, dependendo das plantas utilizadas no telhado verde (Savi e Tavares 2018).

Muitas vezes, a redução de áreas verdes pela urbanização, permite a mudança no microclima, intensificando o fenômeno de ilhas de calor ao redor de grandes centros urbanos que apresentam temperaturas mais elevadas do que regiões menos urbanizadas, isso devido à redução da vegetação, por que esta absorve a radiação emitida por meio da evapotranspiração (Scherer e Fedrizzi 2014). Ao invés de ser dissipada para atmosfera, a radiação fica retida nas construções, gerando ondas de calor e consequentemente aumento da temperatura (Shams et al. 2009). Quando o telhado verde é implantado sobre telhados convencionais de fibrocimento, proporcionam redução da amplitude térmica, diminuindo a temperatura no interior da instalação (Beyer 2007, Carneiro et al. 2015).

As edificações recebem duas vezes mais radiação solar pelos telhados do que pelas superfícies verticais, tais como paredes e esquadrias, os telhados verdes atuam como isolante térmico nos edifícios, evitando a troca de calor com o meio ambiente, e acarretando menor consumo de energia (Liu et al. 2012, Savi e Tavares 2018).

Com base neste fato, Movahhed et al. (2019), selecionaram um edifício comercial com uma área de telhado verde de 200 m<sup>2</sup>, treze pisos acima do solo e quatro pisos subterrâneos, e baseado em valores de consumo mensal e anual de eletricidade e gás natural, extraídos de suas contas de energia no ano de 2016, através das ferramentas DB e dados do Sistema HAVAC (*heating, ventilating and air conditioning*) - Sistema de Aquecimento, ventilação e ar condicionado, observaram diminuição do consumo total de energia para todo o edifício abaixo de 0,1%, porém, a redução do consumo de energia no último andar é de 16 a 18%, pois a maior influência do telhado verde no consumo de energia é no andar superior de qualquer edifício, visto que a falta de conexão direta do telhado verde com outros andares faz com que o consumo total de energia do edifício apresente menos variações.

A atenuação das temperaturas das habitações com telhados verdes contribui indiretamente para reduzir a demanda de energia, o que, por sua vez, reduz também os níveis de poluição do ar e as emissões de gases de efeito estufa para a produção de energia, além disso, a vegetação presente no telhado auxilia na troca gasosa, removendo partículas tóxicas e gases poluentes do ar, como o óxido nitroso, o dióxido de enxofre e o monóxido de carbono (Feitosa e Wilkinson 2018). Além disso, durante a fotossíntese, a vegetação remove o dióxido de carbono da atmosfera e armazena carbono na biomassa vegetal, um processo comumente, referido como sequestro de carbono terrestre.

Atrelado ao exposto acima, Blackhurst et al. (2010) afirmam que os telhados verdes não são tão econômicos com base no custo privado (referente aos proprietários) durante a fase de produção de material e construção, mas são alternativas competitivas a quaisquer outras medidas quando os benefícios sociais e públicos, como redução de energia, redução dos efeitos de Ilhas de Calor Urbano – *Urban Heat Island* (UHI) e redução de emissão de Gases de Efeito Estufa – *Greenhouse gas emissions* (GHG), consequente da redução de UHI e da economia do uso de eletricidade, são incluídos na proposta de planejamento de construções de edificações.

Em termo de função acústica, o substrato e a vegetação também são os componentes das coberturas verdes que mais contribuem para a atenuação sonora. Essa contribuição advém das características intrínsecas de cada material, condições em que se encontra e disposição que lhe é conferida. Essas camadas agem como um isolante, funcionando como barreiras

acústicas, reduzindo a poluição sonora proveniente do exterior do edifício, como de aviões, e os ruídos de locais industriais ou de tráfego (Ângelo 2017).

Além dessas vantagens, o telhado verde pode vir a contribuir com o valor estético da arquitetura urbana (Grant et al. 2003), por suavizar as paisagens dos centros urbanos, tornando-se uma solução eficiente para o aumento das áreas verdes, havendo a possibilidade de criar jardins onde antes não havia espaço, ou não era possível se implantar (Rangel et al. 2015, Viera et al. 2018), proporcionando bem-estar psicológico a partir da integração do ser humano com a natureza.

Outro benefício é a possibilidade de geração de renda, com o cultivo de plantas ornamentais, medicinais e temperos domésticos, inclusive de alimento saudáveis está sendo uma realidade em alguns países, possibilitando profissionalizar e empregar pessoas, caso os produtos sejam comercializados, proporcionando assim um novo segmento socioeconômico (Rangel et al. 2015, Vieira et al. 2018).

Na Itália, parte da população tem aproveitado espaços não utilizados para uso de cobertura verde voltado para produção de hortaliças. Orsini et al. (2014) avaliaram a capacidade produtiva de telhados verdes em áreas urbanas, o impacto do potencial na alimentação e nutrição, biodiversidade e outros benefícios associados a esses ecossistemas, adotando como modelo a cidade de Bologna. 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 em Bologna. Em 2016, Orsini et al. (2016), avaliaram o manejo sustentável de água em telhados verdes, abordando aspectos associado as espécies de plantas, aproveitamento de recursos naturais e efeitos na temperatura.

Em Toronto (Canadá), foi constatado que a partir de 650.000 m<sup>2</sup> de telhados verdes, o cultivo de hortaliças nestes permitiu um rendimento de 4,7 milhões de kg de produtos por ano (Peck 2003). Já em Vancouver (Canadá), Kaethler (2006) afirma que existe produção de alimentos em telhados de supermercados, restaurantes e habitações.

### 2.3.2 Critérios de seleção e plantas para uso em telhados verdes

Alguns critérios devem ser seguidos para selecionar plantas para uso em telhados verdes tais como a condição climática local, tipo de telhado (extensivo, semi-intensivo e intensivo) e a origem da planta ou adaptabilidade. Segundo Bastos (2017), é interessante selecionar plantas nativas porque contribuem com a preservação da flora local e são mais adaptadas. No entanto, existem espécies exóticas que se adaptam muito bem a uma região e devido a facilidade de propagação e a outras características morfológicas, se tornaram naturalizadas na região contribuindo com seu potencial ornamental e outros benefícios conhecidos somente no seu país ou no continente de origem.

Geralmente, as características desejáveis para uso de plantas em cobertura verdes são: elevadas taxas de sobrevivência da planta, rápida velocidade de estabelecimento da planta e elevadas taxas cobertura do solo; crescimento vertical rasteiro ou baixo; crescimento vigoroso radicular, tolerância à baixa manutenção e a baixa frequência de irrigação; resistência a ventos; adaptação à profundidade limitada do substrato e a baixa fertilidade; persistência da planta; e eficiência da cobertura vegetal em melhorar as condições térmicas das edificações.

A adaptação às profundidades limitadas de substrato é um importante fator para seleção de plantas, visto que atualmente, estudos são desenvolvidos para minimização de cargas aplicadas no edifício, exigindo alterações da composição de substratos em termo de peso e granulometria e profundidades. Portanto, é um desafio necessário da pesquisa selecionar plantas adaptadas para estas condições. Beatrice e Vecchia (2011), ao avaliar o potencial de uso das espécies *Arachis repens*, *Paspalum notatum* e *Ophiopogon japonicus*, cultivados em profundidades de substrato de 5 cm, 7,5 cm e 10 cm, obtiveram melhores resultados para taxa de sobrevivência e a cobertura do solo em maiores profundidades.

Nektarios et al. (2012), observaram que em telhados semi-extensivos, incluindo quatro diferentes substratos, com profundidade variável (7,5 e 15 cm) e dois regimes de irrigação (alta e baixa) adotados, a espécie *Zoysia matrella* 'Zeon' apresentou melhor desenvolvimento quando foi substituído a turfa por composto nos substratos. E quanto as condições de estresse hídrico, o bom desempenho só foi avaliado pelo o aumento da profundidade do substrato de 7,5 para 15 cm.

Dunnett e Kingsbury (2010) descreveram que para telhados verdes várias espécies do gênero *Sedum*: *Sedum acre* e *S. rupestre* (Syn. *S. reflexum*), comumente encontradas crescendo em muito pouco ou nenhum solo e enraizando em rachaduras ou junções entre telhas; e as outras espécies como *S. album*, *S. floriferum*, *S. hispanicum*, *S. kamtschaticum*, *S. sexangulares*, *S. spathulifolium*; e *S. spurium*, também são usadas em telhados verdes, porém com popularidade menor. Os autores justificam os usos dessas espécies, por que a maioria dos *Sedum* provém de áreas áridas ou bem drenadas onde a vegetação é limitada, porém são extremamente adaptadas as condições de um telhado verde extensivo.

Ao avaliar o desempenho hidrológico de um telhado verde, pelo uso de uma mistura de espécies de *Sedum*, como: *S. hispanicum*; *S. album*; *S. reflexum*; e *S. sexangulare*, Bonoli et al. (2013) obtiveram eficácia do telhado verde em retardar e reduzir os fluxos de água de 0,24 L.s<sup>-1</sup> para 0,02 L.s<sup>-1</sup>, e 0,14 L.s<sup>-1</sup> para 0,05 L.s<sup>-1</sup> em dois eventos de pico de chuva em Bolonha e Cipolla et al. (2016) observaram uma retenção média anual de 51,9%. Os autores defendem o uso dessas espécies em telhados verdes, por que acreditam que são capazes de crescer rapidamente e sobreviver a déficits prolongados de água. Sob estresse hídrico, as espécies de *Sedum* são capazes de adotar o modo de fotossíntese CAM (Crassulaceae Acid Metabolism - metabolismo ácido crassuláceo “MAC”) (Stojkov et al. 2018).

Taiz e Zeiger (2009), explicam que as plantas CAM, como as suculentas *Sedum* spp. apresentam o fechamento dos estômatos durante o dia e minimizam a perda da água pela reduzida transpiração e a noite, uma vez que os estômatos estão abertos e as moléculas de H<sub>2</sub>O e CO<sub>2</sub> partilham da mesma rota de difusão, o CO<sub>2</sub> é fixado e convertido em carboidrato pelo ácido do Ciclo de Calvin. À medida que as reservas de ácido málico são descarboxiladas pela ação da enzima NADP – málica, durante este processo, as células das folhas perdem acidez, logo moléculas de H<sub>2</sub>O são liberadas para o ambiente. A elevada concentração de CO<sub>2</sub> suprime a oxigenação fotorrespiratória da ribulose 1,5-bis-fosfato que favorece a carboxilação, dessa forma auxilia no fechamento estomático durante o dia que ajuda a conservar a água em seus tecidos celulares.

Savi e Tavares (2018), ao trabalhar com as espécies, *Bulbine frutescens* (bulbine), *Tradescantia zebrina*, variação *Purpusii* (trapoeraba), *Sedum mexicanum* (sedum), *Callisia repens* (dinheiro em penca) e *Zoysia tenuifolia* (grama coreana), perceberam que *Bulbine Frutescens* e *Sedum mexicanum*, apresentaram elevadas taxas de retenção de água da chuva

(69% e 62%, respectivamente), devido ao engrossamento da raiz, caule e folhas que permitem armazenar água nessas estruturas, além de apresentarem bom desempenho, com menor perda de folhas e amarelamentos das folhas. Além disso, foi observado que o fechamento da cobertura vegetal sobre o solo, também influenciou significativamente no armazenamento de água, limitando a condição de evaporação do substrato, sendo observado entre as espécies *Tradescantia zebrina*, *Callisia repens* e *Zoysia tenuifolia*.

No entanto, Stojkov et al. (2018), ao trabalhar com desempenho hidrológico de plantas com metabolismo CAM, espécies facultativas de *Sedum* e espécies nativas perenes herbáceas C3, observaram que as duas parcelas vegetais foram capazes de reter em média de 52% a 59% de água, justificando que a biomassa vegetal desenvolvida pelas espécies herbáceas durante a estação de crescimento é maior que a da mistura de *Sedum*; e as maiores perdas de evapotranspiração da mistura de plantas herbáceas, devido ao seu metabolismo C3 são mais consumidoras de água do que as perdas de evapotranspiração das espécies de *Sedum*, absorvendo desta forma mais água da chuva e do ar do ambiente.

Em termo de redução de temperaturas em edificações, Souza et al. (2015), ao avaliar o potencial de plantas medicinais e aromáticas para uso em telhados verdes extensivos, visando resistência das plantas à falta de manutenção (adubação, poda e rega), captação de águas pluviais e redução da temperatura interna do ambiente, observaram que a hortelã e o manjericão, foram resistentes a condições mínimas de manutenção, reduziram significativamente a temperatura interna até 5 °C, e melhoraram a capacidade de retenção de água, aumentando a permeabilidade do solo, favorecendo uma distribuição mais homogênea da água no substrato. Os autores ainda justificam que as plantas cumpriram seu papel na redução de temperatura pela ação do sombreamento, devido a cobertura vegetal densa, que mantém o solo mais úmido reduzindo a velocidade dos processos evaporativos e do mecanismo de fotossíntese.

Quanto ao conforto térmico, Carneiro et al. (2015) ao trabalharem com modelos reduzidos de telhados verdes em comparação a telhados convencionais de fibrocimentos e telhas recicladas, observaram que a camada vegetal de *Zoysia japonica* e *Arachis repens*, auxiliam na redução da temperatura da superfície interna da cobertura verde de 5,3 °C a 4,4° C, promovendo uma maior atenuação da temperatura dos ambientes de 1,37 °C a 1,35° C, conseqüentemente, promoveram maior conforto térmico.

Além das espécies de *Sedum*, comuns em telhados verdes, que também desempenham papéis funcionais e ornamentais, são muitos os membros suculentos de *Aizoaceae*, incluindo *Delosperma*, *Carpobrotus* e *Mesembryanthemum*. As plantas suculentas do gênero *Delosperma*, conhecidas como *ice plants* (plantas de gelo), da África do Sul, apresenta flores grandes com formatos de margaridas coloridas, cuja espécie mais conhecida é a *Delosperma Cooperi* (Dunnett e Kingsbury 2010).

Dvorak e Volder (2013) utilizaram espécies suculentas e herbáceas para avaliar a resistência a secas freqüentes e estresse por calor em telhado verde não irrigado, no Centro de Texas, sob clima tropical úmido. *Delosperma cooperi* mostrou uma grande capacidade de sobrevivência, apesar alguns níveis de mortalidade e taxa de crescimento reduzido no período mais seco, após o retorno de chuvas consistentes, as plantas desta espécie rebrotaram demonstrando grande persistência (Dvorak e Volder 2013). Estas plantas são familiarizadas com outras vegetações costeiras do Mediterrâneo, e provenientes de extensos tapetes monoculturais da vegetação, do Reino Unido. Representa plantas com capacidade de se espalhar rapidamente para formar uma cobertura superficial quase total, e consequente capacidade de se recuperar rapidamente de danos, devido a facilidade de propagação (Dunnett e Kingsbury 2010). Semelhante a esta, a *Delosperma cooperi* cv. Orange Wonder, desempenha a mesma cobertura atrativa com belas flores laranjas a amareladas.

Também pode ser explorada para uso em telhado verde com potencial paisagístico, a *Begonia cucullata* willd., nativa do Brasil, é conhecida por sua beleza, apresentando numerosas flores, forte adaptabilidade e período de floração mais longo, que quase não é afetado pela duração da luz solar. Em condições adequadas, a espécie pode florescer durante todo o ano, por isso é amplamente utilizada na paisagem urbana (Zhao et al. 2017).

A *Crassula capitella*, é uma planta suculenta muito atrativa por suas ramificações e arquitetura, como coloração foliar vermelho púrpuro brilhante e verde. É uma espécie utilizada em jardim, porém é mais comumente cultivada como planta envasada. Como são plantas suculentas, de modo geral, são bastante rústicas e pouco exigentes no que diz respeito a tratos culturais (Lessa et al. 2007).

Da mesma forma que a *Crassula capitella*, a *Echeveria pulvinata* cv. Frosty, espécie nativa do México, possui comportamento especial de molhabilidade, apresentando pêlos hidrofóbicos de forte adesão à água (Godeau et al. 2017), é uma planta pequena de 7 a 10 cm

de altura, porém, formam um cenário ornamental em composição com outras plantas de maior porte.

A *Portulaca grandiflora* (Lind.), espécie suculenta com fotossíntese C4 e metabolismo CAM ciclado em folhas, e fotossíntese do tipo CAM-inativo em hastes (Guralnick et al. 2002) é uma planta nativa do Brasil, herbácea, anual, de crescimento rasteiro, a qual foi utilizada em telhados verdes com profundidade de 10 cm com bom desenvolvimento e crescimento satisfatório (Laar 2001), apresentando melhor eficiência de retenção de água de escoamento no telhado verde, na Malásia (Fai et al. 2015).

Outra espécie que suplementa a estética do telhado verde é a *Salvia nemorosa*, planta de metabolismo C3, utilizada em telhados verdes, cujo gênero apresenta uma diversidade de recurso amplamente não explorado para o melhoramento de culturas, mas que é cultivada como planta ornamental, sendo uma espécie herbácea perene que se propaga vegetativamente (Tychonievich e Warner 2011).

Diante do exposto, são necessárias pesquisas para ampliar o uso de espécies nativas e exóticas que apresentem características desejadas em telhados verdes, mantendo também a qualidade ornamental, mesmo sob múltiplos estresses.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida GR, Turco JEP, Barreto AC, Moreira LA (2013) Crescimento da grama bermudas sob diferentes lâminas de irrigação. **Irriga 18**: 257-269.

Ângelo MBP (2017) **Avaliação acústica de componentes que constituem as coberturas verdes**. 68f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Civil, Área de Especialização em Construções) – Universidade de Coimbra, Faculdade de Ciências e Tecnologia.

Arigoni P. (2012) Balanço do projeto Grama Legal. In: Backes C, Godoy LJG, Mateus CMD, Santos AJM, Villas-Bôas RL, Oliveira MR (eds.) **Tópicos Atuais em Gramados III**. FEPAF, UNESP/FCA, Botucatu, p. 80-90.

Associação Nacional Grama Legal (2019) **Regularizando a produção de grama cultivada**. Disponível em: <https://gramalegal.com/consumidor-grama-extrativismo>. Acessado em: 07 Abril, 2019.

Backes C, Lima CP, Villas Bôas RL, Fernandes DM (2010) Resultados de pesquisas sobre a produção de grama: resistência e espessura de corte de tapetes. In: Godoy LJG, Mateus CMD, Backes C, Villas Bôas RL (eds.) **II Tópicos Atuais em Gramados**. FCA-UNESP/FEPAF, Botucatu, p. 82-91.

Bastos SML (2017) **Seleção de plantas para uso em telhados verdes extensivos na Zona da Mata de Pernambuco**. 50f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Melhoramento Genético de Plantas) - Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Batista GS, Mazzini-Guedes RB, Scaldelai VR, Pivetta KFL (2015) Control environmental conditions on germination of Bermuda grass seeds. **African Journal of Agricultural Research 10**: 1184-1192.

Beard JB (1973) **Turfgrass: Science and culture**. Prentice – Hall, New Jersey, 658p.

Beard JB, Green RL (1994) The Role of Turfgrasses in Environmental Protection and Their Benefits to Humans. **Journal of Environmental Quality 23**: 1-16.

Beatrice CB, Vecchia F (2011) Avaliação do potencial de uso de três espécies vegetais como cobertura leve de telhados em edificações. **Revista de Ciências Ambientais 5**: 5-24.

Belant JL, Ayres CR (2014) Habitat management to deter wildlife at airport. **National Research Council (U.S.) - Transportation Research Board; Airport Cooperative Research Program; United States Federal Aviation Administration**. Transportation Research Board, Washington, 52 p.

Beyer P (2007) Relatório técnico: Medição de Desempenho Térmico de Ecotelhas. **Laboratório de Vapor e Refrigeração**. Departamento de Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: [www.ecotelhado.com.br/arquivos/documento/Desempenho%20t%C3%A9rmico.pdf](http://www.ecotelhado.com.br/arquivos/documento/Desempenho%20t%C3%A9rmico.pdf). Acessado em: 08 Jan, 2019.

Black GA (1963) Grasses of the genus *Axonopus* (a taxonomic treatment). **Advancing Frontiers in Plant Science** 5:1-186.

Blackhurst M, Hendrickson C, Matthews Hs (2010) Cost Effectiveness of Green Roofs. **Journal of Architectural Engineering** 16: 136-143.

Boldrini II (1997) Campos do Rio Grande do Sul: caracterização fisionômica e problemática ocupacional. **Edição 56 de Boletim do Instituto de Biociências**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, Porto Alegre, 39p.

Boldrini II, Trevisan R, Schneider AA (2008) Estudo florístico e fitossociológico de uma área às margens da lagoa do Armazém, Osório, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências** 6: 355-367.

Bonoli A, Conte A, Maglionico M, Stojkov I (2013) Green roofs for sustainable water management in urban areas. **Environmental Engineering and Management Journal** 12: 153-156.

Canero RF, Redondo PG (2010) Green Roof as a Habitat for Birds: A Review. **Journal of Animal and VeterinayAdvances** 15: 2041-2052.

Carmona R, Martins CR, Fávero AP (1999) Características de sementes de gramíneas nativas do cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 34: 1067-1074.

Carneiro TA, Guiselini C, Pandorfi H, Lopes Neto JP, Loges V, Souza RFL (2015) Condicionamento térmico primário de instalações rurais por meio de diferentes tipos de cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (Online)** **19**:1086-1092.

Castro ACR, Taniguchi CAK, Souza FHD, Aragão FAS, Loges V, Silva TF, Café FBS, Silva EB, Rosa, RCT (2015a) Characterization of *Paspalum* accessions as ornamental lawn. **Acta Horticulturae** **1087**: 255-259.

Castro ACR, Taniguchi CAK, Souza FHD, Silva TF, Café FB, Aragão FAS, Loges, V. (2015b) Evaluation of native Brazilian *Paspalum* germplasm as lawn for landscaping purpose. **Acta Horticulturae** **1104**: 505-509.

Cipolla SS, Maglionico M, Stojkov I (2016) A long-term hydrological modelling of an extensive green roof by means of SWMM. **Ecological Engineering** **95**: 876-887, 2016.

Cipolla SS, Maglionico M, Semprini G, Villani V, Bonoli A (2018) Green roofs as a strategy for urban heat island mitigation in Bologna (Italy). **Acta Horticulturae** **1215**: 295-299.

Delfini C, Santos CAG, Zuloaga FO, Maciel JR, Valls JFM, Souza VC (2018) **Axonopus in Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB13032>. Acessado em: 20 Dez, 2018.

Dunnett N, Kingsbury N (2010) **Planting Green Roofs and Living Walls**. Timber Press, Inc., Portland, 256p.

Dvorak BD, Volder A (2013) Plant establishment on unirrigated green roof modules in a subtropical climate. **AoB PLANTS** **5**:1-10.

Embrapa - Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária (2019) **PA14 - Banco ativo de Germoplama de Forrageira do Sul**. Disponível em:

<http://plataformarg.cenargen.embrapa.br/rede-vegetal/projetos-componentes/pc5-bancos-ativos-de-germoplasma-de-forrageiras/planos-de-acao/pa14-banco-ativo-de-germoplasma-de-forrageiras-do-sul>. Acessado em: 04 Abr, 2019.

Fai CM, Bakar MFBA, Roslan MAABR, Fadzailah FAB, Idrus MFZB, Ismail NFB, Sidek LMS, Basri H (2015) Hydrological performance of native plant species within extensive green roof system in Malaysia. **ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences** 10: 6419-6423, 2015.

Feitosa RC, Wilkinson S (2018) Green roof and green walls and their impact on health promotion. **Caderno Saúde Pública** 34: 1-4.

Filgueiras TS, Canto-Dorow TS, Carvalho MLS, Dórea MC, Ferreira FM, Mota AC, Oliveira RC, Oliveira RP, Reis PA, Rodrigues RS, Gonçalves APS, Shirasuna RT, Silva AS, Silva C, Valls JFM, Viana PL, Welker CAD, Zanin A, Longhi-Wagner HM (2015) **Poaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Disponível em: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB193>. Acessado em: 21 Dez, 2018.

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

Getter K, Rowe DB, Robertson GP, Cregg BM., Andresen JA (2009) Carbon sequestration potential of extensive green roofs. **Environmental Science e Technology** 43: 7564-7570.

Giraldo-Cañas D (2008) Revisión del género *Axonopus* (Poaceae: Paniceae): Primer Registro Del género em Europa y novedades taxonômicas. **Caldasia** 30: 301-314.

Giraldo-Cañas D (2012) Las especies del género *Axonopus* (Poaceae: Panicoideae: Paspaleae) em México. **Caldasia** 34: 325-346.

Giraldo-Cañas D (2013) Las especies del género *Axonopus* (Poaceae: Panicoideae: Paspaleae) en Venezuela. **Pittieria** **37**: 53-114.

Giraldo-Cañas D (2014) Las especies del género *Axonopus* (Poaceae: Panicoideae: Paspaleae) de Colombia. **Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales** **38**:130-76.

Gobilik J, Jerome V, David V (2013) Preliminary selection of some ecotypes of *Cynodon dactylon* (L.) Pers. in Sabah, Malaysia, for turfgrass use. **Journal of Tropical Biology and Conservation****10**: 51-66.

Godeau G, Laugier J, Orange F, Godeau R, Guittarda F, Darmanina T (2017) A travel in the *Echeveria* genus wettability's world. **Applied Surface Science** **411**: 291-302.

Godoy LJG, Villas Bôas RL (2005) Produção e consumo de gramas crescem no Brasil. In: **Agrianual – Anuário da Agricultura Brasileira**. FNP Consultoria a Agroinformática, São Paulo, p. 35-38.

Godoy LJG, Villas Bôas RL, Backes C (2012) Produção de tapetes de grama Santo Agostinho submetida a doses de nitrogênio. **Semina: Ciências Agrárias** **33**: 1703-1716.

Godoy LJG, Villas Bôas RL, Backes C (2006) Intensidade da cor verde e concentração de nitrogênio na lâmina foliar da grama santo Agostinho como indicativos do estado nutricional em nitrogênio. In: **III SIGRA – Simpósio sobre Gramados 3 – “Atualidades e Perspectiva”**. Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu. Disponível em: <http://infograma.com.br/intensidade-da-cor-verde-e-concentracao-de-n-na-lamina-foliar-da-grama-santo-agostinho-como-indicativos-do-estado-nutricional-em-nitrogenio>. Acessado em: 10 Mai, 2019.

Grant G, Engleback L, Nicholson B, Gedge D, Frith M, Harvey P (2003) Green roofs: their existing status and potential for conserving biodiversity in urban areas. **English Nature Research Reports** **498**: 9-59.

Guralnick LJ, Edwards G, Ku MSB, Hockema B, Franceschi V (2002) Photosynthetic and anatomical characteristics in the C4 - crassulacean acid metabolism-cycling plant *Portulaca grandiflora*. **Functional Plant Biology** **29**: 763-773.

Gurgel RAG (2003) Principais espécies e variedades de grama. In: **I SIGRA - Simpósio sobre gramados – “Produção, implantação e manutenção”**. Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. Disponível em: <http://infograma.com.br/wp-content/uploads/2015/10/PRINCIPAIS-ESP%C3%89CIES-E-VARIEDADES-DE-GRAMAS.pdf>. Acessado em: 10 Mai, 2019.

Hallauer AR, Filho JBM, Carena MJ (2010) Germoplasm. In: Hallauer AR, Filho JBM, Carena MJ (eds) **Quantitative genetics in maize breeding**. Springer, New York, p. 531-576.

Hanna WW, Anderson WF (2008) Development and impact of vegetative propagation in forage and turf Bermuda grasses. **Agronomy Journal** **100**: S103-S107.

Harlan JR (1983) The scope for collection improvement of forage plants. In: McIvor JG, Bray R (eds) **A Genetic Resources of forage Plants**. CSIRO, East Melbourne, p. 3-14.

Haydu JJ, Hodges HA, Hall CR (2009) **Economic impacts of the turfgrass and lawn care industry in the United States**. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, 39p.

Hickenbick MCM, Valls JFM, Salzano FM, Fernandes MIBM (1975) Cytogenetic and evolutionary relationships in the genus *Axonopus* (Gramineae). **Cytologia** **40**: 185-204.

Hiemstra SJ, Lende TVD, Woelders H (2005) The potential of cryopreservation and reproductive technologies for animal genetic resources conservation strategies. **The role of biotechnology**, Villa Gualino, p. 5-7. Disponível em: <http://www.fao.org/biotech/docs/hiemstra.pdf>. Acessado em: 11 Mai, 2019.

Johnston J, Newton J (2004) **Building Green: A guide to using plants on roofs, walls and pavements**. Greater London Authority, London, 125p.

Kaethler TM (2006) **Growing space: the potential for urban agriculture in the city of Vancouver**. School of community and regional planning, University of British Columbia. Disponível em: [https://www.bitsandbytes.ca/sites/default/files/Growing\\_Space\\_Rpt.pdf](https://www.bitsandbytes.ca/sites/default/files/Growing_Space_Rpt.pdf). Acessado em: 08 Jan, 2019.

Kanapeckas J, Lemeziené N, Stukonis V, Tarakanovas P (2008) Drought tolerance of turfgrass genetic resources. **Biologija** 54: 21-124.

Kojoroski-Silva CM, Scheffer-Basso SM, Carneiro CM, Guarienti M (2011) Desenvolvimento Morfológico das gramas Esmeralda, São Carlos e Tifton 419. **Ciência e Agrotecnologia** 35: 471-477.

Laar M, Souza CG, Paiva VLA, Amigo NA, Tavares S, Grimme FW, Gusmão F, Köhler M, Schmidt M (2001) Estudo de aplicação de plantas em telhados vivos extensivos em cidades de clima tropical. In: **VI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído**. ANTAC, São Pedro, 1 CD-ROM.

LeisMunicipais (2015) **Lei N° 18.112/2015**. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/pe/r/recife/lei-ordinaria/2015/1812/18112/lei-ordinaria-n-18112-2015-dispoe-sobre-a-melhoria-da-qualidade-ambiental-das-edificacoes-por-meio-da-obrigatoriedade-de-instalacao-do-telhado-verde-e-construcao-de-reservatorios-de-acumulo-ou-de-retardo-do-escoamento-das-aguas-pluviais-para-a-rede-de-drenagem-e-da-outras-providencias?q=Lei+n%C2%B0+18.112+>. Acessado em: 06 Abr, 2019.

Lessa MA, Paiva PDO, Alves CML, Resende ML, Paiva R (2007) Substrato com fibra de coco e adubações no cultivo de *Crassula capitella*. **Ornamental Horticulture** 3: 1714-1717.

Liu TC, Shyu GS, Fang WT, Liu SY, Cheng BY (2012) Drought tolerance and thermal effect measurements for plants suitable for extensive green roof planting in humid subtropical climates. **Energy and Buildings** **47**:180-188.

Lorenzi H (2013) **Plantas para Jardins no Brasil: herbáceas, arbustivas e trepadeiras**. Instituto Plantarum, Nova Odessa, 1120p.

Lula AA, Alvarenga AA, Almeida LP, Alves JD, Magalhães MM (2000) Estudos de agentes químicos na quebra da dormência de sementes de *Paspalum paniculatum* L. **Ciência e Agrotecnologia** **24**: 358-66

Maciel CDG, Hama JT, Souza JI (2009a) Desenvolvimento inicial de gramado semeado com *Paspalum notatum* Flüggé. **Pesquisa Agropecuária Tropical** **40**: 547-549.

Maciel JR, Oliveira RC, Alves M (2009b) *Paspalum* L. (Poaceae: Panicoideae: Paniceae) no estado de Pernambuco, Brasil. Recife, PE. **Revista Acta Botanica Brasilica** **23**: 1145-1161.

MacIvor JS, Ranalli MA, Lundholm JT (2011) Performance of dryland and wetland plant species on extensive green roofs. **Annals of Botany** **107**: 671-679.

Maeda JA, Pereira MF (1997) Caracterização, Beneficiamento e Germinação de Sementes de *Paspalum notatum* Flüggé. **Revista Brasileira de Sementes** **19**:100-105.

Marchi MM, Barbieri RL (2015) **Cores e formas no bioma pampa: grandes gramíneas ornamentais nativas**. Embrapa, Brasília, 198p.

Marcos MF, Jank L, Mori LK, Pereira ES, Souza FHD, Matta FP (2011) Estabelecimento de acessos de *Paspalum* spp. para gramados. In: **III International Symposium on Forage Breeding**. Embrapa Gado de Corte, Bonito, 1 CD-ROM.

Martello JM, Castilho RMM, Pagliarini MK (2014) Pós-colheita de tapetes de grama Esmeralda em relação aos níveis de empilhamento e ambiente de armazenamento. **Tecnologia e Ciência Agropecuária** 8: 61-66.

Maximino JVO, Machado MAS, Mittelmann A, Pinheiro EC, Pires ES, Longaray MB, Souza FHD, Stumpf ERT (2017) Potencial de produção de sementes de gramíneas para a implantação em gramados. **Ornamental Horticulture** 23: 200-206.

Mazzocato AC, Ferreira JL, Köpp MM, Montardo DP (2014) Conservação e uso no BAG (Banco Ativo de Germoplasma) de forrageiras do Sul. In: **XV Encontro de Botânica do Rio Grande do Sul, VII Encontro Estadual de Herbários**. SBB, Rio Grande. 1 CD - ROM.

Morrone O, Aagesen L, Scataglini MA, Salariato DL, Denham SS, Chemisquy MA, Sede SM, Giussani LM, Kellogg EA, Zuloaga FO (2012) Phylogeny of the Paniceae (Poaceae: Panicoideae): integrating plastid DNA sequences and morphology into a new classification. **Systematic Botany** 37: 671-376.

Movahhed Y, Safari A, Motamedi S, Khoshkhoo RH (2019) Simultaneous use of PV system and green roof: A techno-economic study on power generation and energy consumption. **Energy Procedia** 159: 478-483.

Murdoch C, Deputy J, Hensley D, Tavares J (1998) **Adaptation of Turfgrasses in Hawaii**. University of Hawaii, Honolulu, 4p.

Nascimento WC, Freitas MCD, Schimid A (2008) **Coberturas verdes - a renovação de uma idéia**. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/235771612\\_COBERTURAS\\_VERDES\\_A\\_RENOV\\_ACAO\\_DE\\_UMA\\_IDEIA](https://www.researchgate.net/publication/235771612_COBERTURAS_VERDES_A_RENOV_ACAO_DE_UMA_IDEIA). Acessado em: 06 Mai, 2019.

Nektarios PA, Ntoulas N, Nydrioti E, Turfgrass Use on Intensive and Extensive Green Roofs. **Acta Horticulturae** 938: 121-127.

Newman Y, Vendramini J, Blount A (2014) **Bahiagrass (*Paspalum notatum*): overview and management**. University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences, Electronic Data Information Source Document SS-AGR-332. Disponível em: <https://docplayer.net/45742587-Bahiagrass-paspalum-notatum-overview-and-management-1.html>. Acessado em: 10 Mai, 2019.

