



Plantas autóctones em coberturas verdes: avaliação do desenvolvimento e valor estético vs. rega e tipo de substrato

Adriana Filipa Lázaro Anico

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Arquitetura Paisagista

Orientadores: Prof^a. Doutora Maria Teresa Gomes Afonso do Paço

Investigadora Maria Dalila Paula Silva Lourenço do Espírito Santo

Júri:

Presidente: Doutora Ana Luísa Brito dos Santos de Sousa Soares, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Vogais: Doutora Maria Teresa Gomes Afonso do Paço, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa, orientadora;

Doutor Nuno Joaquim Costa Cara de Anjo Lecoq, Professora Auxiliar Convidado do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa;

**Dedico esta tese
aos meus pais e
ao meu irmão.**

Agradecimentos

Esta dissertação de mestrado simboliza o final do meu percurso académico nesta instituição. Quando comecei esta aventura não sabia o que me esperava nem com o que contar. Estes anos que aqui passei foram sem dúvida importantes e ajudaram-me a evoluir bastante a nível pessoal, passei bons e maus momentos, contudo tive sempre a ajuda de todos aqueles que acreditaram em mim, me apoiaram, ajudaram e incentivaram quando precisei, sem os quais este percurso não teria sido possível e é a todos eles que agradeço.

A toda a minha família, por todo o apoio que me deu, pelo incentivo, pela compreensão, pela paciência e por estarem sempre comigo, em especial aos meus pais, Armando e Felicidade, e ao meu irmão, Luís, sem os quais não tinha conseguido.

A todos os meus amigos, que sempre me ajudaram e apoiaram, um agradecimento especial à Andreia, Anas e Margarida, irmãs emprestadas, pelo apoio, pela paciência, pelas lágrimas e pelo riso mas, principalmente, por estarem sempre ao meu lado.

Ao Miguel, pela ajuda, em especial no que ao *software* dizia respeito.

Às minhas orientadoras, Professora Teresa do Paço, a quem agradeço por tudo, e Engenheira Dalila Espirito Santo, obrigada pela sua simpatia e ajuda.

Agradeço às Professoras Ana Luísa Soares e Maria do Rosário Cameira, que fazem parte deste projeto e ajudaram em tudo o que foi possível. Um grande obrigado também a todo o pessoal do Herbário, pela ajuda e disponibilidade durante todo o processo.

Ao Professor Henrique Oliveira pela sua grande paciência para as minhas dúvidas de matemática e pela sua simpatia e disponibilidade.

Por último, mas não menos importante, agradeço também a estas entidades, cuja colaboração foi indispensável: à Fundação para a Ciência e Tecnologia que financiou o projeto NativeScapeGR, à Faculdade de Ciências de Lisboa que cedeu os briófitos utilizados, ao Instituto Português do Mar e da Atmosfera pelos dados meteorológicos e ao Professor Francisco Abreu pelos esclarecimentos a eles associados, à Sigmetum que forneceu as plantas vasculares e à Neoturf que cedeu os materiais para os tabuleiros e ajudou na sua montagem.

RESUMO

As coberturas verdes trazem benefícios, tanto para o meio ambiente como para os edifícios e os seus habitantes. Em Portugal existem exemplos deste tipo de estruturas, onde é frequente o uso de espécies exóticas, apesar de espécies autóctones poderem ser utilizadas em sua substituição. Estas espécies apresentam vantagens como a resistência à seca e a promoção da biodiversidade, sendo também relevantes para a identidade de um local.

Este estudo teve por objetivo analisar o comportamento de três espécies vasculares autóctones portuguesas - *Lavandula stoechas* L. subsp. *luisieri* (Rozeira) Rozeira, *Rosmarinus officinalis* L. e *Brachypodium phoenicoides* (L.) Roem. et Schult. - e de alguns briófitos autóctones - *Neckera* sp., *Homalothecium* sp., *Brachythecium plumosum* e *Pleurochaete squarrosa* - em diferentes substratos e sujeitas a dotações de rega diferenciadas. O estudo decorreu em dois dispositivos experimentais, um com plantas envasadas individualmente e outro em tabuleiros com o objetivo de simular diversos tipos de coberturas verdes. As plantas foram medidas e fotografadas durante um ano quantificando-se o crescimento e a evolução da área verde e da floração. Simultaneamente elaborou-se e aplicou-se uma escala de avaliação estética.

Não houve diferenças significativas nas espécies vasculares quanto às inflorescências o que indica poder optar-se por uma dotação de rega menor sem prejudicar aquelas. Quanto aos briófitos, apenas a espécie *Pleurochaete squarrosa* sobreviveu, mostrando aptidão para fazer parte de uma cobertura verde nestas condições. Nas plantas envasadas verificou-se existir vantagem em utilizar um substrato técnico (S1), relativamente a um substrato mais próximo do solo local (S2). O braquipódio e o alecrim mostraram melhores resultados com rega mais reduzida, ao contrário do rosmaninho. Para os tabuleiros houve vantagem na utilização do substrato S2 e dotação de rega mais baixa. As plantas em cobertura e agrupadas suportaram melhor uma dotação de rega mais baixa, apresentando elevado valor estético.

Palavras chave

Coberturas verdes; rega; plantas autóctones; análise de imagem digital; avaliação estética.

ABSTRACT

Green roofs benefit the environment as well as the buildings and their dwellers. In Portugal there are some examples of these structures, frequently installed with exotic species. Nevertheless, native species could be used to replace those as they have adequate features such as drought resistance, while promoting biodiversity and contributing to the identity of the site.

This study aimed to analyze the behavior of three Portuguese native vascular plants – *Lavandula stoechas* L. subsp. *luisieri* (lavender), *Rosmarinus officinalis* L. (rosemary) and *Brachypodium phoenicoides* (L.) Roem et Schult (perennial false brome) – and some native bryophytes – *Neckera* sp., *Homalothecium* sp., *Brachythecium plumosum* and *Pleurochaete squarrosa* – in different substrates and differential irrigation situations. The study took place in two experimental sites, one with potted plants and the other one with trays that simulate different types of green roofs. The plants were measured and photographed for a full year and their growth was recorded as well as the evolution of the green cover and its blooming. Simultaneously, an aesthetic evaluation scale was created and applied.

For the vascular species no significant differences were found concerning inflorescences, suggesting that a lower irrigation amount was adequate. As for the bryophytes, only *Pleurochaete squarrosa* survived, revealing its ability to thrive in green roofs under such conditions. For potted plants the advantage of using a technical substrate (S1) was noticeable, when compared to a substrate with closer characteristics to the local soil (S2). Perennial false brome and rosemary presented better results in lower irrigation conditions unlike lavender. In the green roof experience, S2 substrate and lower irrigation situations presented better results. Plants in the green roof and grouped coped better with lower irrigation conditions and were awarded an higher aesthetic classification.

Key words:

Green roofs; irrigation; native plant species; digital image analysis; aesthetic evaluation.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS.	3
RESUMO.	4
ABSTRACT.	5
ÍNDICE GERAL.	6
ÍNDICE DE FIGURAS.	8
ÍNDICE DE QUADROS.	13
INDICE DE SIMBOLOS E ABREVIATURAS.	14
INTRODUÇÃO.	15
CAPÍTULO 1 – COBERTURAS VERDES.	18
1.1 – Definição de coberturas verdes.	18
1.2 – Enquadramento histórico.	19
1.3 – Tipologias de coberturas verdes.	23
1.3.1- Extensiva.	23
1.3.2- Intensiva simples.	23
1.3.3- Intensiva.	24
1.3.4- Outras tipologias	25
1.4 – Estrutura das coberturas verdes.	26
1.5 – Incentivos à implementação de coberturas verdes.	27
CAPÍTULO 2- VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS COBERTURAS VERDES.	29
2.1 – Benefícios económicos.	29
2.1.1 Eficiência energética.	29
2.1.2 Aumento da durabilidade da membrana impermeável.	30
2.2 – Benefícios ambientais.	30
2.2.1 Regulação da temperatura urbana.	30
2.2.2 Melhoria da qualidade do ar.	31
2.2.3 Gestão das águas pluviais.	31
2.2.4 Aumento do isolamento acústico.	31
2.3 – Benefícios sócio económicos.	32

2.3.1	Valor estético das coberturas verdes e aumento da qualidade de vida	32
2.3.2	Produção de alimentos.	33
2.4	Desvantagens das coberturas verdes.	34
CAPÍTULO 3- INTRODUÇÃO DE VEGETAÇÃO NO MEIO URBANO		35
3.1-	Definição de planta autóctone.	35
3.2-	A importância de plantas autóctones em espaços verdes	36
3.3-	As coberturas verdes e a biodiversidade.	37
CAPÍTULO 4- REVISÃO DAS ESCALAS DE AVALIAÇÃO ESTÉTICA EXISTENTES.		39
CAPÍTULO 5- MATERIAIS E MÉTODOS.		40
5.1	Plantas utilizadas nos dispositivos experimentais.	40
5.2	Evolução e caracterização dos dispositivos experimentais.	43
5.2.1-	Dispositivo experimental 1 – Vasos.	43
5.2.2-	Dispositivo experimental 2 – Tabuleiros.	48
5.3-	Escala de Avaliação Estética.	53
CAPÍTULO 6 – RESULTADOS E DISCUSSÃO.		55
6.1-	Dispositivo experimental 1 – plantas envasadas.	55
6.1.1-	Medições morfométricas manuais.	55
6.1.2-	Análise de imagem digital.	59
6.1.2.1-	Influência da rega no desenvolvimento das plantas.	59
6.1.2.2-	Influência do substrato no desenvolvimento das plantas.	65
6.1.3-	Avaliação estética.	72
6.1.3.1-	Influência da rega no desenvolvimento estético das plantas.	72
6.1.3.2-	Influência do substrato no desenvolvimento estético das plantas.	75
6.2-	Dispositivo experimental 2 – cobertura verde.	78
6.2.1-	Análise de imagem digital.	78
6.2.2-	Análise da variação do valor estético.	84
CAPÍTULO 7 – CONCLUSÕES.		88
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.		90
ANEXOS		
ANEXO 1 – Exemplo de análise de imagem em Adobe Photoshop CC 2015		
ANEXO 2 - Análise estatística		

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Ruínas de Jarlshof nas Ilhas Shetland (Fonte: www.undiscoveredscotland.co.uk/shetland/jarlshof/)	19
Figura 2 – Desenho dos Jardins Suspensos da Babilónia Baseado nas descrições do arqueólogo Robert Koldewey (Fonte: Costa, 2010).	19
Figura 3 – Torre del Guinigis, Lucca, Itália (Fonte: luccaintuscany.wordpress.com).	20
Figuras 4 e 5 – Hotel Ritz, Lisboa; Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa (Fonte: http://www.fourseasons.com/pt/lisbon ; www.stimpre.pt).	21
Figuras 6 e 7 – Jardim das Oliveiras do Centro Cultural de Belém, Lisboa; ETAR de Alcântara, Lisboa (Fonte: http://olhares.sapo.pt/ tirada por Fernando Dias Gonçalves; www.jardinsdopaco.pt).	22
Figuras 8 e 9 – Passeio dos Clérigos, vista superior; Passeio dos Clérigos, vista ao nível de rua (Fonte: www.porto24.pt ; passeiodosclerigos.pt)	22
Figura 10 – Exemplo de cobertura extensiva, Bronx County Courthouse (Fonte: http://www.greenrooftechnology.com/extensive-green-roof)	23
Figura 11 – Exemplo de cobertura intensiva simples, Philadelphia Public Library (Fonte: http://www.greenroofs.com)	24
Figura 12 – Exemplo de cobertura intensiva, Highline, Nova York (Fonte: http://www.neoturf.pt)	24
Figura 13 – Exemplo de Brown Roof (Fonte: ecogreenroofs.co.uk)	25
Figura 14 - Constituição de uma cobertura verde.	26
Figuras 15 e 16 – ETAR antes da cobertura verde; ETAR depois de receber a cobertura verde (Fonte: http://www.elevogroup.com ; www.adp.pt)	32

Figura 17 – Cobertura com horta urbana, Queens, Nova Iorque (Fonte: http://epoca.globo.com)	33
Figura 18 – Clima de Portugal Continental de acordo com Koppen (Fonte: www.ipma.pt). .36	
Figuras 19 e 20 – Biodiversidade no dispositivo experimental 2, Instituto Superior de Agronomia (2015)	38
Figuras 21 e 22 – <i>Lavandula stoechas</i> subsp. <i>luisieri</i> (Fonte: jb.utad.pt/); mapa de distribuição da espécie <i>Lavandula stoechas</i> subsp. <i>luisieri</i> (Fonte: flora-on.pt).	41
Figuras 23 e 24 – <i>Rosmarinus officinalis</i> (Fonte: florestar.net); mapa de distribuição da espécie <i>Rosmarinus officinalis</i> (Fonte: flora-on.pt)	41
Figuras 25 e 26 – <i>Brachypodium phoenicoides</i> ; mapa de distribuição da espécie <i>Brachypodium phoenicoides</i> (Fonte: flora-on.pt)	42
Figura 27 – Localização do dispositivo experimental 1 (Fonte: Google maps)	43
Figuras 28 e 29 – Dispositivo experimental 1; Dispositivo experimental 1 – pormenor dos seis exemplares de alecrim (2014)	45
Figuras 30, 31 e 32 – Exemplos do primeiro dia em que se fizeram registos fotográficos com a escala atrás dos vasos (14 de julho de 2014)	47
Figura 33 – Localização do dispositivo experimental 2 (Fonte: Google maps).	48
Figura 34 – Plano do dispositivo experimental 2 (Fonte: [A] AINDA ARQUITECTURA).	48
Figuras 35 e 36 – Estrutura para acondicionar os tabuleiros; tabuleiros já no local estipulado (19 e 23 maio de 2014)	49
Figuras 37 e 38 – Tabuleiro com a manta de proteção e retenção; colocação do elemento de drenagem (23 de maio de 2014)	49
Figuras 39 e 40 – Introdução do substrato nos tabuleiros com a colaboração da empresa Neoturf; colocação dos sensores de medição do teor de água no solo (23 de maio de 2014)	50