Oliveira RC, Valls JFM (2015) ***Paspalum* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB13432>. Acessado em: 21 Dez, 2018.

Orsini F, Gasperi D, Marchetti L, Piovene C, Draghetti S, Ramazzotti S, Bazzocchi G, Gianquinto G (2014) 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 Security** 6: 781-792.

Orsini F, Accorsi M, Luz P, Tsirogiannis LL, Gianquinto G (2016) Sustainable Water Management in Green Roofs. In: Younos T, Parece TE (eds.) **Sustainable Water Management in Urban Environments**. Springer International Publishing, Switzerland, p. 167-207.

Parizotto S, Lamberts R (2011) Investigation of green roof thermal performance in temperate climate: A case study of an experimental building in Florianopolis city, Southern Brazil. **Energy and Buildings** 43: 1712–1722.

Patton AJ, Volenec JJ, Reicher ZJ (2007) Stolon growth and dry matter partitioning explain differences in zoysiagrass establishment rates. **Crop Science** 47: 237-1245.

Peck, S (2003) Towards an integrated green roof infrastructure evaluation for Toronto. **The Green Roof Infrastructure Monitor** 5: 4-7.

Pendiuk F, Moisés IC, Pereira MP (2017) Telhado verde: A evolução da tecnologia e suas funcionalidades. **Gestão, Tecnologia e Inovação**1: 19-37.

Pinheiro CDPS, Santos JTS, Sousa AML (2018) As funções dos telhados verdes no meio urbano e na gestão dos recursos hídricos. **InterEspaço Revista de Geografia e Interdisciplinaridade** 4: 376-390.

Polomski B, McCarty LB (2003) **Turfgrass Establishment and Management**. Portions of this chapter were excerpted and adapted from Southern Lawns; Best Management Practices for the Selection, Establishment, and Maintenance of Southern Lawngrasses. **Clemson Extension Circle 707**: 449-526, 2003.

Quarín CL, Normann GA (1990) Interspecific hybrids between five *Paspalum* species. **Botanical Gazette** 151: 366-369.

Rangel CLCA, Aranha CK, Silva CBCM (2015) Os telhados verdes nas políticas ambientais como medida indutora para a sustentabilidade. **Desenvolvimento e Meio ambiente** 35: 397-409.

Raymer PL, Braman SK, Burpee LL, Carrow RN, Chen Z, Murphy TR (2008) Seashore *Paspalum*: Breeding a Turfgrass for the Future. Work continues at the University of Georgia on the development of this salt-tolerant species. **USGA Green Section Record**, p. 22-26. Disponível em: <http://gsrpdf.lib.msu.edu/ticpdf.py?file=/2000s/2008/080122.pdf>. Acessado em 10 Mai, 2019.

Salariato DL, Zuloaga FO, Morrone O (2011) Contribución al conocimiento de las especies del género *Axonopus* (Poaceae, Panicoideae, Paniceae) para Sudamérica Austral. **Annals of the Missouri Botanical Garden** 98: 228-271.

Saleiro Filho MO, Reis-Alves LA, Schueler AS, Rola SM (2015) 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 1**. Disponível em: <https://revista.ufrr.br/rct/article/view/2540/1801>. Acessado em: 10 Mai, 2019.

Santos AG (2017) **Propagação de *Axonopus parodii*, *Paspalum notatum* e *Paspalum lepton* para cultivo de gramados**. 86f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Melhoramento Genético de Plantas) - Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Santos PLF, Barcelos JPQ, Castilho RMM (2016) Diferentes substratos no desenvolvimento de um gramado ornamental para uso em telhados verdes. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes 4**: 81-94.

Santos PLF, Castilho RMM (2018) Resposta da grama esmeralda em função de diferentes fertilizantes e substratos. **Cultura Agrônômica 27**: 354-365.

Sanyé-Mengual E, Orsini F, Oliver-Solà J, Rieradevall J, Montero JI, Gianquinto G (2015) Techniques and crops for efficient rooftopgardens in Bologna, Italy. **Agronomy for Sustainable Development 35**: 1477-1488.

Savi AC, Tavares SF (2018) Telhados verdes: uma análise da influência das espécies vegetais na retenção de água de chuva. **Revista de Arquitetura IMED 7**: 50-67.

Shams JCA, Giacomeli DC, Sucomine NM (2009) Emprego da arborização na melhoria do conforto térmico nos espaços livres públicos. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana 4**: 1-16.

Scherer MJ, Fedrizzi BM (2014) Jardins verticais: potencialidades para o ambiente urbano. **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção 2**: 49-61.

Silva SÁCG (2015) **Caracterização de *Axonopus parodii* e *Paspalum* spp. Para gramados.** 106f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Melhoramento Genético de Plantas) - Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Silva SÁCG, Santos AG, Silva SSL, Loges V, Souza FHD, Castro AC (2018) Characterization and selection of Brazilian native grasses for use as turfgrass. **Acta Horticulturae 1215**: 255-258.

Silva AI, Souza PA, Avilla SRD, Zucchett TW, D'avilla MR (2014) 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 2**: 62-76.

Silva AR, Souza ALP, Araújo EAS, Lima GL, Peixoto GCX, Souza PC, Costela TS (2012) Formação de bancos de germoplasma e sua Contribuição para a conservação de espécies silvestres no Brasil. **Revista Ciência Animal 22**: 219-234.

Sistema Faep/Senar - PR (2017) Paisagismo: Apostando na produção de gramas. **Boletim Informativo: A Revista do Sistema 24**: 12-16.

Souza FHD (2013) **Os gramados e a forração vegetal permanente de superfícies de solo: exemplo de oportunidades perdidas?** Boletim Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos-SP. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/971090/os-gramados-e-a-forracao-vegetal-permanente-de-superficies-de-solo-exemplo-de-oportunidades-perdidas>. Acessado em: 21 Dez, 2018.

Souza FHD, Gusmão MR, Matta FP, Castro ACR, Mittelman A, Fávero AF, Jank L (2016) Atributos desejáveis para gramados a serem cultivados sob condições brasileiras: uma proposta. **Ornamental Horticulture 22**: 154-165.

Souza OL, Ferreira MLSS, Vasconcellos CAB (2015) Telhado verde de baixo investimento composto por plantas medicinais e aromáticas. **Semioses 9**: 48-58.

Stefanizzi P, Resta R (2015) Tetto verde e tetto freddo per il risparmio energetico ed il comfort. **I Quadernidell’Ambiente e dell’Energia 4**: 15-27.

Stier JC, Steinke K, Ervin EH, Higginson FR, Mcmaugh PE (2013) Turfgrass benefits and issues. In: Stier JC, Horgan BP, Bonos SA (eds.) **Turfgrass: biology, use, and management**. Agronomy Monograph, 56. ASA, CSSA, SSSA, Madison, p.105-145.

Stojkov I, Cipolla SS, Maglionico M, Bonoli A, Conte A, Ferroni L, Speranza M (2018) Hydrological performance of *Sedum* species compared to perennial herbaceous species on a full-scale green roof in Italy. **Acta Horticulturae 1215**: 117-120.

Sun D, Liddle MJ (1993) Plant morphological characteristics and resistance to simulated trampling. **Environmental Management 17**: 511-521.

Taiz L, Zeiger E (2009) **Fisiologia vegetal**. Tradução Eliane Romanato Santarém, 4 ed. Arned, Porto Alegre, 848p.

Trenholm LE, Unruh JB, Cisar JL (2001) **Selecting a turfgrass for Florida lawns**. **University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences**. Electronic Data Information Source Document ENH04. Disponível em: <http://hillsborough.ifas.ufl.edu/documents/pdf/fyn/factsheets/selectingturfgrass.pdf>. Acessado em: 24 Jun, 2018.

Tychonievich J, Warner MR (2011) Interspecific Crossability of Selected *Salvia* Species and Potential Use for Crop Improvement. **Journal of the American Society for Horticultural Science 136**: 41-47.

Valls JFM, Pilar AD, Peñaloza S (2004) Recursos genéticos de gramíneas forrageiras para a pecuária. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. 41. SBZ, Campo Grande, 1 CD-ROM.

Vieira ZC, Santos SC, Silva GB, Dantas KSA, Figueiredo E (2018) Simulação do uso de telhados verdes prontos para atenuação de enchentes urbanas: o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe como estudo de caso. **RevistaTecnologia 39**: 1-12,

Volterrani M, Grossi N, Lulli F, Gaetani M (2008) Establishment of Warm Season Turfgrass Species by Transplant of Single Potted Plants. **Acta Horticulturae 783**: 77-84.

Wang XL, Mo DQ, Li LF, Liao L, Wang ZY, Hu HG, Bai CJ (2014) Genetic variation of asexual reproduction characteristics of *Axonopus compressus* (Sw.) P. Beauv. **Acta Horticulturae 1035**: 189-203.

Youngman R, Kuhar T, Gyawaly S, Laub C, Wu S (2017) Turfgrass Insect Management. **Virginia Turfgrass Certification Manual**. Virginia Cooperative Extension, Virginia Turfgrass Council, Virginia Department of Conservation e Recreation, 284p.

Zanon ME (2015) **Desenvolvimento de grama-esmeralda, grama-bermudas “tifway 419” e “celebration” submetidas a aplicação de reguladores de crescimento**. 58 f. Tese (Doutorado em Produção vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

Zhang H, Lomba P, Altpeter F (2007) Improved turf quality of transgenic *bahiagrass* (*Paspalum notatum* Flüggé) constitutively expressing the ATHB16 gene, a repressor of cell expansion. **Molecular Breeding 20**: 415-423.

Zhao B, Fu N, Xiang Y, Tian D (2017) Screening of High-quality Substrate for Soilless Culture of *Begonia cucullata* Willd. **Agricultural Science e Technology 18**: 1295-1300, 2017.

Silva SÁCG (2019) Seleção e caracterização de plantas para uso como gramados ...

Zuloaga FO, Morrone O (2005) Revisión de las especies de Paspalum para América del Sur austral (Argentina, Bolívia, sur del Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). **Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 102**: 1-297.

## CAPÍTULO II: SELEÇÃO DE ACESSOS DE GRAMAS NATIVAS PARA PROPAGAÇÃO VEGETATIVA POR *SPRIGS*



Este trabalho foi baseado na norma da Revista Brasileira de Ciências Agrária (UFRPE)

## **Seleção de acessos de gramas nativas para propagação vegetativa por *sprigs***

Stella Áurea Cristiane Gomes da Silva<sup>1</sup>, João Carlos Cezar de Albuquerque<sup>1</sup>, Paula Guimarães Pinheiro de Araújo<sup>1</sup>, Simone Santos Lira Silva<sup>1</sup>, Francisco Humberto Dubbern De Souza<sup>2</sup>, Vivian Loges<sup>1</sup>

<sup>(1)</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Dom Manuel de Medeiros, CEP 52171-900, Recife-PE, Brasil. E-mails: stella.agron@yahoo.com.br, joao.ccaf@msn.com, simolira36@gmail.com, vloges@yahoo.com <sup>(2)</sup>Embrapa Pecuária Sudeste, Washington Luiz Highway, km 234, CEP 13560-970, São Carlo-SP, Brazil.

### **RESUMO**

Para implantação de grandes áreas gramadas é indicado o uso de mudas tipo *sprigs*, fragmentos de estolões e/ou rizomas sem substratos e com reduzida parte aérea. Este trabalho objetivou avaliar e selecionar acessos de *Axonopus parodii* e *Paspalum* spp. com melhor rendimento e desempenho para formação de gramados por *sprigs*. O experimento foi conduzido em Recife-PE, em área a pleno sol e irrigação controlada, de março a setembro de 2016. Acessos de *Axonopus parodii* (AP 01), *Paspalum leptum* (PL 01) e *P. notatum* (PN 01, PN 02, PN 03, PN 04, PN 05 e PN 06) foram cultivados em bandejas de polietileno (1026 cm<sup>2</sup>) de março a junho para formação de tapetes de grama. Aos 98 dias após plantio (DAP) os tapetes foram fragmentados para obtenção dos *sprigs*. Doze *sprigs* por classe de comprimento (< 2 cm, 2 a 4 cm e > 4 cm) dos 8 acessos, foram plantados em bandejas, com 4 repetições. Como tratamento controle foram utilizados *sprigs* com os mesmos comprimentos da cultivar comercial *Zoysia japonica* (ZP 01). De junho a setembro, 63 DAP, foram analisadas: taxa de pegamento de *sprigs* (TP em %); capacidade de cobertura do solo (CC em %); número de perfilhos (NP); expansão (E em cm<sup>2</sup>); biomassa seca da parte aérea (BSPA em g); biomassa seca radicular (BSR em g); e razão BSPA/BSR. Com os dados obtidos, foram realizadas correlações. Os melhores resultados foram observados a partir do plantio de *sprigs* acima de 2 cm de comprimento para todos os acessos avaliados, dos quais PN 01, PN 02, PN 03 e PN 05 foram os selecionados para formação de gramados por *sprigs*. Baseado nas correlações genotípicas e fenotípicas, a seleção de acessos para melhor

cobertura do solo pode ser baseada, de forma indireta, na maior taxa de pegamento e menor expansão uma vez que são variáveis de fácil e rápida mensuração e menos trabalhosas do que obtenção da biomassa seca da parte aérea e raiz ou a avaliação direta da capacidade de cobertura do solo.

**Palavras-chaves:** *Axonopus parodii*, *Paspalum lepton*, *P. notatum*, *sprigs* e estabelecimento de gramado

### **Selection of Brazilian native grasses accessions to vegetative propagation by sprigs**

#### **ABSTRACT**

For implantation of large turfgrass areas it is indicated the use of sprigs, a type of seedlings composes of stolon fragments and / or rhizomes without substrates and with reduced aerial part. This research aims to evaluate the size of grass fragments for propagation via sprigs and to select accessions of *Axonopus parodii* and *Paspalum* spp. with better yield and performance for sprigs lawn formation. The experiment was conducted in Recife-PE, in an area in full sun and controlled irrigation from March to September 2016. The accessions of *Axonopus parodii* (AP 01), *Paspalum lepton* (PL 01), *P. notatum* (PN 01, PN 02, PN 03, PN 04, PN 05 and PN 06) were cultivated in polyethylene trays (1026 cm<sup>2</sup>) from March to June for the formation of grass carpets. After 98 days of planting (DAP) the grass carpets were sectioned to obtain sprigs, being classified by length and quantified. Subsequently, 12 sprigs per class length (< 2 cm, 2 to 4 cm and > 4 cm) of the 8 accessions and control treatment were planted in trays with 4 replicates. As control treatment, sprigs with the same lengths of commercial cultivar *Zoysia japonica* (ZP 01) were used. From June to September, 63 DAP, the following characters were analyzed: survival rate of sprigs (SR in %); shoot number (NS); lateral growth expansion (LGE in cm<sup>2</sup>); soil coverage rate (SCR in %); dry biomass of aerial part (DBAP in g); dry root biomass (DRB in g); and DBAP/DRB ratio. With the data obtained, correlations were made. The best results were observed from planting sprigs up to 2 cm in length for all evaluated accessions, of which PN 01, PN 02, PN 03 and PN 05 were those selected for formation of lawns by sprigs. Based on the genotypic and

phenotypic correlations, the selection of accessions for better soil coverage can be indirectly based on the higher rate of survival and less expansion since they are variables of easy and fast measurement and less laborious than obtaining the dry biomass of the aerial part and root or the direct evaluation of the capacity of ground coverage.

**Keywords:** *Axonopus parodii*, *Paspalum leptum*, *P. notatum*, sprigs and establishment of turfgrass

## INTRODUÇÃO

Dentre as espécies nativas cultivadas ou que apresentam potencial para uso como gramados paisagísticos ou funcionais (aeroportos, parques industriais e estradas) no Brasil, estão *Paspalum notatum*, conhecido como grama “Batatais”, o *P. leptum* como grama “Azul” ou grama “Cinzenta” e *Axonopus parodii*. *P. notatum* é a grama mais utilizada, principalmente ao longo de estradas (Trenholm et al., 2001), devido à alta rusticidade e tolerância à seca, solos ácidos e de baixa fertilidade (Maciel et al., 2010). *P. leptum* possui potencial para recuperação e conservação de solos degradados (Branco et al., 2012), tolerância ao frio e à seca moderada e se adapta bem a solos arenosos (León et al., 2013). A espécie *A. parodii* em condições naturais apresenta elevada cobertura vegetal devido ao hábito estolonífero proporcionando ocupação contínua e rápida de grandes áreas (Boldrini et al., 1997).

Entre os aspectos importantes na seleção de gramas para uso comercial deve ser considerada a possibilidade de plantio por propagação vegetativa, uma vez que mantém as características das plantas matrizes, uniformidade de plantio, estabelecimento mais rápido do gramado e com menor desenvolvimento de invasoras. A propagação vegetativa pode ser implantada por meio de placas, plugs ou *sprigs* (Souza et al., 2016).

Mudas tipo *sprigs* são fragmentos de estolões e/ou rizomas sem substratos e com reduzida parte aérea. São indicados para implantação de grandes áreas, como jardins industriais e recreativos, margens de rodovias, ferrovias, aeródromos, tanques de piscicultura e para uso em telhados verdes (Souza et al., 2016).

O plantio por *sprigs* é bastante utilizado para o estabelecimento de gramíneas estoloníferas de variedades prostradas como “Bentgrass” (*Agrostis stolonifera* L.),

híbridos de “Bermudagrass” (*Cynodon dactylon* L. Pers. x *C. transvaalensis* Burt-Davy) e a “Zoysiagrass” (*Zoysia japonica* Steud) (Beard, 1973). Ao estudar o efeito da densidade de plantio de *sprigs* de grama “Bermudas”, Munshaw et al. (2017) observaram que maiores densidades de plantio por *sprigs* acarretam maior percentual de cobertura do solo, garantindo estabelecimento mais rápido e, desta forma evita perda de sedimentos e adubo presente na superfície do solo.

Tran et al. (2016), ao avaliarem *Hydrosprigging*, método automatizado usado em grandes áreas gramadas para uso funcional e que distribui *sprigs* de gramíneas do tipo estolonífera com uma bomba hidráulica, identificaram diferenças no surgimento de perfilhos em *sprigs* de 12 genótipos de gramas “Bermudas”. Os autores associaram o potencial de brotação e o vigor da parte aérea aos níveis de carboidratos não-estruturais (CNE) presentes nos estolões e rizomas no momento do plantio. Desta forma durante a fase de crescimento ativo das gramíneas tipo C4, os CNE são convertidos em carboidratos estruturais (novas folhas, estolões, raízes, etc.), acarretando a redução dos açúcares armazenados. O inverso também se aplica, permitindo assim a formação de mudas de gramas.

Não há relatos do uso de *sprigs* para o estabelecimento de gramados de espécies nativas. Portanto, devido à relevância deste método de propagação para a implantação de áreas gramadas com espécies nativas, o presente trabalho objetivou avaliar e selecionar acessos de *Axonopus parodii* e *Paspalum* spp. com melhor rendimento e desempenho para formação de gramados por *sprigs* a partir da avaliação do comprimento e quantidade de propágulos vegetativos e, após o plantio, o desenvolvimento para formação de gramados.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Campus da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Departamento de Agronomia, sob as coordenadas 8°01'06” latitude Sul, 34°56'49” longitude Oeste e altitude de 6 m. A região apresenta o clima As' (tropical quente úmido com chuvas de outono a inverno) de acordo com a classificação de Köppen (1948), e médias pluviométricas anuais entre 1.000 e 2.200 mm (Ageitec, 2019).

Foram avaliados oito acessos de gramas fornecidos pelo Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Embrapa Pecuária Sudeste (São Carlos - SP): *Axonopus*

*parodii* (AP 01), *Paspalum lepton* (PL 01), *P. notatum* (PN 01, PN 02, PN 03, PN 04, PN 05 e PN 06).

Para a propagação vegetativa por *sprigs* dos acessos de grama, inicialmente foram produzidos tapetes de gramas. Para tanto, em março de 2016 foram plantadas seis mudas de cada acesso, com tamanho padrão até 10 cm, em bandejas de polietileno (27 cm de largura x 38 cm de comprimento x 6 cm de profundidade) e preenchidas com substrato comercial (Top Garden Green®), equivalendo uma área de 1026 cm<sup>2</sup>. O plantio foi realizado utilizando duas linhas com 3 mudas no espaçamento de 9,0 cm x 9,5 cm, em três bandejas (3 repetições) por acesso. As bandejas foram mantidas a pleno sol em bloco casualizado, sob irrigações por aspersores com lâmina aplicada de 5,56 mm.dia<sup>-1</sup>, 3 vezes ao dia, sendo suspensa a irrigação em dias chuvosos. As condições climáticas durante o experimento aos 98 DAP, contou com a precipitação média de 10,69 mm.dia<sup>-1</sup> e a temperatura mínima foi de 24,13 °C, máxima de 33, 12 °C e a média de 27,88 °C (dados diários gerados pela Estação de Agricultura Irrigada da UFRPE).

Em junho de 2016, 98 dias após o plantio (DAP), os tapetes de grama de cada um dos acessos (1026 cm<sup>2</sup>), foram seccionados em porções menores (15 x 15 cm) e estas foram fragmentadas em um triturador de resíduos orgânicos (Tr200 da Trap®). Todo o material triturado foi colocado sobre uma peneira, sendo os *sprigs* separados do substrato e de resíduos secos da grama. Em seguida, todos os *sprigs* obtidos dos três tapetes de grama por acesso foram quantificados, medidos os seus comprimentos e classificados em: < 2 cm; 2 a 4 cm; e > 4 cm). Os *sprigs* foram acondicionados em sacos plásticos, identificados e mantidos por 12 horas em refrigerador (5,8 °C) para posterior implantação do experimento.

Para avaliação do desenvolvimento das mudas para a formação de gramados por *sprigs* foi realizado o plantio de 12 *sprigs* para cada classe de comprimento de cada acesso em bandejas de polietileno equivalendo a 1026 cm<sup>2</sup>, contendo substrato comercial (Top Garden Green®), no espaçamento de 9,0 cm x 7,6 cm (três linhas de quatro plantas). A cultivar comercial esmeralda *Zoysia japonica* (ZP 01) foi utilizada como tratamento controle, sendo obtidos *sprigs* para cada classe de comprimento e realizado o plantio da mesma forma.

As bandejas foram dispostas a pleno sol, com irrigação por aspersores e lâmina aplicada de 5,56 mm.dia<sup>-1</sup> por aspersores, 3 vezes ao dia, sendo suspensa a irrigação em dias chuvosos. As condições climáticas durante o experimento foram: precipitação média de 3,11 mm.dia<sup>-1</sup>; temperatura mínima de 22,18 °C, máxima de 31,55 °C e média

de 26,30 °C (dados diários gerados pela Estação de Agricultura Irrigada da UFRPE). O experimento foi organizado em quatro blocos casualizados em arranjo fatorial com 27 tratamentos (9 acessos de grama x 3 classes de comprimentos de *sprigs*).

Aos 30 dias após o plantio (DAP), foi analisada a taxa de pegamento de *sprigs* (TP em %), obtida a partir da observação da emissão de folhas, brotações ou perfilhos nos *sprigs*. Aos 63 DAP, foram analisadas as seguintes variáveis: capacidade de cobertura do solo (CC em %) da grama proveniente de *sprigs*, obtida via análise de imagem, capturada por uma máquina fotográfica Samsung de 14.2 megapixels, 5 x Zoom lens 27 mm Wide Recording 280 x 720p, sendo as imagens convertidas em formato Joint Photographic Experts Group (JPEG) e processadas pelo software SisCob (Jorge e Silva, 2009); expansão (E em cm<sup>2</sup>), obtida a partir do comprimento do maior lado da muda de grama (cm) x medida do lado perpendicular (cm); número de perfilhos (NP), obtida pela média de perfilhos observados em cada *sprig* por bandeja (parcela); biomassa seca da parte aérea (BSPA em g) e biomassa seca radicular (BSR em g), composta pelas raízes, rizomas e/ou estolões. A biomassa fresca da parte aérea e radicular foi separada com auxílio de uma tesoura, sendo acondicionadas em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa de aeração forçada a 65 °C por 72 horas, até a obtenção do peso constante.

Foi realizada estatística descritiva (média ± desvio padrão) para a quantidade e comprimento de *sprigs*. O número de *sprigs* classificados por comprimento foi analisado quanto ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, ANOVA e teste de agrupamento Scott Knott (1974) a 5% de probabilidade, no programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011). Para as outras variáveis foram realizadas os testes de normalidade pelo método de Kolmogorov-Smirnov pelo programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011). As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Scott Knott (1974) e os testes de correlações ambientais, fenotípicas e genotípicas ao nível de 1% e 5% de probabilidade, pelo programa estatístico GENES (Cruz, 2013).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças entre os acessos quanto ao rendimento e comprimento dos *sprigs*. Após o cultivo por 98 dias e a fragmentação dos tapetes de gramas com 1026 cm<sup>2</sup> dos diferentes acessos, foi obtido um número médio de 130 (AP 01) a 250,67 *sprigs* (PN 01) por acesso, proveniente de um total de 390 a 752 *sprigs*

gerados por acesso. Os comprimentos médios dos *sprigs* variaram de  $1,94 \pm 0,92$  cm (PN 03) a  $3,57 \pm 1,93$  cm (AP 01) (Tabela 1). O maior comprimento observado em *Axonopus parodii* está associado aos longos estolões, com nós internos distantes entre si, característicos da forma de crescimento da espécie.

A partir da classificação por comprimento dos *sprigs*, foi observado que PN 01 apresentou maior número de *sprigs* na classe de 2 a 4 cm. Para todos os acessos foi observada menor produção de *sprigs* com comprimento  $> 4$  cm com exceção do acesso AP 01 que manteve média semelhante para as três classes de comprimento. Portanto, a obtenção de *sprigs*  $> 4$  cm foi reduzida para a maioria dos acessos (Tabela 1).

O acesso AP 01 se destacou com maior número médio de *sprigs* 37,67 para o comprimento  $> 4$  cm, e os demais acessos foram agrupados com menor número médio de *sprigs* (5,00 a 10,67) (Tabela 1). Kojoroski-Silva et al. (2011) destacam que a capacidade de estabelecimento de gramas estoloníferas é dependente do hábito de crescimento e que estolões com comprimentos maiores é indicativo de maior capacidade de mobilidade e de colonização de novas áreas, isto pode ser visto em *Axonopus parodii*.

Foram observadas diferenças entre os acessos ao ser utilizada a forma de plantio por *sprigs* para a formação de gramados. Maiores taxas de pegamento (TP) foram observadas para todos os acessos cultivados com *sprigs* acima de 4 cm de comprimento (Tabela 2). Apenas os acessos AP 01 e PN 05 não diferiram quanto ao TP nas três classes de comprimento de *sprigs*. Vale ressaltar que os *sprigs*  $> 4$  cm do acesso AP 01 apresentaram menor TP uma vez que a espécie apresenta longos estolões, com internós distantes entre si, não havendo sítios para enraizamento.

Os *sprigs* com maiores comprimentos apresentam maior quantidade de nós no propágulo vegetativo. Os nós, são sítios meristemáticos, isto é, pontos de formação de raízes adventícias, capazes de aumentar a fixação dos estolões no solo e de aumentar a área de absorção de nutrientes favorecendo a formação de folhas e novos estolões (Kojoroski-Silva et al., 2011). *Sprigs* maiores também possuem maiores reservas nutricionais contidas nos estolões e rizomas que são considerados órgãos de reserva e influenciam positivamente na capacidade de sobrevivência e desenvolvimento de novas mudas. De acordo com Martello et al. (2014), na seleção de plantas para uso como gramado é importante considerar o processo de comercialização de gramas e implantação dos gramados, a capacidade de sobrevivência das mudas após o plantio.

Os *sprigs* de 2 a 4 cm e > 4 cm de comprimento dos acessos de *P. notatum* (PN 01, PN 02, PN 03, PN 04, PN 05 e PN 06) apresentaram os maiores TP (41,67 a 81,25% e 50,00 a 79,17%) sendo superiores ou iguais ao observado em relação ao tratamento controle (ZP 01). Este fato demonstra que ZP 01 necessita de propágulos de *sprigs* com comprimento > 4 cm para apresentar acima de 80% de TP (Tabela 2). Castro et al. (2015a) registraram 100% de sobrevivência dos acessos PN 01 (019178), PN 02 (023558), PN 03 (023566), PN 04 (023728), PN 05 (12254) e PN 06 (6301) após o plantio de *plugs* em solo arenoso demonstrando adequada desenvolvimento para a formação de gramados em local com temperaturas elevadas e precipitações baixas anuais.

Houve maior emissão de número de perfilhos (NP) na classe de *sprigs* < 2 cm para os acessos PL 01, PN 01, PN 02 e PN 05 (4,27 a 6,03 perfilhos por *sprigs*), sendo superiores ao observado no tratamento controle (ZP 01) com apenas 0,39 perfilhos por *sprigs* e AP 01 0,80 perfilhos. Não houve diferença significativa entre os acessos e o tratamento controle cultivados com *sprigs* acima de 2 cm de comprimento sendo observado a emissão de 1,88 a 7,84 perfilhos (Tabela 2).

Em relação a expansão (E), o acesso AP 01 se destacou com a maior E, quando cultivado com *sprigs* < 2 cm de comprimento e > 4 cm (185,28 a 116,02 cm<sup>2</sup>, respectivamente), sendo superior ao ZP 01. Com *sprigs* de 2 a 4 cm de comprimento, ZP 01 foi superior a todos os acessos (Tabela 2) e valores intermediários nas outras classes de comprimento. Os acessos AP 01, PL 01 e ZP 01 apresentam propagação por rizomas e estolões, que dependendo do comprimento destes, podem favorecer a expansão e ocupação de novos espaços. Boldrini et al. (1997) e Boldrini et al. (2008), relatam que o hábito estolonífero da espécie *Axonopus parodii* acarreta a ocupação de grandes áreas. Os acessos de *P. notatum* (PN 01, PN 02, PN 03, PN 04, PN 05 e PN 06) apresentaram as menores E para os comprimentos de *sprigs* < 2 cm e de 2 a 4 cm e não diferiram do tratamento controle nos *sprigs* > 4 cm (Tabela 2).

Os valores da capacidade de cobertura do solo (CC) de maneira geral, foram maiores nos acessos cultivados via *sprigs* acima de 2 cm de comprimento (Tabela 3). Os acessos PN 01, PN 02, PN 03, PN 04 e PN 05 apresentaram maiores CC (21,32 a 46,16%) com *sprigs* de 2 a 4 cm de comprimento, sendo superiores a AP 01, PL 01 e ao tratamento controle ZP 01. Com *sprigs* > 4 cm, todos os acessos de *P. notatum* apresentaram as maiores CC (46,03% e 42,28%) sendo superiores ao observado em ZP 01. PN 01, PN 02 e PN 05 foram superiores em todas as classes de comprimentos. Castro et al. (2015b)

reforçam que os acessos PN 03 (023566) e PN 01 (019178) apresentaram excelente capacidade de cobertura e conseqüentemente aparência geral do gramado agradável e vigorosa.

Em termo de produção de biomassa da parte aérea (BSPA), todos acessos propagados com *sprigs* < 2 cm de comprimento, produziram 2,55 a 7,08 g e não houve diferença entre os acessos. Mas os acessos PN 01 e PN 02 quando foram cultivados com *sprigs* de 2 a 4 cm de comprimento, apresentaram maior BSPA (12,43 e 15,95 g, respectivamente). Ao utilizar *sprigs* > 4 cm, os acessos PL 01, PN 01, PN 02, PN 03 e PN 05 apresentaram maiores BSPA (9,13 a 13, 26 g) (Tabela 4).

Na fase de estabelecimento e formação do gramado, a rapidez da cobertura vegetal determina a densidade da cobertura da superfície (Souza et al., 2016) que por sua vez está associada à produção de biomassa. Gramados densos são especialmente desejados para fins paisagísticos, recreativos e esportivos, por contribuir para a qualidade ornamental (Carrow e Petrovic, 1992). A alta densidade é exigida não só para cobrir o solo em gramados esportivos, mas também para formar uma superfície de folhas amortecedora, o que pode reduzir o impacto nas atividades esportivas dos atletas (Gobilik et al., 2013), além de dificultar o desenvolvimento de espécies invasoras. Portanto, maiores acúmulos de biomassa da parte aérea como observado nos acessos PL 01, PN 01, PN 02, PN 03 e PN 05 são indicativos da elevada capacidade de cobertura (Tabela 4).

Para auxiliar na cobertura permanente do solo, é interessante, além da parte aérea composta por folhagens, rizomas e/ou estolões subsuperficiais, um vigoroso sistema radicular. Foi observado que PN 02, PN 03, PN 05, PN 06 foram agrupados com maiores valores de biomassa seca radicular (BSR) quando cultivados com *sprigs* abaixo de 2 cm e não diferiram de ZP 01. Com *sprigs* de 2 a 4 cm, PL 01 e todos os acessos de PN se destacaram com maior produção de BSR que ZP 01. BSR em *sprigs* > 4 cm de todos os acessos avaliados foram superiores ou com semelhante desempenho a observada em ZP 01, com exceção de AP 01 que foi a menor (Tabela 4).

Alencar (1949) considerou variedades comerciais de grama *P. notatum*, com elevada eficiência para revestimento de canais ou de locais com depressões suficientemente estabilizada, relativamente pouco profunda e larga, a fim de que possam servir como escoadouro (prado escoadouro), para suportar descarga de sistema de terraços. O autor, ainda afirma que o poder de desgaste de uma enxurrada tem efeito mais acentuado a partir de 2 a 8 cm de profundidades do solo e o maior peso e volume do sistema

radicular, garante um travamento seguro das partículas do solo pelas raízes da planta. Portanto, acessos que apresentam elevados valores para biomassa da parte aérea e radicular, podem garantir um bom revestimento do solo, e seus gramados podem desempenhar esta função diferenciada. Patton et al. (2007), afirma que o maior acúmulo de massa seca para estolões e rizomas, auxilia no rápido estabelecimento da planta, observando esses aspectos em acessos *Zoysia japonica*.

A razão BSPA/BSR pode ser um indicativo da forma de uso da grama. Acessos com menor biomassa seca parte aérea da planta e maior biomassa seca no sistema radicular (razão < 1) ou a produção de biomassa semelhante (razão próxima de 1) por apresentarem sistema radicular denso e profundo podem ser indicados como cobertura protetiva do solo em margens de estrada, aeródromos e em recuperação de parques industriais. Os acessos PL 01, PN 01 e PN 03, PN 04 e PN 06 apresentam a razão BSPA/BSR  $\geq 0,83$  com *sprigs* abaixo de 2 cm, porém de 2 a 4 cm, todos acessos *P. lepton* e *P. notatum* se destacam razão BSPA/BSR  $\geq 0,50$  e acima de 4 cm, PN 02, PN 03 e PN 05 apresentam uma razão BSPA/BSR  $\leq 0,37$ , uma particularidade de acessos que acumulam mais biomassas na parte radicular da planta, apesar de que este acessos apresentaram boa CC ( $\leq 42,28\%$ ), em relação ao acesso PN 01 de maior CC (56,03%) sob cultivo de *sprigs* acima de 4 cm (Tabela 4). Estes resultados foram próximos ao tratamento controle (ZP 01), cultivar de grama mais comercializada e utilizada como gramados ornamentais e outras formas no Brasil, apresentou razão BSPA/BSR  $\leq 0,50$  em todas as classes de comprimento de *sprigs* (Tabela 4).