Figuras 41 e 42 – Panorama dos tabuleiros; pormenor dos briófitos já instalados (10 de junho 2014)	50
Figuras 43 e 44 – Sistema de rega gota a gota (junho de 2014); Sistema de rega por nebulizadores (3 de setembro de 2014)	51
Figuras 45 e 46 – Exemplo do uso da escala, tabuleiro número 7 (24 de julho de 2014); tabuleiro número 1 (27 de novembro de 2014)	52
Figura 47 – Diferenças na altura e largura no braquipódio S1	55
Figura 48 – Diferenças na altura e largura no braquipódio S2	55
Figura 49 – Diferenças na altura e largura no alecrim S1	56
Figura 50 – Diferenças na altura e largura no alecrim S2	56
Figura 51 – Diferenças na altura e largura no rosmaninho S1	57
Figura 52 – Diferenças na altura e largura no rosmaninho S2	57
Figura 53 – Comparação da altura e largura no braquipódio S1	59
Figura 54 - Comparação da área verde no braquipódio S1	59
Figura 55 - Comparação da altura e largura no braquipódio S2	60
Figura 56 - Comparação da área verde no braquipódio S2	60
Figura 57 - Comparação da altura e largura no alecrim S1	61
Figura 58 - Comparação da área verde no alecrim S1	61
Figura 59 - Comparação da altura e largura no alecrim S2	62
Figura 60 - Comparação da área verde no alecrim S2	62
Figura 61 - Comparação da altura e largura no rosmaninho S1	63
Figura 62 - Comparação da área verde no rosmaninho S1	63
Figura 63 - Comparação da altura e largura no rosmaninho S2	64
Figura 64 - Comparação da área verde no rosmaninho S2	64
Figura 65 - Comparação da altura e largura no braquipódio Low	65

Figura 66 – Comparação da área verde no braquipódio Low	65
Figura 67 - Comparação da altura e largura no braquipódio Mod	66
Figura 68 - Comparação da área verde no braquipódio Mod	66
Figura 69 - Comparação da altura e largura no alecrim Low	67
Figura 70 - Comparação da área verde no alecrim Low	67
Figura 71 - Comparação da altura e largura no alecrim Mod	67
Figura 72 - Comparação da área verde no alecrim Mod	68
Figura 73 - Comparação da altura e largura no rosmaninho Low	68
Figura 74 – Comparação da área verde no rosmaninho Low	69
Figura 75 - Comparação da altura e largura no rosmaninho Mod	69
Figura 76 - Comparação da área verde no rosmaninho Mod	70
Figura 77 - Comparação do valor estético no braquipódio S1	72
Figura 78 - Comparação do valor estético no braquipódio S2	72
Figura 79 - Comparação do valor estético no alecrim S1	73
Figura 80 - Comparação do valor estético no alecrim S2	73
Figura 81 - Comparação do valor estético no rosmaninho S1	74
Figura 82- Comparação do valor estético no rosmaninho S2	74
Figura 83 - Comparação do valor estético no braquipódio Low	75
Figura 84 - Comparação do valor estético no braquipódio Mod	75
Figura 85 - Comparação do valor estético no alecrim Low	76
Figura 86 - Comparação do valor estético no alecrim Mod.	76
Figura 87 - Comparação do valor estético no rosmaninho Low.	77
Figura 88 - Comparação do valor estético no rosmaninho Mod.	77
Figura 89 - Comparação da altura vs. largura entre os tabuleiros 1 e 5, plantas e musgo. .	78

Figura 90 – Comparação da área verde total entre os tabuleiros 1 e 5, plantas e musgo.	79
Figura 91 – Comparação da altura vs. largura entre os tabuleiros 6 e 8, alecrim.	79
Figura 92 - Comparação da área verde total entre os tabuleiros 6 e 8, alecrim.	80
Figura 93 - Comparação da altura vs. largura entre os tabuleiros 3 e 7, braquipódio.	80
Figura 94 - Comparação da área verde total entre os tabuleiros 3 e 7, braquipódio.	81
Figura 95 – Comparação da altura vs. largura entre os tabuleiros 7 e 9, braquipódio.	81
Figura 96 - Comparação da área verde total entre os tabuleiros 7 e 9, braquipódio.	82
Figura 97 – Média da altura e largura do tabuleiro 4, rosmaninho.	82
Figura 98 – Área verde total do tabuleiro 4, rosmaninho.	83
Figura 99 – Média da altura e largura do tabuleiro 10, rosmaninho.	83
Figura 100 - Área verde total do tabuleiro 10, rosmaninho.	83
Figura 101 - Variação do valor estético entre os tabuleiros 1 e 5, plantas e musgo.	84
Figura 102 - Variação do valor estético entre os tabuleiros 6 e 8, alecrim.	84
Figura 103 - Variação do valor estético entre os tabuleiros 3 e 7, braquipódio.	85
Figura 104 - Variação do valor estético entre os tabuleiros 7 e 9, braquipódio.	85
Figura 105 - Variação do valor estético no tabuleiro 4, rosmaninho.	86
Figura 106 - Variação do valor estético no tabuleiro 10, rosmaninho.	86

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Critérios utilizados na escala de avaliação estética de Draper <i>et al.</i> (1998) . . .	39
Quadro 2 – Critérios utilizados na escala de avaliação estética de Pittenger <i>et al.</i> (2001) .	39
Quadro 3 – Disposição dos vasos no dispositivo experimental 1 nas quatro bancadas do Horto.	43
Quadros 4 e 5 – Calendário de pesagens, os dias em que foram efetuadas pesagens encontram-se preenchidos a verde.	44
Quadro 6 – Organização da informação sobre as plantas envasadas.	45
Quadro 7 – Composição dos substratos utilizados no envasamento das plantas vasculares	46
Quadro 8 – Calendário dos vasos, a verde o dia em que foram feitos os registos fotográficos	46
Quadro 9 – Composição dos substratos utilizados nos tabuleiros.	50
Quadro 10 – Organização dos doze tabuleiros dispostos na cobertura do Herbário.	51
Quadro 11 – Calendário de identificação dos dias em que foram feitos os registos fotográficos dos tabuleiros (assinalado a verde)	52
Quadro 12 – Escala de Avaliação Estética utilizada nos dispositivos experimentais 1 e 2. .	53

ÍNDICE DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

ANCV - Associação Nacional de Coberturas Verdes

CC - Capacidade de Campo

CE - Coeficiente de Emurchecimento

ET- Evapotranspiração

ET_{act} - Evapotranspiração real

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais

ET_o - Evapotranspiração de referência

FLL - Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau (Instituto de investigação, desenvolvimento e construção da paisagem)

K₂O – Óxido de potássio

K_L - Coeficiente de paisagem

Low – dotação de rega mais reduzida (60% ET_o)

MO - Matéria orgânica

Mod – dotação de rega mais elevada (100% ET_o)

N - Azoto

NASA – National Aeronautics and Space Administration

NC – Não classificado

P₂O₅ – Pentóxido de fósforo

pH – potencial de hidrogénio

S1 – Substrato técnico (com mais matéria orgânica)

S2- 50% técnico, 25% de areia e 25% de material recolhido da camada superficial (20 cm) do solo da Tapada da Ajuda

S3 – Substrato técnico (com menos matéria orgânica)

sp. - Utilizada quando não há necessidade de esclarecer sobre o nome da espécie

subsp. – Subespécie

INTRODUÇÃO

Os principais objetivos desta tese são estudar o comportamento de três espécies de plantas vasculares autóctones portuguesas, bem como de alguns musgos também autóctones, em substratos e níveis hídricos diferentes numa cobertura verde. Em simultâneo, pretendeu-se avaliar do ponto de vista estético e ao longo do tempo as diversas soluções implementadas. Para o efeito elaborou-se uma escala de avaliação estética. Este tipo de plantas não é o mais usual num espaço verde urbano, existindo pouca informação sobre as necessidades hídricas adequadas, tanto para a sobrevivência como para o aspeto da planta. As espécies vasculares referidas são a *Lavandula stoechas* L. subsp. *luisieri* (Rozeira) Rozeira, *Rosmarinus officinalis* L. e *Brachypodium phoenicoides* (L.) Roem. et Schult., adaptadas ao clima da região onde decorreu o estudo, esperando-se assim que apresentassem potencial de utilização em coberturas verdes na mesma região. As plantas foram medidas e fotografadas ao longo de um ano, de forma a ser possível a análise digital das fotografias, a quantificação do seu crescimento vertical e lateral, bem como da área verde ocupada e ainda algumas observações relativas à floração. Para estas observações foram montados dois dispositivos experimentais, o primeiro em vasos, com cada uma das plantas envasada separadamente, e o segundo em tabuleiros numa cobertura, onde para além das plantas vasculares foram utilizados briófitos das espécies e géneros *Neckera* sp., *Homalothecium* sp., *Brachythecium plumosum* e *Pleurochaete squarrosa*. Se a planta apresentar um crescimento adequado mas se a sua coloração for díspar ou se apresentar pragas ou doenças, então o seu crescimento deixa de ser relevante uma vez que esta se torna pouco atrativa para um jardim. Assim, juntamente com a análise do desenvolvimento, foi feita uma avaliação estética para comparar o crescimento com o valor estético ao longo do tempo.

Há algumas décadas, os espaços verdes nas cidades eram desvalorizados e a sua importância não era reconhecida uma vez que não eram conotados com qualquer utilidade prática. Eram tidos como sítios desnecessários que poderiam alternativamente servir para a construção de infraestruturas. Na altura da revolução industrial, entre o final do século XIX e início do século XX, houve uma consciencialização para a importância das zonas verdes em meio urbano, tendo-se assistido ao rasgamento de grandes avenidas para promover a circulação de ar e tornar as habitações mais solarengas, foram também abertas áreas, em várias cidades, para a implementação de parques e jardins e iniciada a introdução de árvores de arruamento. Contudo, nas cidades que tiveram a sua maior expansão antes desta data, a falta de espaços verdes e locais onde se possa estar em contacto com a natureza é evidente. Atualmente, em Portugal, existem vários espaços considerados “verdes” mas que na realidade são zonas mal cuidadas, muitas vezes áreas agrícolas que

foram abandonadas, das quais as pessoas não podem usufruir no seu dia-a-dia e que contribuem negativamente para a imagem da cidade. Estes espaços, apesar de poderem ser reconvertidos, por vezes não são suficientes, por se encontrarem principalmente na periferia das cidades.

É importante a existência de espaços verdes nos centros urbanos, existindo estudos que comprovam que as zonas verdes promovem um bem-estar psicológico e emocional (Stigsdotter e Grahn, 2004) e ajudando a diminuir o stresse e auxiliando na recuperação de algumas doenças (Ulrich, 1986). As coberturas verdes poderão ser uma solução prática e com um impacto visual positivo para combater a falta deste tipo de espaços nos centros urbanos.

Muitas das coberturas dos edifícios que existem nas nossas cidades têm bons acessos, servindo, no entanto, na maioria das vezes, para depósito de materiais que já não são necessários nas habitações e não para serem utilizadas como um espaço de bem-estar pelos condóminos. Através da implementação de vegetação nas coberturas pode equilibrar-se a falta de espaços verdes decorrente da crescente urbanização, bem como trazer melhorias aos próprios edifícios e cidades.

A introdução de espaços verdes nas coberturas dos edifícios pode torná-los esteticamente mais agradáveis e melhora as condições termo-acústicas da edificação (Peck *et al.*, 1999), existindo estudos que indicam que o uso de coberturas vivas pode melhorar, em algumas situações, as condições térmicas no interior da edificação, sem recorrer a sistemas de climatização ou ar-condicionado artificiais (Del Barrio, 1998; Peck *et al.*, 1999; Dunnett e Onmura *et al.*, 2001; Wong *et al.*, 2003; Vecchia, 2005 e Kingsbury, 2008). A vegetação ajuda também a limpar o ar poluído das cidades proporcionando assim melhores condições de vida (Johnston e Newton, 2004).

Para coberturas verdes pouco exigentes em água e manutenção, as plantas mais utilizadas são as suculentas, pois possuem várias características que as tornam resistentes a grandes períodos de seca. No entanto estas plantas não fazem parte da flora de muitos países onde são introduzidas, ou seja, são plantas exóticas. A urbanização da paisagem já fragmentou o meio natural, alterando o aspeto da paisagem e os seus processos ecológicos. Se o tipo de vegetação existente também for alterado, a identidade do local perde-se e a integração da fauna torna-se mais difícil uma vez que os animais existentes no meio não estão familiarizados com este tipo de vegetação. Desta forma surgiu a ideia de criar coberturas verdes com espécies autóctones, bem adaptadas às condições locais, tendo sido implementado no Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, o projeto NativeScapeGR (<http://www.isa.utl.pt/proj/NativeScapeGR/>) que iniciou um estudo neste

âmbito. Estas espécies existem naturalmente no nosso meio e estamos habituados a vê-las desde sempre, reconhecendo-as na paisagem. Reconhecer a paisagem de um lugar significa respeitar a sua individualidade própria, o espírito que nele habita, o seu *genius loci* (Serrão, 2013).

Temos em Portugal várias espécies que ocorrem naturalmente em vários locais do território. Ao utilizarmos espécies das próprias regiões nas coberturas verdes estamos a utilizar espécies mais adaptadas ao clima em questão. Como o clima da região de Lisboa é considerado mediterrânico, com invernos chuvosos mas verões secos (Instituto Português do Mar e da Atmosfera, 2015) estas espécies têm baixos consumos de água, suportando longos períodos de seca, e exigindo pouca manutenção, para além de se integrarem naturalmente na paisagem. A utilização destas espécies contribui ainda para a sua preservação, nomeadamente a das que se encontram ameaçadas.

As coberturas verdes são cada vez mais pensadas para serem ecológicas e contribuírem para um crescimento da flora e fauna no meio urbano. Estas zonas altas e com vegetação atraem principalmente insetos, que por sua vez acabam por atrair diversas espécies de aves e por vezes até pequenos mamíferos, o que vai contribuir para um aumento da biodiversidade nas cidades.

O fator biodiversidade é de extrema importância, não só para ajudar a conservar diversas espécies, tanto florísticas como faunísticas, como para a própria contemplação pessoal. Os habitantes das grandes cidades apreciam e sentem necessidade de observar plantas e animais porque os aproxima do meio natural. É também importante existir a consciência de que certas espécies animais já habitavam o local onde foi construída a cidade e que o Homem não foi o primeiro a aparecer. As coberturas, tal como os outros espaços verdes integrados nas cidades, providenciam um conjunto essencial de serviços para o desenvolvimento da biodiversidade perdida com a expansão urbana (Pereira *et al.*, 2009)

Assim, as coberturas verdes são um importante elemento da paisagem, podem não substituir a Natureza mas trazem inúmeros benefícios, para além de tornarem as coberturas úteis, tornando-as esteticamente mais agradáveis à vista e contribuindo, ao mesmo tempo, para melhores condições de vida nas cidades.

CAPÍTULO 1 – COBERTURAS VERDES

1.1 - Definição de coberturas verdes

A cobertura de um edifício é composta pela parte superior do mesmo, delimitando o espaço exterior do espaço interior. Podem ser construídas a partir de diversos materiais como madeira, tijolo, betão, cimento ou aço, podendo posteriormente ser implementada vegetação se a cobertura do edifício assim o permitir (Castelo-Branco, 2012) - aqui nasce o conceito de cobertura verde.

De uma forma geral, uma cobertura verde é a cobertura de um edifício, onde é adicionado substrato e posteriormente implementada vegetação. Existem vários tipos de coberturas verdes, dependendo da profundidade do substrato, o que condiciona a acessibilidade à cobertura e, por consequência, a escolha das plantas a utilizar, as necessidades de rega e de manutenção. As coberturas verdes podem ser utilizadas apenas para contemplação e usufruto dos seus benefícios a nível económico, ambiental e social, ou para uso intensivo, onde é possível passear, usufruir de mobiliário urbano ou até mesmo de elementos com água.

As coberturas verdes são uma tecnologia em constante desenvolvimento, estando sempre a surgir novas ideias e materiais, o que permite criar coberturas verdes cada vez mais diversificadas.

1.2 – Enquadramento histórico

É fácil perceber, através de uma breve revisão histórica, que a utilização de coberturas verdes tem sido uma prática comum ao longo do tempo, com diferentes formas e funções, tais como recriar ambientes naturais ou proteger as habitações das condições meteorológicas, tendo chegado alguns destes exemplares até aos dias de hoje.

De acordo com Wells e Grant (2004), nos climas mais frios a tradição de utilizar coberturas verdes remonta pelo menos até à Idade do Bronze, continuando até aos nossos dias. Da Idade do Ferro, há cerca de 2000 anos, podemos observar ainda muitos exemplos no Reino Unido de sofisticadas estruturas protegidas de terra e com cobertura de turfa, sendo que um dos melhores exemplos são as ruínas de Jarlshof nas Ilhas Shetland (fig. 1). A utilização destes materiais na construção deveu-se essencialmente ao facto de serem resistentes e facilmente descobertos perto dos locais de construção.



Figura 1 - Ruínas de Jarlshof nas Ilhas Shetland (Fonte: <http://www.undiscoveredscotland.co.uk/shetland/jarlshof/>)

Nos climas mais quentes (Wells e Grant, 2004) as coberturas verdes existem desde as antigas civilizações dos vales dos rios Tigre e Eufrates. Este é o caso dos jardins suspensos da Babilónia do Palácio do Rei Nabucodonosor II, do século VI a.C., que possuía, segundo referem os arqueólogos, terraços ajardinados com uma área entre 1200 m² e 1800 m² suportados por arcos de pedra a mais de vinte metros acima do chão (fig. 2).

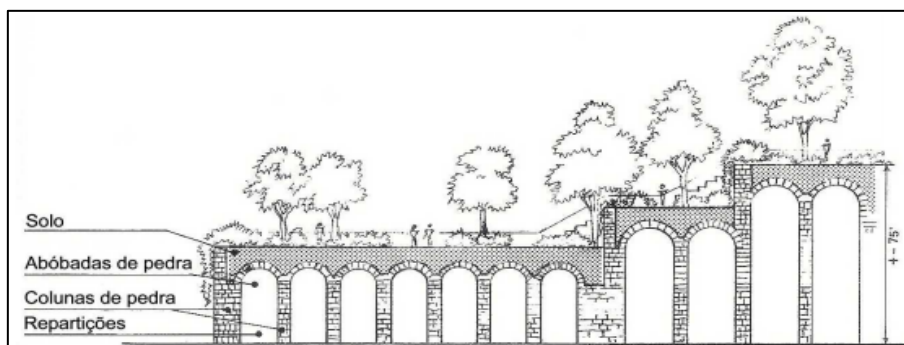


Figura 2 – Desenho dos Jardins Suspensos da Babilónia Baseado nas descrições do arqueólogo Robert Koldewey (Fonte: Costa, 2010)

Estes eram regados desde o rio Eufrates por um complexo sistema mecânico controlado por escravos (Costa, 2010), que faziam rodar duas grandes rodas ligadas por uma corrente com baldes pendurados que retiravam a água do rio Eufrates, depositando-a num tanque situado no cimo da construção. A água deste tanque era mais tarde libertada, a partir da abertura de comportas internas, resultando em pequenas cascatas. A lenda conta que estes jardins foram mandados construir pelo rei como presente para a sua esposa favorita, Amitis, que sentia falta das montanhas verdejantes da sua terra natal.

Um dos mais famosos edifícios da época medieval na Itália é a Torre del Guinigi (fig. 3), localizada em Lucca, cuja construção começou em 1384 e que foi batizada em nome de Paolo Guinigi (Wells e Grant, 2004). Esta é famosa pelo seu pequeno jardim de cobertura, 36,5 m acima do solo, onde se encontram sete carvalhos regados através de um sistema de rega subterrâneo, inovador para a época. A data precisa da construção do jardim não é conhecida, contudo, o desenho do jardim aparece na planta da cidade em 1660 (Costa, 2010).

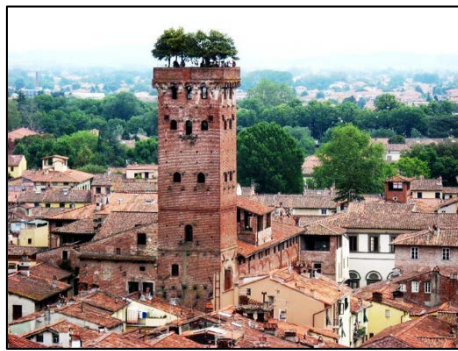


Figura 3 – Torre del Guinigi, Lucca, Itália (Fonte: luccaintuscany.wordpress.com)

Na altura da Revolução Industrial foram criados vários bairros de operários, onde os trabalhadores moravam perto do local de trabalho. A princípio estes desenvolveram-se em condições difíceis, tendo adquirido diferentes formas nos vários países. No entanto, todos tinham a característica de terem uma grande densidade no que se refere ao aproveitamento do terreno. Prescindiu-se de espaços livres e pátios, a maior parte dos habitantes não tinha luz nem ventilação e os índices de mortalidade começaram a aumentar. O congestionamento e as condições de vida cada vez mais precárias nas cidades modernas, principalmente aquelas fortemente industrializadas, invadidas pelo fumo das fábricas, circulação intensa e demasiado ruído, conduziram a uma valorização dos ambientes campestres e da vida suburbana (Goitia, 2008). Posteriormente, com a introdução do betão, houve uma revolução no modo construtivo com a possibilidade de construções de baixo custo e a criação de coberturas planas em alguns edifícios das zonas urbanas, o que permitiu o desenvolvimento das coberturas verdes.

A Alemanha foi a grande pioneira das coberturas verdes modernas. Começou a desenvolvê-las durante as décadas de 1950 e 1960, a partir de estudos e investigações realizadas por Reinhard Bornkamm, que tiveram como ponto de partida as coberturas verdes “não intencionais”, de estruturas de madeira com impermeabilização em asfalto, construídas em 1900, onde, para a prevenção contra incêndios, a membrana asfáltica era coberta com uma fina camada de areia e gravilha, que ao longo dos anos foi sendo colonizada por vegetação espontânea (Werthmann, 2007). O interesse da comunidade científica combinada com o apoio político deram o impulso necessário para o início da instalação de coberturas verdes na década de 70.

A FLL (*Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau*) foi fundada em 1975 e pretendia estudar a vegetação como “tecnologia”. Em 1978 deu início a um conjunto de investigações que propunha examinar esta tecnologia considerando duas tipologias, a extensiva e a intensiva, descrevendo essencialmente a quantidade de manutenção exigida por cada tipo de vegetação e o seu grau de sustentabilidade (Werthmann, 2007). Em 1982 a FLL emite a primeira diretiva para o planeamento, instalação e manutenção de coberturas verdes, descrevendo os seus princípios urbanos, ecológicos e económicos básicos que ainda hoje se utilizam. A partir deste documento muitas das dificuldades técnicas foram superadas e diversas empresas especializadas em coberturas verdes foram criadas, permitindo o desenvolvimento da tecnologia em larga escala. Esta diretiva foi sofrendo atualizações, a última em 2008 (FLL, 2008). Em 2002, na Alemanha, uma em cada dez coberturas planas já eram coberturas verdes (Stender, 2002).

No nosso país, este tipo de coberturas só começou a emergir no final dos anos 50, com o jardim de cobertura do Hotel Ritz (fig. 4). Uma década depois, surgiu a cobertura ajardinada da Fundação Calouste Gulbenkian (fig. 5) e na década de 80 foi concluída a cobertura do edifício da Portugal Telecom em Picoas (Varela, 2011).



Figuras 4 e 5 – Hotel Ritz, Lisboa; Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa (Fonte: <http://www.fourseasons.com/pt/lisbon>; www.stimpre.pt)

Na década de 90 foi implementado o Jardim das Oliveiras (fig. 6) no Centro Cultural de Belém (Costa, 2010) bem como o jardim na cobertura da Torre Verde, localizado no Parque das Nações. A cobertura ajardinada da sede do Banif Mais, em Lisboa, inaugurada em 2006 e da ETAR de Alcântara (fig. 7), inaugurada em 2011, são dos mais recentes exemplos deste tipo de construção na Capital.



Figuras 6 e 7 – Jardim das Oliveiras do Centro Cultural de Belém, Lisboa; ETAR de Alcântara, Lisboa
(Fonte: <http://olhares.sapo.pt/> tirada por Fernando Dias Gonçalves; www.jardinsdopaco.pt)

Em novembro de 2013 foi inaugurado, na cidade do Porto o Passeio dos Clérigos (figs. 8 e 9), uma reconversão da Praça de Lisboa, mesmo no coração da cidade. O jardim privado mas de utilização pública conta com 50 oliveiras (Jornal Publico, 2013) e cobre uma área comercial e de restauração. O Passeio dos Clérigos foi um dos empreendimentos galardoados nos prémios nacionais de Reabilitação Urbana, saindo vencedor na categoria de Melhor Intervenção de Uso Comercial. A assinatura arquitetónica é da responsabilidade do gabinete Balonas Menano, com projeto de engenharia da AFA Consult.



Figuras 8 e 9 – Passeio dos Clérigos, vista superior; Passeio dos Clérigos, vista ao nível de rua
(Fonte: www.porto24.pt; passeiodosclerigos.pt)

Atualmente, sob responsabilidade da ANCV - Associação Nacional de Coberturas Verdes (<http://ancv.webnode.pt/>), está na fase final de preparação o “Guia técnico para projeto, instalação e manutenção de Coberturas vivas”.

1.3– Tipologias de coberturas verdes

Existem várias tipologias de coberturas verdes, residindo as diferenças sobretudo na profundidade do substrato, o que determina as espécies vegetais utilizadas, e na necessidade de rega e de manutenção.

De acordo com a FLL (2008), as tipologias existentes são: Intensiva, Intensiva simples e Extensiva. Estas podem ser introduzidas em coberturas de edifícios construídos de raiz bem como nos já existentes, desde que a sua estrutura o permita.

Alguns autores, como Dunnett e Kingsbury (2008), referem ainda outras duas tipologias, tais como a Semi-extensiva e a Cobertura castanha (*Brown Roofs*).

1.3.1- Extensiva

Uma cobertura extensiva (fig. 10) é caracterizada pela vegetação, que pode ir de *Sedum* sp. a outras plantas herbáceas que não sejam muito exigentes e portanto não necessitem de muita manutenção nem de rega permanente (FLL, 2008). O substrato de crescimento é reduzido, o que limita a escolha de plantas a utilizar, mas tem a vantagem de não ser um grande acréscimo de peso na estrutura já existente do edifício e o seu custo de instalação é mais reduzido, comparativamente com as outras tipologias.



Figura 10 – Exemplo de cobertura extensiva, Bronx County Courthouse (Fonte: <http://www.greenrooftechnology.com/extensive-green-roof>)

1.3.2- Intensiva simples

As coberturas intensivas simples (fig. 11) são caracterizadas por possuírem relvados e plantas de cobertura podendo, algumas, apresentar arbustos de pequeno porte. Estas opções já requerem manutenção e rega regular (FLL, 2008), ao contrário das coberturas

extensivas. Estas coberturas estão preparadas para ter acesso e utilização por parte dos utentes (Neoturf, 2012).



Figura 11 – Exemplo de cobertura intensiva simples, Philadelphia Public Library (Fonte: <http://www.greenroofs.com>)

1.3.3- Intensiva

Este tipo de cobertura é semelhante às existentes nos jardins comuns, onde o objetivo é a utilização do espaço como um jardim convencional (fig. 12). As plantas são mantidas de forma individual, tal como num jardim. A profundidade do solo já é maior, podendo rondar os 15 cm, mas, se forem utilizados substratos mais leves, isto minimiza a carga sobre a estrutura do edifício (Neoturf, 2012). Estas coberturas podem receber tanto herbáceas, como arbustos e até árvores, necessitam de rega e de manutenção regulares e estão preparadas para serem utilizadas de forma intensiva pelos utilizadores.