O acesso AP 01, apresentou parte aérea mais volumosa que sistema radicular, e por isso, apresentou as maiores relações BSPA/BSR sendo estas de 3,51; 1,62 e 0,94 quando foi cultivado *sprigs* < 2 cm, 2 a 4 cm e > 4 cm de comprimento, respectivamente, indicando o potencial de uso para gramados ornamentais (Tabela 4).

Em relação aos valores de correlação, foi observado que as correlações ambientais apresentaram maiores valores para todas as variáveis analisadas em relação as correlações fenotípicas e genotípicas, porém não foram significativas. Somente foi significativo as correlações ambientais entre TP e CC ( $r = 0,998^*$ ) e entre NP e BSPA ( $r = 0,999^*$ ). (Tabela 5). Houve uma tendência de maior influência dos fatores ambientais sobre os acessos, logo, também influenciou a expressão fenotípica desses.

As correlações genotípicas significativas apresentaram valores superiores ou próximos e de mesmos sinais aos valores das correlações fenotípicas demonstrando corresponderam as mesmas estimativas esperadas (Tabela 5).

Foram observadas as correlações fenotípicas e genotípicas positivas entre TP e CC ( $r = 0.907^{**}$  e  $r = 0.871^{**}$ , respectivamente) indicando que quanto maior a sobrevivência dos *sprigs* por unidade área, maior cobertura do solo (Tabela 5).

A correlação fenotípica positiva entre NP com TP ( $r = 0.560^{**}$ ) e com CC ( $r = 0.617^{**}$ ) (Tabela 5), indicando que maior número de perfilhos é observado em acessos com maior taxa de pegamento e acarretam melhor cobertura do solo, por ocasionar um adensamento do gramado e diminuição entre o espaçamento entre plantas, o que contribui para o fechamento da parcela gramada. No entanto, as correlações genotípica e fenotípica negativa entre E com TP ( $r = -0,823^*$  e  $r = -0,616^*$ , respectivamente) e apenas fenotípica negativa entre E com CC ( $r = -0,521^{**}$ ) indicam que acessos que apresentaram maior taxa de pegamento expandiram menos e que a elevada expansão acarreta menor cobertura do solo.

Também foi observado correlações genotípica e fenotípica positiva entre CC e BSPA ( $r = 0,847^{**}$  e  $r = 0,927^{**}$ , respectivamente) e BSR ( $r = 0,782^{**}$  e  $r = 0,843^{**}$ , respectivamente) e de BSPA com BSR ( $r = 0,860^{**}$  e  $r = 0,822^{**}$ , respectivamente) (Tabela 5), indicam que cobertura do solo pelo gramado depende da parte aérea (estrutura foliar) mas também das raízes, rizomas e estolões e que quanto maior for a produção foliar, resultará no maior desenvolvimento do sistema radicular. Estas correlações estão de acordo com Alencar (1949), que concluiu que a natureza, o vigor, a extensão e a distribuição do sistema radicular têm influência decisiva no desenvolvimento da parte aérea da planta e cobertura do solo.

As correlações genotípica e fenotípica positiva de NP com BSPA ( $r = 0,719$  e  $r = 0,508^*$ , respectivamente) e BSR ( $r = 0,682$  e  $r = 0,481^*$ , respectivamente) (Tabela 5), maior número de perfilhos ocorrem em acessos como maiores produções de biomassa da parte aérea e radicular.

As correlações entre os caracteres indicam que maiores taxas de pegamento foram observadas em acessos com menor expansão e acarretaram melhor cobertura do solo, sendo observado que esta melhor cobertura do solo está correlacionada com maior produção da parte aérea e raiz. As correlações genotípicas e fenotípicas elevadas associadas às variáveis taxa de pegamento e expansão, indicam que esses caracteres são os de maior importância na seleção de genótipos de gramados com melhor capacidade de cobertura, através da utilização da seleção indireta (Cruz et al., 2004). Portanto, a seleção de acessos para melhor cobertura do solo pode ser baseada, de forma indireta, na maior taxa de pegamento e menor expansão uma vez que são variáveis de fácil e

rápida mensuração e menos trabalhosas do que obtenção da biomassa seca da parte aérea e raiz ou a avaliação direta da capacidade de cobertura do solo.

Os acessos PN 01, PN 02, PN 03 e PN 05 apresentaram elevados valores de taxa de pegamento, capacidade de cobertura, número de perfilhos e biomassa seca foliar e radicular. Portanto os acessos de *P. notatum* (PN 01, PN 02, PN 03 e PN 05), são indicados para o plantio por *sprigs* acima de 2 cm de comprimento para formação de gramados, por apresentarem melhores resultados.

## CONCLUSÕES

O maior número de *sprigs* foi obtido a partir de 2 a 4 cm de comprimento para os acessos de *Paspalum lepton* e *P. notatum*, enquanto que *sprigs* com comprimento > 4 cm foi limitante para obtenção de maiores rendimentos, exceto ao acesso de *Axonopus parodii*.

*Sprigs* acima de 2 cm de comprimento apresentam maior viabilidade para propagação vegetativa dos acessos de *Axonopus parodii*, *P. lepton* e *P. notatum*.

Os acessos de *P. notatum* (PN 01, PN 02, PN 03 e PN 05) são indicados para o plantio via *sprigs* acima de 2 cm para formação mais rápida de gramados.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsas no país e no exterior.

## LITERATURA CITADA

Ageitec, Agência Embrapa de Informação Tecnológica. 2019. [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio\\_mata\\_sul\\_pernambucana/arvore/CONT000fbz2ztdp02wx5eo0sawqe3h68l5n4.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CONT000fbz2ztdp02wx5eo0sawqe3h68l5n4.html). 01 Fev. 2019.

Alencar, F.M.A. Plantas úteis para o revestimento do solo pesquisa acerca das suas características de cobertura e travamento. *Bragantia*, v.9, n.5-8, p.133-146, 1949. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87051949000200004>

Beard, J.B. Turfgrass: Science and culture. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ. 1973. 658p.

Boldrini, I.I. Campos do Rio Grande do Sul: caracterização fisionômica e problemática ocupacional. Edição 56 de Boletim do Instituto de Biociências. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, 56° ed., 1997. 39p.

Boldrini, I.I.; Trevisan, R.; Schneider, A.A. Estudo florístico e fitossociológico de uma área às margens da lagoa do Armazém, Osório, Rio Grande do Sul, Brasil. Revista Brasileira de Biociências, v.6, n.4, 2008, p.355-367. <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1117/835>. 18 Jun. 2017.

Branco, V.T.A.; Santos, D.S.; Mazzocato, A.C.; Ferreira, J.L. Caracterização morfológica de quatro espécies do gênero *Paspalum*. In: EMBRAPA PECUÁRIA SUL - ARTIGO EM ANAIS DE CONGRESSO (ALICE). In: Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos, 2., 2012, Belém, PA. Anais... Belém: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2012. <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/943686/1/Linocbrg.pdf>. 18 jun. 2017.

Carrow, R.N.; Petrovic, A.M. Effect of traffic on turfgrasses. In: WADDINGTON, D.V.; CARROW, R.N.; SHEARMAN, R.C. (eds.) Turfgrass. Agronomy Monograph, 32. Madison: ASA, CSSA, SSSA, 1992, p.285-330.

Castro, A.C.R.; Taniguchi, C.A.K.; Souza, F.H.D.; Aragão, F.A.S.; Loges, V.; Silva, T.F.; Café, F.B.S.; Silva, E.B.; Rosa, R.C.T. Characterization of *Paspalum* Accessions as Ornamental Lawn. Acta Horticulturae, v.1087, p.255-260, 2015. <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1087.32>.

Cruz, C.D.; Regazzi, A.J.; Carneiro, P.C.S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético 1. Viçosa, UFV, 2004, 480p

Cruz, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. Acta Scientiarum, v.35, n.3, p.271-276, 2013. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v35i3.21251>.

Ferreira, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia. Lavras: Editora UFLA. v.35, n.6, p.1039-1042, 2011. [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-70542011000600001](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542011000600001). 28 Ago. 2017

Gobilik, J.; Jerome, V.; David, V. Preliminary selection of some ecotypes of *Cynodon dactylon* (L.) Pers. in Sabah, Malaysia, for turfgrass use. Journal of Tropical Biology and Conservation, n.10, p.51-66, 2013. <http://jurcon.ums.edu.my/ojums/index.php/jtbc/article/view/254>. 28 Ago. 2017.

Haydu, J.J.; Hodges, H.A.; Hall, C.R. Economic impacts of the turfgrass and lawn care industry in the United States. Gainesville: Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, 2009. 39p. <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/FE/FE63200.pdf>. 24 Jan. 2019.

Jorge, L.A.C.; Silva, D.J.C. SisCob: Manual de utilização. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2009. 18 p.

Kojoroski-Silva, C.M.; Scheffer-Basso, S.M.; Carneiro, C.M.; Guarienti, M. Desenvolvimento Morfológico das gramas Esmeralda, São Carlos e Tifton 419. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, n. 3, p. 471-477, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000300005>

Köppen, W.P. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 479p.

León, C.E.; Oliveira, J.C.; Bortolin, G.S.; Köpp, M.M. Caracterização de Sementes de *Paspalum lepton* SCHULT. In: Salão INTERNACIONAL DE ENSINO EXTENSÃO E PESUISA, 5., 2013, Bagé. Anais... Bagé: Unipampa. 2013. <http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/busca?b=pc&id=980962&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22BORTOLIN,%20G.%20S.%22&qFacets=autoria:%22BORTOLIN,%20G.%20S.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>. 05 Ago. 2017.

Maciel, C.D.G.; Hama, J.T.; Souza, J.I. Desenvolvimento inicial de gramado semeado com *Paspalum notatum* Flügge. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.40, n.4, p.547-549, 2010. <https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/8543>. 18 Jun. 2017.

Martello, J.M.; Castilho, R.M.M.; Pagliarini, M.K. Pós-colheita de tapetes de grama esmeralda em relação aos níveis de empilhamento e ambiente de armazenamento. *Tecnologia e Ciência Agropecuária*, v.8, n.1, p.61-66, 2014. [https://www.researchgate.net/publication/326782827\\_Pos-colheita\\_de\\_tapetes\\_de\\_grama\\_esmeralda\\_em\\_relacao\\_aos\\_niveis\\_de\\_empilhamento\\_e\\_ambiente\\_de\\_armazenamento](https://www.researchgate.net/publication/326782827_Pos-colheita_de_tapetes_de_grama_esmeralda_em_relacao_aos_niveis_de_empilhamento_e_ambiente_de_armazenamento). 24 Jan. 2019.

Munshaw, G.C.; Beasley, J.S.; Baldwin, C.M.; Moss, J.Q.; Cropper, K.L.; Philley, H.W.; Segars, C.A.; Stewart, B.R. Nitrogen and Sprigging Rate Effects on 'Latitude 36' Hybrid Bermudagrass Establishment. *Horttechnology*, v.27, n.3, p.382-385, 2017. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH0362816>

Patton, A.J.; Volenec, J.J.; Reicher, Z.J. Stolon growth and dry matter partitioning explain differences in zoysiagrass establishment rates. *Crop Science*, v.47, n.1, p.237-245, 2007. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci2006.10.0633>.

Scott, A.; Knott, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. *Biometrics*, v.30, n.3, p.507-512, 1974. <http://dx.doi.org/10.2307/2529204>

Souza, F.H.D; Gusmão, M.R.; Matta, F.P.; Castro, A.C.R.; Mittelmann, A.; Fávero, A.F.; Jank, L. Atributos desejáveis para gramados a serem cultivados sob condições brasileiras: uma proposta. *Ornamental Horticulture*, Campinas, v.22, n.2, p.154-165, 2016. <http://dx.doi.org/10.14295/oh.v22i2.841>.

Tran, T.V.; Fukai, S.; Herwaarden, A.F.V.; Lambrides, C.J. Sprouting variation among Australian bermudagrasses and implications for hydrosprigging. *Acta Horticulturae*, v.1122, p. 35-40, 2016. <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1122.5>

Trenholm, L.E.; Unruh, J.B.; Cisar, J.L. Selecting a turfgrass for Florida lawns. University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences. Electronic Data Information Source Document ENH04. 2001. <http://hillsborough.ifas.ufl.edu/documents/pdf/fyn/factsheets/selectingturfgrass.pdf>. 28 Ago. 2017.

**Tabela 1.** Total de *sprigs* (n), comprimento médio de *sprigs*, número médio de *sprigs* por acesso e número médio de *sprigs* por comprimento, obtidos de tapetes (1026 cm<sup>2</sup>) de acessos de *Axonopus parodii* (AP 01), *Paspalum lepton* (PL 01) e *P. notatum* (PN 01, PN 02, PN 03, PN 04, PN 05 e PN 06) aos 98 dias após o plantio. Recife - PE, UFRPE, março a junho de 2016

Acessos	n	Comprimento médio de <i>sprigs</i> (média ± desvio padrão)	Número médio de <i>sprigs</i>	Número médio de <i>sprigs</i> por comprimento (cm)*		
				< 2	2 a 4	> 4
AP 01	390	3,57 ± 1,93 cm	130,00	21,67 aA	64,33 aA	37,67 aA
PL 01	480	1,96 ± 1,09 cm	160,00	76,00 aA	78,33 aA	5,33 bB
PN 01	752	2,04 ± 1,01 cm	250,67	87,00 aB	141,33 aA	5,67 bC
PN 02	544	2,18 ± 0,97 cm	181,33	66,67 aA	109,00 aA	5,67 bB
PN 03	586	1,94 ± 0,92 cm	195,33	85,67 aA	104,67 aA	5,00 bB
PN 04	533	2,25 ± 0,97 cm	177,67	57,00 aA	110,00 aA	10,67 bB
PN 05	445	2,36 ± 1,12 cm	148,33	47,33 aA	93,33 aA	9,00 bB
PN 06	547	2,17 ± 1,07 cm	182,33	64,33 aA	111,33 aA	6,33 bB
CV%				16,31		
Média Geral				58,47		

\*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical, não diferem pelo teste de agrupamento de média Scott Knott (1974) a 5% de probabilidade. Dados transformados em Log<sub>10</sub> (Y) para variável número de *sprigs* por comprimento (cm)

Silva SÁCG (2019) Seleção e caracterização de plantas para uso como gramados ...

**Tabela 2.** Percentual médio da taxa de pegamento (TP), número de perfilhos (NP) e expansão (E) de acessos de *Axonopus parodii* (AP 01), *Paspalum lepton* (PL 01), *P. notatum* (PN 01, PN 02, PN 03, PN 04, PN 05 e PN 06) e *Zoysia japonica* (ZP 01), com três classes de comprimento de *sprigs* aos 63 dias após o plantio. Recife - PE, UFRPE, junho a setembro de 2016

Acessos	TP (%)			NP (perfilhos/ <i>sprigs</i> )			E (cm <sup>2</sup> )		
	Comprimento dos <i>sprigs</i> (cm)*			Comprimento médio de <i>sprigs</i> (cm)*			Comprimento médio de <i>sprigs</i> (cm)*		
	< 2	2 a 4	> 4	< 2	2 a 4	> 4	< 2	2 a 4	> 4
AP 01	10,42 bA	10,42 bA	14,59 bA	0,80 bA	1,88 aA	3,21 aA	185,28 aA	92,24 bB	116,02 aB
PL 01	14,59 bB	29,17 bB	72,92 aA	5,92 aA	4,26 aA	7,84 aA	105,27 bA	112,57 bA	78,01 aA
PN 01	18,75 bB	56,25 aA	75,00 aA	4,69 aA	5,55 aA	4,10 aA	80,67 cA	64,23 cA	32,83 bA
PN 02	35,42 aB	81,25 aA	79,17 aA	6,03 aA	5,78 aA	5,22 aA	56,61 cA	39,45 cA	48,93 bA
PN 03	18,75 bB	64,59 aA	70,84 aA	2,34 bA	4,86 aA	4,78 aA	50,77 cA	31,10 cA	39,10 bA
PN 04	10,42 bB	50,00 aA	50,00 aA	2,71 bA	4,36 aA	4,23 aA	59,47 cA	43,93 cA	51,02 bA
PN 05	43,75 aA	60,42 aA	70,83 aA	4,27 aA	3,72 aA	6,38 aA	21,77 cA	18,94 cA	42,59 bA
PN 06	29,17 aB	41,67 aB	70,83 aA	2,27 bA	3,52 aA	2,75 aA	41,88 cA	23,64 cA	23,61 bA
ZP 01	14,58 bC	31,25 bB	81,25 aA	0,39 bA	4,67 aA	2,99 aA	105,81 bB	226,09 aA	37,42 bC
CV%	27,95			61,04			28,25		
Média Geral	44,68			4,05			24,41		

\*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical, não diferem pelo teste de agrupamento de média Scott Knott (1974) a 5% de probabilidade. Dados transformados em  $\sqrt{(Y+1)}$  para as variáveis TP (%) e E (cm<sup>2</sup>)

**Tabela 3.** Desenvolvimento de *sprigs* de *Axonopus parodii* (AP 01), *Paspalum leptum* (PL 01), *P. notatum* (PN 01, PN 02, PN 03, PN 04, PN 05 e PN 06) e *Zoysia japonica* (ZP 01) com três classes de comprimento e capacidade de cobertura do solo (CC em %) aos 63 dias após o plantio. Recife - PE, UFRPE, junho a setembro de 2016

Acessos	Imagens			CC (%)		
	Comprimento dos <i>sprigs</i> (cm)			Comprimento dos <i>sprigs</i> (cm)*		
	< 2	2 a 4	> 4	< 2	2 a 4	> 4
AP 01				2,91 bA	3,52 bA	5,53 bA
PL 01				9,72 bA	14,08 bA	29,13 aA
PN 01				17,11 aB	38,23 aA	46,03 aA
PN 02				24,07 aA	46,16 aA	35,69 aA
PN 03				9,86 bB	34,06 aA	42,28 aA
PN 04				8,33 bB	29,19 aA	25,27 aA
PN 05				13,05 aB	21,32 aB	37,09 aA
PN 06				1,92 bB	18,40 bA	30,25 aA
ZP 01				2,90 bA	7,01 bA	14,47 bA
CV %	30,14%					
Média Geral	21,02					

\*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical, não diferem pelo teste de agrupamento de média Scott Knott (1974) a 5% de probabilidade. Dados transformados em  $\sqrt{(Y+1)}$  para variável número de *sprigs* por comprimento (cm)

Silva SÁCG (2019) Seleção e caracterização de plantas para uso como gramados ...

**Tabela 4.** Peso médio da biomassa seca da parte aérea (BSPA) e radicular (BSR), e razão BSPA/BSR de acessos de *Axonopus parodii* (AP 01), *Paspalum leptum* (PL 01), *P. notatum* (PN 01, PN 02, PN 03, PN 04, PN 05 e PN 06) e de *Zoysia japonica* (ZP 01), com três classes de comprimento de *sprigs* aos 63 dias após o plantio. Recife - PE, UFRPE, junho a setembro de 2016

Acessos	BSPA (g)			BSR (g)			Razão BSPA/BSR		
	Comprimento médio de <i>sprigs</i> (cm)*			Comprimento médio de <i>sprigs</i> (cm)*			Comprimento médio de <i>sprigs</i> (cm)*		
	< 2	2 a 4	> 4	< 2	2 a 4	> 4	< 2	2 a 4	> 4
AP 01	4,59 aA	4,01 bA	1,85 cA	2,87 bA	5,53 cA	2,31 cA	3,51 aA	1,62 aB	0,94 aB
PL 01	2,55 aB	5,67 bB	12,00 aA	3,07 bC	11,31 bB	29,63 aA	1,14 bA	0,69 bB	0,48 aB
PN 01	4,44 aB	12,43 aA	17,20 aA	4,03 bB	18,33 bA	36,92 aA	1,10 bA	0,90 bA	0,48 aB
PN 02	6,38 aB	15,95 aA	13,26 aA	8,33 aB	47,74 aA	68,62 aA	0,75 cA	0,29 bB	0,29 bB
PN 03	7,08 aA	6,95 bA	9,13 aA	9,61 aB	16,47 bB	48,78 aA	0,90 bA	0,44 bB	0,29 bB
PN 04	2,95 aA	6,81 bA	6,02 bA	2,87 bB	11,27 bA	14,96 bA	1,22 bA	0,55 bB	0,48 aB
PN 05	6,39 aB	4,91 bB	11,88 aA	13,36 aB	14,55 bB	37,36 aA	0,53 cA	0,38 bA	0,37 bA
PN 06	4,54 aA	4,42 bA	7,14 bA	5,41 aA	8,50 bA	16,10 bA	0,83 bA	0,54 bA	0,53 aA
ZP 01	3,88 aA	1,32 bA	3,52 cA	5,65 aB	3,36 cB	11,64 bA	0,46 cA	0,50 bA	0,33 bA
CV%	23,56			16,79			27,78		
Média Geral	6,93			16,98			0,76		

\*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical, não diferem pelo teste de agrupamento de média Scott Knott (1974) a 5% de probabilidade. Dados transformados em  $\sqrt{(Y+1)}$  para BSPA e razão BSPA/BSR, e em  $1 + \text{Log}_{10}(Y)$  para BSR (g)

**Tabela 5.** Correlação ambiental, fenotípica e genotípica entre variáveis avaliadas sobre os acessos de *Axonopus parodii* (AP 01), *Paspalum lepton* (PL 01) e *P. notatum* (PN 01, PN 02, PN 03, PN 04, PN 05 e PN 06), com três classes de comprimento de *sprigs* aos 63 dias após o plantio. Recife - PE, UFRPE, junho a setembro de 2016

Correlação ambiental					
Variáveis	CC (%)	NP	E (cm)	BSPA (g)	BSR (g)
TP (%)	0,998*	0,987ns	-0,931ns	0,994ns	0,960ns
CC (%)	-	0,974ns	-0,953ns	0,985ns	0,939ns
NP	-	-	-0,860ns	0,999*	0,993ns
E (cm)	-	-	-	-0,886ns	-0,792ns
BSPA (g)	-	-	-	-	0,985ns
Correlação fenotípica					
Variáveis	CC (%)	NP	E (cm)	BSPA (g)	BSR (g)
TP (%)	0,907*	0,560**	-0,616**	0,807**	0,817**
CC (%)	-	0,617**	-0,521**	0,847**	0,782**
NP	-	-	-0,252ns	0,508*	0,481**
E (cm)	-	-	-	-0,348ns	-0,362ns
BSPA (g)	-	-	-	-	0,822**
Correlação genotípica					
Variáveis	CC (%)	NP	E (cm)	BSPA (g)	BSR (g)
TP (%)	0,871**	0,658ns	-0,823*	0,787*	0,839**
CC (%)	-	0,67ns	-0,637ns	0,927**	0,843**
NP	-	-	-0,224ns	0,719*	0,682**
E (cm)	-	-	-	-0,401ns	-0,463ns
BSPA (g)	-	-	-	-	0,860**

\*: Diferença significativa a 1% (\*\*) e 5% (\*) de probabilidade pelo teste t. Taxa de pagamento (TP em %); capacidade de cobertura do solo (CC em %); número de perfilhos (NP); expansão (E em cm<sup>2</sup>), biomassa seca da parte aérea (BSPA em g); e biomassa seca radicular (BSR em g)

### CAPÍTULO III: DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE *PASPALUM* SPP. PARA USO COMO GRAMADOS E GRAMÍNEAS ORNAMENTAIS



Este trabalho foi baseado na norma da Revista Brasileira de Ciências Agrária (UFRPE)

## **Desenvolvimento de mudas de *Paspalum* spp. para uso como gramados e gramíneas ornamentais**

Stella Áurea Cristiane Gomes da Silva<sup>1</sup>, João Carlos Cezar de Albuquerque<sup>1</sup>, Paula Guimarães Pinheiro de Araújo<sup>1</sup>, Simone Santos Lira Silva<sup>1</sup>, Vivian Loges<sup>1</sup>, Francisco Humberto Dubbern De Souza<sup>2</sup>

<sup>(1)</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Dom Manuel de Medeiros, CEP 52171-900, Recife-PE, Brasil. E-mails: stella.agron@yahoo.com.br, joao.ccaf@msn.com, paulinhapinheiro@gmail.com, simolira36@gmail.com, vloges@yahoo.com, <sup>(2)</sup>Embrapa Pecuária Sudeste, Washington Luiz Highway, km 234, CEP 13560-970, São Carlo-SP, Brazil.

### **RESUMO**

O Brasil apresenta inúmeras espécies de gramíneas nativas com potencial ornamental, mas ainda não utilizadas no paisagismo. O crescimento horizontal e projeção da parte aérea de gramíneas podem influenciar na expansão destas para ocupação de novos espaços e recobrimento total do solo, sendo estes critérios de seleção para uso como gramado e de plantas ornamentais. Com esse trabalho objetivou-se avaliar a capacidade de crescimento e desenvolvimento de mudas (*plugs*) de espécies do gênero *Paspalum* L. com potencial para uso como gramados e plantas ornamentais. Mudas de 14 acessos (tratamentos) com hábito de crescimento prostrado e ereto foram cultivadas em ambiente protegido. Aos 63 dias após o plantio (DAP), foram avaliadas as seguintes variáveis: taxa de sobrevivência; número de perfilhos; expansão lateral da planta para acessos de crescimento prostrado; área da base e projeção da parte aérea da planta para acessos de crescimento ereto; altura e capacidade de cobertura. Aos 72 DAP, foram avaliadas em laboratório, as seguintes variáveis: biomassa fresca e seca foliar; biomassa fresca e seca radicular; biomassa fresca e seca do rizoma ou estolão; e comprimento radicular. Os acessos de crescimento prostrado *Paspalum leptum* (PL 01) e *P. notatum* (PN 05) são recomendados para usos como gramados, pois apresentaram maior biomassa fresca e seca nas raízes, rizomas ou em estolões, expansão lateral e ocupação mais rápida de superfícies do solo. Os acessos de crescimento ereto *Paspalum*

*compressifolium* (PC 01; PC 02 e PC 03), *P. ionanthum* (PI 01) e *Paspalum plicatum* (PP L1), foram indicados como plantas ornamentais por apresentarem maiores alturas, biomassas acumuladas na parte aérea e raiz, e capacidade de cobertura proveniente da projeção da parte aérea da planta.

**Palavras-chaves:** expansão lateral, crescimento ereto, cobertura do solo, gramado e potencial ornamental

### **Seedling development of *Paspalum* spp. for use as turfgrasses and ornamental grasses**

#### **ABSTRACT**

Brazil has many species of native grasses with ornamental potential, but little used in landscaping. The horizontal growth and projection of the aerial part of grasses can influence in the expansion of these for occupation of new spaces and total cover of the ground, being those criteria of selection for use as turfgrass and ornamental plants. This work aimed to evaluate the capacity of growth and development of seedlings (plugs) of species of the genus *Paspalum* L. with potential for use as turfgrass and ornamental plants. The seedlings of 14 accessions (treatments) with prostrate and erect growth habit were cultivated in a protected environment. At 63 days after planting (DAP), the following variables were evaluated: survival rate; shoot number; lateral expansion of the plant for accessions of prostrate growth; base area and projection of the aerial part of the plant for erect growth accessions; height and coverage capacity. At 72 DAP, the following variables were evaluated in the laboratory: fresh and dry leaf biomass; fresh and dry root biomass; fresh and dry biomass of the rhizome/stolon; and root length. The prostrate growth accessions *Paspalum leptum* (PL 01) and *P. notatum* (PN 05) are recommended for use as turfgrass, as they presented higher fresh and dry biomass in the roots, rhizomes and stolons, lateral growth and faster occupation of soil area. The erect growth accessions *P. compressifolium* (PC 01; PC 02 and PC 03), *P. ionanthum* (PI 01) and *P. plicatum* (PP L1) were indicated as ornamental plants because they had higher

heights, accumulated biomass in the aerial part and root, and coverage capacity coming from the projection of the aerial part of plant.

**Keywords:** lateral expansion, erect growth, soil coverage, lawn and ornamental potential

## INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta inúmeras espécies de gramíneas nativas com potencial ornamental, mas pouco utilizadas no paisagismo. Em projetos de paisagismo, as gramíneas de crescimento prostrado podem ser indicadas para formar gramados e as gramíneas de crescimento ereto, que formam touceiras, podem adicionar linhas verticais ou criar contrastes, servindo como pano de fundo para outras plantas.

O uso de gramíneas no paisagismo apresentam vantagens de agregar beleza, valorizar os empreendimentos, proporcionar o controle de erosões, produção de oxigênio, fixação de gás carbônico atmosférico, infiltração de água no solo, biodegradação de compostos orgânicos sintéticos, supressão de plantas indesejáveis (Souza et al., 2016), além da redução dos efeitos do fenômeno de ilha de calor, através da evapotranspiração. A utilização de grama em torno de uma casa ou edifício, por exemplo, pode reduzir a necessidade de ar condicionado em até 25% (Santos et al., 2016).

A utilização das gramíneas nativas no paisagismo é uma estratégia para valorização e a conservação da biodiversidade além de ser uma possibilidade de geração de renda (Marchi e Barbieri, 2015). A gramicultura é um mercado milionário, pois associa atividades econômicas de produção, implantação, manutenção e aquisição de insumos e equipamentos (Castro et al., 2015a; Haydu et al., 2009). No Brasil, este setor se destaca no agronegócio, visto que os gramados estão presentes em campos de futebol e golfe, jardins, margens de rodovias, no paisagismo urbano e parques industriais e rurais, sendo estimado 30 mil hectares de grama cultivada no território brasileiro, segundo a Associação de Grama Legal (Sistema Faep/Senar - PR, 2017).

Como exemplo de cultivares de grama, Castro et al. (2015a) afirmam que *Paspalum notatum* Flüggé, vulgarmente conhecida como “Batatais”, é a espécie nativa mais amplamente cultivada do gênero *Paspalum* L., sendo utilizada principalmente em rodovias, por apresentar um sistema radicular extenso e profundo que a torna tolerante à

seca (Castro et al., 2015b), e se adapta a regiões com reduzido índice pluviométrico, umidade relativa do ar e altas temperaturas (Newman et al., 2014).

Na seleção de um genótipo para uso como gramado é levado em consideração a capacidade de sobrevivência das mudas e a capacidade de cobertura do solo (Martello et al., 2014), sendo este influenciado diretamente pela taxa de crescimento lateral de cada espécie vegetal (Volterrani et al., 2008). O hábito de crescimento, segundo (Marchi e Barbieri (2015), pode ser: cespitoso-ereto - quando os entrenós basais são muitos curtos, produzindo ramificações eretas em cada nó, formando touceiras; cespitoso-decumbente - quando os colmos crescem encostados ao solo, sem enraizamento nos nós, erguendo-se só o colmo florífero, que tem a inflorescência; estolonífera - quando os colmos aéreos são rasteiros, enraizam-se nos nós em contato com o solo, originando-se novas partes aéreas em cada nó (estolho); ou ainda rizomatosa - colmo geralmente subterrâneo, aclorofilado, coberto por folhas modificadas do tipo catáfilos e geralmente é engrossado pelo acúmulo de reservas.

As gramíneas conseguem se expandir e ocupar superfícies disponíveis do solo devido aos rizomas ou estolões, que emitem perfilhos e formam a parte aérea (Youngman et al., 2017). Esta capacidade de crescimento lateral e cobertura do solo variam entre espécies ou entre acessos de uma espécie.

Frente ao exposto, objetivou-se com esse trabalho selecionar acessos de *Paspalum* spp. em função do hábito de crescimento e desenvolvimento para uso como gramados e plantas ornamentais.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de julho a setembro de 2017, em casa de vegetação no Campus da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Departamento de Agronomia, sob as coordenadas 8°01'06" latitude Sul, 34°56'49" longitude Oeste e altitude de 6 m. A região apresenta o clima As' (tropical quente úmido com chuvas de outono a inverno) de acordo com a classificação de Köppen (1948), e médias pluviométricas anuais entre 1.000 e 2.200mm (Ageitec, 2019).

Foram avaliados seis acessos de *Paspalum* spp. de crescimento prostrado (*Paspalum leptum* - PL 01; *Paspalum notatum* - PN 01, PN 02, PN 03, PN 04 e PN 05) e oito de crescimento ereto (*Paspalum compressifolium* - PC 01, PC 02 e PC 03; *Paspalum ionanthum* - PI 01; *Paspalum plicatum* - PPL1, *Paspalum rhodopedum* - PRH1 e PRH2;

e *Paspalum rojasii* - PR 01). Os acessos foram fornecidos pelo Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Embrapa Pecuária Sudeste (São Carlos - SP) e Embrapa Agroindústria Tropical (Pacajus - CE). A cultivar comercial de grama *Zoysia japonica* (ZP 01) foi utilizada como tratamento controle na avaliação dos acessos de crescimento prostrado. As mudas dos acessos de crescimento prostrado foram padronizadas com altura de 10 cm e os acessos de crescimento ereto com 20 cm de altura, garantindo a altura mínima da muda sem eliminar as gemas apicais (Tabela 1).

O experimento foi conduzido em ambiente protegido (estufa de 21,0 m de comprimento por 7,0 m de largura e 3,0 m de pé direito), cobertas com plástico difusor de 120 microns e na lateral com tela de sombreamento de 30%. Foi realizado o plantio de uma muda por bandeja de polietileno (27 cm de largura x 38 cm de comprimento x 6 cm de profundidade) de 1026 cm<sup>2</sup>, com substrato comercial Top Garden Green®. As bandejas foram colocadas sobre bancadas de alvenaria (1,06 m de altura, 1,4 m de largura, 4,80 m de comprimento e declividade de 5%), organizadas em 6 blocos casualizados, com 15 tratamentos (14 acessos de *Paspalum* spp. e o tratamento controle ZP 01). A irrigação foi realizada por capilaridade entre o intervalo de 45 min e o volume de água aplicado foi de 0,28 L.s<sup>-1</sup> a cada 15 min de irrigação.