Uma vez que são acessíveis aos habitantes do edifício, utilizadores ou ao público em geral, devem ser respeitados determinados requisitos de segurança, nomeadamente corrimões e iluminação, podendo também apresentar percursos, locais de estadia, elementos de água, áreas de lazer e estruturas de sombra (Peck, 2009).

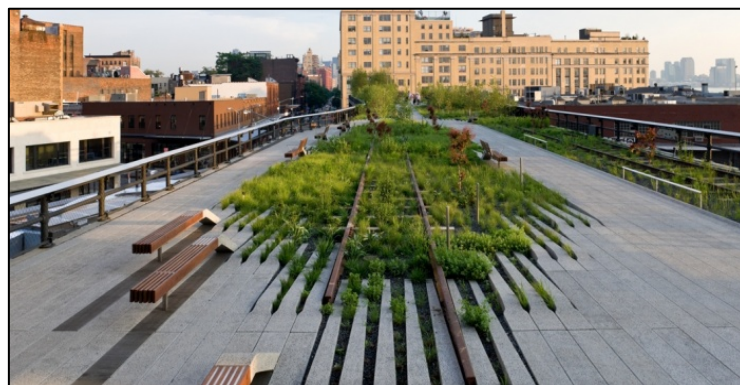


Figura 12 – Exemplo de cobertura intensiva, Highline, Nova York (Fonte: <http://www.neoturf.pt>)

1.3.4- Outras tipologias

As coberturas verdes semi-extensivas utilizam perfis de substrato entre os 10 a 20 cm, o que permite a utilização de uma maior variedade de espécies, em comparação com as coberturas extensivas e intensivas simples (Neoturf, 2012).

As coberturas castanhas ou “*Brown roofs*” (fig. 13) são um conceito de cobertura que se encontra em desenvolvimento, referindo-se a coberturas que são cobertas apenas com substrato onde não é, propositadamente, instalado qualquer material vegetal. Cria-se então um ambiente propício à instalação de vegetação espontânea (Neoturf, 2012).



Figura 13 – Exemplo de Brown Roof (Fonte: ecogreenroofs.co.uk)

1.4– Estrutura das coberturas verdes

A estrutura de uma cobertura verde representa a interação entre todos os seus componentes (GRHC, 2006b). São utilizadas camadas associadas aos elementos naturais bem como aos componentes geralmente utilizados em coberturas convencionais (Snodgrass *et al.*, 2010). Cada elemento da cobertura poderá desempenhar mais do que uma função, mas em conjunto devem estar aptos à execução dos objetivos para a qual esta foi projetada. Se um dos componentes estiver danificado ou não desempenhar corretamente as suas funções, poderá pôr em risco todo o sistema da cobertura (Castelo-Branco, 2012). Apenas alguns países têm regulamentos que se aplicam especificamente às coberturas verdes. O mais antigo, as “Diretrizes para o Planeamento, Instalação e Manutenção de Coberturas Verdes” da FLL (2008), já referidas, incluem os tipos de cobertura verde, os vários tipos de vegetação, os requisitos construtivos e procedimentos de instalação, conservação e manutenção. Apesar de não abrangerem climas similares ao de Portugal, as especificações apresentadas podem servir de referência ao caso Português, visto que os materiais e a forma como são aplicados nas soluções construtivas são semelhantes, independentemente das condições climáticas de cada localização.

Na implementação de uma cobertura ajardinada existem alguns componentes que são estritamente necessários, qualquer que seja a tipologia (ZinCo, 2015). Destes fazem parte (fig. 14):

1) vegetação – plantas resistentes às condições da cobertura.

2) substrato – com características variadas de acordo com a granulometria, a capacidade de saturação, a permeabilidade à água, componentes orgânicos, nutrientes e salinidade;

3) camada filtrante – previne que as partículas mais finas do solo sejam levadas por ação da água;

4) camada drenante e de retenção – camada com capacidade de escoamento de água e resistência à compressão, garante ventilação às raízes e retenção de água;

5) isolamento térmico - destina-se a limitar as flutuações de temperatura, evitando as perdas e os ganhos de calor;

6) camada de proteção – protege a barreira anti raízes ao mesmo tempo que também acumula água e nutrientes;

7) barreira impermeável e anti raízes – protege a impermeabilidade da cobertura devido à resistência contra a penetração de raízes;

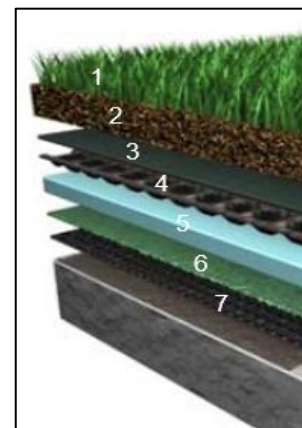


Figura 14- Constituição de uma cobertura verde.

1.5– Incentivos à implementação de coberturas verdes

A implementação de coberturas verdes pode ser incentivada através de subsídios e de reduções nos impostos municipais. Por exemplo, na Alemanha estes instrumentos já são aplicados há mais de 30 anos (IGRA, 2011). Estugarda foi uma das primeiras cidades a dar oficialmente apoio às coberturas verdes, em 1980, oferecendo incentivos para a compra e instalação de materiais e conselhos gratuitos. Berlim, em 1988, criou medidas de encorajamento para a implementação de coberturas verdes. Presentemente cerca de 43% das cidades Alemãs oferecem algum tipo de incentivo para a construção de coberturas verdes (Simões, 2012). Em Munique todas as coberturas planas têm que ser ajardinadas e em Copenhaga, na Dinamarca, esta obrigatoriedade abrange todas as coberturas com declives inferiores a 30° (Palha, 2012).

As coberturas verdes são também frequentemente encorajadas nas cidades austríacas e suíças, onde se encontram disponíveis incentivos semelhantes aos da Alemanha. Por exemplo, a lei federal suíça requer que todas as construções devam conter o conceito do “paisagismo suíço”, que consiste na adaptação da construção ao espaço envolvente, e que 25% de todas as novas construções sejam “verdes”, numa tentativa de manter o microclima existente (English Nature, 2003).

Na Europa do Sul as coberturas verdes encontram-se pouco desenvolvidas. Na Grécia a maior dificuldade para a instalação de coberturas verdes deve-se a uma atitude social, dado que a maioria da população defende que se existe um investimento, este deverá ser acessível a todos, o que impede a implementação de coberturas extensivas (Simões, 2012), uma vez que estas não estão adaptadas para receber visitantes. Em Portugal, nomeadamente em Lisboa, existem as coberturas de referência já referidas, como o jardim de cobertura do Hotel Ritz, o jardim sobre o parque subterrâneo da Fundação Calouste Gulbenkian e a cobertura da ETAR de Alcântara. Existe ainda o Colégio Pedro Arrupe (Sacavém), o empreendimento do Bom Sucesso em Óbidos e o Passeio dos Clérigos no Porto, inaugurado no final de 2013. Muito embora seja uma área construtiva em crescimento, Portugal permanece sem incentivos, regalias, padrões ou políticas essenciais à expansão deste tipo de mercados. A alteração da legislação seria outra ferramenta extremamente importante para a instalação deste tipo de coberturas.

Na Ásia é ainda menos comum a existência de coberturas verdes, registando-se uma notável exceção em São Petersburgo, na Rússia, onde se observa a crescente implementação das coberturas verdes com o propósito de produção de alimentos. As coberturas planas têm proporcionado uma grande oportunidade para este tipo de utilização

aos moradores que não têm possibilidade de adquirir terrenos fora da cidade. Nesta linha de orientação, esta cidade utiliza a tecnologia verde no seu projeto de *Ecohouse*, que permite uma comunidade urbana sustentável (Simões, 2012).

Em algumas cidades do Canadá e dos Estados Unidos da América são aplicados incentivos económicos através da redução nas taxas de gestão de águas pluviais variando, no entanto, os pré-requisitos necessários para a atribuição destes de cidade para cidade. Em Toronto e nos seus arredores existe um número significativo de coberturas verdes, devido à localização da sede da organização *Green Roof for Healthy Cities*, que se dedica à expansão das coberturas verdes por toda a América do Norte (Simões, 2012). Na cidade de Filadélfia os privilégios nas taxas municipais só são aplicados em coberturas que tenham pelo menos 7,6 cm de substrato (Suter, 2011b). Em Chicago, as coberturas verdes são uma forte componente na estratégia cidadina para tornar a cidade na mais verde de todo o país, como demonstração e incentivo e a Câmara mandou aplicar uma cobertura verde no edifício *Chicago City Hall*. A nível federal, a Agência de Proteção Ambiental nos Estados Unidos da América lançou um programa com o objetivo de arrefecer as cidades e reduzir a poluição do ar. Chicago é uma das cinco cidades envolvidas neste projeto, sendo a única a explorar o uso de coberturas verdes para alcançar as metas propostas (Osmundson, 1999). Em Portland as coberturas verdes têm sido utilizadas como parte da estratégia para reduzir, ou prevenir, a possibilidade de as águas pluviais poluídas atingirem os rios, de modo a evitar que prejudiquem os cardumes de salmão, uma indústria local muito importante. As pessoas são encorajadas a aplicar estas técnicas construtivas, através de incentivos (Simões, 2012).

O interesse pelas coberturas verdes tem vindo a aumentar no Japão, com o objetivo de combater o efeito de estufa. Em 2001 o governo introduziu a exigência de todos os edifícios com mais de 1000 m² de construção apresentarem vegetação em pelo menos 20% das suas coberturas. O objetivo era estabelecer pelo menos 1200 hectares de coberturas verdes até 2011, reduzindo a temperatura da cidade em um grau (*Green Roofs Infrastructure Monitor*, 2001 cit. Simões, 2012).

CAPÍTULO 2 - VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS COBERTURAS VERDES

As coberturas verdes trazem inúmeros benefícios, tais como a melhoria da qualidade do ar, a diminuição da poluição sonora, o aumento da eficiência energética e da biodiversidade, entre outros. Todos estes benefícios podem ser classificados em três áreas principais: a economia, o ambiente e a socioeconômica, embora existam cruzamentos entre estas categorias (Dunnett e Kingsbury, 2008).

Para tornar claras estas diferenças e promover a ideia de coberturas verdes, Peck e Kuhn (2000) sugerem ainda distinguir entre benefícios públicos, que contribuem positivamente quando são implementados em grande escala, e benefícios privados, que são visíveis apenas no edifício. Os benefícios públicos, como a gestão das águas pluviais, a mitigação do clima urbano, a promoção da biodiversidade e dos habitats, fomentam a adoção de políticas e regulamentos de planejamento urbano por parte das autoridades locais e municipais para incentivar a construção de coberturas verdes a fim de melhorar a qualidade de vida e do meio ambiente e promover a eficiência dos custos/benefícios para os contribuintes e cidadãos locais (Dunnett e Kingsbury, 2008). Os benefícios privados, como a poupança nos custos de energia, extensão da vida útil da cobertura e as melhorias estéticas, são suscetíveis de promover o uso de coberturas verdes, como uma vantagem financeira ou pessoal para promotores e proprietários de edifícios particulares (Dunnett e Kingsbury, 2008).

Contudo, verifica-se que o principal benefício das coberturas verdes varia consoante a geografia sendo, por exemplo, a redução da temperatura urbana e dos edifícios um dos fatores mais relevantes em zonas mais quentes. Já a diminuição do caudal das águas de drenagem pluvial é o mais importante em cidades como o Rio de Janeiro, em que a drenagem se faz dificilmente devido ao sistema de esgotos deficitário, podendo ocorrer grandes inundações devido a tempestades tropicais.

2.1– Benefícios económicos

De entre os benefícios económicos, destacam-se:

2.1.1- Eficiência energética

Durante os meses de temperaturas elevadas, as coberturas verdes reduzem a quantidade de calor transmitido através dos telhados para os edifícios, reduzindo a energia necessária para arrefecer os mesmos (Del Barrio, 1998). Nos meses com temperaturas mais baixas grande parte do calor armazenado num edifício perde-se através da cobertura, se este

possuir uma cobertura verde, em vez de uma convencional, vai reter mais calor no seu interior, o que também diminuiria os custos de energia (Corden, 2011).

Wong *et al.*, (2003), ao investigarem o impacto térmico causado pelas coberturas verdes e pelas coberturas tradicionais, descobriram que o calor transferido por uma cobertura verde em Singapura era menos de 10% do valor de uma cobertura tradicional. Já uma pesquisa no Japão (Onmura *et al.*, 2001) concluiu que as reduções do fluxo de calor seriam na ordem dos 50% por ano. Num estudo realizado em Toronto, Canadá, num edifício de apenas 1 piso com uma cobertura verde com 10 cm de substrato, verificaram-se reduções de 25% nas necessidades de arrefecimento (Dunnett e Kingsbury, 2008). No entanto, não será possível generalizar estas conclusões, dado que, segundo outros autores (Ascione *et al.*, 2013) a baixa precipitação de algumas regiões e, conseqüentemente o custo da rega, poderá invalidar os benefícios da introdução das coberturas verdes relativamente ao custo de instalação de ar condicionado. Assim, para climas quentes com verões secos, é necessário estudar soluções que possam contrabalançar o custo acrescido da rega.

2.1.2- Aumento da durabilidade da membrana impermeável

As membranas impermeáveis das coberturas deterioram-se rapidamente quando são colocadas numa cobertura convencional devido aos raios ultravioleta, que as tornam frágeis e quebradiças. Se a isto juntarmos os estragos causados pela dilatação e contração, provocados pelas diferenças de temperatura, percebemos porque se danificam, deixando de ser impermeáveis à passagem da água (Oberndorfer *et al.*, 2007).