Ao final de 63 dias após o plantio (DAP), foram analisadas as seguintes variáveis: taxa de sobrevivência - TS (%); número de perfilhos - NP, observado nos rizomas ou estolões de cada planta; expansão - E (cm<sup>2</sup>), medida de crescimento lateral, obtida a partir do comprimento do maior lado da planta *versus* comprimento do lado perpendicular, sendo realizada com auxílio de uma régua graduada, para os acessos de crescimento prostrado; área da base da planta - AB (cm<sup>2</sup>), obtida a partir do comprimento do maior lado da base da planta *versus* comprimento do lado perpendicular, para os acessos de crescimento ereto; projeção da parte aérea da planta - PPA (cm<sup>2</sup>) obtida a partir do comprimento do maior lado da projeção da planta *versus* comprimento do lado perpendicular a esta; e altura - H (cm), obtida a partir da superfície do substrato ao ápice da planta; e capacidade de cobertura - CC (%), área do solo coberta pela planta, obtida via análise de imagem.

As análises de imagens para a CC, foram provenientes de imagens capturadas por máquina fotográfica (Samsung WB350F 16MP Digital Câmera com 21x optical zoom), sendo as imagens convertidas em formato de Joint Photographic Experts Group (JPEG) e processadas pelo software SisCob (Jorge e Silva, 2009).

Aos 72 DAP, em laboratório, as plantas foram fragmentadas, separando-se as raízes dos rizomas e estolões, e das folhas, em seguida foram pesadas para obtenção das seguintes variáveis: biomassa fresca foliar - BFF (g); biomassa fresca radicular - BFR (g); biomassa fresca de rizoma/estolão - BFRE (g), biomassa seca foliar - BSF (g), biomassa seca radicular - BSR (g) e biomassa seca de rizoma/estolão - BSRE (g), obtidos via secagem a 65°C por 72 horas em estufa de aeração forçada.

As avaliações aos 63 DAP, foram realizadas em 6 mudas por acesso (6 repetições), e aos 72 DAP em 4 mudas por acesso (4 repetições). As análises estatísticas foram realizadas através do programa estatístico GENES (Cruz, 2013) pelo teste de agrupamento Scott Knott (1974) a 5% de probabilidade. Também foi realizada a correlação de Person simples (teste t) a 1% e 5% de probabilidade (Tabela 4 e 5).

Para auxiliar a seleção dos acessos de crescimento ereto, foi adotada para as todas as variáveis analisadas, excetuando as variáveis H, BFF e BSF, a escala de pontuação de: 1 ponto - para acessos que foram agrupados com menores valores pelo teste Scott Knott; 2 pontos - para acessos que foram agrupados com valores intermediários pelo teste Scott Knott; e 3 pontos - para os acessos que foram agrupados com maiores valores teste Scott Knott. Como são desejados menores valores para as variáveis H, BFF e BSF para gramíneas usadas para formação de gramados, a escala de pontuação foi de: 1 ponto - para acessos que foram agrupados com maiores valores pelo teste Scott Knott; 2 pontos - para acessos que foram agrupados com valores intermediários pelo teste Scott Knott; e 3 pontos - para os acessos que foram agrupados com menores valores teste Scott Knott. Foram considerados como adequados para formação de gramados, os acessos de crescimento prostrado que obtiveram pontuações igual ou maior tratamento controle (ZP 01), isto é,  $\geq 25$  pontos.

Para auxiliar a seleção dos acessos de crescimento prostrado, foi adotada a escala de pontuação para todas as variáveis analisadas de: 1 ponto - para acessos que foram agrupados com menores valores pelo teste Scott Knott; 2 pontos - para acessos que foram agrupados com valores intermediários pelo teste Scott Knott; e 3 pontos - para os acessos que foram agrupados com maiores valores teste Scott Knott. Os acessos obtiveram pontuações  $\geq 25$  pontos foram considerados como adequados para uso como ornamental.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram observadas diferenças para as variáveis avaliadas quanto ao crescimento e desenvolvimento das mudas das espécies de *Paspalum* ou entre os acessos de uma mesma espécie, permitindo a seleção de acessos de crescimento prostrado para uso como gramados e de crescimento ereto para uso como plantas ornamentais.

Em relação aos acessos de *Paspalum* spp. de crescimento prostrado, aos 63 DAP, foi observado 100% de sobrevivência das mudas em PN 02, PN 05, ZP 01, não havendo diferença entre os acessos PN 01, PN 03 e PL 01 (TS de 83,33%) e PN 04 (TS de 66,66%), formando assim único grupo (Figura 1A). A capacidade de sobrevivência das mudas após o processo de comercialização de gramas é essencial para o seu estabelecimento (Martello et al., 2014), reduzindo a necessidade de replantio de mudas para a rápida e completa cobertura do solo.

O acesso PL 01 apresentou o maior NP (27,32) entre os acessos avaliados, porém foi inferior ao controle, ZP 01 (46,16). Simultaneamente foi observado que o acesso PL 01, apresentou a maior expansão (E) (8571,32 cm<sup>2</sup>), superior ao observado em ZP 01 (1898,80 cm<sup>2</sup>) (Figura 1B), lembrando que o acesso PL 01 é de crescimento rizomatoso e estolonífero. Kojoroski-Silva et al. (2011) enfatiza que a capacidade de estabelecimento de gramas estoloníferas é dependente do hábito de crescimento e que estolões com comprimentos maiores são um indicativo de maior capacidade de mobilidade e de colonização de novas áreas, fato que conferiu maior expansão em PL 01 (Figura 1C).

Foi observado que correlações positivas (Tabela 4) entre o NP e E ( $r = *0,799$ ) para acessos de *Paspalum* spp. de crescimento prostrado indicando que quanto maior a quantidade de perfilhos, maior a capacidade de expansão dos acessos. De fato, os rizomas ou estolões ao emitirem perfilhos, acarretam o crescimento lateral e ocupação de superfícies disponíveis do solo (Volterrani et al., 2008; Youngman et al., 2017) e podem favorecer a recuperação de áreas danificadas por pisoteio, insetos e doenças (Polomski e McCarty, 2003). Martello et al. (2014) e Gurgel (2003), afirmam que as variedades de gramas que apresentam crescimento rizomatoso, possuem grande capacidade de regeneração, principalmente no que diz respeito a injúrias causadas por tráfego excessivo, devido a localização dos rizomas, por estarem abaixo da superfície do solo, ficam protegidos de danos mecânicos diretos.

O acesso PL 01 apresentou maior H (22,68 cm) (Figura 1D) enquanto o grupo formado por PN 01, PN 03, PN 04, PN 05 e ZP 01 obtiveram as menores H (11,18 cm). (Figura 1D). Segundo Salvador e Miname (2002), apenas as espécies de gramíneas de porte reduzido apresentam maior aptidão para formação de gramados, por demandar menor custo com mão-de-obra, combustível e equipamentos utilizados para a realização de cortes frequentes. Silva et al. (2018) realizaram 13 a 14 podas, durante o cultivo dos acessos PL 01 e PN 02 sob condições tropicais da zona da Mata de Pernambuco a partir de 63 a 187 DAP, por que ultrapassavam altura de 7,5 cm, sugerida como altura ideal em gramados (Castro et al., 2015a; Silva et al., 2018).

Os acessos PL 01 e PN 05 apresentaram maiores CC (70,84 e 65,27%, respectivamente) formando um único grupo junto ao tratamento controle ZP 01 (70,01%) (Tabela 2). Embora Volterrani et al. (2008) afirmam que a maior quantidade de perfilhos proporcione melhor capacidade de cobertura do solo, vale ressaltar que PN 05 apresentou menor quantidade de perfilhos que PL 01, mas mesmo assim obteve CC semelhante e a correlação entre CC e NP tenha sido 0,7138, esta não foi significativa. Os demais acessos apresentaram capacidade de cobertura do solo abaixo de 53%.

Segundo Souza et al. (2016), características como cobertura do solo, altura e densidade, apresentam alto grau de relevância para gramíneas de uso para formação de gramados, incluindo o uso ornamental em jardins domésticos e em telhados verdes.

As maiores biomassas frescas e secas foliar, radicular e de rizomas ou estolões foram observadas em acesso de *P. lepton* (PL 01). Os demais acessos foram agrupados em menores biomassas (Figura 2A a 2F). Estes valores demonstram a elevada densidade foliar e das raízes de PL 01, o que é desejável para a cobertura superficial do solo, onde pode contribuir com os benefícios como recobrimento protetivo do solo.

Souza et al. (2016), enfatizam que gramados densos, isto é com bom volume de massa fresca da parte aérea da grama a ponto de formar uma boa cobertura vegetal sobre o solo, são especialmente desejados para fins paisagísticos, recreativos e esportivos, pois além de contribuir à qualidade ornamental, agrega segurança aos usuários e tolerância a desgastes causados por tráfego ou pisoteio. Branco et al. (2012), afirmam que devido as características morfológicas, o *P. lepton*, possui potencial para produção de forragem, recuperação e conservação de solos degradados, e León et al. (2013) ressaltam a capacidade de resistência ao frio, seca moderada e adaptação a solos arenosos.

No entanto, segundo Amaral e Castilho (2012), quanto maior a quantidade de biomassa seca produzida, maior a necessidade de cortes, e conseqüentemente, há maior custo de manutenção, que inclui máquinas, operadores e combustível, e assim maior o custo para manter a estética do gramado (Santos et al., 2016; Santos e Castilho, 2018).

Em termo de CR, os acessos PL 01, PN 01, PN 02, PN 03 e PN 05 apresentaram desempenho semelhante, sendo superiores ao tratamento controle ZP 01 (Figura 2G). E para uma eficiente cobertura do solo, a raiz juntamente com os rizomas ou estolões atuam na sustentação e recobrimento do solo, diminuindo não somente os impactos ambientais diretamente sobre o solo descoberto como também favorecem a absorção de nutrientes e água, elementos indispensáveis à sobrevivência da planta.

Foram observadas correlações positivas e significativas (1%) entre biomassa fresca e seca foliar, radicular e de rizomas ou estolões porém nenhum destas variáveis apresentou correlação significativa com comprimento radicular. Alencar (1949) enfatiza que o vigor, a extensão e a distribuição do sistema radicular têm influência decisiva no desenvolvimento da parte aérea da planta. Este fato foi observado para os acessos de habito de crescimento prostrado visto que as correlações entre as BFR e BSR foram positivas e significativas com as variáveis BFF ( $r = 0,950^{**}$  e  $r = 0,935^{**}$ , respectivamente) e BSF ( $r = 0,980^{**}$  e  $r = 0,969^{**}$ , respectivamente) (Tabela 5).

Conforme a pontuação atribuída para as variáveis analisadas, dentre os acessos de crescimento prostrado (Tabela 6), *Paspalum leptum* (PL 01) e *P. notatum* (PN 05) obtiveram pontuação acima do tratamento controle (ZP 01 = 25 pontos). Portanto, os acessos PL 01 e PN 05, em função da menor altura e biomassa foliar, das elevadas taxas de expansão, capacidade de cobertura, maior biomassa do sistema radicular e rizoma ou estolão, são indicados para uso como gramas para formação de gramados.

Os demais acessos foram inferiores, contudo, as pontuações foram muito próximas ao tratamento controle (23 e 24 pontos). Segundo Silva et al. (2018), ao avaliarem estes mesmos acessos, consideraram todos com potencial para formação de gramados, mas em especial atenção, relacionaram ao acesso PN 02 como genótipo de elevada densidade foliar no controle sobre plantas invasoras e aos acessos PN 01 e PN 05, como adequados para uso como cobertura permanente e ornamental do solo. Castro et al. (2015a), consideram o acesso PN 05 como genótipo de ótimo desempenho para formação de gramados, por apresentarem 100% de sobrevivência, excelente aparência visual demonstrada pela cor verde uniforme e cobertura total do solo aos 100 DAP.

Em relação aos acessos de crescimento ereto, não houve diferença para a taxa de sobrevivência (TS), sendo observado valores entre 100 % e 83,33% (Figura 3A). A taxa de sobrevivência das mudas de gramíneas com crescimento ereto e que formam tufo pode ser afetada devido a separação das mudas pois ao fragmentar os tufo, o corte dos rizomas que apresentam menor distância entre os nós, pode resultar no comprometimento das gemas basais da planta (Azevedo et al., 2018).

Os acessos PR H2 e PI 01 apresentaram maiores números de perfilhos (NP de 44,31 e 40,26) por muda, e PPL1 juntamente com PC 03 foram agrupados com valores intermediários (de 34,32 e 28,50 perfilhos por muda). Os demais acessos apresentaram menor perfilhamento (Figura 3B). Foi observado, a partir da correlação positiva significativa entre TS (%) e produção de perfilhos ( $r = 0,796^*$ ) (Tabela 4) que acessos com maior taxa de sobrevivência emitiram mais perfilhos.

O acesso PC 03, apresentou a maior área da base da planta (AB de 106,96 cm<sup>2</sup>). Os acessos PI 01 e PRH2 apresentaram valores intermediários de AB (70,11 e 67,12 cm<sup>2</sup>, respectivamente) e o menor valor foi observado em PR 01 (13,19 cm<sup>2</sup>) (Figura 3C). Embora o perfilhamento possa levar ao aumento da área de base da muda, não foi observada correlação entre NP e AB.

A projeção da parte aérea da planta (PPA) pode ser próxima a área da base ou maior, ultrapassando o espaçamento e a área destinada ao cultivo, por que está relacionada a ocupação em cm<sup>2</sup>, da folhagem da gramínea. E o acesso PC 01 se destacou apresentando maior PPA (16811,71 cm<sup>2</sup>), ultrapassando a área de cultivo da bandeja (1026 cm<sup>2</sup>). E PC 03 e PRH2, apresentaram valores intermediários (14118,67 e 12682,83 cm<sup>2</sup>, respectivamente) que também passaram da área da de cultivo da bandeja (Figura 3D). Um fator importante desta projeção, é que a folhagem atua no recobrimento do solo ou substrato e pode diminuir os impactos ambientais sobre as perdas de sedimentos do solo ou substrato, ocasionados pela erosão hídrica (Souza et al., 2016). Do ponto de vista ornamental, os acessos são apreciados por suas folhas e forma dos tufo, sendo exploradas no paisagismo como plantas de destaque, conforme a magnitude de seu porte (Marchi e Barbieri, 2015).

Quanto a H, o acesso PC 01 apresentou maior valor (62,63 cm), seguido do PPL1, com H de 54,17 cm (Figura 3E). Esses acessos não necessitam de podas frequentes, como as observadas em gramados sob manejo intensivo.

Todos os acessos de crescimento ereto apresentaram desempenho semelhante para CC, que variaram de 46,41 a 72,26% (Tabela 3). Foi observado correlação positiva

entre esta característica e H ( $r = *0,808$ ) (Tabela 4), indicando que é observado maior capacidade de cobertura do solo em acessos com maior altura, aspecto desejado para uso como recobrimento protetivo permanente de superfícies de solo (Souza et al., 2016).

Em termos de biomassas, o acesso PC 03 apresentou maior BFF de 184,27 g (Figura 4A). Quanto a BSF, os acessos PC 03 e PI 01, apresentaram os maiores valores (30,11 e 27,72 g, respectivamente) (Figura 4B). Em relação a raiz, o acesso PPL1 apresentou maior BFR de 333,11 g e BSR de 109,93 g (Figura 4C e 4D). Um sistema radicular extenso e profundo torna a grama tolerante a seca e outras condições adversas. Com relação aos rizomas e estolões, o acesso PC 03 e PI 01 se destacaram com maiores valores tanto para BFRE (146,84 e 138,105 g, respectivamente) quanto para BSRE (32,12 e 33,83 g, respectivamente) (Figura 4E e 4F). Alencar (1949) considerou que a capacidade de erosão de uma enxurrada tem efeito mais acentuado a partir de 2 a 8 cm de profundidade do solo e o maior peso do sistema radicular de gramínea, garante um “travamento” seguro das partículas do solo pelas raízes da planta. O autor ainda enfatiza que o vigor do sistema radicular favorece o desenvolvimento da parte aérea da planta. Este fato foi observado para os acessos de hábito de crescimento ereto, visto que as correlações entre as BSF foi positiva com a variável BFR ( $r = 0,751*$ ) (Tabela 5).

É observado que o acesso PC 03, além de valores elevados de BFF, BSF, BFRE e BSRE, apresentou maior CR (53,95 cm) e juntamente com PC 02, PR 01 e PR H1, foram agrupados com valores semelhantes de CR, variando entre 35,59 a 48,51 cm, respectivamente (Figura 4G). Da mesma forma que acessos de crescimento prostrado, não foi observada correlação significativa entre biomassa fresca e seca foliar, radicular e de rizoma ou estolão com comprimento de raiz em acessos de crescimento ereto.

Na tabela 7, os acessos de crescimento ereto PC 01, PC 02, PC 03, PI 01 e PP L1, apresentaram pontuações  $\geq 25$ . O acesso PC 01, mostrou maiores valores projeção da parte aérea, capacidade de cobertura e altura, no entanto, PC 02 mostrou maiores biomassas de rizoma ou estolão e comprimento radicular. Mas para maioria das variáveis analisadas, PC 03 se destacou com elevados valores de capacidade cobertura, número de perfilhos, biomassas foliares e de rizoma ou estolão e de comprimento radicular, os mesmos foram observados para os acessos PI 01 e PP L1 (Tabela 7). Portanto, PC 01, PC 02, PC 03, PI 01 e PP L1 são acessos, cuja projeção foliar ou área da base, auxiliam na capacidade de cobertura da planta, culminando no bom recobrimento do solo, além de serem uma gramínea proveniente de rizoma desenvolvido com grande acúmulo de massa, juntamente com estolão ou não e

especialmente PC 02, PC 03 e PP L1 apresentam elevado desenvolvimento da raiz com grande comprimento.

## CONCLUSÕES

Os acessos de crescimento prostrado, *Paspalum leptum* (PL 01) e *P. notatum* (PN 05) são recomendados para formação de gramados a partir de *plugs*, em jardim, praças e telhados verdes.

São indicados os acessos de crescimento ereto *P. compressifolium* (PC 01; PC 02 e PC 03), *P. ionanthum* (PI 01) e *P. plicatum* (PP L1), como gramas ornamentais para usos funcionais, em áreas de taludes, encostas, às margens de estradas e para usos ornamentais, em canteiros de jardins e praças, como também em telhados verdes.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsas no país e no exterior.

## LITERATURA CITADA

Ageitec, Agência Embrapa de Informação Tecnológica. 2019. [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio\\_mata\\_sul\\_pernambucana/arvore/CONT000fbz2ztdp02wx5eo0sawqe3h68I5n4.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CONT000fbz2ztdp02wx5eo0sawqe3h68I5n4.html). 01 Fev. 2019.

Alencar, F. M. A. Plantas úteis para o revestimento do solo pesquisa acerca das suas características de cobertura e travamento. *Bragantia*, v.9, n.5-8, p.133-146, 1949. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87051949000200004>.

Amaral, J. A.; Castilho, R. M. M. Fertilizantes comerciais de liberação imediata e controlada na revitalização de grama batatais. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, Garça, v.22, n.2, p.1-11, 2012. [http://faef.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/uwDnVx4jMbjGY0p\\_2013-5-17-18-12-18.pdf](http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/uwDnVx4jMbjGY0p_2013-5-17-18-12-18.pdf). 18 Fev. 2019.

Azevedo, A. M. G.; Costa, C. S. B.; Leal, C. E. S.; Marangoni, J. C. M. Efeitos da densidade de plantio e da adição de nutrientes na produção de mudas de gramas halófitas em recipientes. *Revista Ceres*, v.63, n.1, p.076-085, 2016.

[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034737X2016000100076&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034737X2016000100076&script=sci_abstract&tlng=pt). 31 Jan. 2019.

Branco, V. T. A.; Santos, D. S.; Mazzocato, A. C.; Ferreira, J. L. Caracterização morfológica de quatro espécies do gênero *Paspalum*. In: EMBRAPA PECUÁRIA SUL - ARTIGO EM ANAIS DE CONGRESSO (ALICE). In: Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos, 2., 2012, Belém, PA. Anais... Belém: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2012. <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/72876/1/Lino-cbrg.pdf>. 18 Jan. 2019.

Castro, A. C. R.; Taniguchi, C. A. K.; Souza, F. H. D.; Silva, T.F.; Café, F. B.; Aragão, F. A. S.; Loges, V. Evaluation of native Brazilian *Paspalum* germplasm as lawn for landscaping purpose. *Acta Horticulturae*, v.1104. p.505-510, 2015a. <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1104.73.05>.

Castro, A. C. R.; Taniguchi, C. A. K.; Souza, F. H. D.; Aragão, F. A. S.; Loges, V.; Silva, T.F.; Café, F. B. S.; Silva, E. B. Characterization of *Paspalum* Accessions as Ornamental Lawn. *Acta Horticulturae*, v.1087, p.255-260, 2015b. <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1087.32>.

Cruz, C. D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum*, v.35, n.3, p.271-276, 2013. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v35i3.21251>.

Gurgel, R. A. G. Principais espécies e variedades de grama. In Simpósio sobre gramados. 1., 2003. Botucatu. In: Produção, implantação e manutenção. Anais... Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2003. CD - ROM. <http://infograma.com.br/wp-content/uploads/2015/10/PRINCIPAIS-ESP%C3%89CIAS-E-VARIEDADES-DE-GRAMAS.pdf>. 18 Jan. 2019.

Haydu, J. J.; Hodges, H. A.; Hall, C. R. Economic impacts of the turfgrass and lawn care industry in the United States. Gainesville: Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, 2009. 39p. <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/FE/FE63200.pdf>. 24 Jan. 2019.

Jorge, L. A. C.; Silva, D. J. C. SisCob: Manual de utilização. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2009. 18p. <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/576070>. 18 Jan. 2019.

Kojoroski-Silva, C. M.; Scheffer-Basso, S. M.; Carneiro, C. M.; Guarienti, M. Desenvolvimento Morfológico das gramas Esmeralda, São Carlos e Tifton 419. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, n. 3, p. 471-477, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000300005>

Köppen, W. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 479p.

León, C. E.; Oliveira, J. C.; Bortolin, G. S.; Köpp, M. M. Caracterização de Sementes de *Paspalum leptum* SCHULT. In: Salão INTERNACIONAL DE ENSINO EXTENSÃO E PESUISA, 5., 2013, Bagé. Anais... Bagé: Unipampa. 2013. <http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/busca?b=pc&id=980962&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22BORTOLIN,%20G.%20S.%22&qFacets=autoria:%22BORTOLIN,%20G.%20S.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>. 05 Ago. 2017.

Marchi, M. M.; Barbieri, R. L. Cores e formas no bioma pampa: grandes gramíneas ornamentais nativas. Brasília: Embrapa, 2015. 198p.

Martello, J. M.; Castilho, R. M. M.; Pagliarini, M. K. Pós-colheita de tapetes de grama esmeralda em relação aos níveis de empilhamento e ambiente de armazenamento. *Tecnologia e Ciência Agropecuária*, v.8, n.1, p.61-66, 2014. [https://www.researchgate.net/publication/326782827\\_Pos-colheita\\_de\\_tapetes\\_de\\_grama\\_esmeralda\\_em\\_relacao\\_aos\\_niveis\\_de\\_empilhamento\\_e\\_ambiente\\_de\\_armazenamento](https://www.researchgate.net/publication/326782827_Pos-colheita_de_tapetes_de_grama_esmeralda_em_relacao_aos_niveis_de_empilhamento_e_ambiente_de_armazenamento). 24 Jan. 2019.

Newman, Y.; Vendramini, J.; Blount, A. 2014. Bahiagrass (*Paspalum notatum*): overview and management. University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences. Electronic Data Information Source Document SS-AGR-332. <https://docplayer.net/45742587-Bahiagrass-paspalum-notatum-overview-and-management-1.html>. 24 Jan. 2019.

Polomski, B.; McCarty, L. B. Portions of this chapter were excerpted and adapted from Southern Lawns; Best Management Practices for the Selection, Establishment, and Maintenance of Southern Lawngrasses. Bert McCarty, ed. Clemson Extension Circ. 707, Clemson University Public Service Publishing, Clemson, SC, p. 449-526, 2003.

Silva, S. Á. C. G.; Santos, A. G.; Silva, S. S. L.; Loges, V.; Souza, F. H. D.; Castro, A. C. R. Characterization and selection of Brazilian native grasses for use as turfgrass. *Acta Horticulturae* 1215, p.255-258, 2018. <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1215.45>.

Salvador, E. D.; Minami, K. Avaliação de diferentes substratos no cultivo de grama esmeralda (*Zoysia japonica* Steud.) em bandejas. *Ciência Agrotecnologia*, v.26, n.2, p.237-243, 2002.

[https://www.researchgate.net/publication/228533201\\_Avaliacao\\_de\\_diferentes\\_substratos\\_no\\_cultivo\\_de\\_grama-esmeralda\\_Zoysia\\_japonica\\_Steud\\_em\\_bandejas](https://www.researchgate.net/publication/228533201_Avaliacao_de_diferentes_substratos_no_cultivo_de_grama-esmeralda_Zoysia_japonica_Steud_em_bandejas). 20 Mar. 2019.

Santos, P. L. F.; Barcelos, J. P. Q.; Castilho, R. M. M. Diferentes substratos no desenvolvimento de um gramado ornamental para uso em telhados verdes. *Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes*, v.4, n.10, p.81-94, 2016. <http://dx.doi.org/10.17271/2317860441020161393>.

Santos, P. L. F.; Castilho, R. M. M. Resposta da grama esmeralda em função de diferentes fertilizantes e substratos. *Cultura Agronômica*, v.27, n.3, p.354-365, 2018. <http://ojs.unesp.br/index.php/rculturaagronomica/article/view/2555/2042>. 20 Mar. 2019.

Scott, A.; Knott, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. *Biometrics*, v.30, n.3, p.507-512, 1974. <http://dx.doi.org/10.2307/2529204>

Sistema Faep/Senar - PR. Paisagismo: Apostando na produção de gramas. *Boletim Informativo: A Revista do Sistema*, v. 24, n. 1389, p. 12-16, 2017. <https://sistemafaep.org.br/apostando-na-producao-de-grama.html>. 18 Jan. 2019.

Souza, F. H. D; Gusmão, M. R.; Matta, F. P.; Castro, A. C. R.; Mittelman, A.; Fávero, A. F.; Jank, L. Atributos desejáveis para gramados a serem cultivados sob condições brasileiras: uma proposta. *Ornamental Horticulture*, v.22, n.2, p.154-165, 2016. <http://dx.doi.org/10.14295/oh.v22i2.841>.

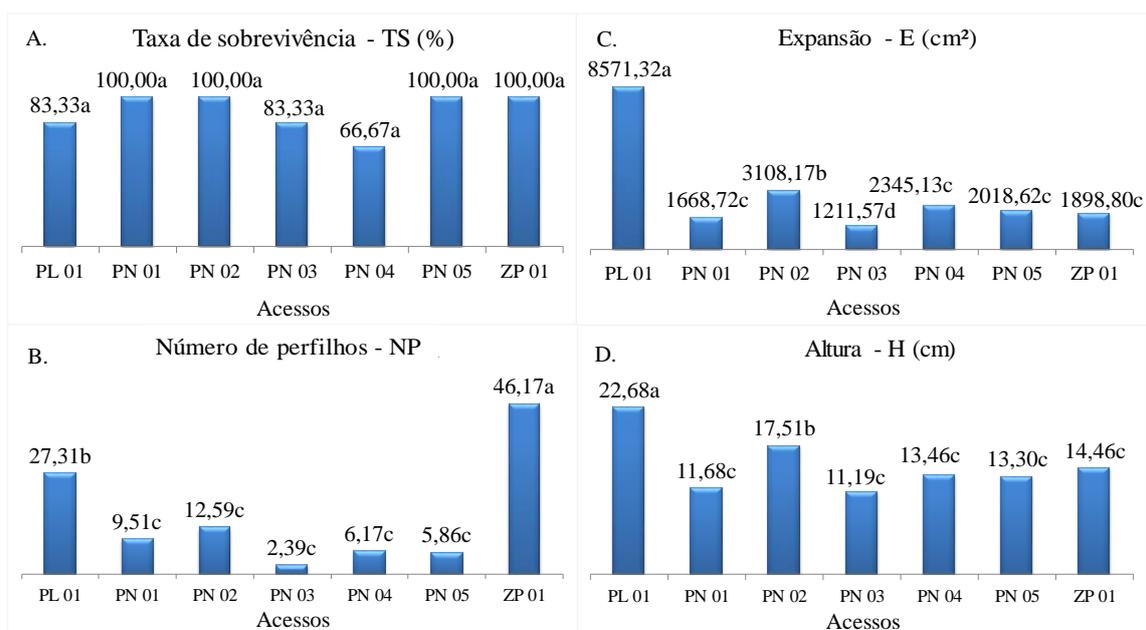
Volterrani, M.; Grossi, N.; Lulli, F.; Gaetani, M. Establishment of Warm Season Turfgrass Species by Transplant of Single Potted Plants. *Acta Hort.* 783, ISHS, p.77-84, 2008. <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.783.7>.

Youngman, R.; Kuhar, T.; Gyawaly, S.; Laub, C.; Wu, S. Turfgrass Insect Management. *Virginia Turfgrass Certification Manual*, 2017. 4p. <https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/81619/VA%20Turf%20Certification%20Manual.pdf?sequence=1>. 24 Jan. 2019.

Silva SÁCG (2019) Seleção e caracterização de plantas para uso como gramados ...

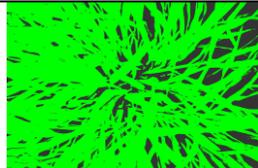
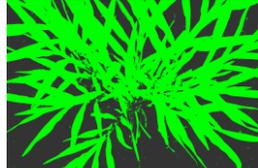
**Tabela 1.** Mudanças de *Paspalum* spp. de crescimento prostrado (*P. lepton* - PL 01; *P. notatum* - PN 01, PN 02, PN 03, PN 04 e PN 05) e ereto (*P. compressifolium* - PC 01, PC 02 e PC 03; *P. ionanthum* - PI 01; *P. plicatum* - PPL1, *P. rhodopedum* - PRH1 e PRH2; e *P. rojasii* - PR 01) e *Zoysia japonica* (ZP 01), com altura (H) padrão de plantio de 10 cm (crescimento prostrado) e de 20 cm (crescimento ereto). Recife - PE, UFRPE, 2017

				
PL 01	PN 01	PN 02	PN 03	PN 04
H: 10 cm	H: 10 cm	H: 10 cm	H: 10 cm	H: 10 cm
				
PN 05	PC 01	PC 02	PC 03	PPL 1
H: 10 cm	H: 20 cm	H: 20 cm	H: 20 cm	H: 20 cm
				
PI 01	PR 01	PRH 1	PR H 2	ZP 01
H: 20 cm	H: 20 cm	H: 20 cm	H: 20 cm	H: 10 cm



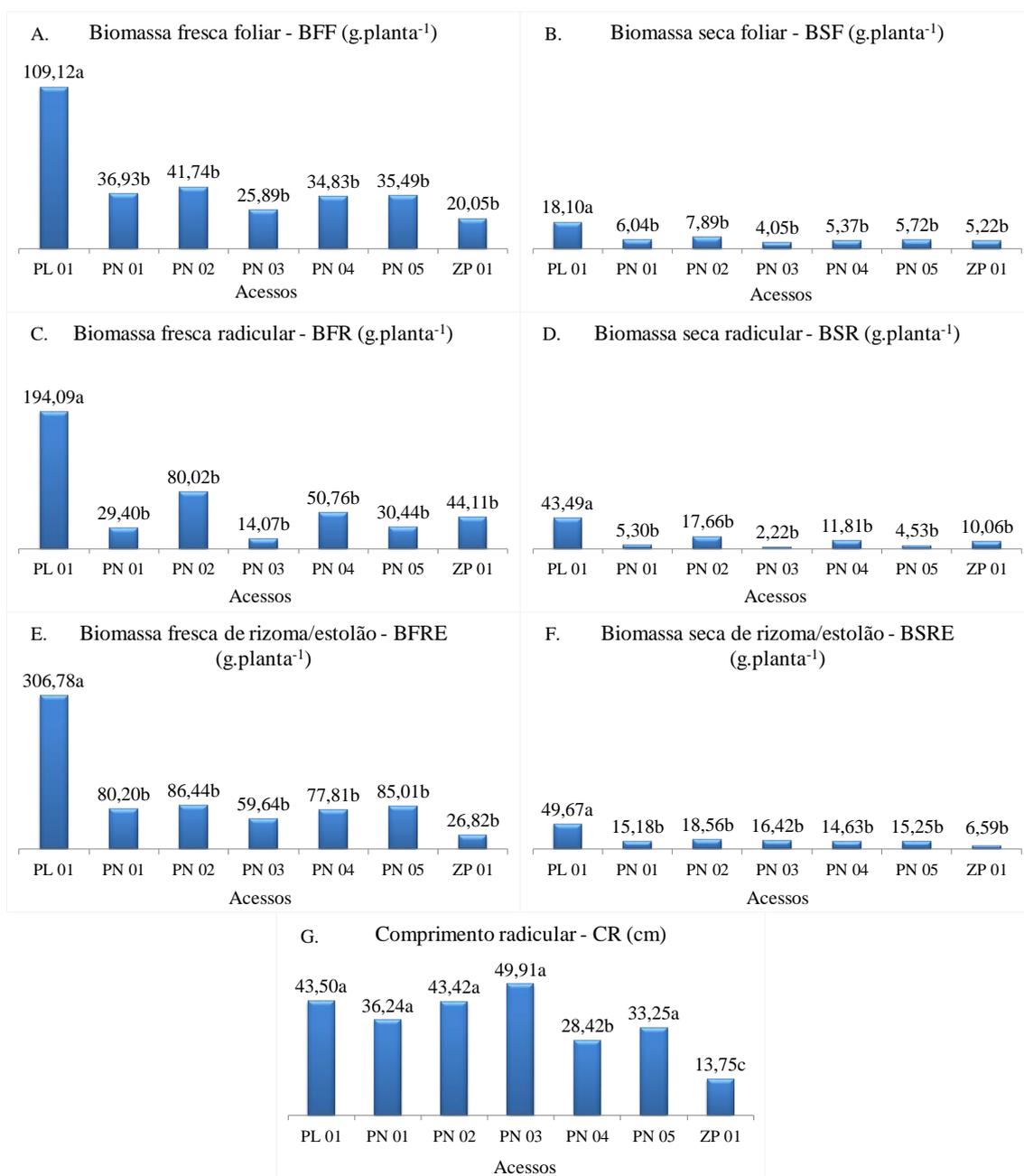
**Figura 1.** Taxa de sobrevivência (TS), número de perfilhos (NP), expansão (E) e altura – (H) de acessos de *Paspalum* spp. com crescimento prostrado e *Zoysia japonica* (ZP 01), aos 63 DAP. Recife - PE, UFRPE, 2017. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de agrupamento de Scott Knott (1974) a 5% de probabilidade

**Tabela 2.** Desenvolvimento das mudas de *Paspalum* spp. de crescimento prostrado e *Zoysia japonica*, e capacidade de cobertura do solo (CC %), aos 63 DAP. Recife - PE, UFRPE, 2017

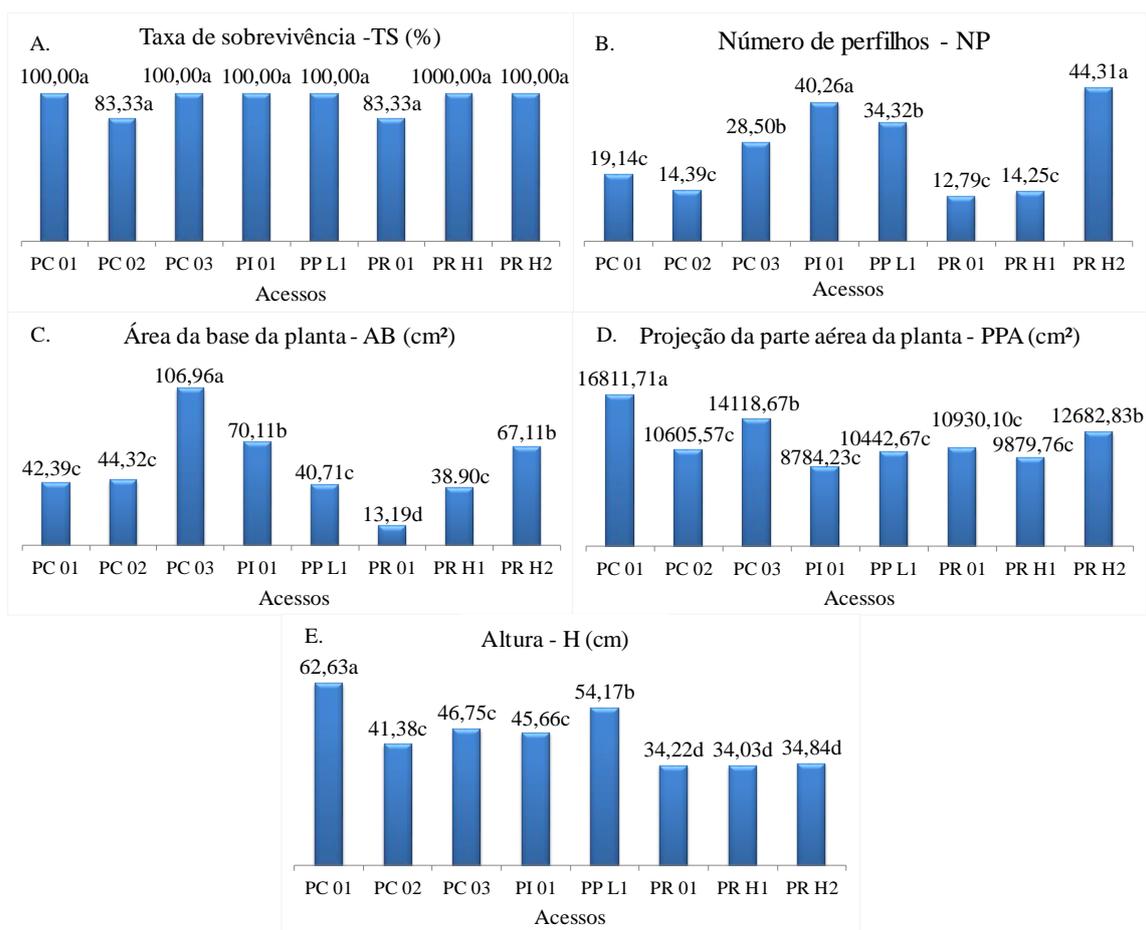
Acessos	10 DAP	18 DAP	30 DAP	53 DAP	63DAP	Imag. Siscob *	CC (%)**
PL 01							70,84a
PN 01							51,74b
PN 02							52,99b
PN 03							37,33b
PN 04							34,89b
PN 05							65,27a

ZP 01		70,01a
CV %	31,11	
Média	53,82	

\*: Imag. SisCob - imagens de CC (%) de bandejas de cultivo de gramas com 1026 cm<sup>2</sup> de área (27 cm de largura x 38 cm de comprimento) processadas pelo software SisCob (Jorge e Silva, 2009). \*\*: Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de agrupamento Scott Knott (1974) a 5% de probabilidade

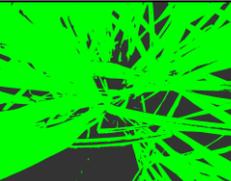
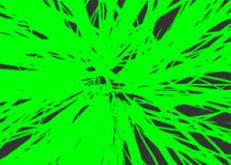
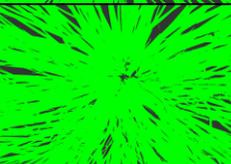
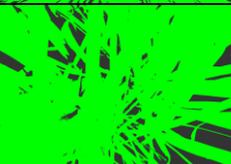
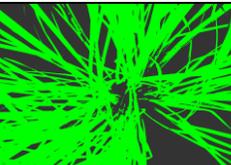
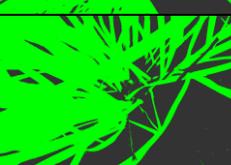


**Figura 2.** Biomassa fresca e seca foliar (BFF e BSF), biomassa fresca e seca radicular (BFR e BSR), biomassa fresca e seca de rizoma/estolão (BFRE e BSRE) e comprimento radicular (CR) de acessos de *Paspalum* spp., com crescimento prostrado e *Zoysia japonica* (ZP 01), aos 72 DAP. Recife - PE, UFRPE, 2017. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de agrupamento de Scott Knott (1974) a 5% de probabilidade

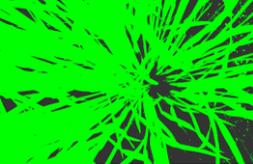
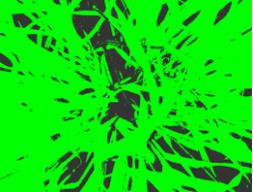


**Figura 3.** Taxa de sobrevivência (TS), número de perfilhos (NP), área da base da planta (AB), projeção da parte aérea da planta (PPA) e altura (H) dos acessos de *Paspalum* spp. com crescimento ereto, aos 63 DAP. Recife - PE, UFRPE, 2017. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de agrupamento Scott Knott (1974) a 5% de probabilidade

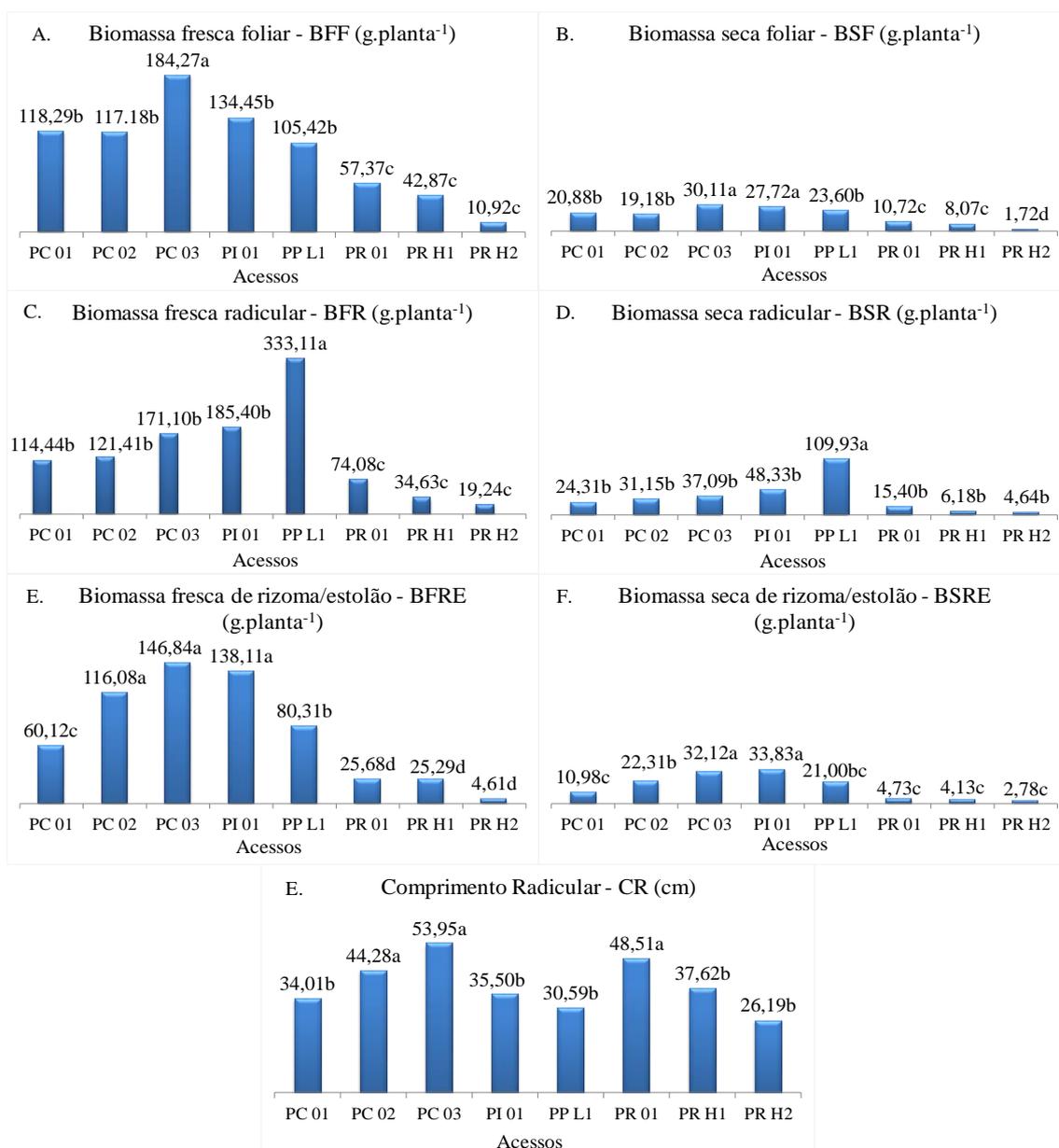
**Tabela 3.** Desenvolvimento das mudas de *Paspalum* spp. com crescimento ereto e médias da capacidade de cobertura do solo - CC (%), aos 63 DAP. Recife - PE, UFRPE, 2017

Acessos	10 DAP	18 DAP	30 DAP	53 DAP	63DAP	Imag. Siscob *	CC (%)**
PC 01							68,63a
PC 02							52,91a
PC 03							72,26a
PI 01							65,14a
PPL1							61,58a
PR 01							46,41a

Silva SÁCG (2019) Seleção e caracterização de plantas para uso como gramados ...

PR H1							55,50a
PR H2							47,42a
CV%	35,05						
Média	59,18						

\*: Imag. SisCob - imagens de CC (%) de bandejas de cultivo de gramas com 1026 cm<sup>2</sup> de área (27 cm de largura x 38 cm de comprimento) processadas pelo software SisCob (Jorge e Silva, 2009). \*\*: Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de agrupamento Scott Knott (1974) a 5% de probabilidade



**Figura 4.** Biomassa fresca e seca foliar (BFF e BSF), biomassa fresca e seca radicular (BFR e BSR), biomassa fresca e seca do rizoma/estolão (BFRE e BSRE) e comprimento radicular (CR) dos acessos de *Paspalum* spp., com crescimento ereto, aos 67 DAP. Recife - PE, UFRPE, 2017. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de agrupamento de Scott Knott (1974) a 5% de probabilidade

**Tabela 4.** Correlação entre as variáveis analisadas aos 63 dias após o plantio para acessos de *Paspalum* spp. com crescimento ereto e *Zoysia japonica* e acessos de *Paspalum* spp. com crescimento prostrado, Recife - PE, UFRPE, 2017

Acessos de crescimento prostrado					
Variáveis	NP	EXP (cm <sup>2</sup> )	ALT (cm)	CAC (%)	
Taxa de sobrevivência - TS (%)	-0,421	-0,580	0,234	0,073	
Número de perfilhos - NP		*0,799	0,444	0,714	
Expansão - E (cm)			0,423	0,707	
Altura - H (cm)				0,562	
Capacidade de cobertura - CC (%)					
Acessos de crescimento ereto					
Variáveis	NP	ABM (cm <sup>2</sup> )	PPAM (cm <sup>2</sup> )	ALT (cm)	CAC (%)
Taxa de sobrevivência - TS (%)	*0,796	*0,714	0,323	0,444	0,568
Número de perfilhos - NP		0,566	-0,082	0,106	0,215
Área da base da muda - AB (cm <sup>2</sup> )			0,236	0,137	0,528
Projeção da área da muda - PPA (cm <sup>2</sup> )				0,547	0,341
Altura - H (cm)					*0,808
Capacidade de cobertura - CC (%)					

\*\* e \*: significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste t

**Tabela 5.** Correlação entre as variáveis analisadas aos 72 dias após o plantio para acessos de *Paspalum* spp. com crescimento ereto e *Zoysia japonica* e acessos de *Paspalum* spp. com crescimento prostrado, Recife - PE, UFRPE, 2017

Acessos de crescimento prostrado						
Variáveis	BSF (g)	BFR (g)	BSR (g)	BFRE (g)	BSRE (g)	CR (cm)
Biomassa fresca foliar - BFF (g)	**0,9855	**0,950	**0,935	**0,997	**0,986	0,392
Biomassa seca foliar - BSF (g)		**0,980	**0,969	**0,974	**0,959	0,305
Biomassa fresca radicular - BFR (g)			**0,998	**0,930	**0,912	0,214
Biomassa seca radicular - BSR (g)				**0,913	**0,897	0,193
Biomassa fresca do rizoma/estolão - BFRE (g)					**0,991	0,412
Biomassa seca do rizoma/estolão - BSRE (g)						0,514
Comprimento radicular - CR (cm)						
Acessos de crescimento ereto						
Variáveis	BSF (g)	BFR (g)	BSR (g)	BFRE (g)	BSRE (g)	CR (cm)
Biomassa fresca foliar - BFF (g)	**0,967	0,605	0,449	**0,930	**0,902	0,519
Biomassa seca foliar - BSF (g)		*0,751	0,616	**0,920	**0,939	0,374
Biomassa fresca radicular - BFR (g)			**0,989	0,592	0,678	-0,035
Biomassa seca radicular - BSR (g)				0,459	0,558	-0,166
Biomassa fresca do rizoma/estolão - BFRE (g)					**0,985	0,445
Biomassa seca do rizoma/estolão - BSRE (g)						0,347
Comprimento radicular - CR (cm)						

\*\* e \*: significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste t

**Tabela 6.** Pontuação atribuída aos acessos de *Paspalum* spp. com crescimento prostrado e *Zoysia japonica* (tratamento controle). Recife - PE, UFRPE, 2017

Variáveis	Grau de pontuação das variáveis analisadas *						
	Acessos de crescimento prostrado						
	PL 01	PN 01	PN 02	PN 03	PN 04	PN 05	ZP 01
Taxa de sobrevivência (TS)	3	3	3	3	3	3	3
Número de perfilhos (NP)	2	1	1	1	1	3	3
Expansão (E)	3	2	2	1	2	2	2
Altura (H)	1	3	2	3	3	3	3
Capacidade de cobertura da planta (CC)	3	2	2	2	2	3	3
Biomassa fresca foliar (BFF)	1	3	3	3	3	3	3
Biomassa seca foliar (BSF)	1	3	3	3	3	3	3
Biomassa fresca radicular (BFR)	3	1	1	1	1	1	1
Biomassa seca radicular (BSR)	3	1	1	1	1	1	1
Biomassa fresca de rizoma/estolão (BFRE)	3	1	1	1	1	1	1
Biomassa seca de rizoma/estolão (BSRE)	3	1	1	1	1	1	1
Comprimento radicular (CR)	3	3	3	3	2	3	1
Total	29	24	23	23	23	27	25

\*: Pontuação para as variáveis analisadas: 1 ponto - para acessos que foram agrupados com menores valores pelo teste Scott Knott (1974); 2 pontos - para acessos que foram agrupados com valores intermediários pelo teste Scott Knott (1974); e 3 pontos - para os acessos que foram agrupados com maiores valores teste Scott Knott (1974). Os acessos obtiveram pontuações  $\geq 25$  pontos foram considerados como adequados para uso como ornamental.

**Tabela 7.** Pontuação atribuída aos acessos de *Paspalum* spp. com crescimento ereto. Recife - PE, UFRPE, 2017

Variáveis	Grau de pontuação das variáveis analisadas *							
	Acessos de crescimento ereto							
	PC 01	PC 02	PC 03	PI 01	PL L1	PR 01	PR H1	PR H2
Taxa de sobrevivência (TS)	3	3	3	3	3	3	3	3
Número de perfilhos (NP)	1	1	2	3	2	1	1	3
Área da base da planta (AB)	2	2	3	2	2	1	2	2
Projeção da parte aérea da planta (PPA)	3	1	2	1	1	1	1	2
Altura (H)	3	2	2	2	2	1	1	1
Capacidade de cobertura da planta (CC)	3	3	3	3	3	3	3	3
Biomassa fresca foliar (BFF)	2	2	3	2	2	1	1	1
Biomassa seca foliar (BSF)	2	2	3	3	2	2	2	1
Biomassa fresca radicular (BFR)	2	2	2	2	3	1	1	1
Biomassa seca radicular (BSR)	1	1	1	1	3	1	1	1
Biomassa fresca de rizoma/estolão (BFRE)	2	3	3	3	2	1	1	1
Biomassa seca de rizoma/estolão (BSRE)	1	2	3	3	2	1	1	1
Comprimento radicular (CR)	1	3	3	1	1	3	1	1
Total	26	27	33	29	28	20	19	21

\*: Pontuação para as variáveis analisadas: 1 ponto - para acessos que foram agrupados com menores valores pelo teste Scott Knott (1974); 2 pontos - para acessos que foram agrupados com valores intermediários pelo teste Scott Knott (1974); e 3 pontos - para os acessos que foram agrupados com maiores valores pelo teste Scott Knott (1974). Os acessos obtiveram pontuações  $\geq 25$  pontos foram considerados como adequados para uso como ornamental.

## CAPÍTULO IV: SELEÇÃO DE ESPÉCIES ORNAMENTAIS PARA USO EM TELHADOS VERDES



*Begonia cucullata* Willd



*Crassula capitella* cv. Campfire



*Delosperma cooperi* (Hook.f.) L.



*Echeveria pulvinata* cv. Frosty



*Delosperma cooperi* cv. Orange Wonder



*Portulaca grandiflora* Hook.



*Salvia nemorosa* L.



*Sedum album* L.



*Sedum palmeri* S. Watson

Este trabalho foi baseado na norma da  
Revista Ornamental Horticulture

## Seleção de espécies ornamentais para uso em telhados verdes

2

3 Stella Áurea Cristiane Gomes da Silva<sup>1\*</sup>, Vivian Loges<sup>1</sup>, Alessandra Bonoli<sup>2</sup>, Simone Santos

4 Lira Silva<sup>1</sup>, Carlyn Omoze Olamide Yakubu<sup>3</sup>, Francesco Orsini<sup>3</sup>, Giorgio Gianquinto<sup>3</sup>

5

6

### Resumo

7

8 Os telhados verdes proporcionam beleza aos projetos arquitetônicos e paisagísticos,  
9 sendo este um nicho de mercado ávido por novas espécie adaptadas a este tipo de cultivo, que  
10 vem expandindo pelo mundo. No entanto, as espécies indicadas para telhados verdes, são  
11 aquelas que devem ser adaptadas sobretudo a elevadas temperaturas e ao cultivo sob reduzida  
12 profundidade do solo. Este trabalho objetivou selecionar espécies ornamentais de diferentes  
13 metabolismo fisiológico quanto a fixação de CO<sub>2</sub> para uso em telhados verdes em função de  
14 diferentes profundidades. O experimento foi conduzido na cobertura de um prédio do Campus  
15 de Engenharia da Universidade de Bolonha (UNIBO), Itália, com área de 72 m<sup>2</sup>, nos meses de  
16 abril a agosto de 2018. As espécies ornamentais com diferentes metabolismos fisiológicos  
17 quanto a fixação de CO<sub>2</sub>, foram cultivadas em canteiros com 8; 10 e 12 cm de profundidades  
18 em três repetições, sendo as seguintes: metabolismo tipo C3 - *Begonia cucullata* e *Salvia*

---

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia, Av. Dom Manuel de Medeiros, CEP 52171-900, Recife - PE, Brasil. E-mail: stella.agron@yahoo.com.br, vloges@yahoo.com , simolira36@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade de Bolonha, Departamento de Engenharia Civil, Química, Ambiental e de Materiais (DICAM), Via Terracini, 28, Caixa Postal 40131, Bolonha - BO, Itália. E-mail: alessandra.bonoli@unibo.it

<sup>3</sup>Universidade de Bolonha, Departamento de Ciências e Tecnologia Agroalimentares (DISTAL), Viale G. Fanin, 44, Caixa Postal 40127, Bolonha - BO, Itália. E-mails: carlyn.yakubu@hotmail.it, f.orsini@unibo.it, giorgio.gianquinto@unibo.it

19 *nemorosa*; metabolismo tipo CAM - *Crassula capitella* cv. Campfire; *Echeveria pulvinata* cv.  
20 Frosty; *Sedum album*, *S. palmeri*; *Delosperma cooperi*; *D. cooperi* cv. Orange Wonder;  
21 metabolismo tipo C4 e CAM - *Portulaca grandiflora*. Foram avaliadas as seguintes variáveis  
22 das plantas: taxa de sobrevivência; temperatura foliar superficial; capacidade de cobertura do  
23 solo; presença de flores; aparência geral da planta; e altura. Sobre o telhado, foram avaliadas  
24 as seguintes variáveis: temperatura da cobertura impermeável do telhado convencional  
25 adjacente; das subparcelas com diferentes profundidades; do substrato; e da temperatura do ar  
26 do ambiente. As espécies *D. cooperi*, *D. cooperi* cv. Orange Wonder e *P. grandiflora*, podem  
27 ser indicadas para o uso em telhados verdes ornamentais, por resistirem a elevadas  
28 temperaturas e por apresentar o metabolismo ácido crassulácico CAM e por conseguir com  
29 eficiência se desenvolver a diferentes profundidades do substrato e manter elevada cobertura  
30 do solo. As espécies com metabolismo C3, *B. cucullata* e *S. nemorosa*, com crescimento ereto  
31 também são indicadas por apresentarem aparência geral agradável a muito agradável nas  
32 diferentes profundidades de substrato e boa capacidade de cobertura e por auxiliar no  
33 resfriamento da temperatura do meio ambiente.

34

35 **Palavras-chave:** planta ornamental, C3, C4, CAM, temperatura foliar superficial

36

37 **Selection of ornamental species for use on green roofs**

38

39 **Abstract**

40

41 The green roofs give beauty to the architectural and landscape projects, this being a market  
42 niche avid by new species adapted to this type of cultivation, that is expanding by the world.  
43 However, the species indicated for green roofs are those that must be adapted mainly to high

44 temperatures and to cultivation under reduced soil depth. This work aimed to select  
45 ornamental species of different physiological metabolism regarding the fixation of CO<sub>2</sub> for  
46 use on green roofs due to different depths. The experiment was conducted in the roof of a  
47 building of the Engineering Campus of the University of Bologna (UNIBO), Italy, with an  
48 area of 72 m<sup>2</sup>, from April to August 2018. Ornamental species with different metabolisms  
49 cultivated in beds with 8; 10 and 12 cm depths in three replications, were as follows:  
50 metabolism C3 - *Begonia cucullata* and *Salvia nemorosa*; metabolism CAM - *Crassula*  
51 *capitella* cv. Campfire; *Echeveria pulvinata* cv. Frosty; *Sedum album*, *S. palmeri*;  
52 *Delosperma cooperi*; *D. cooperi* cv. Orange Wonder; metabolism C4 and CAM - *Portulaca*  
53 *grandiflora*. The following plant variables were evaluated: survival rate; superficial leaf  
54 temperature; soil coverage rate; presence of flowers; general appearance of the plant; and  
55 height. On the roof, the following variables were evaluated: temperature of the impermeable  
56 roof of the adjacent conventional roof; of subplots with different depths; of the substrate; and  
57 ambient air temperature. The species *D. cooperi*, *D. cooperi* cv. Orange Wonder and *P.*  
58 *grandiflora*, may be indicated for use on ornamental green roofs, for resisting high  
59 temperatures and for presenting the metabolism of crassulacic acid CAM and for efficiently  
60 developing at different depths of the substrate and maintaining high soil coverage. The  
61 species with metabolism C3, *B. cucullata* and *S. nemorosa*, with erect growth are also  
62 indicated for presenting pleasant general appearance to very pleasant in the different depths of  
63 substrate and good capacity of coverage and for assisting in the cooling of the temperature of  
64 the environment.

65

66 **Keywords:** ornamental plants, metabolism, leaf superficial temperature, environmental  
67 benefit

68

69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92

## **Introdução**

Cobertura verde, telhado vivo ou jardim suspenso, é descrito como um sistema construtivo que consiste em uma cobertura vegetal instalada em lajes ou sobre telhados convencionais proporcionando conforto térmico e acústico nos ambientes internos, diminuindo o fenômeno de ilhas de calor (Rangel et al., 2015). Além disso, a vegetação presente no telhado verde auxilia através de trocas gasosas, a remoção de partículas tóxicas e gases poluentes do ar, como o óxido nitroso, o dióxido de enxofre e o monóxido de carbono (Feitosa e Wilkinson, 2018).

Além dessas vantagens, o telhado verde pode contribuir com o valor estético da arquitetura urbana (Grant et al., 2003), embelezando as paisagens dos centros urbanos, tornando-se uma solução eficiente para o aumento das áreas verdes, havendo a possibilidade de criar jardins em espaços ociosos em que não era possível realizar o plantio (Rangel et al., 2015; Vieira et al., 2018). A partir do momento que o telhado verde permite acesso físico ou visual do ser humano, é desejável que as espécies mantenham potencial ornamental para compor uma comunidade de plantas harmonizadas esteticamente sobre o telhado.

Para selecionar plantas ornamentais para uso em telhados verdes, é necessário que as plantas resistam as condições de altas temperaturas que ocorrem sobre os telhados. A temperatura foliar superficial (Tfs) é um indicativo das condições de transpiração e do bom desenvolvimento da planta, uma vez que as plantas usam as folhas para controlar o metabolismo. Se as folhas de uma planta estiverem em sua temperatura ideal, a planta atingirá seu potencial de crescimento completo. Vários fatores podem influenciar a Tfs, como: tipo de planta; espectro de luz; umidade; e principalmente, a temperatura do ar. A maioria as espécies das plantas requerem uma temperatura da superfície foliar de 15 a 30 °C para realização da

93 fotossíntese com sucesso, variando com os metabolismos fisiológicos quanto a fixação de  
94 CO<sub>2</sub> (C3; C4 ou CAM).

95 Vários autores defendem o uso de espécies da família Crassulaceae em telhados verdes  
96 na Europa como: *Sedum acre* e *S. rupestre* (Syn. *S. reflexum*) que naturalmente apresentam a  
97 capacidade de crescer em rachaduras ou junções entre telhas, demonstrando que enraízam em  
98 pouco ou nenhum solo (Dunnett e Kingsbury, 2010); *S. hispanicum*; *S. album*. *S. reflexum* e *S.*  
99 *sexangulare* associam a capacidade de crescerem rapidamente, sobreviverem ao déficit  
100 prolongado de água (Bonoli et al., 2013; Cipolla et al., 2016) por adotarem o modo de  
101 fotossíntese CAM (*Crassulacean Acid Metabolism*) (Stojkov et al., 2018), sendo conhecido  
102 também pela nomenclatura MAC (Metabolismo do ácido das crassuláceas).

103 Outras espécies ornamentais também podem ser exploradas para o cultivo em telhados  
104 verdes são: *Begonia cucullata* willd., planta nativa brasileira, conhecida por sua beleza,  
105 apresenta numerosas flores, período de floração longo, e pouco influenciada pelo fotoperíodo  
106 (Zhao et al., 2017); *Crassula capitella*, espécie bastante rústicas, pouco exigente em tratos  
107 culturais sendo utilizada em jardim ou como planta envasada por apresentar coloração da  
108 folha vermelho púrpuro brilhante e verde (Lessa et al., 2007); *Delosperma cooperi*,  
109 conhecidas como *ice plants* (plantas de gelo), da África do Sul, que apresentam grandes flores  
110 com formatos de margaridas coloridas, e elevada capacidade de cobertura superficial devido a  
111 facilidade de propagação (Dunnett e Kingsbury, 2010); *Echeveria pulvinata* cv. Frosty,  
112 espécie nativa do México com pêlos hidrofóbicos que favorece a retenção da água (Godeau et  
113 al., 2017), com 7 a 10 cm de altura, que devido a disposição das folhas são muito utilizadas  
114 como plantas ornamentais; e *Portulaca grandiflora* (Lind.), é uma planta nativa, herbácea,  
115 anual, de crescimento rasteiro, que em telhados verdes apresenta bom desenvolvimento,  
116 crescimento satisfatório (Laar, 2001), e eficiência de retenção de água de escoamento (Fai et  
117 al., 2015). É uma espécie com fotossíntese C4 e metabolismo do ácido das crassuláceas

118 (CAM ou MAC) ciclado em folhas, e fotossíntese do tipo CAM-inativo em hastes (Guralnick  
119 et al., 2002); e *Salvia nemorosa*, planta de metabolismo C3, é uma espécie herbácea perene  
120 que se propaga vegetativamente e é cultivada como planta ornamental (Tychonievich e  
121 Warner, 2011).

122 Diante dos benefícios dos telhados verdes, na mitigação de calor do ambiente, do uso  
123 adequado de espécies vegetais resistentes a elevadas temperaturas, em associação ao potencial  
124 ornamental, o presente trabalho objetiva avaliar e selecionar espécies de plantas ornamentais  
125 com diferentes mecanismos de fotossíntese (C3, C4 e CAM), cultivadas em diferentes  
126 profundidades do solo, para uso em telhados verdes.

127

## 128 **Material e Métodos**

129

130 O experimento foi conduzido na cobertura de um prédio do Campus de Engenharia da  
131 Universidade de Bolonha (UNIBO) na cidade de Bolonha, situada no norte da Itália  
132 (44°30'49.1"N, 11°19'06.3"E). O clima é tipo subcontinental temperado com verões quentes  
133 e úmidos, invernos frios, sem estação seca (Toreti et al., 2010) e uma precipitação média de  
134 700 a 800 mm ao ano (Brunetti et al., 2006). Durante a condução do experimento, de abril a  
135 agosto de 2018 (total de 127 dias), foram observadas as seguintes condições ambientais na  
136 área experimental: temperatura mínima de 9,3 °C aos 20 dias após o plantio (DAP), a  
137 máxima de 42,5 °C (96 DAP) e média de 32,5 °C; precipitação mínima de 1,91 mm; e dois  
138 picos de precipitação de 60,60 e 30,00 mm (43 e 49 DAP, respectivamente), com acúmulo  
139 total de chuva de 244,4 mm (Figura 1). Os dados foram obtidos da Estação Meteorológica do  
140 Departamento DICAM do Campus de Engenharia da Universidade de Bolonha (UNIBO),  
141 instalada a 1 m da área experimental.

142 A área experimental foi de 72 m<sup>2</sup>, composta por subparcelas experimentais (três  
143 canteiros) de 2,75 x 7,1 m (19,52 m<sup>2</sup>), com área entre canteiros cobertas por cascalho (Figura  
144 2) (Bonoli et al., 2013; Cipolla et al., 2018). Foi utilizado substrato comercial Harpo®  
145 composto por cascalho vulcânico com granulometrias diferentes, nas profundidades de 8; 10 e  
146 12 cm, com as seguintes características físicas: diâmetro médio das partículas do substrato  
147 com tamanho de 6 mm (D<sub>50</sub>); densidade das partículas de 2,70 g.m<sup>-3</sup>, densidade do peso seco  
148 do substrato com 0,90 g.m<sup>-3</sup>, 62% de porosidade, 0,35 m<sup>3</sup>.m<sup>-3</sup> e 4% de conteúdo orgânico  
149 (Cipolla et al., 2016). A irrigação adotada foi por aspersão alta, no horário matinal e  
150 vespertino, com 13,6 L.min<sup>-1</sup> ao dia.

151 As espécies de plantas ornamentais (Tabela 1) com diferentes mecanismos de  
152 fotossíntese avaliadas foram: metabolismo C3 - *Begonia cucullata* e *Salvia nemorosa*;  
153 metabolismo CAM - *Crassula capitella* cv. Campfire; *Echeveria pulvinata* cv. Frosty; *Sedum*  
154 *album*, *S. palmeri*; *Delosperma cooperi*; *D. cooperi* cv. Orange Wonder; metabolismo C4 ou  
155 CAM - *Portulaca grandiflora*. As plantas matrizes, inicialmente cultivadas em vaso, foram  
156 obtidas em floriculturas e posteriormente multiplicadas por meio de divisão das mudas ou por  
157 estaquia e depois foram plantadas nos canteiros com espaçamento de 30 x 40 cm, sendo  
158 quatro plantas da espécie por repetição.

159 Foram analisadas as seguintes variáveis sobre as plantas: taxa de sobrevivência (TS  
160 em %) aos 126 DAP; temperatura foliar superficial (Tfs em °C) obtida da média de seis  
161 leituras utilizando termômetro com feixes infravermelhos (Emissividade = 0,95) realizadas  
162 nas folhas abertas sem ser preciso manter contato diretamente com as folhas da planta; e  
163 altura (H em cm) obtida pela medição do ápice da planta à superfície do substrato, com  
164 auxílio de uma régua graduada.

165 Foi realizada análise qualitativa das plantas sob as diferentes profundidades através da  
166 atribuição de notas por 50 avaliadores (pesquisadores e estudante de agronomia) para:

167 capacidade de cobertura do solo (CC) - nota 1 ( CC de 0% a 25%); nota 2 ( CC de 26% a  
168 50%); nota 3 (CC de 51% a 75%) e nota 4 (CC de 76% a 100%); florescimento (F) - nota 1 (F  
169 ausente); nota 2 (pouco F); nota 3 (F moderado) e nota 4 (F intenso); aparência geral (AG) -  
170 nota 1 (AG nada agradável); nota 2 (AG pouco agradável); nota 3 (AG agradável) e nota 4  
171 (AG muito agradável) (Tabela 2). Foram consideradas adequadas para cultivo em telhados  
172 verdes, as espécies ornamentais que apresentaram notas  $\geq 6$ .

173 Aos 126 DAP foram obtidas as temperaturas das superfícies das: camada PVC  
174 impermeável de cor preta (atua como referencial de um telhado convencional), subparcelas  
175 com plantas nas profundidades de 8, 10 e 12 cm; e do substrato, utilizando câmara  
176 termográfica infravermelho Nec serie tvs-200 (três repetições). Para as leituras das  
177 superfícies com vegetação foi utilizada Emissividade (E) = 0,95 e sem vegetação E = 0,96. As  
178 imagens termográficas foram analisadas utilizando software Analyzer. Para a temperatura do  
179 ar do ambiente ( $T_a$  em °C) foi obtida através da Estação Meteorológica do Departamento  
180 DICAM do Campus de Engenharia da Universidade de Bolonha (UNIBO) (Bonoli et al.,  
181 2013; Cipolla et al., 2018), instalada a 1 m da área experimental.