Em Ottawa, no Canadá, Liu (2004) verificou que uma cobertura sem vegetação atingiu temperaturas superiores a 70°C no verão, enquanto a cobertura coberta por vegetação chegou, no máximo, aos 30°C. Já a membrana impermeável na cobertura de referência (sem vegetação) atingiu 30°C em 342 dos 660 dias do estudo, enquanto que a membrana impermeável da cobertura verde apenas atingiu essa temperatura em 18 dos 660 dias.

Na Europa, os estudos realizados sugerem que, no mínimo, as coberturas verdes duplicam a vida útil dos materiais de impermeabilização (Peck e Kuhn, 2000).

2.2– Benefícios ambientais

2.2.1- Regulação da temperatura urbana

A “ilha de calor” é o exemplo mais bem documentado de uma modificação climática induzida pelo ser humano (Oke, 1987). Este fenómeno climático que ocorre nos centros urbanos é traduzido por um aumento da temperatura devido à substituição da vegetação natural por

edifícios, pavimentos e estruturas que suportam o aumento de concentração de indivíduos que se estabelecem nestes locais (Bousse, 2009).

Num estudo realizado pela NASA (1998), verificou-se que as superfícies mais quentes em cidades no Verão eram as coberturas convencionais, atingindo temperaturas de 71°C, enquanto as temperaturas da vegetação e da água variavam entre os 24 e os 35°C.

De todos os benefícios das coberturas verdes, a diminuição do efeito de “ilha de calor” é um dos mais difíceis de contabilizar, até porque só terá efeitos significativos à escala urbana se uma grande quantidade de coberturas verdes for instalada, ou se em combinação com a estrutura verde das cidades (Raposo, 2013).

2.2.2- Melhoria da qualidade do ar

As plantas contribuem para a redução de poluentes atmosféricos considerados nocivos para a saúde humana. Johnston e Newton (2004) estimaram que 2000 m² de vegetação em coberturas poderiam remover até 4000 kg de partículas, com variações de acordo com as características da cobertura verde e as condições atmosféricas da região.

2.2.3- Gestão das águas pluviais

Nas áreas urbanas, a impermeabilização devida aos pavimentos utilizados e ao edificado faz com que as águas pluviais não se infiltrem no solo, o que se pode traduzir num risco elevado de inundações. Se algumas das construções existentes recebessem coberturas verdes, parte da água da precipitação poderia ser aí retida. No verão, de uma forma geral, dependendo da vegetação utilizada e da profundidade do solo, uma cobertura verde pode reter entre 70-90% da água, enquanto no inverno pode reter entre 25-40% (Green Roofs for Healthy Cities, 2015).

2.2.4- Aumento do isolamento acústico

Numa cidade movimentada é comum existir poluição acústica, devido à presença de máquinas industriais, constante tráfego automóvel, de comboios e de aviões. Em Portugal o maior número de queixas relativo ao ambiente é devido ao ruído (Portal do Ambiente e do Cidadão, 2015). O ouvido pode sofrer lesões a partir dos 85 decibéis, sabendo que 120 decibéis correspondem ao limiar da dor, verificamos que qualquer habitante de uma cidade de média ou grande dimensão está diariamente exposto a agressões múltiplas com consequências que poderão ser irreversíveis, considerando que uma rua movimentada

corresponde a 80 decibéis e a buzina de um carro a 110 decibéis. Uma cobertura verde melhora bastante o isolamento acústico de um edifício, podendo com 12 cm de substrato reduzir o som em 40 decibéis, enquanto uma com 20 cm de substrato pode reduzir o som entre 46 a 50 decibéis (Peck *et al.*, 1999).

2.3 – Benefícios socioeconómicos

2.3.1- Valor estético das coberturas verdes e aumento da qualidade de vida

Se todas as coberturas, com capacidade para tal, fossem reconvertidas em coberturas verdes, verificar-se-ia um aumento do valor estético da paisagem citadina e o aumento do valor patrimonial dos próprios edifícios.

As coberturas verdes, quando implementadas num edifício de grande superfície, também servem para diminuir o impacto paisagístico destas construções. Como exemplo temos a ETAR de Alcântara (figs. 15 e 16), em Lisboa, onde é notória a harmonia criada entre a sua cobertura verde e o espaço envolvente.



Figuras 15 e 16 – ETAR antes da cobertura verde; ETAR depois de receber a cobertura verde (Fonte: <http://www.elevogroup.com>; www.adp.pt)

Observar e estar em espaços verdes, no meio de uma cidade, proporciona tranquilidade, o que ajuda a reduzir o stresse. Stigsdotter e Grahn (2004) realizaram um estudo na Suíça em que se verificou que a ausência de contacto com jardins, pode induzir stresse cerca de 127 vezes por ano num indivíduo, mas que visitas a um espaço verde uma vez por semana, reduzem esse número para 76. Lynch (1960) percebeu que muitas pessoas alteravam o seu percurso para o trabalho, percorrendo um trajeto mais longo, apenas para poderem ver espaços verdes pelo caminho.

Uma vez que os espaços verdes ajudam a acalmar as pessoas e lhes trazem alegria, estes deveriam estar presentes em hospitais, lares, bem como noutras instituições que por vezes

não podem alargar a sua área construtiva, mas poderiam implementar coberturas verdes nos seus edifícios. Mesmo as coberturas que não possuem acesso físico, mas são claramente visíveis, contribuem para um efeito terapêutico reduzindo o stresse, diminuindo a pressão arterial e a tensão muscular e aumentando os sentimentos positivos (Ulrich, 1986).

2.3.2- Produção de alimentos

Existe cada vez mais uma preocupação com a qualidade dos alimentos e a forma como são produzidos. Nas cidades surgiu a necessidade de se cultivarem os próprios alimentos, quer por aspetos relacionados com a segurança alimentar, quer por motivos económicos. Assim, surgiram as hortas urbanas, zonas dentro de cidades, divididas por talhões, onde é disponibilizada água para a rega. Uma outra potencialidade das coberturas verdes é a possibilidade de utilização para a produção de alimentos no meio urbano (fig. 17).



Figura 17 – Cobertura com horta urbana, Queens, Nova Iorque (Fonte: <http://epoca.globo.com>)

2.4- Desvantagens das coberturas verdes

Como desvantagens das coberturas verdes podemos apontar as necessidades de manutenção destas estruturas e o elevado custo inicial que podem representar. É necessário analisar a estrutura do edifício e a sua capacidade para a receção de uma cobertura verde e contratar pessoal especializado para garantir que são observadas as devidas normas de segurança.

CAPÍTULO 3 - INTRODUÇÃO DE VEGETAÇÃO NO MEIO URBANO

3.1- Definição de planta autóctone

Cada local tem inúmeros fatores que o tornam único, seja pela proximidade, ou não, ao mar, pela existência de planícies, de florestas, cursos de água, campos de cultivo ou até monumentos que o diferenciam de tantos outros sítios com paisagens semelhantes. Um dos fatores que serve para diferenciar paisagens é, sem dúvida, a vegetação que este apresenta.

Portugal Continental, apesar de reduzido em território, possui 128 unidades de paisagem, associadas em 22 grupos (d'Abreu, 2004), o que proporciona uma enorme variedade de habitats para o desenvolvimento da flora e resulta na existência de várias espécies endémicas – aquelas cuja distribuição natural está limitada a uma área conhecida - e autóctones.

“Autóctone” significa que a espécie é originária da região onde habita, se desenvolve e se propaga naturalmente.

3.2- A importância de plantas autóctones em espaços verdes

As espécies autóctones são de fácil adaptação, possuem resistência a oscilações climáticas, têm baixo consumo de água, necessitam de pouca manutenção, integram-se na paisagem de forma natural uma vez que têm feito parte dela e contribuem para a biodiversidade local e equilíbrio ecológico (arqOUT, 2008), pois não se irão introduzir espécies que com o passar do tempo se poderão tornar invasoras.

A pioneira das coberturas verdes, como já foi referido anteriormente, é a Alemanha, pertencente à chamada “Europa Ocidental”, tal como pertencem os restantes países com áreas consideráveis de coberturas verdes. Isto não acontece por acaso. Estes países possuem um clima variado, mas normalmente o vento que sopra é húmido e chove durante todo o ano podendo, assim, contar com muita água que pode regar a cobertura durante todo o ano. Já na Europa do Sul (Portugal, Espanha, Itália e Grécia), um dos principais motivos do atraso na implementação deste tipo de coberturas deve-se, em parte, ao facto da vegetação não suportar facilmente o calor e os ventos secos e quentes que se sentem durante os meses de Verão, sendo a taxa de precipitação nestes meses bastante baixa, o que torna difícil a sobrevivência da vegetação. A empresa grega *Green Hellas* instalou uma cobertura verde numa escola, à base de plantas vivazes e arbustos, onde é necessária a utilização de rega. Contudo também têm vindo a ser feitas experiências, com sucesso, através da implementação de espécies autóctones gregas (Simões, 2012).

O clima em Portugal, de acordo com a classificação de Köppen (fig. 18) divide-se em duas regiões (Instituto Português do Mar e da Atmosfera, 2015), uma de clima temperado com Inverno chuvoso e Verão seco e quente (Csa) e outra de clima temperado com Inverno chuvoso e Verão seco e pouco quente (Csb). Esta variabilidade de clima resulta numa enorme variedade de espécies que podem ser utilizadas em coberturas verdes em Portugal.

As espécies autóctones são de extrema importância quando pensamos na identidade de um local. O conceito de lugar e espírito do lugar (*genius loci*) não é recente. Na antiguidade este correspondia à entidade com quem o homem teria que falar para saber se haveria a possibilidade de habitar um determinado lugar. Este conceito encontra-se associado às características identitárias e à singularidade de cada local, assim, como cada local tem o seu *genius loci*, cada paisagem tem o seu carácter (Gomes, 2011).

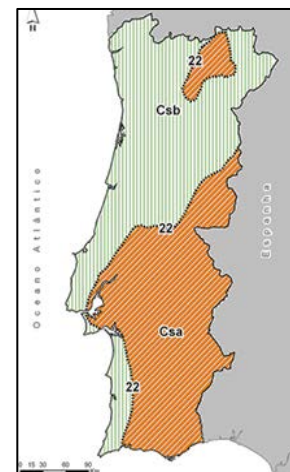


Figura 18 – Clima de Portugal Continental de acordo com Köppen (Fonte: www.ipma.pt)

3.3- As coberturas verdes e a biodiversidade

O aparecimento de espaços verdes em coberturas aumenta a quantidade de plantas nas cidades o que possibilita a criação de habitats para espécies animais, sendo que a área ocupada pelas mesmas e o tipo de plantas utilizado condicionam os benefícios para a vida selvagem.

As plantas podem acolher insetos, que sabemos servirem de alimento para as aves. Quando se projeta uma cobertura verde podemos facilmente utilizar espécies com aptidão para atrair insetos, que são o caso da *Lavandula stoechas* subsp. *luisieri* (rosmaninho) e do *Rosmarinus officinalis* (alecrim), utilizados nos dispositivos experimentais. Podemos também referir, como exemplos, a *Urtica* sp. (urtigas), que atraem diversas espécies de borboletas, a *Lonicera* sp. (madressilvas) que atraem os pássaros e as borboletas noturnas, o *Helianthus annuus* (girassol), o *Ilex aquifolium* (azevinho) e o *Cotoneaster* sp., cujas sementes ou bagas atraem diversas espécies de aves, a *Rosa* sp. (roseiras) atraem espécies de aves insetívoras e as *Buddleja* sp. (budleias), que atraem borboletas e abelhas.

Para os pássaros, a vegetação, além de proporcionar bons locais para nidificar e alimentação, serve ainda de ponto de passagem para as espécies migratórias, que aí procuram muitas vezes refúgios e comida. A vegetação das coberturas está normalmente sujeita a menor perturbação que um espaço equivalente ao nível do solo, sendo isto um fator importante para pássaros e insetos, normalmente perturbados pela presença humana (English Nature, 2003).

Nos Estados Unidos da América, Canadá, Inglaterra, Suíça e Alemanha verificou-se que as aves utilizam as coberturas verdes para capturar alimento, nomeadamente insetos e sementes (Brenneisen, 2003; Gedge, 2003).

Em Londres, as chamadas coberturas castanhas (já referidas no ponto 1.3.4) têm vindo a aumentar, podendo atualmente já ser observados 100 000 m² de coberturas deste género, planeadas para atrair o rabirruivo-preto (*Phoenicurus ochrurus*), uma pequena ave ameaçada de extinção (Earth Charter, 2005).

Em Basileia, Suíça, foi realizado um estudo sobre biodiversidade onde em 17 coberturas verdes foram encontradas 78 espécies de aranhas e 254 espécies de escaravelhos, sendo que 18% das aranhas e 11% dos escaravelhos foram identificados como espécies em vias de extinção (Brenneisen, 2003). Nesta mesma cidade existem regulamentos municipais para que nas coberturas verdes, planas, com área superior a 500 m² sejam implementados solos da região com várias profundidades para promover a biodiversidade (Brenneisen, 2006).

É notório que as coberturas verdes têm maior aptidão para a biodiversidade do que as coberturas convencionais (figs. 19 e 20). Contudo, Gonçalo Ribeiro Telles, numa entrevista no ano de 2009 ao jornal Público, defendeu que uma cobertura verde nunca vai imitar a biodiversidade de um espaço verde natural a um nível térreo, mas num contexto de gestão urbanística ecológica, estas podem ter um papel muito importante, especialmente se forem projetadas a pensar na biodiversidade. Quanto maior for a diversidade da vegetação utilizada, maior será a biodiversidade (Köhler, 2006).



Figuras 19 e 20 – Biodiversidade no dispositivo experimental 2, Instituto Superior de Agronomia (2015)

Ao serem proporcionadas fontes de comida adicionais, usando recipientes com comida e poisos para os pássaros, podem ser atraídas mais espécies de aves. Também se podem colocar ninhos artificiais nas coberturas e providenciar zonas de nidificação, o que ajudaria a preservar estas espécies.

CAPÍTULO 4- REVISÃO DAS ESCALAS DE AVALIAÇÃO ESTÉTICA EXISTENTES

Quando pensamos num espaço verde esperamos encontrar uma vegetação agradável à vista, verde e luxuriante. Plantas doentes ou com pragas não são selecionadas por razões estéticas. Um dos objetivos deste projeto era a elaboração de uma escala de avaliação estética para ser utilizada em conjunto com a análise fotográfica pois, como já foi referido, as plantas podem apresentar um bom crescimento mas não se apresentarem esteticamente agradáveis à vista, o que pode tornar um espaço público menos apelativo. Fez-se uma revisão bibliográfica sobre este assunto para determinar quais os critérios utilizados para este tipo de avaliação, mas apenas foram encontradas duas escalas. Constatou-se que, apesar da conservação da vegetação presente num espaço verde ser um fator importante, existe pouca informação sobre escalas de avaliação estética para espécies vegetais.

A primeira escala foi criada e utilizada pela Universidade de Ohio (Draper *et al.*, 1998) numa plantação de macieiras (*Malus* sp.) que foram avaliadas uma vez por mês durante 5 anos, tendo sido considerados aspetos relativos à floração, à dimensão das flores, à cor e quantidade das folhas, à presença de frutos, à forma apresentada pela árvore e à influência de pragas e doenças. A escala varia entre 1 e 5, tendo os seguintes parâmetros (quadro 1):

Quadro 1 – Critérios utilizados na escala de avaliação estética de Draper *et al.* (1998)

1	2	3	4	5
Floração, folhas, frutos e forma excepcionais (extremamente ornamental)	Floração, folhas, frutos e forma bons (ornamental)	Não muito ornamental	Pouco ornamental	Não aceitável o seu uso num jardim (nada ornamental)

A outra escala encontrada foi desenvolvida por Pittenger e Shaw (2004). Resulta de um estudo realizado na Califórnia com o objetivo de determinar a resposta de 30 espécies de plantas ornamentais a diferentes dotações de rega, com o objetivo de determinar a quantidade de água necessária para uma aparência estética aceitável de cada espécie. A escala de avaliação estética (quadro 2) foi utilizada 12 vezes durante o estudo e os seus critérios variam entre 1 e 9, contudo os únicos reportados foram (Pittenger *et al.*, 2001):

Quadro 2 – Critérios utilizados na escala de avaliação estética de Pittenger *et al.* (2001)

1	5	9
Plantas mortas ou a morrer	Plantas esteticamente ainda não aceitáveis	Plantas com ótima aparência

Os critérios disponibilizados são em número reduzido, pouco baseados em dados quantificáveis, o que resulta numa classificação subjetiva.

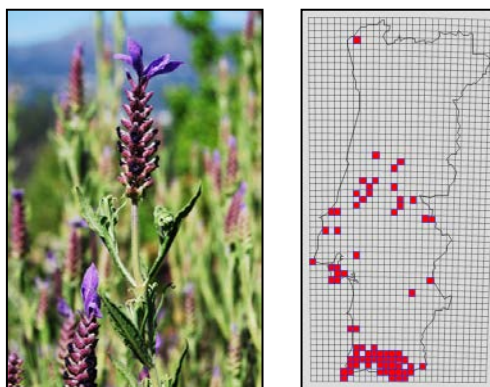
CAPÍTULO 5 - MATERIAIS E MÉTODOS

No âmbito do projeto NativeScapeGR, como referido anteriormente, foram delineados dois objetivos principais: estudar as três espécies de plantas vasculares autóctones, na utilização em coberturas verdes e avaliar estas espécies do ponto de vista estético. Analisou-se o seu comportamento para diferentes tipos de substrato e diferentes níveis de rega e procurou-se uma forma de avaliar as suas funcionalidades do ponto de vista do desenvolvimento e da função estética, dado não serem as plantas tradicionalmente mais utilizadas num jardim. Foram montados dois dispositivos experimentais, o primeiro em vasos, com cada uma das plantas envasada individualmente, e o segundo em tabuleiros numa cobertura. Alguns dos tabuleiros possuíam apenas uma das espécies, enquanto outros possuíam os três táxones juntos e por vezes ainda briófitos, para observação das diferenças decorrentes. Foram feitas medições morfométricas manuais às plantas envasadas e, posteriormente, tanto estas como as dos tabuleiros foram fotografadas, aproximadamente durante um ano, para ser possível avaliar o seu crescimento morfométrico bem como o valor estético ao longo do tempo, através de análise digital de imagem com o *software* Adobe Photoshop CC 2015.

5.1- Plantas utilizadas nos dispositivos experimentais

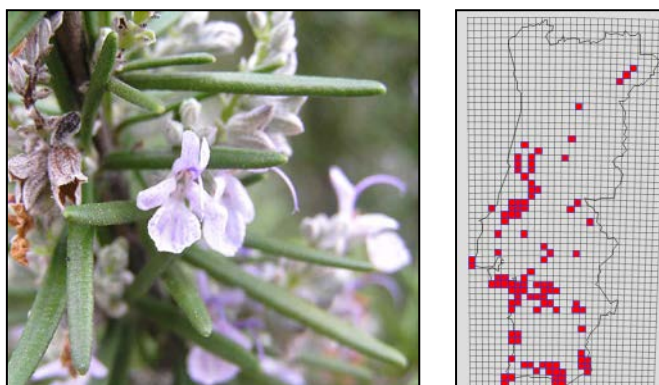
As espécies autóctones escolhidas foram: *Lavandula stoechas* subsp. *luisieri* ((Rozeira) Rozeira, *Rosmarinus officinalis* L. e *Brachypodium phoenicoides* (L.) Roem. et Schult.. Os briófitos escolhidos foram: *Neckera* sp., *Homalothecium* sp., *Brachythecium plumosum* e *Pleurochaete squarrosa*.

A *Lavandula stoechas* subsp. *luisieri* (fig. 21), conhecida vulgarmente por rosmaninho (nome pelo qual será designada daqui para a frente), é uma planta típica do clima mediterrânico. É um subarbusto (20-40 cm), com o caule reto, ascendente ou prostrado. As suas folhas são verdes acinzentadas, inteiras, estreitas, lineares a lanceoladas com as margens revolutas. As flores estão agrupadas numa espiga compacta e angulosa, maior que o pedúnculo, as brácteas terminais têm cor violeta ou púrpura, a corola é violeta anegrada, ocorrendo a floração entre março e setembro. Ocorre particularmente em locais expostos e secos, preferindo substratos pobres. A sua conservação é importante pois apesar de ser comum no nosso país, apresenta uma área geográfica de distribuição muito restrita (Península Ibérica), sendo que em Portugal só ocorre no centro e sul do país (fig. 22). A sua presença é relevante por fazer parte de diversos *habitats*. É ainda uma planta com propriedades medicinais e aromáticas.



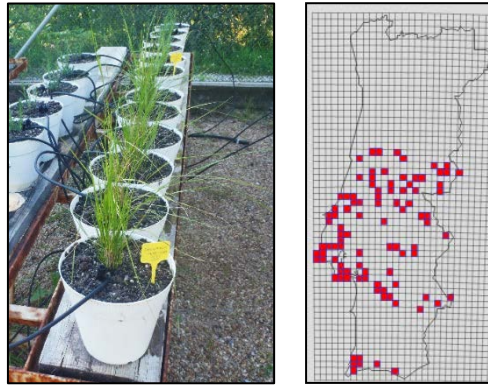
Figuras 21 e 22 – *Lavandula stoechas* subsp. *luisieri* (Fonte: jb.utad.pt); mapa de distribuição da espécie *Lavandula stoechas* subsp. *luisieri* (Fonte: flora-on.pt)

O *Rosmarinus officinalis* (fig. 23), ou alecrim nome pelo qual passará a ser designado, é um arbusto comum na região mediterrânica. É um arbusto que atinge até 2 m de altura, possui ramos abundantes, castanhos e eretos, as suas folhas são coriáceas, persistentes, sésseis, lineares, eretas, verdes e pontuado-rugosas na página superior, branco-tomentosas na página inferior, com a margem revoluta, estando as flores agrupadas em cimeiras axilares racimiformes, com bractéolas pequenas ovado-lanceoladas, tomentosas, caducas; cálice tomentoso-pubescente, verde ou purpurescente. A corola com 10-12 mm é azulada, raras vezes rosada ou branca ocorrendo a floração quase todo o ano mas essencialmente entre janeiro e maio. Encontra-se sobretudo em matos termófilos, terrenos incultos e ao longo de cursos de água, ocorrendo dos 0 aos 1500 a.n.m. (fig. 24). Suporta temperaturas até -15 °C. A planta adapta-se a solos não muito ricos, bem drenados, sobrevivendo em solos muito alcalinos. Tolerância a seca e a exposição marítima, precisando de bastante luz. Tolerância bem a poda e regenera a partir de ramos velhos. É uma planta apeteável para as abelhas, o que atrai vida selvagem (florestar.net, 2015). É muito utilizada como planta ornamental em jardins mediterrânicos.



Figuras 23 e 24 – *Rosmarinus officinalis* (Fonte: florestar.net); mapa de distribuição da espécie *Rosmarinus officinalis* (Fonte: flora-on.pt)

O *Brachypodium phoenicoides* (fig. 25), que vai passar a ser designado apenas por braquipódio, é bastante comum na região mediterrânica. Esta espécie é uma gramínea perene, cespitosa, alta (até 1 m) com espigas de espiguetas alternas, características (naturdata.com, 2015). A sua floração apresenta-se entre maio e agosto (Jardim Botânico da Universidade de Trás os Montes e Alto Douro, 2015). Esta espécie encontra-se principalmente em matos e terrenos incultos, encontrando-se um pouco por todo o país (fig. 26).



Figuras 25 e 26 – *Brachypodium phoenicoides*; mapa de distribuição da espécie *Brachypodium phoenicoides* (Fonte: flora-on.pt)

Os briófitos, vulgarmente conhecidos por musgos, caracterizam-se por serem pequenas plantas que são constituídas por filídios, rizóides e cápsulas (onde se produzem os esporos). Este grupo é poiquilohídrico, ou seja, o seu conteúdo em água varia com o da atmosfera, existindo briófitos aquáticos, briófitos em locais húmidos e briófitos que toleram grandes períodos sem água, sendo excelentes indicadores ecológicos do estado de conservação dos habitats (SOMINCOR, 2015).

No dispositivo experimental 2, onde foram utilizados os tabuleiros, escolheram-se os briófitos das seguintes espécies e géneros: *Neckera* sp., *Homalothecium* sp., *Brachythecium plumosum* e *Pleurochaete squarrosa*.

5.2- Evolução e caracterização dos dispositivos experimentais

5.2.1- Dispositivo experimental 1 – Vasos

O primeiro dispositivo experimental localizou-se no Horto Químico Agrícola "Prof. Boaventura de Azevedo" do Instituto Superior de Agronomia, na Tapada da Ajuda, em Lisboa (fig. 27).

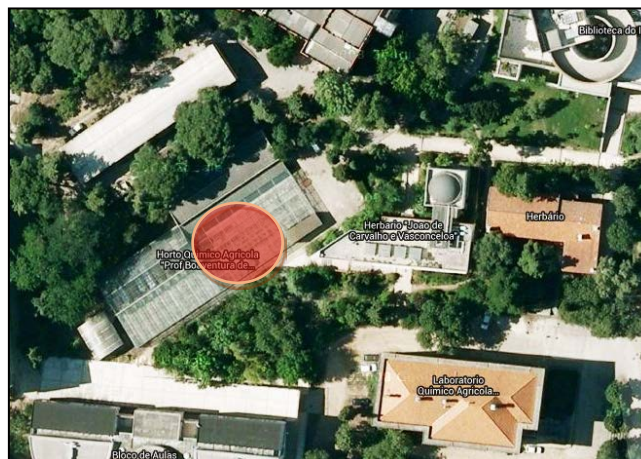


Figura 27 – Localização do dispositivo experimental 1 (Fonte: Google maps)

Era constituído por 36 vasos de 4 L de capacidade (quadro 3), estando cada uma das três espécies distribuída por 12 vasos, 6 deles submetidos a uma dotação de rega mais elevada e os outros 6 com uma dotação mais reduzida, tendo por objetivo estudar os efeitos da disponibilidade hídrica e de que forma essa disponibilidade afetaria ou condicionaria o desenvolvimento da planta.