182 Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados em arranjo fatorial  
183 com 27 tratamentos (9 espécies vegetais x 3 profundidades de substrato), três repetições com  
184 quatro plantas. A análise estatística para os caracteres quantitativos seguiu com o teste de  
185 normalidade das variáveis analisadas pelo método de Kolmogorov-Smirnov e as médias dos  
186 tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ), com auxílio do programa  
187 estatístico SISVAR, versão 2006 (Ferreira, 2011) e GENES, versão 2013 (Cruz, 2013). Foram  
188 obtidas equações de regressões para a variável H (cm) em relação ao tempo para cada espécie.

189

190

191

## Resultados e Discussões

192  
193  
194  
195  
196  
197  
198  
199  
200  
201  
202  
203  
204  
205  
206  
207  
208  
209  
210  
211  
212  
213  
214  
215

Não foi observada diferença significativa pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ), entre as espécies para taxa de sobrevivência (TS %) aos 126 DAP, variando de 83,33 a 100% (Tabela 2). No entanto, foi observada que *B. cucullata* e *S. palmeri* cultivadas a profundidade de 12 cm apresentarem menor sobrevivência que nas profundidades de 8 e 10 cm. Nos horários mais quentes do dia, nos meses de julho e agosto, *B. cucullata* e *S. nemorosa* apresentavam sintomas como folhas ressecadas e murchas, em resposta a elevadas temperaturas, comprometendo-se assim a aparência e até a sobrevivência da mudas.

Aos 15 dias após o plantio (DAP), no mês de maio quando a temperatura do ambiente ( $T_a$ ) foi de 22 °C, não foi observada diferenças significativas para temperatura foliar superficial (Tfs) entre as espécies ornamentais (Figura 3) em nenhuma das subparcelas de profundidades de 8; 10 e 12 cm. Na primavera as temperaturas são mais amenas em Bologna (Figura 1), o que pode justificar a similaridade da temperatura foliar superficial (Tfs) observada pelas plantas aos 15 DAP. Aos 50 DAP, cuja  $T_a$  foi de 25 °C, foi observado diferenças significativas entre as espécies, porém, *E. pulvinata* foi de 30,43 °C de maior Tfs, não diferiu de *C. capitella* com 28,57 °C e *P. grandiflora* com 27,83 °C, sendo estas espécies típicas de metabolismo fisiológico de fixação de CO<sub>2</sub> tipo CAM (Figura 3).

Nos meses seguintes, de junho a agosto, foram observadas elevadas temperaturas do ambiente, característico da estação de verão em Bologna, chegando a  $T_a$  de 42,5 °C (Figura 1). Neste período a frequência e tempo de irrigação continuaram o mesmo.

Aos 90 DAP, em que a  $T_a$  foi de 30 °C, foi observado que *S. album* e *P. grandiflora* apresentaram as maiores Tfs (acima de 29,96 °C e 29,95 °C, respectivamente) e não diferiram de *C. capitella*, *E. pulvinata*, *D. cooperi*, *D. cooperi* Orangi Wonder, e *S. palmeri* com 29,33

216 °C a 29,96 °C, respectivamente. Todas estas espécies apresentam o metabolismo ácido  
217 crassulácico CAM (Tabela 1).

218 Segundo Taiz e Zeiger (2009) as plantas que apresentaram o metabolismo de ácido das  
219 crassuláceas (CAM), assim como as espécies de *Sedum*, que fecham os estômatos durante o  
220 dia, minimizando a perda da água e conseqüentemente a entrada de CO<sub>2</sub> e a noite temperatura  
221 diminui, os estômatos abrem e o CO<sub>2</sub>, é fixado no ácido do Ciclo de Calvin, que terá  
222 carboidrato como produto. A elevada concentração de CO<sub>2</sub>, suprime a oxigenação  
223 fotorrespiratória da ribulose 1,5-bis-fosfato favorecendo a carboxilação e o fechamento  
224 estomático durante o dia, que ajuda a conservar a água em seus tecidos celulares.

225 É interessante observar que *P. grandiflora* (Lind.), que apresentou Tfs de 29,95 °C, é  
226 uma espécie suculenta que tem o mecanismo para fixação de CO<sub>2</sub> tipo C<sub>4</sub>, mas dependendo  
227 das condições pode apresentar o metabolismo dos ácidos das crassuláceas (CAM) ciclado nas  
228 folhas e fotossíntese do tipo CAM-inativo em hastes. Quando ocorre um estresse hídrico, o  
229 metabolismo CAM aumenta e o tecido foliar de armazenamento de água entra em colapso  
230 transferindo água para a bainha do feixe e para as células do mesofilo, mantendo dessa forma,  
231 a via fotossintética do C<sub>4</sub>. Estudos demonstram, que o caule de *P. grandiflora* é um tecido  
232 induzido em marcha lenta no processo metabólico CAM e que as vias C<sub>4</sub> e CAM operam  
233 independentemente uma da outra nesta espécie (Guralnick et al., 2002).

234 A espécie *S. nemorosa*, com metabolismo C<sub>3</sub>, apresentou aos 90 DAP, a menor Tfs  
235 (26,24 °C), em relação a outras espécies (Figura 3). As plantas com metabolismo tipo C<sub>3</sub>  
236 podem minimizar a temperatura local do ambiente devido a maior taxa de transpiração diária,  
237 fator que acarreta de maior consumo de água do que plantas tipo CAM (Blanusa et al., 2013).  
238 Stojkov et al. (2018), comprova este fato, pois ao trabalharem com desempenho hidrológico  
239 de plantas com metabolismo CAM, espécies facultativas de *Sedum* e espécies nativas perenes  
240 herbáceas C<sub>3</sub>, observaram que as duas parcelas vegetais foram capazes de reter em média de

241 52 a 59% de água, visto que as herbáceas devido a maior biomassa vegetal desenvolvida  
242 durante a estação de crescimento em relação as espécies de *Sedum*; e as maiores perdas de  
243 evapotranspiração, devido ao seu metabolismo C3, as tornam mais consumidoras de água do  
244 que as espécies de *Sedum*, absorvendo desta forma mais água da chuva e do ar do ambiente,  
245 apresentando maior poder de retenção de água em telhados verdes.

246 Aos 126 DAP, quando a Ta foi de 26,2 °C, *E. pulvinata* apresentou maior Tf (30,57  
247 °C), não diferindo de *C. capitella* e *S. album* que apresentaram valores similares como 29,21  
248 °C e 28,72 °C de Tfs, respectivamente (Figura 3). Maiores Tfs (°C), entre as espécies  
249 vegetais, se destacam as plantas C4 e CAM, ao mesmo tempo, como *P. grandiflora* e as  
250 CAM, como as espécies de *Sedum*, *Crassula*, *Delosperma* e *Echeveria* (Figura 3). Estas são  
251 plantas adaptadas às condições de elevadas temperaturas, com transpiração diurna reduzida  
252 que conservam a umidade em seus tecidos e resistem as condições de estresse hídrico e de  
253 altas temperaturas, em consequência do calor irradiado no ambiente durante o dia e, a noite,  
254 ocorre a transpiração perdendo menos água devido a temperatura mais baixa que durante ao  
255 dia.

256 Geralmente, as características desejáveis para uso de plantas em cobertura verdes são:  
257 elevadas taxas de sobrevivência da planta, rápida velocidade de estabelecimento da planta e  
258 elevadas taxas cobertura do solo; crescimento rasteiro ou vertical baixo; crescimento vigoroso  
259 radicular, tolerância à baixa manutenção e a baixa frequência de irrigação; resistência a  
260 ventos; a baixa fertilidade do solo e sobretudo à adaptação a profundidade limitada do  
261 substrato e tolerância a elevadas e baixas temperaturas; e as oscilações que podem ocorrer  
262 durante o dia. E sob estas condições, é importante observar em plantas ornamentais a  
263 qualidade ornamental que está relacionada as características de taxas de sobrevivência (TS),  
264 capacidade de cobertura do solo (CC), florescimento (F), aparência geral (AP) e altura da  
265 planta (H) (Tabela 2).

266 Dentre as espécies CAM, *C. capitella* apresentou TS de 91,66% a 100% nas três  
267 profundidades de substrato, mas atingiu a CC apenas de 26% a 50%, quando foi cultivada à  
268 12 cm de profundidade, com F ausente e AG pouco agradável devido a baixa cobertura aos  
269 126 DAP (Tabela 2). Porém as espécies *D. cooperi*, com TS de 100% em todas profundidades  
270 de cultivo, mostrou aos 12 cm de profundidade, CC de 76% a 100%, com F moderado e a AG  
271 agradável e a *D. cooperi* cv. Orange Wonder apresentou TS entre 91,66% a 100% para as  
272 diferentes profundidades, com maiores CC (51% a 75%) a 8 e 12 cm de profundidade,  
273 mostrando F intenso a moderado e AG agradável nestas duas profundidades. As duas espécies  
274 de *Delosperma*, apesar do bom desempenho aos 12 cm de profundidade, as notas atribuídas a  
275 estas foram  $\geq 6$  para todas profundidades. Dunnett e Kingsbury (2010), afirmam que as  
276 espécies de *Delosperma*, são adaptadas a baixas profundidades do solo, preferem solo poroso  
277 e bem drenado.

278 *E. pulvinata*, com 91,66% a 100% nas três profundidades de substrato, apresentou  
279 baixa CC (de 0% a 25%), com F ausente durante os meses avaliados e AG pouco agradável,  
280 por apresentar manchas escuras em suas folhas. É uma espécie com superfície foliar com  
281 grande quantidade de pêlos hidrofóbicos (Godeau et al., 2017) que favorece o acúmulo de  
282 gotas de água nas folhas que em contato com elevadas temperaturas do ambiente  
283 provavelmente acarretaram este dano.

284 Dentre as espécies de *Sedum*, *S. album* apresentou 91,66% a 100% de TS para as  
285 profundidades estudadas e *S. palmeri* apresentou de 83,33% a 100%. Mas ambas espécies  
286 apresentaram baixo desenvolvimento, apesar de serem crescimento rasteiro e de bom  
287 desenvolvimento a condições restritas de manejo. Segundo Lundholm et al. (2015), as  
288 espécies de *Sedum* são adaptadas ao cultivo em solos com baixas profundidades. *S. album*  
289 mostrou baixa CC (26% a 50%), para todas as profundidades de cultivo, o mesmo sendo  
290 observado em *S. palmeri* com CC de 26% a 50% quando cultivada 8 cm de profundidade e

291 CC de 0% a 25%, a 10 e 12 cm de profundidade. Ambas apresentaram AG pouco agradável e  
292 F ausente aos 126 DAP (Tabela 2).

293 *A. P. grandiflora*, espécie tipo CAM e C4, apresentou excelente TS (100%) para todas  
294 profundidades de substrato. Mas sob o cultivo a 8 e 12 cm de profundidade, a espécie  
295 apresentou melhores notas, com CC de 51% a 75% a 8 cm e CC de 75% a 100% a 12 cm,  
296 além de apresentar F moderado e AG agradável a muito agradável. Para todas as  
297 profundidades de substrato, as notas atribuídas a espécie foi  $\geq 6$ , indicando o uso adequado da  
298 espécie ao uso em telhado verde, por ter superado as características de qualidade ornamental  
299 de CC, F, AP e H, mesmo sendo exposta a elevadas temperatura e a baixas profundidades de  
300 substratos (Tabela 2).

301 Entre as plantas de metabolismo de C3, *B. cucullata* apresentou 83,33% a 100% de TS  
302 para todas profundidades de substrato avaliadas, e por apresentar um crescimento vertical, a  
303 sua formação vegetal, somente quando cultivada aos 12 cm de profundidade, ocupou maior  
304 espaço do substrato com CC de 51% a 75%, além mostrar intenso F e AG agradável a muito  
305 agradável para todas profundidades e *S. nemorosa* com TS de 91,66% a 100%, nas três  
306 profundidades de substrato, mostrou maior CC aos 10 cm de profundidade de 51% a 75%,  
307 porém o F foi moderada somente aos 12 cm de profundidade e AG agradável aos 8 cm e 12  
308 cm de profundidade, respectivamente (Tabela 2). São plantas de maior porte sendo necessário  
309 maiores profundidades para o seu bom desenvolvimento, justificado pelo melhor  
310 desenvolvimento da raiz para dá suporte a planta ou para maior reserva de água.

311 Outro fato a ser ressaltado é a *B. cucullata* e *S. nemorosa*, serem plantas de  
312 metabolismo C3, pois necessitam de mais água para a manutenção de sua transpiração em  
313 comparação com espécies C4 e CAM, portanto solos com profundidades maiores permitem  
314 maior retenção de água, assim favorecem o seu crescimento.

315 Além da Tfs, indicativo de resistência a altas temperaturas sobre o telhado verde e da  
316 qualidade ornamental, para conhecer o potencial paisagístico do telhado verde, a altura das  
317 plantas é um indicador geral de altas taxas de crescimento e / ou evolução em ambientes ricos  
318 em recursos onde a exigência por luz é importante, embora haja muitos fatores envolvidos no  
319 crescimento da planta. É importante ressaltar que “altura” e outras características foliares  
320 (temperatura, índice de área foliar, e etc.) são indicadoras gerais da fertilidade dos habitats  
321 onde as espécies tendem a crescer naturalmente (Lundholm et al., 2015).

322 Com relação aos resultados de altura (H) das plantas, ao longo dos 126 DAP (Tabela  
323 2), *B. cucullata* apresentou maior crescimento em profundidade de 8 cm, com regressão linear  
324 ( $y = 1,6965x + 7,3924$ ;  $R^2 = 0,9054$ ), são arbustos com crescimento entre 20 e 25 cm de  
325 altura. Em *C. capitella* foi observado crescimento inicialmente ereto e depois pendente devido  
326 ao caule suculento ( $y = 1,1063x + 5,566$ ;  $R^2 = 0,8401$ ).

327 As espécies de *Delosperma*, apresentaram o crescimento com 10 a 15 cm de altura nas  
328 profundidades. *D. cooperi* apresentou crescimento conforme o modelo linear de regressão na  
329 Tabela 2, e *D. cooperi* cv. Orange Wonder, seguiu o modelo quadrático. *E. pulvinata*, com  
330 altura de 5 a 10 cm, é uma espécie de pequeno porte e crescimento lento, em relação as outras  
331 espécies. Para a *Portulaca grandiflora*, apresentou crescimento linear.

332 Semelhante a *Begonia cucullata*, *Salvia nemorosa* apresenta crescimento ereto com  
333 valores entre 20 e 25 cm de altura, seguindo o modelo de regressão quadrática, mas também  
334 exibiram capacidade de expandir lateralmente, emitindo novos ramos vegetativos, dando  
335 origem novas plantas.

336 Em *Sedum album*, aos 67 DAP, foi realizada limpeza das inflorescências secas que  
337 interferiu na altura. Em *S. palmeri*, as médias de altura, foram de 15 a 20 cm, aos 8 cm de  
338 profundidade, com crescimento quadrático e às profundidades de 10 e 12 cm, a espécie  
339 mantiveram H de 10 a 15 cm (Tabela 2).

340 Quanto a temperatura das superfícies das 09:29h às 11:31h e das 13:15h às 14:48h  
341 (Figura 4;5), foi observado que a temperatura da superfície da camada impermeável foi a mais  
342 alta, de 51,93 °C e 62,53 °C por ser um corpo escuro, logo absorve mais calor incidente e,  
343 desta forma, maior o calor è emitido para o ambiente. O substrato, sem vegetação apresentou  
344 temperatura de 27,70 °C e 32,33 °C. As temperaturas observadas nestas duas superfícies  
345 foram superiores as observadas subparcelas com as plantas na profundidade de 8 cm (25,60  
346 °C e 33,10 °C, respectivamente), 10 cm (24,50 °C e 34,00 °C, respectivamente) e 12 cm  
347 (23,40°C e 33,10 °C, respectivamente). A cobertura das plantas proporcionam redução da  
348 temperatura no meio ambiente, pelo processo de transpiração e sobreamento de áreas (Figura  
349 4-5).

350 Em termo de mitigação de calor no meio ambiente pelo telhado verde, ao verificar a  
351 temperatura do ar do ambiente, a partir das 09:29h às 11:31h, a Ta (31,68 °C) foi maior em  
352 relação as temperaturas das superfícies das subparcelas com plantas ornamentais a  
353 profundidades de 8; 10 e 12 cm (Figura 4). Isto é justificado pelo processo de transpiração, as  
354 plantas proporcionam o resfriamento da temperatura do meio ambiente, acarretando uma  
355 menor Ta nos locais onde se tem vegetação em relação a temperatura média do ambiente.  
356 Cipolla et al. (2018), em experimento nesta mesma área, observaram que a implantação do  
357 telhado verde, foi capaz de reduzir a temperatura do ar em 0,5 a 3 °C durante a noite e o dia,  
358 respectivamente, fornecendo um importante efeito de mitigação de temperatura. E Comparado  
359 a cobertura impermeável e ao substrato, as temperaturas foram maiores, uma vez que um  
360 corpo tende absorver bem o calor incidente, emite parte deste para o ambiente e outra parte é  
361 retida e quanto mais escuro o corpo, mais calor absorve, além de refleti-lo formando  
362 verdadeira estufa ao redor das edificações nos centros urbanos.

363 No entanto, a partir das 13:15h às 14:48h, horários mais quente do dia, houve o  
364 inverso, a Ta (27,45 °C) foi menor que a temperatura das superfícies das subparcelas. Então,

365 além da prévia ocorrência de um maior calor incidente durante a manhã sobre os canteiros, a  
366 escassez de água verificada mesmo por um curto intervalo de irrigação durante o dia e  
367 intensificada pela rápida evaporação do solo nos dias mais quente, pode elevar a temperatura  
368 da planta. A respeito disso, Tanner (1963), explica que se a transpiração da planta decresce,  
369 mas o balanço de radiação e a estrutura do vento se mantêm, o decréscimo da troca de calor  
370 latente resultará num aumento da temperatura foliar. Portanto, quando a temperatura da  
371 folhagem ou do dossel vegetal, apresentar  $T_{fs}$  maior que a  $T_a$ , é indicador de estresse hídrico,  
372 principalmente para fins de manejo de áreas irrigadas (Gonzalez-Dugo et al., 2014;  
373 Taghvaeian et al., 2012).

374 Frente ao exposto, foi observado que as espécies ornamentais *Delosperma cooperi*,  
375 *Delosperma cooperi* cv. Orange Wonder e *Portulaca grandiflora*, podem ser indicadas para o  
376 uso em telhados verdes, sobretudo para compor jardins acima do telhado, por resistirem a  
377 elevadas temperaturas apresentando o metabolismo dos ácidos das crassuláceas (MAC ou  
378 CAM) e por conseguir se desenvolver bem em diferentes profundidades do substrato (8; 10 e  
379 12 cm), mantendo elevada cobertura do solo (CC) e potencial ornamental com satisfatória  
380 aparência geral (AG) das plantas.

381 As espécies *Begonia cucullata* e *Salvia nemorosa*, com crescimento ereto também são  
382 indicadas para telhado verde ornamental, por apresentarem aparência geral agradável a muito  
383 agradável nas diferentes profundidades de substrato e boa cobertura do solo, além de  
384 proporcionarem redução de temperatura local através de seu metabolismo fisiológico de  
385 fixação de  $CO_2$  tipo C3 e pelo efeito de sombreamento sobre o substrato, mas devido ao  
386 próprio metabolismo que condiciona intensa transpiração, são mais exigentes quanto a  
387 irrigação.

388 Logo, é necessário fazer o plantio de várias plantas para uso em telhados verdes,  
389 sobretudo, quando se deseja um efeito paisagístico, por que dependendo da fisiologia de cada

390 espécie, esta assumirá a função de cobertura do solo (revestimento), de climatização do  
391 ambiente ou de cobertura vegetal mais resistentes sobre o solo ou substrato em períodos  
392 quentes e secos, mantendo as funções ecológicas e ornamental do telhado verde.

393

### 394 **Conclusões**

395

396 - As espécies *Delosperma cooperi* (Hook. f.) L. Bolus, *Delosperma cooperi* cv. Orange  
397 Wonder, *Portulaca grandiflora* Hook, com metabolismo CAM ou C4, são indicadas para usos  
398 em telhados verdes, durante as estações mais quentes e seca, mantendo características  
399 ornamentais, preferencialmente em substratos com 8 e 12 cm de profundidade e por resistir  
400 elevadas temperaturas.

401 - *Begonia cucullata* Willd e *Salvia nemorosa* L., com metabolismo C3, são indicadas para  
402 usos em telhado verde multifuncionais, por manter características ornamentais,  
403 preferencialmente em substratos com 12 cm de profundidade, proporcionando o resfriamento  
404 da temperatura do ambiente, através do seu metabolismo fisiológico de fixação de CO<sub>2</sub> e  
405 sombreamento sobre espaços disponíveis de substrato ou solo.

406

### 407 **Agradecimentos**

408

409 À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela  
410 concessão de bolsas no país e no exterior, à Universidade de Bolonha (UNIBO) por permitir o  
411 aperfeiçoamento de estudos de doutorado, ao grupo RESCUE-AB do Departamento de  
412 Ciências Agrária e Tecnologia Agroalimentar, ao Departamento de Engenharia Civil,  
413 Ambiental e de Materiais (DICAM - Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e dei,  
414 Materiali) da Universidade de Engenharia (UNIBO) por disponibilizar o espaço.

415

## Referências

- 416 BLANUSA, T.; VAZ MONTEIRO, M.M.; FANTOZZI, F.; VYSINI, E., LI, Y.; CAMERON,  
417 R.W.F. Alternatives to Sedum on green roofs: can broad leaf perennial plants offer better  
418 ‘cooling service’? *Build. Environ.*, v. 59, p. 99–106, 2013. DOI:  
419 <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.08.011>  
420
- 421 BRUNETTI, M., MAUGERI, M., MONTI, F., NANNI, T. Temperature and precipitation  
422 variability in Italy in the last two centuries from homogenised instrumental time series. *Int. J.*  
423 *Climatol*, v.26, p.345-381, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/joc.1251>  
424
- 425 CIPOLLA, S.S.; MAGLIONICO, M.; STOJKOV, I. A long-term hydrological modelling of  
426 an extensive green roof by means of SWMM. *Ecological Engineering*, v. 95, p. 876–887,  
427 2016. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.07.009>  
428
- 429 CIPOLLA, S.S.; MAGLIONICO, M.; SEMPRINI, G.; VILLANI, V.; BONOLI, A. Green  
430 roofs as a strategy for urban heat island mitigation in Bologna (Italy). *Acta Horticulturae*,  
431 v.1215, p.295-299, 2018. DOI: [10.17660/ActaHortic.2018.1215.54](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1215.54)  
432
- 433 CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and  
434 quantitative genetics. *Acta Scientiarum*, v.35, n.3, p.271-276, 2013. DOI:  
435 <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v35i3.21251>.  
436
- 437 DUNNETT, N.; KINGSBURY, N. **Planting Green Roofs and Living Walls**. Timber Press,  
438 Inc., 2008. 2 ed. ISBN 2003024231, 9780881929119, p.4-169, 2010.

439 FAI, C.M.; BAKAR, M.F.B.A.; ROSLAN, M.A.A.B.R.; FADZAILAH, F.A.B.; IDRUS, M.  
440 F.Z.B.; ISMAIL, N.F.B.; SIDEK, L.M.S.; BASRI, H. Hydrological performance of native  
441 plant species within extensive green roof system in Malaysia. **ARPN Journal of Engineering  
442 and Applied Sciences**, v.10, n.15, p.6419-6423, 2015.

443  
444 FEITOSA, R.C.; WILKINSON. S. Green roof and green walls and their impact on health  
445 promotion. **Caderno Saúde Pública**, v.34, n.7, p.1-4, 2018. DOI:  
446 <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311x00003618>

447  
448 GODEAU, G.; LAUGIER, J.; ORANGE, F.; GODEAU, R.; GUITTARDA, F.;  
449 DARMANINA, T. A travel in the Echeveria genus wettability's world. **Applied Surface  
450 Science**, v.411, p.291-302, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2017.03.192>

451  
452 GONZALEZ-DUGO, V.; ZARCO-TEJADA, P.J.; FERERES, E. Applicability and  
453 limitations of using the crop water stress index as an indicator of water deficits in citrus  
454 orchards. **Agricultural and Forest Meteorology**, p.198–199, 2014. DOI:  
455 <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2014.08.003>

456  
457 GRANT, G.; ENGLEBACK, L.; NICHOLSON, B.; GEDGE, D.; FRITH, M.; HARVEY, P.  
458 Green roofs: their existing status and potential for conserving biodiversity in urban areas.  
459 **English Nature Research Reports**, v.498, p.9-59, 2003.

460  
461 GURALNICK, L. J.; EDWARDS, G.; KU, M.S.B.; HOCKEMA, B.; FRANCESCHI, V.  
462 Photosynthetic and anatomical characteristics in the C4–crassulacean acid metabolism-  
463 cycling plant *Portulaca grandiflora*. **Functional Plant Biology**, v.29, n.6, p. 763-773, 2002.

- 464 LAAR, M.; SOUZA, C.G.; PAIVA, V.L.A.; AMIGO, N.A.; TAVARES, S.; GRIMME, F.  
465 W.; GUSMÃO, F.; KÖHLER, M.; SCHMIDT, M. Estudo de aplicação de plantas em  
466 telhados vivos extensivos em cidades de clima tropical. VI Encontro Nacional e III Encontro  
467 Latino-Americano sobre no Ambiente Construído. 2001. **Anais...** 6. São Pedro, SP. 2001.  
468
- 469 LESSA, M.A.; PAIVA, P.D.O.; ALVES, C.M.L.; RESENDE, M.L.; PAIVA, R. Substrato  
470 com fibra de côco e adubações no cultivo de *Crassula capitella*. **Ornamental Horticulture**,  
471 v.3, p.1714-1717, 2007. DOI: <https://doi.org/10.14295/oh.v13i0.1900>  
472
- 473 LUNDHOLM, J.; TRAN, S.; GEBERT, L. Plant Functional Traits Predict Green Roof  
474 Ecosystem Services. **Environmental Science & Technology**, v.49 n.4, p.2366-2374, 2015.  
475 DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/es505426z>. DOI: 10.1021/es505426z  
476
- 477 RANGEL, C.L.C.A.; ARANHA, C.K.; SILVA, C.B.C.M. Os telhados verdes nas políticas  
478 ambientais como medida indutora para a sustentabilidade. **Desenvolvimento e Meio**  
479 **ambiente**, v.35, p.397-409, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v35i0.39177>  
480
- 481 STOJKOV, I.; CIPOLLA, S.S.; MAGLIONICO, M.; BONOLI, A.; CONTE, A.; FERRONI,  
482 L.; SPERANZA, M. Hydrological performance of *Sedum* species compared to perennial  
483 herbaceous species on a full-scale green roof in Italy. **Acta Horticulturae**, v.1215, p.117-120,  
484 2018.  
485
- 486 TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Tradução Eliane Romanato Santarém, 4 ed. Porto  
487 Alegre: Arned, 2009. 848p.

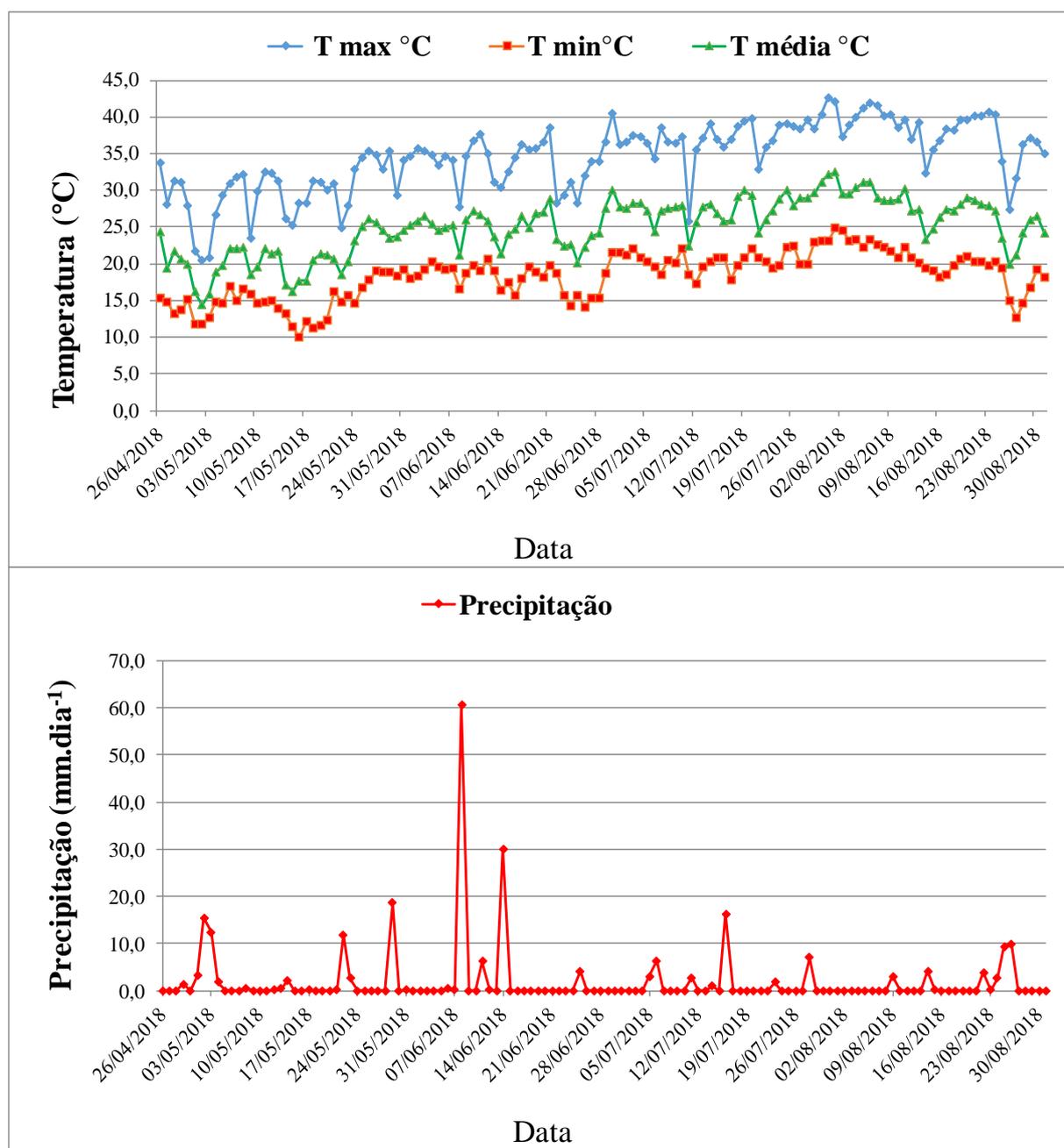
488 TAGHVAEIAN, S.; CHÁVEZ, J.L.; HANSEN, N.C. Infrared Thermometry to Estimate Crop  
489 Water Stress Index and Water Use of Irrigated Maize in Northeastern Colorado. **Remote**  
490 **Sens.**, v.4, p.3619-3637, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/rs4113619>

491  
492 TORETI, A.; DESIATO, F.; FIORAVANTI, G.; PERCONTI, W. Seasonal temperatures over  
493 Italy and their relationship with low-frequency atmospheric circulation patterns. **Clim.**  
494 **Change**, v.99, p.211-227, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10584-009-9640-0>

495  
496 TYCHONIEVICH, J.; WARNER, M.R. Interspecific Crossability of Selected Salvia Species  
497 and Potential Use for Crop Improvement. **Journal of the American Society for**  
498 **Horticultural Science**, v.136, n.1, p.41-47, 2011. DOI:  
499 <http://dx.doi.org/10.21273/JASHS.136.1.41>

500  
501 VIEIRA, Z. C.; SANTOS, S. C.; SILVA, G. B.; DANTAS, K. S. A.; FIGUEIREDO, E.  
502 Simulação do uso de telhados verdes prontos para atenuação de enchentes urbanas: o Instituto  
503 Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe como estudo de caso. **Revista**  
504 **Tecnologia**, v.39, n.2, p.1-12, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5020/23180730.2018.8014>

505  
506 ZHAO B.; FU, N. XIANG, Y.; TIAN, D. Screening of High-quality Substrate for Soilless  
507 Culture of Begonia cucullata Willd. **Agricultural Science & Technology**, v.18, n.7, p.1295-  
508 1300, 2017.