Quadro 3 – Disposição dos vasos no dispositivo experimental 1 nas quatro bancadas do Horto

S2 Low 1 alecrim	S2 Low 2 alecrim	S2 Low 3 alecrim	S1 Low 1 alecrim	S1 Low 2 alecrim	S1 Low 3 alecrim	S1 Low 1 braquipódio	S1 Low 2 braquipódio	S1 Low 3 braquipódio
S2 Low 3 rosmaninho	S2 Low 2 rosmaninho	S2 Low 1 rosmaninho	S1 Low 3 rosmaninho	S1 Low 2 rosmaninho	S1 Low 1 rosmaninho	S2 Low 3 braquipódio	S2 Low 2 braquipódio	S2 Low 1 braquipódio
S1 Mod 1 rosmaninho	S1 Mod 2 rosmaninho	S1 Mod 3 rosmaninho	S2 Mod 1 rosmaninho	S2 Mod 2 rosmaninho	S2 Mod 3 rosmaninho	S2 Mod 1 alecrim	S2 Mod 2 alecrim	S2 Mod 3 alecrim
S1 Mod 3 alecrim	S1 Mod 2 alecrim	S1 Mod 1 alecrim	S2 Mod 3 braquipódio	S2 Mod 2 braquipódio	S2 Mod 1 braquipódio	S1 Mod 3 braquipódio	S1 Mod 2 braquipódio	S1 Mod 1 braquipódio

A rega foi efetuada por um sistema gota a gota, através de gotejadores individuais colocados em cada um dos vasos, tendo sido programada para regar todos os dias durante

o período estival. As plantas foram envasadas em abril de 2014 e regadas de forma igual até dia 30 de maio, data a partir da qual os níveis de rega começaram a ser diferenciados. A estimativa da evapotranspiração (ET) real (ET_{act}) foi realizada recorrendo a uma abordagem muito generalizada que consiste na utilização da ET_o (evapotranspiração de referência) e de coeficientes relativos à utilização de água pela vegetação, geralmente designados por coeficientes culturais no caso das culturas agrícolas (Allen *et al.*, 1998) e coeficientes de paisagem no caso de espaços verdes (Snyder *et al.*, 2015). A evapotranspiração de referência foi inicialmente calculada recorrendo a dados das normais climatológicas (1971 e 2000) da estação meteorológica da Tapada da Ajuda, estabelecendo valores alvo das dotações de rega. A ET real estimada (ET_{act}) foi calculada de acordo com (Snyder *et al.*, 2015):

$$ET_{act} = ET_o \times K_L \quad (1)$$

Sendo ET_o a evapotranspiração de referência e K_L o coeficiente de paisagem. Utilizaram-se duas dotações de rega: uma mais elevada (100% ET_o) em metade dos vasos e outra mais reduzida (60% ET_o) nos restantes. Para conduzir a rega em tempo real, procedeu-se a um segundo cálculo da ET_o com dados meteorológicos da EMA (estação meteorológica automática) da Tapada da Ajuda (rede IPMA), realizando os ajustamentos necessários nas dotações inicialmente determinadas. Levou-se a cabo a pesagem diária dos vasos. Durante os meses de junho e julho (quadros 4 e 5), os vasos foram pesados praticamente todos os dias. No primeiro dia pesou-se antes de iniciar a rega e depois de esta terminar. Posteriormente pesou-se imediatamente antes da rega. As pesagens ocorreram no Horto utilizando uma balança (KERN & SOHN GmbH, modelo PKS 10K0.1, Balingen, Alemanha). Depois de quantificada desta forma a variação do armazenamento nos vasos, foi realizado o balanço hídrico, considerando os volumes de rega, precipitação e drenagem respetivos, tendo sido assim possível calcular a evapotranspiração diária, tendo em vista a aferição das estimativas de ET_{act} .

Quadros 4 e 5 – Calendário de pesagens, os dias em que foram efetuadas pesagens encontram-se preenchidos a verde.

Junho						
S	T	Q	Q	S	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

Julho						
S	T	Q	Q	S	S	D
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Em cada 6 vasos, 3 tinham um substrato técnico (S1), utilizado em coberturas verdes e disponível no mercado, os outros 3 tinham um substrato fabricado com base no primeiro mas a que se juntou 25% de areia e 25% de material recolhido da camada superficial (20 cm) do solo da Tapada da Ajuda (S2), tendo por objetivo analisar o efeito dos diferentes tipos de substrato no desenvolvimento das três espécies utilizadas (figs. 28 e 29).



Figuras 28 e 29 – Dispositivo experimental 1; Dispositivo experimental 1 – pormenor dos seis exemplares de alecrim (2014)

Cada um dos vasos foi numerado de 1 a 3 com a indicação sobre o tipo de rega, dotação maior ou menor, a que se deram as designações de Mod ou Low, respetivamente, bem como o tipo de substrato que se encontra no seu interior, S1 ou S2.

Quadro 6 – Organização da informação sobre as plantas envasadas

Espécie	Rega	Substrato	Número de repetições
<i>Lavandula stoechas</i> subsp. <i>luisieri</i> (rosmaninho)	60% ET ₀ (low)	S1	3
		S2	3
	100% ET ₀ (mod)	S1	3
		S2	3
<i>Rosmarinus officinalis</i> (alecrim)	60% ET ₀ (low)	S1	3
		S2	3
	100% ET ₀ (mod)	S1	3
		S2	3
<i>Brachypodium phoenicoides</i> (braquipódio)	60% ET ₀ (low)	S1	3
		S2	3
	100% ET ₀ (mod)	S1	3
		S2	3

(ET₀ – evapotranspiração de referência, FAO56, Allen *et al.*, 1998)

O substrato S1 é uma mistura mais leve que o substrato S2. Tem pH igual a 5 e a sua textura não se encontra classificada uma vez que é constituído por material essencialmente orgânico (MO), sendo rico em azoto (N), potássio (K₂O) e fósforo (P₂O₅) (quadro 7). O substrato S2 possui pH igual a 7 e textura arenosa. A capacidade de campo (CC) é o parâmetro que mede a capacidade de um solo para reter a água e o coeficiente de

emurhecimento (CE) o teor de humidade do solo para o qual as plantas murcham, mantendo-se nesse estado de forma permanente.

Quadro 7 – Composição dos substratos utilizados no envasamento das plantas vasculares

Substrato	Textura	pH	MO (%)	N (g kg ⁻¹)	K ₂ O (mg kg ⁻¹)	P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	CC (cm ³ cm ⁻³)	CE (cm ³ cm ⁻³)
S1	NC	5	73	6	600	184	0.33	0.15
S2	Arenosa	7	7	1	218	126	0.22	0.12

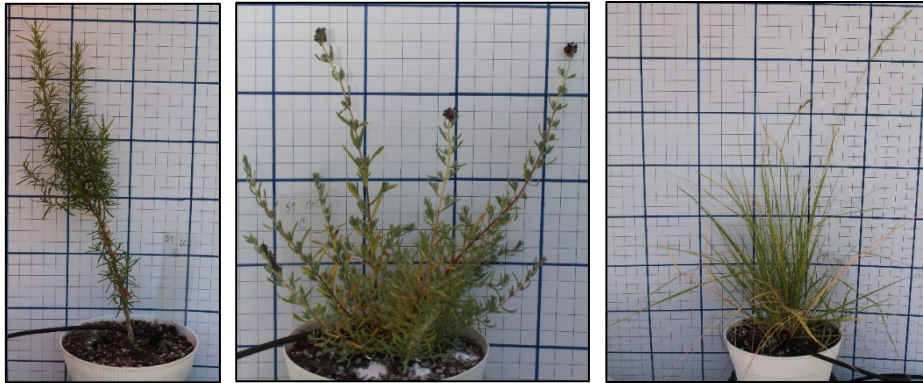
Com todas as plantas envasadas individualmente, cada vaso com o respetivo prato, foram efetuadas três séries de medições morfométricas manualmente: a primeira medição data de dia 28-04-2014, a segunda de dia 28-05-2014 e a terceira de dia 03-07-2014. Nestas medições foram analisadas a altura e largura da planta, se esta apresentava pilosidade, a largura e o comprimento médio das suas folhas, tendo sido medidas 30 folhas de cada planta para se calcular a média. Quando os exemplares produziram inflorescências, estas também foram medidas (pedúnculo, espiga e brácteas). Para podermos quantificar as alterações nestas plantas ao longo do tempo, foram tiradas fotografias sensivelmente uma vez por mês, sendo que no total existem nove registos fotográficos de cada um dos 36 vasos (quadro 8).

Quadro 8 – Calendário de realização das fotografias nos vasos, a verde o dia em que foram feitos os registos fotográficos

Julho 2014							Agosto 2014							Setembro 2014							Outubro 2014						
S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D
	1	2	3	4	5	6					1	2	3	1	2	3	4	5	6	7			1	2	3	4	5
7	8	9	10	11	12	13	4	5	6	7	8	9	10	8	9	10	11	12	13	14	6	7	8	9	10	11	12
14	15	16	17	18	19	20	11	12	13	14	15	16	17	15	16	17	18	19	20	21	13	14	15	16	17	18	19
21	22	23	24	25	26	27	18	19	20	21	22	23	24	22	23	24	25	26	27	28	20	21	22	23	24	25	26
28	29	30	31				25	26	27	28	29	30	31	29	30						27	28	29	30	31		
Novembro 2014							Dezembro 2014							Janeiro 2015							Fevereiro 2015						
S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D
					1	2	1	2	3	4	5	6	7				1	2	3	4							1
3	4	5	6	7	8	9	8	9	10	11	12	13	14	5	6	7	8	9	10	11	2	3	4	5	6	7	8
10	11	12	13	14	15	16	15	16	17	18	19	20	21	12	13	14	15	16	17	18	9	10	11	12	13	14	15
17	18	19	20	21	22	23	22	23	24	25	26	27	28	19	20	21	22	23	24	25	16	17	18	19	20	21	22
24	25	26	27	28	29	30	29	30	31					26	27	28	29	30	31	23	24	25	26	27	28		
Março 2015							Abril 2015							Maio 2015							Junho 2015						
S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D
						1			1	2	3	4	5					1	2	3	1	2	3	4	5	6	7
2	3	4	5	6	7	8	6	7	8	9	10	11	12	4	5	6	7	8	9	10	8	9	10	11	12	13	14
9	10	11	12	13	14	15	13	14	15	16	17	18	19	11	12	13	14	15	16	17	15	16	17	18	19	20	21
16	17	18	19	20	21	22	20	21	22	23	24	25	26	18	19	20	21	22	23	24	22	23	24	25	26	27	28
23	24	25	26	27	28	29	27	28	29	30				25	26	27	28	29	30	31	29	30					
30	31																										

De forma a conseguirmos efetuar medições à escala nas fotografias (altura e largura) e saber a área verde ocupada por cada uma das plantas, foi necessário ter uma grelha, em todas as fotos, com quadrados de 10 x 10 cm² preenchidos por quadrados com 2 x 2 cm²,

sendo assim possível ter uma noção real das medidas das plantas para visualização no computador (figs. 30, 31 e 32). Através destes registos fotográficos foi feita uma análise de imagem digital, medindo-se a altura e largura das plantas, bem como a sua área verde, utilizando o programa Adobe Photoshop CC 2015.



Figuras 30, 31 e 32 – Exemplos do primeiro dia em que se fizeram registos fotográficos com a escala atrás dos vasos (14 de julho de 2014)

Para a análise digital delimitou-se um dos quadrados de 10 x 10 cm² (100 cm²) e verificou-se quantos pixéis continha esta área. De seguida demarcou-se a área verde ocupada pela planta, verificando qual o número de pixéis abrangido por esta medida. Finalmente a área verde foi calculada por:

$$\text{Área verde (cm}^2\text{)} = \frac{\text{Pixeis da área verde da planta} \times 100 \text{ cm}^2}{\text{Pixeis da área quadrangular}} \quad (2)$$

A informação recolhida sobre o desenvolvimento das plantas ao longo do tempo foi cruzada com os dados relativos à rega e ao tipo de substrato utilizado.

Construiu-se uma Escala de Avaliação Estética, com diversos parâmetros, para que fosse possível analisar o valor estético da planta ao longo do tempo. Cada uma das 36 plantas foi analisada individualmente, para os 9 dias em que foram realizados os registos fotográficos ao longo do ano. Posteriormente foi calculada a média de cada um dos 12 conjuntos, cada um deles composto por 3 repetições. Com os resultados obtidos foi possível comparar e analisar o efeito dos tratamentos de rega e dos substratos, tendo-se realizado uma análise estatística dos dados. Apesar destes dados corresponderem a uma função Gaussiana, não é possível utilizar o método de Gauss para os analisar, uma vez que só possuímos três repetições de cada tipo de planta e este método exige que existam pelo menos 30 repetições. Utilizou-se então o método de T-student, que permite fazer estudos com um número de repetições reduzido. A análise estatística foi feita com o nível de confiança de 95% e foi utilizada para determinar se a variação da dotação de rega e a variação do substrato foram relevantes para o crescimento da planta.

5.2.2 – Dispositivo experimental 2 - Tabuleiros

Como se pretende estudar o uso destas espécies em coberturas verdes, procedeu-se à montagem de outro dispositivo experimental, no terraço do edifício do Herbário “Prof. João de Carvalho e Vasconcellos”, também no Instituto Superior de Agronomia (fig. 33).

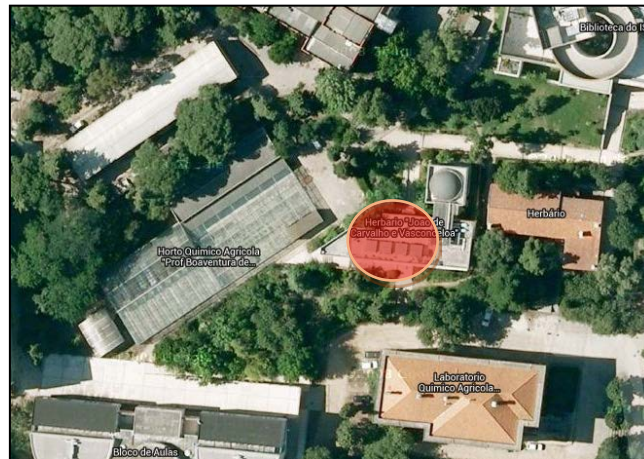


Figura 33 – Localização do dispositivo experimental 2 (Fonte: Google maps)

A figura 34 mostra um plano com a disposição dos tabuleiros na cobertura do edifício. Deste dispositivo constam 12 tabuleiros em chapa, com 2,5 m de comprimento, 1 m de largura e 20 cm de profundidade.