509  
 510 **Figura 1.** Dados meteorológicos de temperatura (°C) e precipitação (mm.dia<sup>-1</sup>) sobre o  
 511 telhado verde ornamental, de abril a agosto de 2018 (127 DAP). Fonte: Estação  
 512 Meteorológica do Departamento DICAM do Campus de Engenharia da Universidade de  
 513 Bolonha (UNIBO). Bolonha (BO), Itália, 2018

514  
 515  
 516

517 **Tabela 1.** Descrição das plantas ornamentais para uso em telhado verde com função  
 518 paisagística, Bolonha (BO), Italia, 2018

Nome científico	Origem	Propagação	Tamanho	Crescimento	Metabolismo de Fixação do CO <sub>2</sub>
<i>Begonia cucullata</i> Willd	Brasil	Muda *	11 cm	Ereto	C3
<i>Salvia nemorosa</i> L.	Europa central e Ásia Ocidental	Estaca	10 cm	Ereto	C3
<i>Crassula capitella</i> cv. Campfire	África do Sul	Muda	8 cm	Ereto e pendular	CAM
<i>Delosperma cooperi</i> cv. Orange Wonder	África do Sul	Muda	13 cm	Rasteiro	CAM
<i>Delosperma cooperi</i> (Hook.f.) L. Bolus	África do Sul	Muda	12 cm	Rasteiro	CAM
<i>Echeveria pulvinata</i> cv. Frosty	México	Muda	6 cm	Ereto	CAM
<i>Sedum album</i> L	Europa, Sibéria, Ásia Ocidental e norte da África	Estaca	14 cm	Rasteiro	CAM
<i>Sedum palmeri</i> S. Watson	Norte e Sul do México	Estaca	7 cm	Rasteiro	CAM
<i>Portulaca grandiflora</i> Hook.	América do Sul	Muda	10 cm	Ereto e rasteiro	CAM e C4

519 \*: Muda proveniente de sementes. Fonte: Dunnett e Kingsbury (2010); Fai et al. (2015); Laar  
 520 (2001); Lessa et al. (2007); Godeau et al. (2017); Tychonievich e Warner (2011); e Zhao et al.  
 521 (2017)

522  
 523  
 524  
 525  
 526  
 527  
 528  
 529  
 530  
 531  
 532  
 533  
 534



535

536 **Figura 2.** Área experimental do telhado verde ornamental, no departamento DICAM (44°30'49.1" N, 11°19'06.3" E) do Campus de Engenharia  
537 da Universidade de Bolonha (UNIBO) aos 127 DAP. Bolonha (BO), Itália, 2018. Fotos: Google maps, 2019; Silva SÁCG (2019)

538

539

540

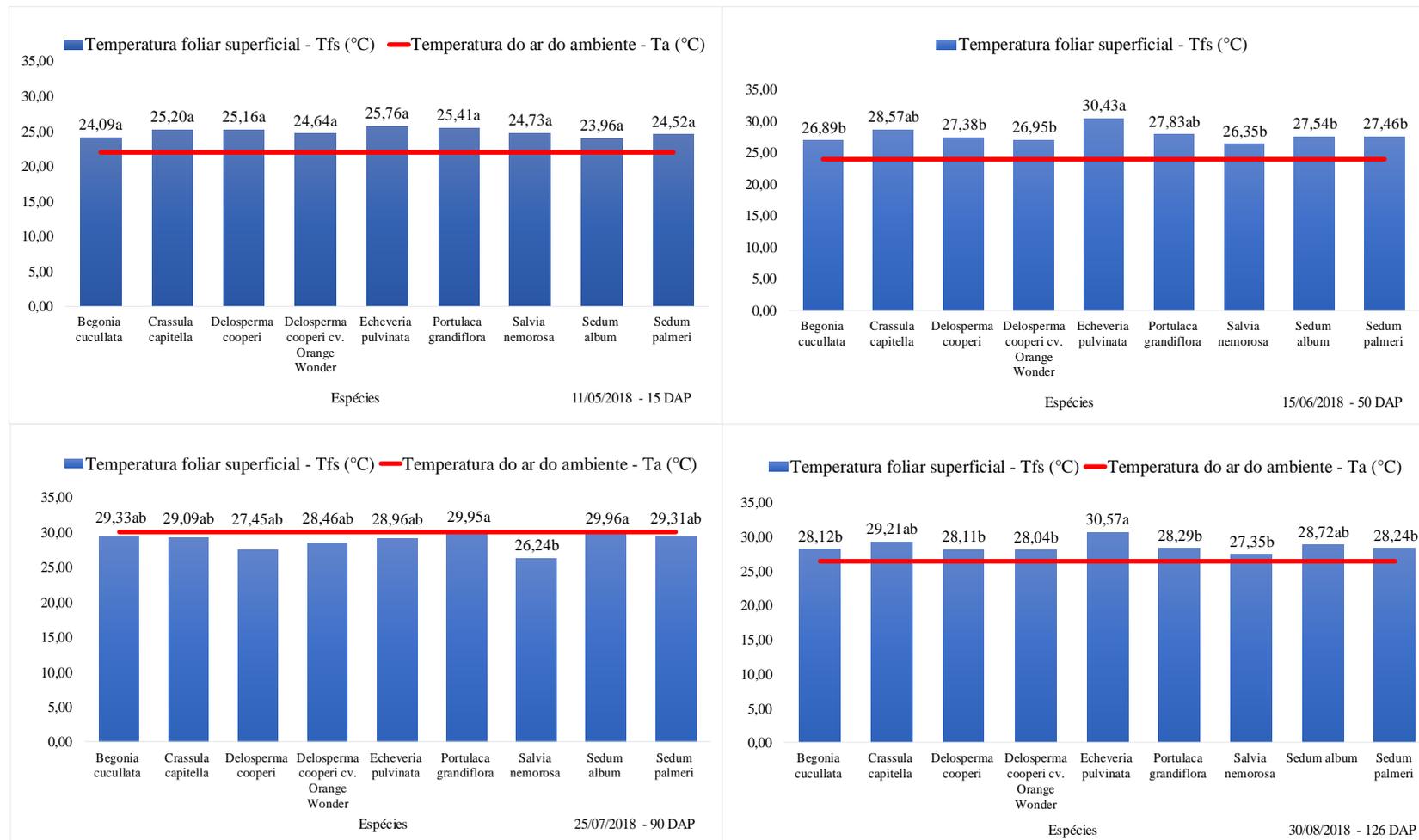
541

542

543

544

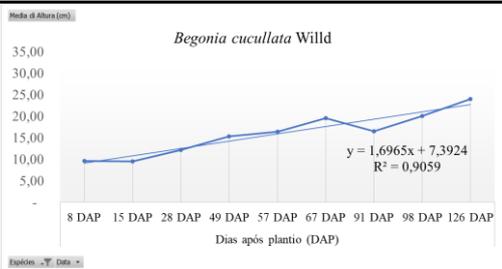
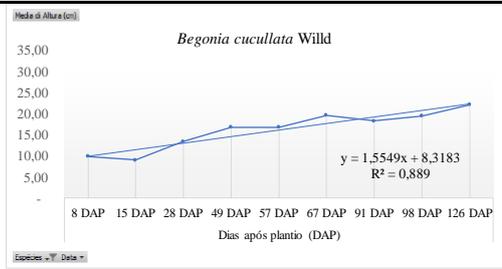
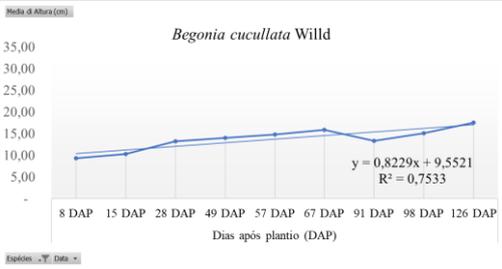
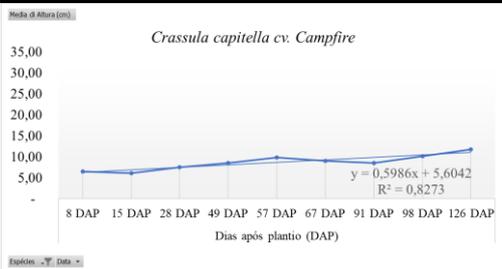
545

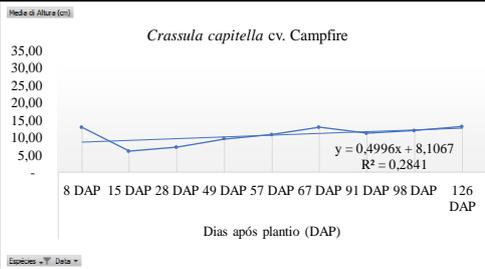
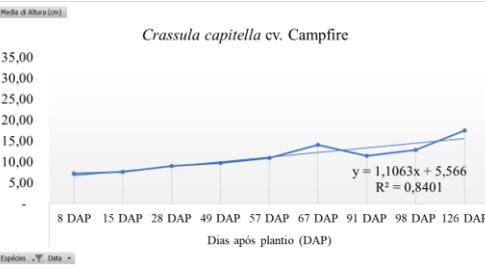
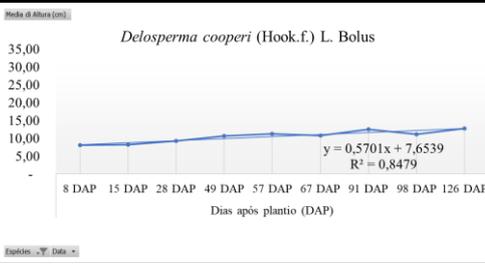
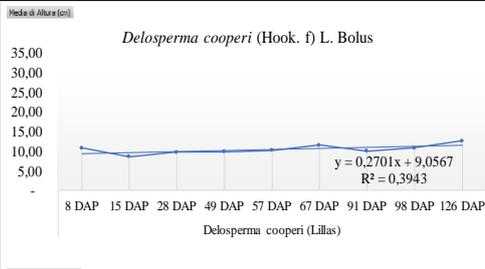
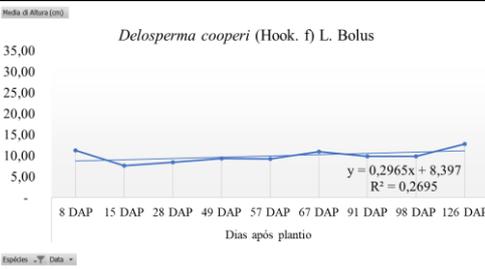


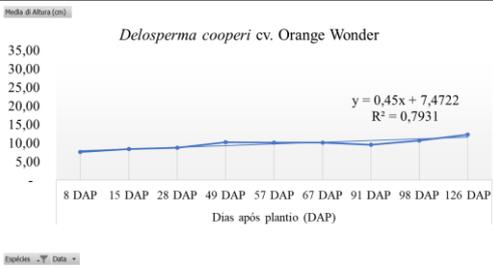
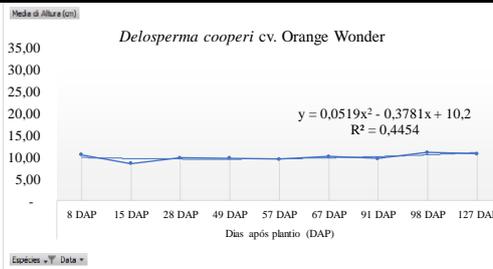
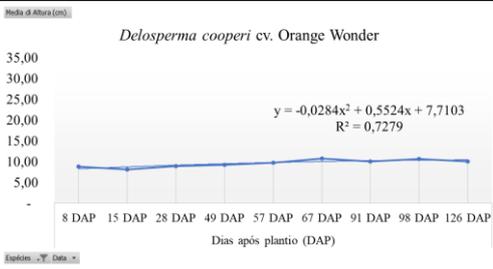
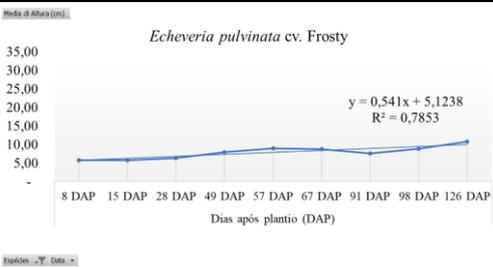
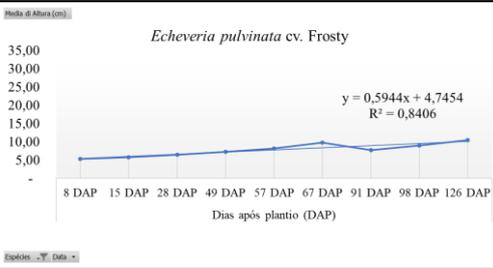
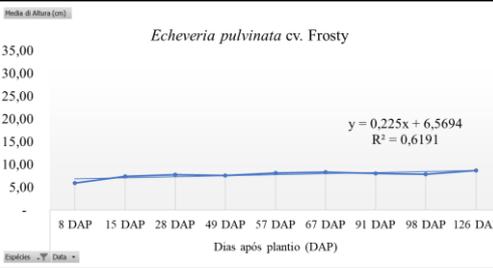
546

547 **Figura 3.** Análise estatística da temperatura foliar - Tfs (°C) de plantas ornamentais do telhado verde ornamental, nos meses de maio a agosto  
 548 de 15 DAP a 126 DAP) e temperatura do ar do ambiente - Ta (°C). Teste de comparação de média pelo Tukey ( $p < 0,05$ ). Bolonha (BO), Itália,  
 549 2018

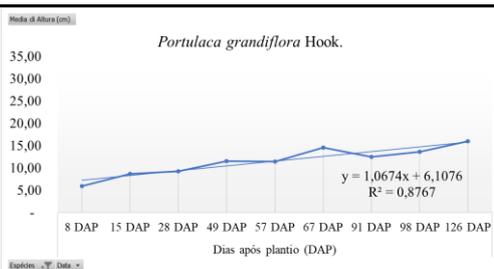
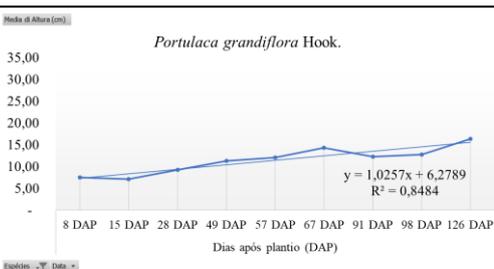
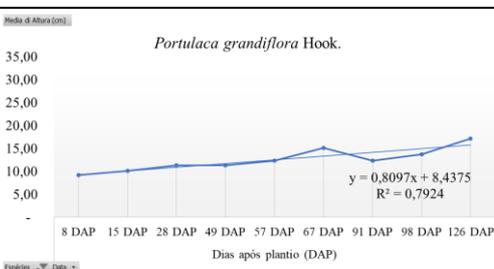
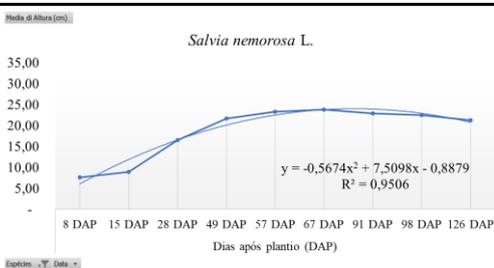
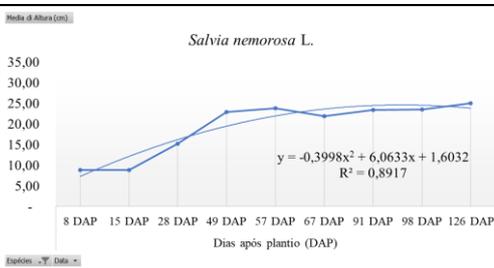
550 **Tabela 2.** Percentual médio da taxa de sobrevivência (TS em %), avaliação de notas  
 551 atribuídas as espécies ornamentais em relação a capacidade de cobertura do solo (CC em %),  
 552 ao florescimento (F) e à aparência geral (AG), e altura (H em cm) para uso em telhado verde  
 553 em função de diferentes profundidades (prof.), aos 126 DAP. Bolonha (BO), Itália, 2018

Prof.	<i>Begonia cucullata</i> Willd.	Descrição	Altura (H em cm)
8cm		TS de 100%  **Notas: 2 (CC de 26 a 50%); 3 (F moderado); e 3 (AG agradável).  Total de notas: 8	
10cm		TS de 100%  Notas: 2 (CC de 26% a 50%); 3 (F moderado); e 3 (AG agradável).  Total de notas: 8	
12cm		TS de 83,33%  Notas: 3 (CC de 51% a 75%); 4 (F intenso); e 4 (AG muito agradável).  Total de notas: 11	
Prof.	<i>Crassula capitella</i> cv. <i>Campfire</i>	Descrição	Altura (H em cm)
8cm		TS de 91,66%  Notas: 1 (CC de 0% a 25%); 1 (F ausente); e 1 (AG nada agradável).  Total de notas: 3	

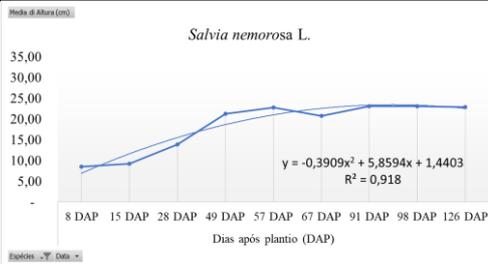
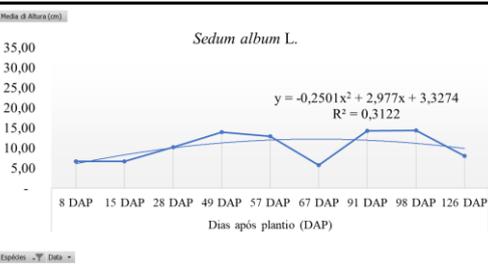
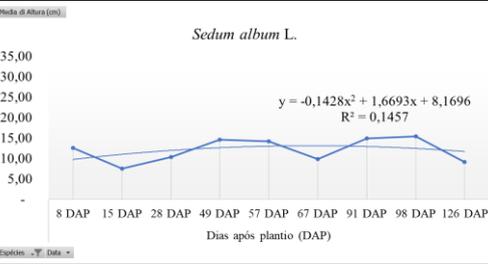
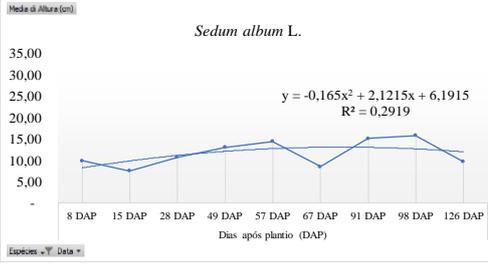
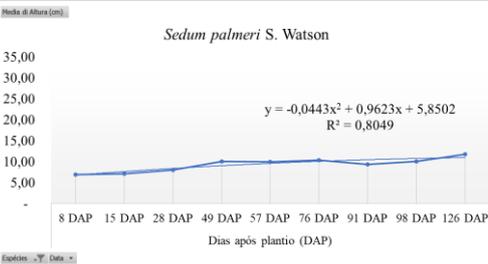
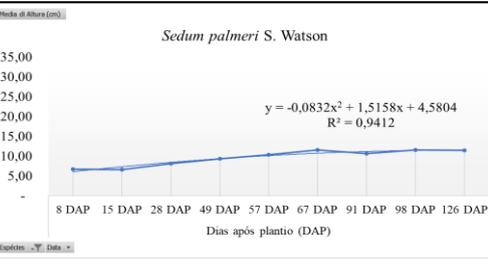
10cm		<p>TS de 100%</p> <p>Notas: 1 (CC de 0% a 25%); 1 (F ausente); e 2 (AP pouco agradável).</p> <p>Total de notas: 4</p>	
12cm		<p>TS de 100%</p> <p>Notas: 2 (CC de 26% a 50%); 1 (F ausente); e 2 (AG pouco agradável).</p> <p>Total de notas: 5</p>	
Prof.	<i>Delosperma cooperi</i> (Hook. f) L. Bolus	Descrição	Altura (H em cm)
8cm		<p>TS de 100%</p> <p>Notas: 2 (CC de 26% a 50%); 2 (pouco F); e 2 (AG pouco agradável).</p> <p>Total de notas: 6</p>	
10cm		<p>TS de 100%</p> <p>Notas: 3 (CC de 51% a 75%), 2 (pouco F); e 2 (AG pouco agradável).</p> <p>Total de notas: 7</p>	
12cm		<p>TS de 100%</p> <p>Notas: 4 (CC de 75% a 100%), 3 (F moderado); e 3 (AG agradável).</p> <p>Total de notas: 10</p>	
Prof.	<i>Delosperma cooperi</i> cv. Orange Wonder	Descrição	Altura (H em cm)

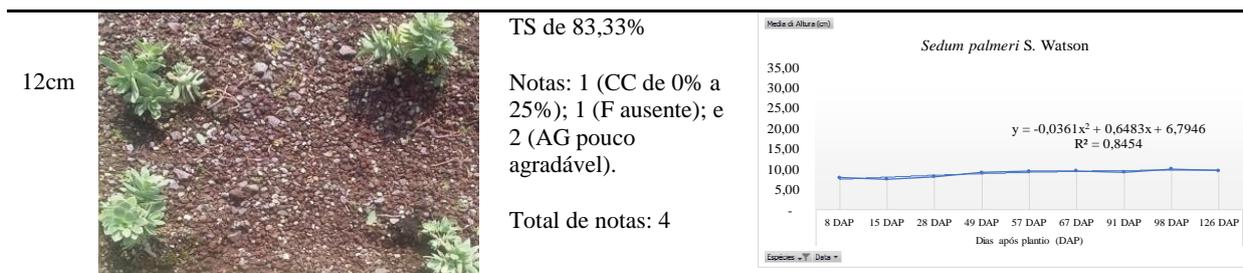
8cm		<p>TS de 100%</p> <p>Notas: 3 (CC de 51% a 75%); 4 (F intenso); e 3 (AG agradável).</p> <p>Total de notas: 10</p>	 <p><i>Delosperma cooperi</i> cv. Orange Wonder</p> $y = 0,45x + 7,4722$ $R^2 = 0,7931$
10cm		<p>TS de 91,66%</p> <p>Notas: 2 (CC de 26% a 50%); 2 (pouco F); e 2 (AG nada agradável).</p> <p>Total de notas: 6</p>	 <p><i>Delosperma cooperi</i> cv. Orange Wonder</p> $y = 0,0519x^2 - 0,3781x + 10,2$ $R^2 = 0,4454$
12cm		<p>TS de 91,66%</p> <p>Notas: 3 (CC de 51% a 75%); 3 (F moderado); e 3 (AG agradável).</p> <p>Total de notas: 9</p>	 <p><i>Delosperma cooperi</i> cv. Orange Wonder</p> $y = -0,0284x^2 + 0,5524x + 7,7103$ $R^2 = 0,7279$
Prof.	<i>Echeveria pulvinata</i> cv. Frosty	Descrição	Altura (H em cm)
8cm		<p>TS de 100%</p> <p>Notas: 1 (CC de 0% a 25%); 1 (F ausente); e 2 (AG pouco agradável).</p> <p>Total de notas: 4</p>	 <p><i>Echeveria pulvinata</i> cv. Frosty</p> $y = 0,541x + 5,1238$ $R^2 = 0,7853$
10cm		<p>TS de 100%</p> <p>Notas: 1 (CC de 0% a 25%); 1 (F ausente); e 1 (AG pouco agradável).</p> <p>Total de notas: 4</p>	 <p><i>Echeveria pulvinata</i> cv. Frosty</p> $y = 0,5944x + 4,7454$ $R^2 = 0,8406$
12cm		<p>TS de 91,66%</p> <p>Notas: 1 (CC de 0% a 25%); 1 (F ausente); e 2 (AG pouco agradável).</p> <p>Total de notas: 4</p>	 <p><i>Echeveria pulvinata</i> cv. Frosty</p> $y = 0,225x + 6,5694$ $R^2 = 0,6191$

Silva SÁCG (2019) Seleção e caracterização de plantas para uso como gramados ...

Prof.		Descrição	Altura (H em cm)
8cm		<p>TS de 100%</p> <p>Notas: 3 (CC de 51% a 75%); 3 (F moderado); e 3 (AG agradável).</p> <p>Total de notas: 9</p>	
10cm		<p>TS de 100%</p> <p>Notas: 2 (CC de 26% a 505); 2 (pouco F); e 2 (AG pouco agradável).</p> <p>Total de notas: 6</p>	
12cm		<p>TS de 100%</p> <p>Notas: 4 (CC de 51% a 75%); 3 (F moderado); e 3 (AG agradável).</p> <p>Total de notas: 10</p>	
8cm		<p>TS de 100%</p> <p>Notas: 2 (CC de 26% a 50%); 2 (pouco F); e 3 (AG agradável)</p> <p>Total de notas: 7</p>	
10cm		<p>TS de 100%</p> <p>Notas: 3 (CC de 51% a 75%); 2 (pouco F); e 2 (AG pouco agradável).</p> <p>Total de notas: 7</p>	

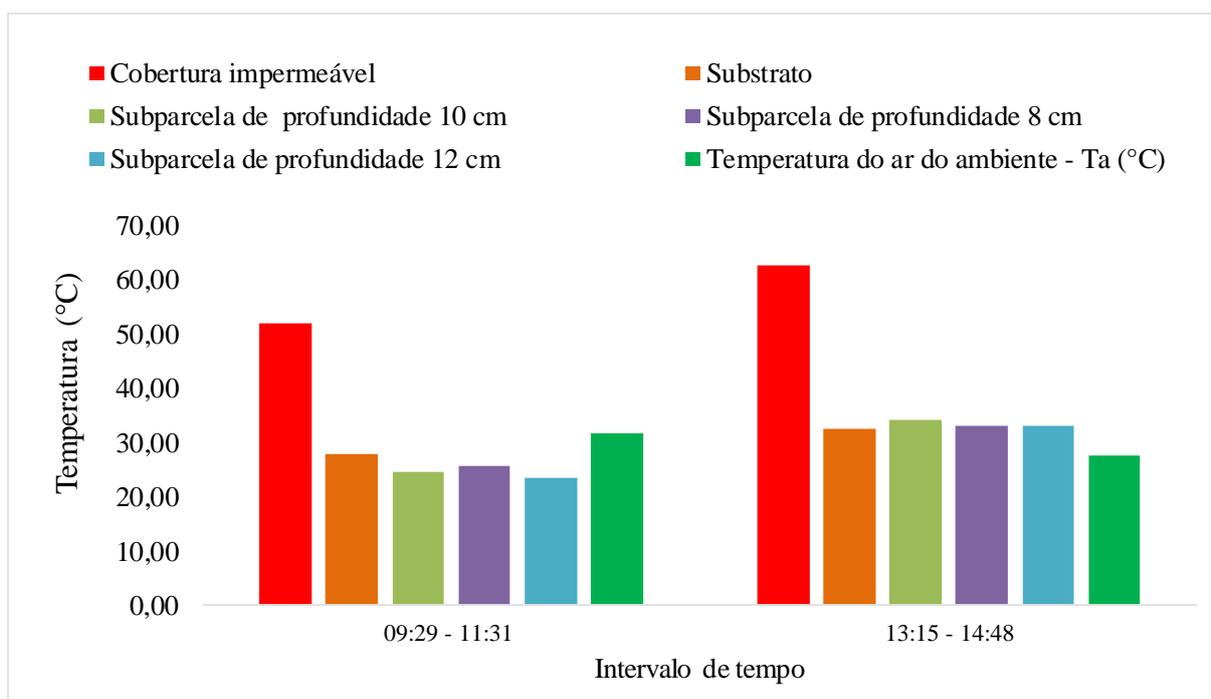
Silva SÁCG (2019) Seleção e caracterização de plantas para uso como gramados ...

12cm		<p>TS de 91,66%</p> <p>Notas: 2 (CC de 26% a 50%); 3 (F moderado); e 3 (AG agradável).</p> <p>Pontuação total: 8</p>	
Prof.	<i>Sedum album</i> L.	Descrição	Altura (H em cm)
8cm		<p>TS de 91,66%</p> <p>Notas: 2 (CC de 26% a 50%); 1 (F ausente); e 2 (AG pouco agradável).</p> <p>Total de notas: 5</p>	
10cm		<p>TS de 100%</p> <p>Notas: 2 (CC de 26% a 50%); 1 (F ausente); e 2 (AG pouco agradável).</p> <p>Total de notas: 5</p>	
12cm		<p>TS de 100%</p> <p>Notas: 2 (CC de 26% a 50%); 1 (F ausente); e 2 (AG pouco agradável).</p> <p>Total de notas: 5</p>	
Prof.	<i>Sedum palmeri</i> S. Watson	Descrição	Altura (H em cm)
8cm		<p>TS de 100%</p> <p>Notas: 2 (CC de 26% a 50%); 1 (F ausente); e 2 (AG pouco agradável).</p> <p>Pontuação total: 5</p>	
10cm		<p>TS de 100%</p> <p>Notas: 1 (CC de 0% a 25%); 1 (F ausente); e 2 (AG pouco agradável).</p> <p>Total de notas: 4</p>	



554 \*Prof. - profundidade. \* Notas atribuídas as espécies ornamentais: capacidade de cobertura do  
 555 solo (CC) - nota 1 (CC de 0% a 25%), nota 2 (CC de 26% a 50%), nota 3 (CC de 51% a 75%)  
 556 e nota 4 (CC de 76% a 100%); florescimento (F) - nota 1 (F ausente), nota 2 (pouco F), nota 3  
 557 (F moderado) e nota 4 (F intenso); aparência geral (AG) - nota 1 (AG nada agradável), nota 2  
 558 (AG pouco agradável), nota 3 (AG agradável) e nota 4 (AG muito agradável).

559  
 560  
 561  
 562  
 563  
 564  
 565  
 566  
 567  
 568



569

570 **Figura 4.** Dados de temperatura superficial da: camada impermeável (referente a um telhado  
571 convencional adjacente), do substrato, das subparcelas com plantas nas profundidades de 8,  
572 10 e 12 cm; e temperatura do ar do ambiente - Ta (°C), aos 126 DAP. Bolonha (BO), Itália,  
573 2018

574

575

576

577

578

579

580

581

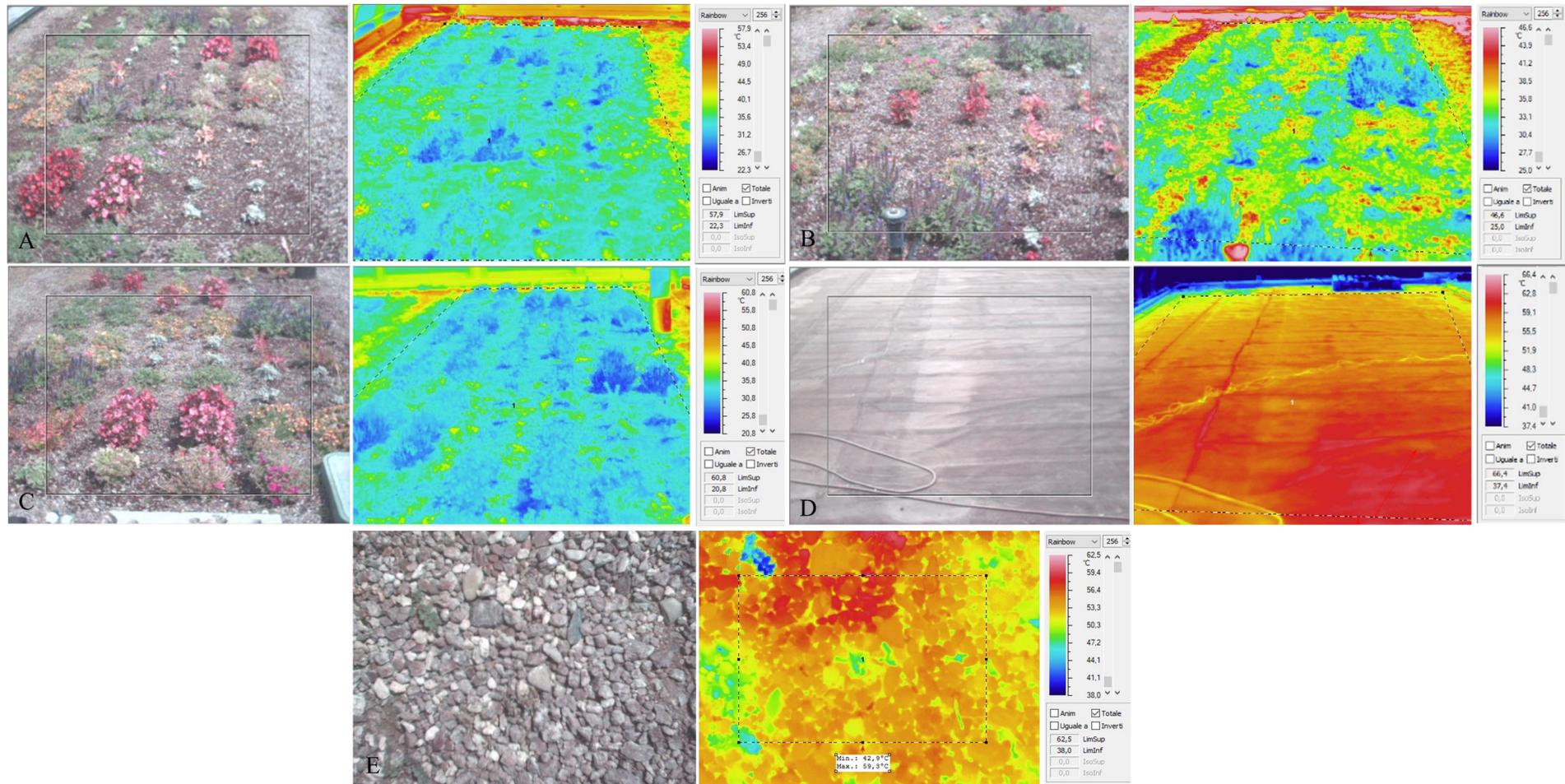
582

583

584

585

586



587

588 **Figura 5.** Imagens termográficas das subparcelas de 8, 10 e 12 cm de profundidade do telhado verde ornamental (A; B; C); telhado convencional

589 recoberto por camada impermeável (D); e substrato utilizado nas subparcelas experimentais (E), aos 126 DAP. Bolonha (BO), Itália, 2018

## CAPÍTULO V: CONSIDERAÇÕES FINAIS



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O maior número de *sprigs* foi obtido a partir de 2 a 4 cm de comprimento para os acessos de *Paspalum leptum* e *P. notatum*, enquanto que *sprigs* com comprimento > 4 cm foi limitante para obtenção de maiores rendimentos, exceto ao acesso de *Axonopus parodii*.

*Sprigs* acima de 2 cm de comprimento apresentam maior viabilidade para propagação vegetativa dos acessos de *Axonopus parodii*, *P. leptum* e *P. notatum*.

Os acessos de *P. notatum* (PN 01, PN 02, PN 03 e PN 05) apresentaram elevados valores de taxa de pegamento, capacidade de cobertura, número de perfilhos e biomassa seca foliar e radicular, portanto, por apresentarem melhores resultados, são indicados para o plantio por *sprigs* acima de 2 cm de comprimento para formação mais rápida de gramados.

Em termo de desenvolvimento de mudas e hábito de crescimento, os acessos de crescimento prostrado, *P. leptum* (PL 01) e *P. notatum* (PN 05) são recomendados para formação de gramados através do plantio por *plugs*, em jardim, praças e telhados verdes.

Os acessos de crescimento ereto como *Paspalum compressifolium* (PC 01; PC 02 e PC 03), *P. ionanthum* (PI 01) e *P. plicatum* (PP L1), são indicados como gramas ornamentais para usos funcionais, em áreas de taludes, encostas, às margens de estradas e para usos ornamentais, em canteiros de jardins e praças, como também em telhados verdes.

Para telhados verdes, as espécies *Delosperma cooperi* (Hook. f.) L. Bolus, *Delosperma cooperi* cv. Orange Wonder, *Portulaca grandiflora* Hook, com metabolismo CAM ou C4, são indicadas para usos em telhado verde multifuncionais, mantendo características ornamentais, preferencialmente em substratos com 8 e 12 cm de profundidade e por resistir elevadas temperaturas.

As espécies *Begonia cucullata* Willd e *Salvia nemorosa* L., com metabolismo C3, são indicadas para usos em telhados verdes multifuncionais, por manterem características ornamentais, preferencialmente em substratos com 12 cm de profundidade, propocionando redução de temperatura local através de seus metabolismos e pelo efeito de sombreamento de suas coberturas vegetais sobre o substrato.

## FINAL CONSIDERATIONS

The largest number of sprigs was obtained from 2 to 4 cm in length for the accessions of *Paspalum leptum* and *P. notatum*, while sprigs with length above 4 cm was limiting to obtain higher yields, except access to *Axonopus parodii*.

Sprigs above 2 cm in length present greater viability for vegetative propagation of *Axonopus parodii*, *P. leptum* and *P. notatum* accessions.

The accessions of *P. notatum* (PN 01, PN 02, PN 03 and PN 05) presented high values of survival rate, coverage capacity of soil, shoot number and dry foliage and root biomass, therefore, because they present better results, they are indicated for planting by sprigs up to 2 cm in length for faster turfgrass formation.

In term of seedling development and growth habit, prickly growth accesses, *P. leptum* (PL 01) and *P. notatum* (PN 05) are recommended for turfgrass formation through planting by plugs in garden, squares and roofs green.

The growth-enhancing accessions such as *P. compressifolium* (PC 01, PC 02 and PC 03), *P. ionanthum* (PI 01) and *P. plicatum* (PP L1), are identified as ornamental grasses for functional uses in areas of slopes, roadsides and ornamental uses, in garden beds and squares, as well as on green roofs.

For green roofs, the species *Delosperma cooperi* (Hook. F.) L. Bolus, *Delosperma cooperi* cv. Orange Wonder, *Portulaca grandiflora* Hook, with metabolism CAM or C4, are indicated for uses in green roof multifunctional, maintaining ornamental characteristics, preferably in substrates with 8 and 12 cm of depth and for resisting elevated temperatures.

The species *Begonia cucullata* Willd and *Salvia nemorosa* L., with metabolism C3, are indicated for uses in multifunctional green roofs, because they maintain ornamental characteristics, preferentially in substrates with 12 cm of depth, providing local temperature reduction through their metabolisms and the effect shading of their vegetable coverings on the substrate.

## ANEXOS



# Revista Brasileira de Ciências Agrárias

## Brazilian Journal of Agricultural Sciences

ISSN (on line) 1981-0997. Recife, v.10, n.2, abr.-jun., 2015  
agraria.pro.br/ojs-2.4.6

### Diretrizes para Autores

#### Objetivo e Política Editorial

A **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** (RBCA) é editada pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) com o objetivo de divulgar artigos científicos, para o desenvolvimento científico das diferentes áreas das Ciências Agrárias. As áreas contempladas são: Agronomia, Engenharia Agrícola, Engenharia Florestal, Engenharia de Pesca e Aqüicultura, Medicina Veterinária e Zootecnia. Os artigos submetidos à avaliação devem ser originais e inéditos, sendo vetada a submissão simultânea em outros periódicos. A reprodução de artigos é permitida sempre que seja citada explicitamente a fonte.

#### Forma e preparação de manuscritos

O trabalho submetido à publicação deverá ser cadastrado no portal da revista (<http://www.agraria.pro.br/ojs-2.4.6>). O cadastro deverá ser preenchido apenas pelo autor correspondente que se responsabilizará pelo artigo em nome dos demais autores.

Só serão aceitos trabalhos depois de revistos e aprovados pela Comissão Editorial, e que não foram publicados ou submetidos em publicação em outro veículo. Excetuam-se, nesta limitação, os apresentados em congressos, em forma de resumo.

Os trabalhos subdivididos em partes 1, 2..., devem ser enviados juntos, pois serão submetidos aos mesmos revisores. Solicita-se observar as seguintes instruções para o preparo dos artigos.

*Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente deve apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.*

#### Composição seqüencial do artigo

**a.** Título: no máximo com 15 palavras, em que apenas a primeira letra da primeira palavra deve ser maiúscula.

**b.** Os artigos deverão ser compostos por, **no máximo, 8 (oito) autores;**

**c.** Resumo: no máximo com 15 linhas;

**d.** Palavras-chave: no mínimo três e no máximo cinco, não constantes no Título;

- e. Título em inglês no máximo com 15 palavras, ressaltando-se que só a primeira letra da primeira palavra deve ser maiúscula;
- f. Abstract: no máximo com 15 linhas, devendo ser tradução fiel do Resumo;
- g. Key words: no mínimo três e no máximo cinco;
- h. Introdução: destacar a relevância do artigo, inclusive através de revisão de literatura;
  - i. Material e Métodos;
  - j. Resultados e Discussão;
- k. Conclusões devem ser escritas de forma sucinta, isto é, sem comentários nem explicações adicionais, baseando-se nos objetivos da pesquisa;
- l. Agradecimentos (facultativo);
- m. Literatura Citada.

**Observação:** Quando o artigo for escrito em inglês, o título, resumo e palavras-chave deverão também constar, respectivamente, em português ou espanhol, mas com a seqüência alterada, vindo primeiro no idioma principal.

### **Edição do texto**

- a. **Idioma:** Português, Inglês e Espanhol
  - b. **Processador:** Word for Windows;
- c. **Texto:** fonte Times New Roman, tamanho 12. Não deverá existir no texto palavras em negrito;
- d. **Espaçamento:** duplo entre o título, resumo e abstract; simples entre item e subitem; e no texto, espaço 1,5;
- e. **Parágrafo:** 0,5 cm;
- f. **Página:** Papel A4, orientação retrato, margens superior e inferior de 2,5 cm, e esquerda e direita de 3,0 cm, no máximo de 20 páginas não numeradas;
- g. Todos os itens em letras maiúsculas, em negrito e centralizados, exceto Resumo, Abstract, Palavras-chave e Key words, que deverão ser alinhados à esquerda e apenas as primeiras letras maiúsculas. Os subitens deverão ser alinhados à esquerda, em negrito e somente a primeira letra maiúscula;
- h. As grandezas devem ser expressas no SI (Sistema Internacional) e a terminologia científica deve seguir as convenções internacionais de cada área em questão;
- i. **Tabelas e Figuras (gráficos, mapas, imagens, fotografias, desenhos)**
  - Títulos de tabelas e figuras deverão ser escritos em fonte Times New Roman, estilo normal e tamanho 9;

- Títulos de tabelas e figuras deverão ser escritos em fonte Times New Roman, estilo normal e tamanho 9;

- As tabelas e figuras devem apresentar larguras de 9 ou 18 cm, com texto em fonte Times New Roman, tamanho 9, e ser inseridas logo abaixo do parágrafo onde foram citadas pela primeira vez. Exemplo de citações no texto: Figura 1; Tabela 1. Tabelas e figuras que possuem praticamente o mesmo título deverão ser agrupadas em uma tabela ou figura criando-se, no entanto, um indicador de diferenciação. A letra indicadora de cada sub-figura numa figura agrupada deve ser maiúscula e com um ponto (exemplo: A.), e posicionada ao lado esquerdo superior da figura e fora dela. As figuras agrupadas devem ser citadas no texto da seguinte forma: Figura 1A; Figura 1B; Figura 1C.

- As tabelas não devem ter tracejado vertical e o mínimo de tracejado horizontal. Exemplo do título, o qual deve ficar acima: Tabela 1. Estações do INMET selecionadas (sem ponto no final). Em tabelas que apresentam a comparação de médias, mediante

análise estatística, deverá existir um espaço entre o valor numérico (média) e a letra. As unidades deverão estar entre parêntesis.

- As figuras não devem ter bordadura e suas curvas (no caso de gráficos) deverão ter espessura de 0,5 pt, e ser diferenciadas através de marcadores de legenda diversos e nunca através de cores distintas. Exemplo do título, o qual deve ficar abaixo: Figura 1. Perda acumulada de solo em função do tempo de aplicação da chuva simulada (sem ponto no final). Para não se tornar redundante, as figuras não devem ter dados constantes em tabelas. Fotografias ou outros tipos de figuras deverão ser escaneadas com 300 dpi e inseridas no texto. O(s) autor(es) deverá(ão) primar pela qualidade de resolução das figuras, tendo em vista uma boa reprodução gráfica. As unidades nos eixos das figuras devem estar entre parêntesis, mas, sem separação do título por vírgula.

### **Exemplos de citações no texto**

**a.** Quando a citação possuir apenas um autor: ... Freire (2007) ou ... (Freire, 2007).

**b.** Quando possuir dois autores: ... Freire & Nascimento (2007), ou ... (Freire & Nascimento, 2007).

**c.** Quando possuir mais de dois autores: Freire et al. (2007), ou (Freire et al., 2007).

### **Literatura citada**

O artigo deve ter, preferencialmente, no máximo **25 citações bibliográficas**, sendo a maioria em **periódicos recentes (últimos cinco anos)**.

As Referências deverão ser efetuadas no estilo ABNT (NBR 6023/2000) conforme normas próprias da revista.

As referências citadas no texto deverão ser dispostas em ordem alfabética pelo sobrenome do primeiro autor e conter os nomes de todos os autores, separados por ponto e vírgula. As citações devem ser, preferencialmente, de publicações em periódicos, as quais deverão ser apresentadas conforme os exemplos a seguir:

#### **a. Livros**

Mello, A.C.L. de; Véras, A.S.C.; Lira, M. de A.; Santos, M.V.F. dos; Dubeux Júnior, J.C.B; Freitas, E.V. de; Cunha, M.V. da. Pastagens de capim-elefante: produção intensiva de leite e carne. Recife: Instituto Agrônômico de Pernambuco, 2008. 49p.

#### **b. Capítulo de livros**

Serafim, C.F.S.; Hazin, F.H.V. O ecossistema costeiro. In: Serafim; C.F.S.; Chaves, P.T. de (Org.). O mar no espaço geográfico brasileiro. Brasília- DF: Ministério da Educação, 2006. v. 8, p. 101-116.

#### **c. Revistas**

Sempre que possível o autor deverá acrescentar a url para o artigo referenciado e o número de identificação DOI (Digital Object Identifiers).

Quando o artigo tiver a url.

Oliveira, A. B. de; Medeiros Filho, S. Influência de tratamentos pré-germinativos, temperatura e luminosidade na germinação de sementes de leucena, cv. Cunningham. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.7, n.4, p.268-274, 2007.

<http://agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=183&path%5B%5D=104>. 29 Dez. 2012.

Quando o artigo tiver DOI.

Costa, R.B. da; Almeida, E.V.; Kaiser, P.; Azevedo, L.P.A. de; Tyszka Martinez, D. Tsukamoto Filho, A. de A. Avaliação genética em progênies de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. na região do Pantanal, estado do Mato Grosso. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.6, n.4, p.685-693, 2011. <https://doi.org/10.5039/agraria.v6i4a1277>.

#### **d. Dissertações e teses**

Bandeira, D.A. Características sanitárias e de produção da caprinocultura nas microrregiões do Cariri do estado da Paraíba. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2005. 116p. Tese Doutorado.

#### **e. WWW (World Wide Web) e FTP (File Transfer Protocol)**

Burka, L.P. A hipertext history of multi-user dimensions; MUD history. <http://www.aka.org.cn/Magazine/Aka4/interhisE4.html>. 29 Nov. 2012.

Não serão aceitas citações bibliográficas do tipo apud ou citado por, ou seja, as citações deverão ser apenas das referências originais.

Citações de artigos no prelo, comunicação pessoal, folder, apostila, monografia, trabalho de conclusão de curso de graduação, relatório técnico e trabalhos em congressos, devem ser evitadas na elaboração dos artigos.

## Outras informações sobre a normatização de artigos

- 1) Os títulos das bibliografias listadas devem ter apenas a primeira letra da primeira palavra maiúscula, com exceção de nomes próprios. O título de eventos deverá ter apenas a primeira letra de cada palavra maiúscula;
- 2) O nome de cada autor deve ser por extenso apenas o primeiro nome e o último sobrenome, sendo apenas a primeira letra maiúscula;
- 3) Não colocar ponto no final de palavras-chave, keywords e títulos de tabelas e figuras. Todas as letras das palavras-chave devem ser minúsculas, incluindo a primeira letra da primeira palavra-chave;
- 4) No Abstract, a casa decimal dos números deve ser indicada por ponto em vez de vírgula;
- 5) A Introdução deve ter, preferencialmente, no máximo 2 páginas. Não devem existir na Introdução equações, tabelas, figuras, e texto teórico sobre um determinado assunto;
- 6) Evitar parágrafos muito longos;
- 7) Não deverá existir itálico no texto, em equações, tabelas e figuras, exceto nos nomes científicos de animais e culturas agrícolas, assim como, nos títulos das tabelas e figuras escritos em inglês;
- 8) Não deverá existir negrito no texto, em equações, figuras e tabelas, exceto no título do artigo e nos seus itens e subitens;
- 9) Em figuras agrupadas, se o título dos eixos x e y forem iguais, deixar só um título centralizado;
- 10) Todas as letras de uma sigla devem ser maiúsculas; já o nome por extenso de uma instituição deve ter maiúscula apenas a primeira letra de cada nome;
- 11) Nos exemplos seguintes o **formato correto** é o que se encontra no lado direito da igualdade: 10 horas = **10 h**; 32 minutos = **32 min**; 5 l (litros) = **5 L**; 45 ml = **45 mL**; l/s = **L.s<sup>-1</sup>**; 27°C = **27 °C**; 0,14 m<sup>3</sup>/min/m = **0,14 m<sup>3</sup>.min<sup>-1</sup>.m<sup>-1</sup>**; 100 g de peso/ave = **100 g de peso por ave**; 2 toneladas = **2 t**; mm/dia = **mm.d<sup>-1</sup>**; 2x3 = **2 x 3** (deve ser separado); 45,2 - 61,5 = **45,2-61,5** (deve ser junto). A % é unidade que deve estar junta ao número (**45%**). Quando no texto existirem valores numéricos seguidos, colocar a unidade somente no último valor (Ex: **20 e 40 m**; **56,0, 82,5 e 90,2%**). Quando for pertinente, deixar os valores numéricos com no máximo duas casas decimais;
- 12) Na definição dos parâmetros e variáveis de uma equação, deverá existir um traço separando o símbolo de sua definição. A numeração de uma equação deve estar entre parêntesis e alinhada esquerda. Uma equação deve ser citada no texto conforme os seguintes exemplos: Eq. 1; Eq. 4.;
- 13) Quando o artigo for submetido não será mais permitida mudança de nome dos autores, sequência de autores e quaisquer outras alterações que não sejam solicitadas pelo editor.

## Procedimentos para encaminhamento dos artigos

O autor correspondente deve se cadastrar como autor e inserir o artigo no endereço <http://www.agraria.pro.br/ojs-2.4.6>.

O autor pode se comunicar com a Revista por meio do e-mail [agrarias@prppg.ufrpe.br](mailto:agrarias@prppg.ufrpe.br), [editorgeral@agraria.pro.br](mailto:editorgeral@agraria.pro.br) ou [secretaria@agraria.pro.br](mailto:secretaria@agraria.pro.br).

*Ornamental Horticulture*



## Diretrizes para Autores

*ORNAMENTAL HORTICULTURE (Ornam. Hortic.)*

*(REVISTA BRASILEIRA DE HORTICULTURA ORNAMENTAL)*

A revista é editada em quatro números anuais pela Sociedade Brasileira de Floricultura e Plantas Ornamentais (SBFPPO) e destina-se à publicação de trabalhos técnicos e científicos relativos às áreas de floricultura, plantas ornamentais, arborização, paisagismo e paisagens, por membros da comunidade científica nacional e internacional.

A partir de 01.01.2019 somente serão aceitos artigos em inglês.

Os artigos não devem ter sido submetidos e ou publicados simultaneamente, total ou parcialmente, em outra revista científica ou periódico.

Todos os conceitos, informações, dados e imagens com pessoas, apresentados nos artigos, são de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

**Custo para publicação:** a revista não cobra taxa de publicação.

### PREPARO DOS ARTIGOS

O trabalho deverá ser digitado no processador de texto Microsoft Word for Windows (versão 2010, 2013, 2016 ou Office 365), tamanho A4 (21 x 29,7 cm), espaço duplo entre linhas, fonte: Times New Roman, tamanho: 12, observada uma margem de 2,5 cm para o lado esquerdo e de 2,5 cm para o direito, 2,5 cm para margem superior e inferior, 2,5 cm para o cabeçalho e rodapé **obrigatórios** na versão de submissão. Todas as páginas, assim como as linhas deverão ser numeradas. Cada trabalho deverá ter no **máximo 20 páginas**. Recomenda-se que os autores sejam claros e concisos, evitando redundância e citações desnecessárias.

Junto com o artigo deverá ser encaminhada carta (**CARTA DE ENCAMINHAMENTO**) dirigida ao Editor-chefe da Ornamental Horticulture, com a anuência de todos os autores e

declaração de estarem cientes que com a aceitação do artigo para publicação, os editores adquirem amplos e exclusivos direitos sobre o artigo para todas as línguas e países.

**Ao submeter o artigo, a carta deverá ser anexada no campo “Transferência de Documentos Suplementares”.**

- Qualquer inclusão, exclusão ou alteração na ordem dos autores deverá ser notificada mediante ofício assinado por todos os autores (inclusive do autor excluído).

## **CARACTERIZAÇÃO DOS ARTIGOS**

Quanto ao conteúdo, os manuscritos poderão ser apresentados sob a forma de:

### **- Artigo Científico:**

Artigo relatando um trabalho original, referente a resultados de pesquisa e submetido à Comissão Editorial. A forma de apresentação deverá seguir as normas da revista para Elaboração de Artigos.

### **- Artigo Técnico**

Artigo contendo informações técnicas, muitas vezes sem base em pesquisa. Pode apresentar instruções sobre o uso de técnicas para um determinado fim e estudos de caso. A forma de apresentação é livre, mas aproximando-se ao máximo da estrutura utilizada para artigos científicos, sendo fundamental conter Título em inglês, Abstract, Keywords, Resumo, título e Palavras-chave em português, e Referências.

### **- Artigo de Revisão:**

Texto elaborado sobre um tópico de interesse atual, a convite da Comissão Editorial. A forma de apresentação é livre, mas aproximando-se ao máximo da estrutura utilizada para artigos científicos, sendo fundamental conter Título em inglês, Abstract, Keywords, Resumo, título e Palavras-chave em português, e Referências.

### **- Artigos com descrição de variedades e ou cultivares:**

Comunicação relatando o registro ou lançamento de novas variedades e/ou cultivar. Como forma de apresentação deve conter: Título em inglês, Abstract, Keywords, Resumo, Título e Palavras-chave em português, Introdução (opcional), Origem, Descrição Morfológica, Adaptabilidade (tolerância climática, regional, pragas), Condições de Cultivo (solo, taxa de crescimento, tolerância a insolação/sombreamento), Performance (dados de produtividade e comparativos com cultivares comerciais), Propagação, Usos, Disponibilidade (se protegido, registrado e endereços de laboratórios e/ou viveiristas fornecedores) e Referências.

## **ELABORAÇÃO DOS ARTIGOS**

**a. Os artigos deverão ser iniciados com o título. Nome e endereço postal completo da instituição de trabalho dos autores e ORCID deverão ser inseridos nos metadados do**

**programa de editoração. Certificamos que os avaliadores receberão os artigos sem cabeçalho, para a avaliação duplo-cega.**

#### **b. Estruturação**

- A estrutura dos **artigos científicos** será composta de: Título em inglês, Abstract, Keywords, Resumo acompanhado de Título e Palavras-chave em português, . Deverá conter: Introdução; Material e Métodos; Resultados e Discussão (juntos ou separados); Conclusões; Agradecimentos; Contribuição dos autores; Referências.

#### **Observações:**

- Título: deve ser conciso e apresentar a ideia geral do trabalho. **Recomenda-se não usar nomenclatura científica no título.** Exceção se faz para espécies que não possuem nome comum consagrado.

- Recomendamos que o(s) nome(s) científico(s) das espécies seja(m) confirmado(s) no site [www.tropicos.org](http://www.tropicos.org)

- Autores: os nomes dos autores deverão ser dispostos após o título, continuamente e em modo centralizado. Deverão ser grafados por extenso, apenas com as iniciais dos nomes em maiúsculo. Após cada nome, utilizar número para chamada do endereço em nota de rodapé.

No Rodapé, os autores deverão ser identificados por números, indicando: Instituição//Departamento//Cidade-Estado//País

Após o nome do autor correspondente deverá constar: "Corresponding author" e informar o seu email. A identificação será por “\*”.

- Abstract: deve apresentar, em um único parágrafo, entre 200 e 250 palavras, as seguintes partes: introdução, objetivo, metodologia, resultados e conclusão. Obs.: a) O Abstract/Resumo NÃO deve iniciar com o objetivo. b) Evitar descrever o delineamento estatístico.

- Resumo: os artigos devem apresentar resumo em português, sendo tradução fiel do texto em inglês..

- Keywords e Palavras-chave: em número de 4 a 5, não deverão repetir palavras do título do trabalho. Sugere-se que a primeira palavra seja o nome científico da (s) espécie(s) estudada. Separar por vírgulas.

- Rodapé: **não** indicar a origem do trabalho, se parte de tese, dissertação, etc. A fonte de financiamento deve ser disposta no item Agradecimentos.

- Introdução: apresentar as informações que nortearam o trabalho, sempre utilizando referências atualizadas. Ao final, indicar o objetivo do trabalho. As citações das referências deverão ser feitas utilizando letras minúsculas, apenas com a inicial maiúscula.

- Material e Métodos: evitar colocar a localização (cidade, universidade, instituto de pesquisa, etc...) onde foi realizado o trabalho. Essa informação somente deve ser apresentada quando for fundamental para a discussão dos resultados.
- Resultados e Discussão: poderão ser apresentados juntos ou separados.
- Conclusão(ões): poderá ser apresentada em texto ou itens. Nesse caso, utilizar hifens.
- Agradecimentos: mencionar a fonte financiadora do trabalho ou agradecimentos particulares, quando for o caso.
- Contribuição dos autores: citar o autor por meio de suas iniciais e informar a contribuição de cada um com o número ORCID. Obs.: **Esse item não deve ser disposto no corpo do artigo e sim na Carta de Encaminhamento.**
- Referências: ver item g. As referências devem ser atuais, assim, **NO MÍNIMO 70%** devem corresponder a publicações dos últimos 5 anos.

### c. Figuras e Tabelas

- As Figuras e Tabelas deverão ser utilizadas somente para ilustrar pontos específicos ou registrar dados, devendo ser numeradas consecutivamente, mas em separado. A localização de Tabelas e Figuras no texto deverá ser indicada entre parênteses, por exemplo, (Tabela X).
- As Figuras e Tabelas deverão ser elaboradas e inseridas após as referências. Como figuras serão consideradas gráficos, desenhos, mapas, fotografias e fotomicrografias.
- Fotografias deverão ser salvas em extensão **“JPEG” com resolução mínima de 300 dpi**, e enviadas em arquivos separados.
- Gráficos deverão ser salvos e enviados também em arquivos separados, salvos em arquivo com extensão **“JPEG”**.
- As Tabelas deverão apresentar título conciso e explicativo.
- As Tabelas deverão ser elaboradas em **“WORD”** e poderão ser dispostas no final do artigo, após as Referências
- Formatos e arquivos diferentes não serão aceitos.
- As Figuras deverão ser elaboradas com letra **Times New Roman, tamanho 10, sem negrito; sem caixa de textos e agrupadas.**
- **Indicar, ao longo do texto, a posição em que deverão ser inseridas as Tabelas e Figuras.**
- **Recomenda-se não apresentar as Tabelas de resultados de análises estatísticas.**

### d. Fórmulas químicas e matemáticas, símbolos

- As fórmulas químicas deverão ser escritas em uma linha e obedecer à nomenclatura adotada pelo Chemical Society (J. Chem. Soc. de 1939, p.1067).

- **Símbolos e Fórmulas Químicas e Matemáticas** deverão ser feitas em processador que possibilite a formatação para o programa *Win'designer* (ex: MathType, Equation), sem perda de suas formas originais.

- Sugere-se que sejam salvos em extensão **“JPEG” com resolução mínima de 300 dpi** e enviadas em arquivos separados

#### **e. Nomes comerciais**

Não utilizar nomes comerciais de produtos, mas sim o nome técnico e/ou princípio ativo.

#### **f. Rodapés:**

Evitar, ao máximo, os rodapés. Quando forem utilizados, deverão ser numerados.

#### **g. Referências**

##### **g.1 Orientações Gerais**

No mínimo **70%** das referências devem ser de artigos atuais e publicados nos últimos cinco anos da submissão do manuscrito.

- As referências no texto deverão ser feitas conforme exemplo: Souza e Barbosa (2017) ou (Souza e Barbosa, 2017). Quando houver três (3) ou mais autores a referência deverá ser feita na forma reduzida (Souza et al., 2017) ou Souza et al. (2017).

- Se houver mais de uma citação no mesmo texto, os autores devem ser apresentados em ordem cronológica crescente, por exemplo: Pereira (2014), Araújo (2016) e Barbosa (2018); ou (Pereira, 2014; Araújo, 2016; Barbosa, 2018).

- A lista de Referências, ao final do texto, será apresentada em ordem alfabética de autores. Quando houver mais de um artigo do(s) mesmo(s) autor(es) no mesmo ano, indicar 2017a, 2017b, etc. A ordem dos itens em cada referência deve ser baseado nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR6023/2002 da ABNT. **A exatidão das referências constantes da listagem e a correta citação no texto são de responsabilidade do(s) autor(es) do artigo.**

- **Quando houver, incluir o DOI.**

- **Não serão aceitas citações de teses e dissertações, resumos e abstracts, séries, boletim técnico, circular, mimeografado.**

- Devem-se apresentar todos os autores do documento científico (fonte).

- O nome do periódico deve ser descrito por extenso, não devendo ser abreviado.

- Não utilizar citação de outros autores (exemplo: "citado por..."). Sempre apresentar a referência original.

## **g.2 Como elaborar as Referências:**

### **- Livros**

AUTOR.//Título: subtítulo.// Edição. Cidade onde foi publicado: Editora, ano de publicação. Total de páginas n. de volumes.

PAIVA, P.D.O.; ALMEIDA, E.F.A. **Produção de Flores de Corte**. vol.1. Lavras: Editora UFLA, 2013. 678p.

### **- Capítulo de livro**

AUTOR DO CAPÍTULO.// Título do capítulo. In: AUTOR OU EDITOR.// /Título do livro. Cidade onde foi publicado: Editora, ano. Página inicial-final.

OLIVEIRA, A.R.O.; HEYNEMANN, C.B.; NIEMEYER, M.L. A construção da paisagem do jardim Botânico do Rio de Janeiro no século XIX. In: CARNEIRO, A.R.S.; BERTRUY, R.P. **Jardins Históricos brasileiros e mexicanos**. Recife: Editora Universitária – UFRPE, 2009. p.101-139.

### **Mesmo autor**

In:\_\_\_\_\_ . Ecology. New York: John Wiley & Sons, 1986. p.210-240.

### **- Periódicos**

AUTOR.//Título do artigo.//Título do periódico, volume, número, página inicial final, ano. DOI, quando houver.

BARBOSA, J.G.; KAMPF, A.N.; MARTINEZ, H.E.P.; KOLLER, O.C.; BOHNEM, H. *Chrynthemum* cultivation in expanded clay- I: Effect of the nitrogen-potassium ratio in the nutrient solution. **Journal of Plant Nutrition**, v.23, n.9, p.1327-1337, 2000.

LANDGRAF, P.R.C.; PAIVA, P.D.O. Produção de flores cortadas no estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.1 p.120-126, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542009000100017>

### **- Dissertação e tese:**

Não utilizar citações de dissertações e teses.

### **- Trabalhos de congressos e outros eventos:**

Não utilizar citações de trabalhos e resumos publicados em anais de congressos e outros eventos.

#### - Documentos eletrônicos:

As obras consultadas *online* são referenciadas conforme normas específicas para cada tipo de documento, **acrescidas de informações sobre o endereço eletrônico apresentado entre braquetes (< >), precedido da expressão “Disponível em:” e da data de acesso ao documento, precedida da expressão “Acesso em:”**. Nota: “Não se recomenda referenciar material eletrônico de curta duração nas redes” (ABNT, NBR6023/2000, p. 4). Segundo padrões internacionais, a divisão de endereço eletrônico, no fim da linha, deve ocorrer sempre após barra (/). **\*não serão aceitos acessos realizados a mais de um ano (chegar se o link ainda está ativo)**.

RUSS, K. 2007. **Iris. Home and garden center information**. Available in: <<http://www.clemson.edu/extension/hgic/plants/landscape/flowers/hgic1167.html>> Accessed on: July 23<sup>th</sup> 2018.

#### - Artigo de Jornal

AUTOR. Título do artigo. **Título do Jornal**. Local, dia, mês, ano. Número ou título do caderno, página inicial-final.

SOUZA, H.M. de. A Iofântera da Amazônia. **O Estado de São Paulo**. São Paulo, 5 nov. 1987. Suplemento Agrícola, p.6.

#### - Comunicação Pessoal

São incluídas informações obtidas a partir de conferências, anotações de aula, etc. Devem ser indicadas em nota de rodapé, separadas do corpo do texto por uma linha contínua, aproximadamente, de 5 cm, iniciada na margem esquerda.

Exemplo: DEMATTÊ\* DEMATTÊ\* stated...

---

\*DEMATTÊ, M.E.S.P. (Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP - Campus de Jaboticabal). Personal communication, 1992.

#### - Entidades independentes

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. **Estatísticas nos municípios do ABC**. 3.ed. Brasília: M.E.P., 1963.

#### - Entidades coletivas

Órgãos da administração governamental direta (ministérios, secretarias e outros) - deve-se entrar pelo nome geográfico que indica a esfera de subordinação (país, estado ou município)

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente.

CAMPINAS. Câmara Municipal.

### **Observações**

Quando faltar algum dado tipográfico, indica-se em seu lugar:

sem local = s.l.

sem data = s.d.

sem editora = s.n.

sem editora e sem data = s.n., s.d.

sem local e sem editora = s.l:s.n.

sem notas tipográficas (falta dos 3 dados) = s.n.t.

### **UNIDADES**

**- Deve ser adotado preferencialmente o S.I. (Sistema Internacional) para indicação das unidades.**

- Utilizar espaço entre o número e as unidades de base: metro, segundo, ampere, volt (ex.: 6 m, 10 s) e também entre às não pertencentes: minuto, litro (ex.: 8 min, 9 L).

- Forma correta para temperatura: °C, separado da grandeza (70 °C).

- Forma correta para %: após cada número, sem espaço (ex.: 50% e 60%).

- Não começar uma frase com números.

- Números abaixo de dez devem ser escritos por extenso. Exceções: unidades de medida, idade, tempo, datas, números de páginas, porcentagens, valores e proporções.

- Escreva em forma de numeral sempre que dois ou mais estiverem em um mesmo período. Nunca misture número com numerais (por extenso).

- Para números com mais de cinco ou seis dígitos zero no final, use números seguidos de palavras (ex.: *3 milhões*, em vez de 3.000.000)

### **SUBMISSÃO E PROCESSO PARA PUBLICAÇÃO DOS ARTIGOS**

- A submissão será efetivada exclusivamente por meio eletrônico (<https://ornamentalhorticulture.emnuvens.com.br/rbho/login?source=%2Frbho%2Fauthor%2Fsubmit>).

- Caso não tenha cadastro, será necessário clicar no menu lateral esquerdo em Página Inicial, [Cadastre-se](#).
- Clicar em [Submissão de Artigo](#), fazer o login e preencher o formulário de submissão.
- O autor correspondente receberá um aviso com a data de recebimento do original.
- O artigo submetido para publicação, será encaminhado para consultores ‘ad hoc’ para emitirem seus pareceres, sem a identificação dos autores ("blind review").
- Após as revisões realizadas pelos Consultores *ad hoc* e pela Comissão Editorial, o trabalho será devolvido ao autor para as correções, até ser definitivamente aprovado, também sem a identificação dos consultores.
- Fluxo da avaliação é descrito em PROCESSO DE AVALIAÇÃO.
- Caso as correções não sejam retornadas à revista no prazo solicitado, a tramitação do artigo poderá ser automaticamente cancelada. O não atendimento das solicitações dos consultores sem justificativas também leva ao cancelamento automático do artigo.
- Após a aprovação das correções, o artigo é revisto quanto à Nomenclatura Científica, Inglês, Referências e Português, sendo então encaminhado para editoração e publicação.

## INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

- Os artigos submetidos para publicação deverão ser encaminhados à Comissão Editorial através do site: <http://ornamentalhorticulture.emnuvens.com.br/>, editados em **língua inglesa** e usar somente nomenclaturas oficiais e abreviaturas consagradas.

## CARTA DE ENCAMINHAMENTO

A submissão do artigo deverá ser acompanhada de uma carta de encaminhamento com a concordância dos autores por meio de assinatura na mesma, **declarando estar cientes de que os editores adquirem amplos e exclusivos direitos sobre o artigo para todas as línguas e países. O número ORCID de cada autor deve ser incluído.**

O Editor Chefe deverá ser informado quanto:

- **Declaração de originalidade:** deixar explícito que o artigo é original e que não foi submetido à publicação em outro periódico, total ou parcialmente, impresso ou de forma eletrônica.
- **Declaração de conflito de interesse:** incluir o texto (ou similar) “os autores declaram não haver conflito de interesses”
- **Contribuição de cada autor:** utilizando as iniciais de cada autor, indicar a contribuição de cada um no artigo e o número **ORCID <https://orcid.org/> de cada autor.**
- **Financiamento:** informar a(s) fonte(s) de financiamento e apoio à realização da pesquisa. Essa informação deverá estar explícita também no artigo em **Agradecimentos**. Esclarecer que as empresas de financiamento não tiveram nenhuma influência na determinação da metodologia,

análise e interpretação dos dados, na redação do texto ou na decisão de submissão do texto para publicação.

Deverá ser indicado o Autor correspondente, apresentando seu e-mail atualizado. A comunicação da revista é feita por meio desse o qual se responsabiliza em transmitir as informações aos demais autores.

## **ÉTICA**

Para trabalhos que envolvam experimentação com animais e seres humanos, deverão ser apresentados comprovantes de que foram realizados de acordo com as diretrizes éticas estabelecidas oficialmente no local de sua realização. Essas evidências deverão ser indicadas no item *Material e Métodos*, informando o número de processo aprovado na comissão de ética responsável e também enviadas como documentos suplementares na submissão do artigo.

## **CONFLITO DE INTERESSES**

Conflitos de interesses, sejam de natureza pessoal, comercial, política, acadêmica ou financeira, podem surgir no processo de submissão e tramitação de um artigo. Esses conflitos podem envolver autores, revisores ou editores, de forma explícita ou não.

Para evitar a incidência desses conflitos e, sobretudo que isso possa afetar o processo de avaliação e publicação de um artigo, a Comissão Editorial indica que:

- Os autores são responsáveis pelo texto submetido e assim o declaram ao assinar a carta de encaminhamento.
- Os autores são responsáveis por identificar e revelar os conflitos, de qualquer natureza, que possam ter influenciado o trabalho de suas autorias.
- Os autores devem indicar no manuscrito, na seção Agradecimentos, todo o apoio financeiro ou de outra natureza (pessoais, empresariais, e outras) que tenha sido utilizado ou aplicado ao trabalho.
- Os revisores devem informar aos editores, assim como os editores à Editora-Chefe, quaisquer conflitos de interesse que possam influir em duas avaliações e designações. E quando pertinente, declinar da solicitação de avaliação.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS:**

- Os casos omissos serão resolvidos pela Comissão Editorial.
- Dúvidas e informações com a Editora-Chefe:

Dra. Márkilla Zunete Beckmann Cavalcante

E-mail: [editor.ornamentalhorticulture@gmail.com](mailto:editor.ornamentalhorticulture@gmail.com)