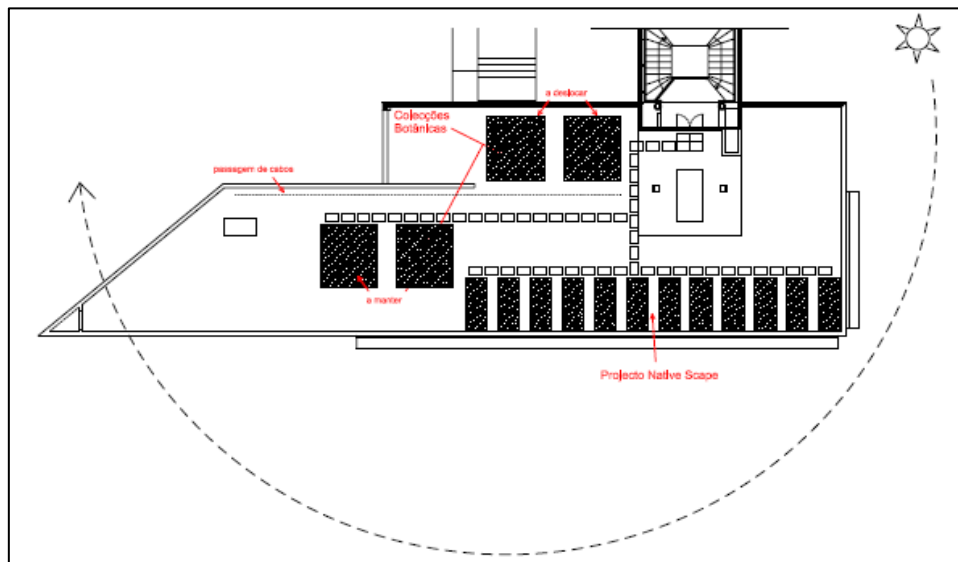


Figura 34 – Plano do dispositivo experimental 2 (Fonte: [A] AINDA ARQUITECTURA)

Os tabuleiros encontram-se sobre uma estrutura metálica, com 1 m de altura, para que os dados recolhidos não sejam influenciados pela sombra do muro que se encontra em volta

dos limites da cobertura (figs. 35 e 36) e a estrutura apresenta 2,5% de inclinação para potenciar a drenagem da água recebida.



Figuras 35 e 36 – Estrutura para acondicionar os tabuleiros; tabuleiros já no local estipulado (19 e 23 maio de 2014)

Todos os tabuleiros foram interiormente revestidos pelos componentes habituais nas instalações comerciais de coberturas verdes e a instalação foi levada a cabo com a participação da empresa Neoturf, especializada neste tipo de atividade. Em primeiro lugar introduziu-se em cada um dos tabuleiros a manta de proteção e retenção SSM45 (Fig. 37), de seguida colocou-se o elemento de drenagem constituído por alvéolos Floradrain® FD 25-E (fig. 48) e por último um filtro drenante SF.



Figuras 37 e 38 – Tabuleiro com a manta de proteção e retenção; colocação do elemento de drenagem (23 de maio de 2014)

Em cada um dos tabuleiros existe um tubo de queda para escoamento da água resultante da drenagem. Para que este não ficasse obstruído houve necessidade de recortar, à sua medida, todas as placas constituintes presentes dentro do tabuleiro. Procedeu-se seguidamente ao enchimento de todos os tabuleiros com os diferentes tipos de substrato (fig. 39), cedidos pela empresa Neoturf. Todos os tabuleiros ficaram com uma altura de 15 cm de substrato, tendo sido colocado a meia altura um sensor para medir de forma contínua o teor de água do mesmo (fig. 40). Com estes dados foi possível calcular a

variação do armazenamento e realizar o balanço hídrico, para determinar a ET e conduzir a rega, de forma semelhante ao processo descrito para o dispositivo experimental 1.



Figuras 39 e 40 – Introdução do substrato nos tabuleiros com a colaboração da empresa Neoturf; colocação dos sensores de medição do teor de água no solo (23 de maio de 2014)

Utilizou-se uma fita métrica durante o enchimento dos tabuleiros para garantir que se atingiam os 15 cm de substrato em todos eles. Para que o substrato não entupisse o orifício da drenagem e para garantir a circulação rápida da água naquele local foi colocada brita em volta do tubo.

Alguns dos tabuleiros foram preenchidos com os substratos S1 e S2 anteriormente descritos no ponto 5.2.1, e utilizou-se ainda um terceiro substrato, S3, que também é um substrato técnico (quadro 9).

Quadro 9 – Composição dos substratos utilizados nos tabuleiros

Substrato	Textura	pH	MO (%)	N (g kg ⁻¹)	K ₂ O (mg kg ⁻¹)	P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	CC (cm ³ cm ⁻³)	CE (cm ³ cm ⁻³)
S1	NC	5	73	6	600	184	0,33	0,15
S2	Arenosa	7	7	1	218	126	0,22	0,12
S3	Arenosa	5	20	2	720	260	0,29	0,14

De seguida foram colocadas as plantas vasculares (fig. 41), cedidas pela empresa SIGMETUM e os musgos (fig. 42), recolhidos na natureza por colegas da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa que participaram no projeto NativeScapeGR.



Figuras 41 e 42 – Panorama dos tabuleiros; pormenor dos briófitos já instalados (10 de junho 2014)

Depois de todas as espécies de plantas vasculares e musgos estarem dispostas, obteve-se a distribuição apresentada no quadro 10.

Quadro 10 – Organização dos doze tabuleiros dispostos na cobertura do Herbário

Tabuleiro	Vegetação				Nível de rega	Substrato
	rosmaninho	alecrim	braquipódio	Musgos		
T1	X	X	X	<i>Homalothecium</i> sp. <i>Brachythecium plumosum</i> <i>Pleurochaete squarrosa</i>	60% ET ₀ (low)	S2
T2				<i>Homalothecium</i> sp. <i>Brachythecium plumosum</i> <i>Pleurochaete squarrosa</i>		S3
T3			X			S2
T4	X					S1+S3
T5	X	X	X	<i>Pleurochaete</i> sp.		S1
T6		X				S1
T7			X			S1
T8		X			100% ET ₀ (mod)	S1
T9			X			S1
T10	X					S3
T11						S3
T12				<i>Neckera</i> sp. <i>Brachythecium plumosum</i> <i>Pleurochaete squarrosa</i>	Sem rega	S3

Por fim foi instalado o sistema de rega gota a gota (fig. 43). Para a rega dos musgos foram simultaneamente utilizados nebulizadores (fig. 44).



Figuras 43 e 44 – Sistema de rega gota a gota (junho de 2014); Sistema de rega por nebulizadores (3 de setembro de 2014)

Para podermos quantificar e analisar as alterações nestas plantas ao longo do tempo, foram realizadas fotografias sensivelmente uma vez por mês, sendo que no total foram feitas oito sessões fotográficas de todos os tabuleiros (quadro 11).

Quadro 11 – Calendário de identificação dos dias em que foram feitos os registos fotográficos dos tabuleiros (assinalado a verde)

Julho 2014							Agosto 2014							Setembro 2014							Outubro 2014						
S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D
	1	2	3	4	5	6					1	2	3	1	2	3	4	5	6	7			1	2	3	4	5
7	8	9	10	11	12	13	4	5	6	7	8	9	10	8	9	10	11	12	13	14	6	7	8	9	10	11	12
14	15	16	17	18	19	20	11	12	13	14	15	16	17	15	16	17	18	19	20	21	13	14	15	16	17	18	19
21	22	23	24	25	26	27	18	19	20	21	22	23	24	22	23	24	25	26	27	28	20	21	22	23	24	25	26
28	29	30	31				25	26	27	28	29	30	31	29	30						27	28	29	30	31		

Novembro 2014							Dezembro 2014							Janeiro 2015							Fevereiro 2015						
S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D
				1	2		1	2	3	4	5	6	7			1	2	3	4							1	
3	4	5	6	7	8	9	8	9	10	11	12	13	14	5	6	7	8	9	10	11	2	3	4	5	6	7	8
10	11	12	13	14	15	16	15	16	17	18	19	20	21	12	13	14	15	16	17	18	9	10	11	12	13	14	15
17	18	19	20	21	22	23	22	23	24	25	26	27	28	19	20	21	22	23	24	25	16	17	18	19	20	21	22
24	25	26	27	28	29	30	29	30	31					26	27	28	29	30	31	23	24	25	26	27	28		

Março 2015							Abril 2015							Maio 2015							Junho 2015						
S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D
						1		1	2	3	4	5					1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	
2	3	4	5	6	7	8	6	7	8	9	10	11	12	4	5	6	7	8	9	10	8	9	10	11	12	13	14
9	10	11	12	13	14	15	13	14	15	16	17	18	19	11	12	13	14	15	16	17	15	16	17	18	19	20	21
16	17	18	19	20	21	22	20	21	22	23	24	25	26	18	19	20	21	22	23	24	22	23	24	25	26	27	28
23	24	25	26	27	28	29	27	28	29	30				25	26	27	28	29	30	31	29	30					

Para se fazer a análise digital de imagem com o *software* Adobe Photoshop CC 2015 foi necessário ter uma grelha, em todas as fotos, com quadrados de 10 x 10 cm² divididos em quadrados de 2 x 2 cm², tal como foi descrito no dispositivo experimental 1 (figs. 45 e 46).



Figuras 45 e 46 – Exemplo do uso da escala, tabuleiro número 7 (24 de julho de 2014); tabuleiro número 1 (27 de novembro de 2014)

Foram tiradas fotografias no sentido longitudinal e transversal dos tabuleiros. Para fotografar toda a extensão no sentido longitudinal realizaram-se fotografias em três posições. Para cada um dos tabuleiros foi preenchida a Escala de Avaliação Estética e depois feita a média das plantas analisadas existentes em cada um dos tabuleiros. Isto deu origem a um conjunto de dados que possibilitou estudar o seu comportamento do ponto de vista estético ao longo do tempo. Os tabuleiros 2, 11 e 12 (o primeiro e o último contendo apenas musgos e o 11 sem vegetação) foram utilizados para obtenção de outras informações fora do âmbito deste estudo e os resultados respetivos não serão aqui abordados. Foi realizada uma análise estatística aos dados obtidos, tal como foi feito para o dispositivo experimental 1, ou seja, recorrendo ao teste t de Student, para determinar a relevância dos fatores rega e substrato no desenvolvimento e valor estético da vegetação.

5.3- Escala de avaliação estética

Para a elaboração da escala estética apresentada neste trabalho, que se pretendia que tivesse um carácter mais científico que as anteriormente descritas no CAPÍTULO 4, tirando partido das medições efetuadas ao longo destes meses, determinou-se atribuir uma pontuação a cada um dos critérios individualmente e no final somar a pontuação para cada planta. Os critérios a considerar foram: espécie, forma, folhagem – área foliar, cor da folhagem, quantidade de flores, cor das flores, dimensão das flores, número de dias de floração, presença de frutos, quantidade de frutos, cor do fruto, dimensão do fruto, presença de pragas e/ou doenças (quadro 12).

Quadro 12 – Escala de Avaliação Estética utilizada nos dispositivos experimentais 1 e 2

Escala de avaliação estética			
Data:			
Espécie:			
Localização: _____		Tratamento: _____	
	P1	P2	P3
Forma da planta			
Condições da folhagem			
Área foliar			
Cor das folhas			
Quantidade de flores			
Cor das flores			
Dimensão das flores			
Número de dias em floração			
Número de frutos			
Cor dos frutos			
Dimensão dos frutos			
Presença de pragas			
Presença de doenças			
Total de pontuação:			

Foram atribuídos valores entre -1 e 5 sendo que a pontuação final da planta é a soma da pontuação dada a cada um dos seus critérios individualmente. O valor de -1 apenas foi atribuído quando a planta apresentava pragas ou doenças, existindo duas linhas na tabela para esse efeito. O valor 0 foi atribuído quando o critério não era aplicável, por exemplo, numa planta sem floração atribui-se 0 aos critérios referentes a este aspeto e assim não são contabilizados na soma da pontuação.

O valor de 1 era conferido quando o critério em questão se encontrava em muito mau estado, sinal de que a planta estava morta ou a morrer, o 2 quando apresentava um aspeto razoável mas ainda não aceitável para a planta estar num espaço verde, o 3 quando estava num estado considerado aceitável, o 4 quando o critério podia ser considerado como estando num estado muito bom e o 5 quando estava em excelentes condições.

CAPÍTULO 6 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 – Dispositivo experimental 1 - plantas envasadas

6.1.1 – Medições morfométricas manuais

Podemos observar na figura 47 que, para o braquipódio, com o tipo de solo S1, a rega Low (dotação mais baixa) e a rega Mod (dotação mais elevada) praticamente surtiram o mesmo efeito, se bem que a rega Low originou um melhor resultado na largura da planta.

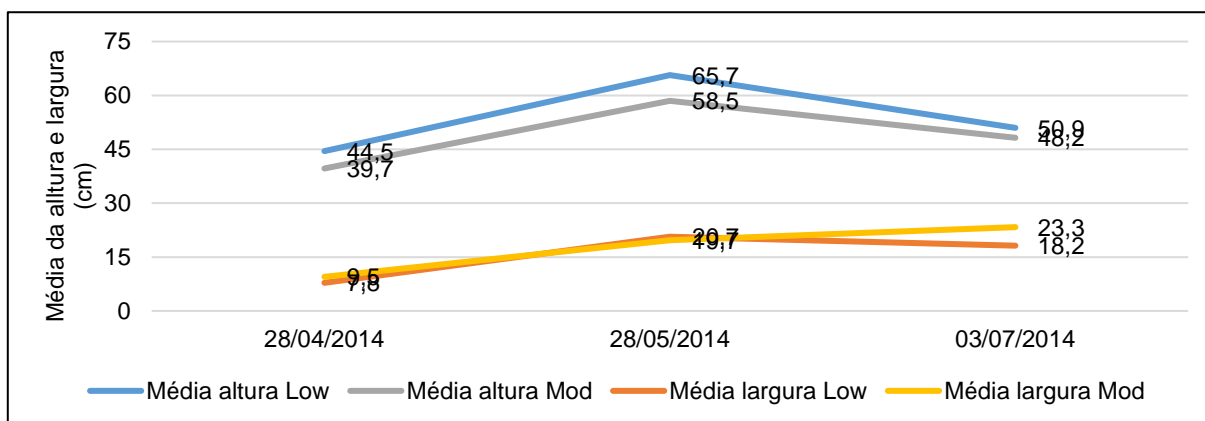


Figura 47 – Diferenças na altura e largura no braquipódio S1

Quanto ao braquipódio com o tipo de solo S2, podemos verificar pela figura 48, que apesar de ter existido um grande crescimento inicial na planta com a rega Low, na última medição ambas têm alturas semelhantes, a largura apresenta melhores resultados com a rega Mod mas esta não é significativa.

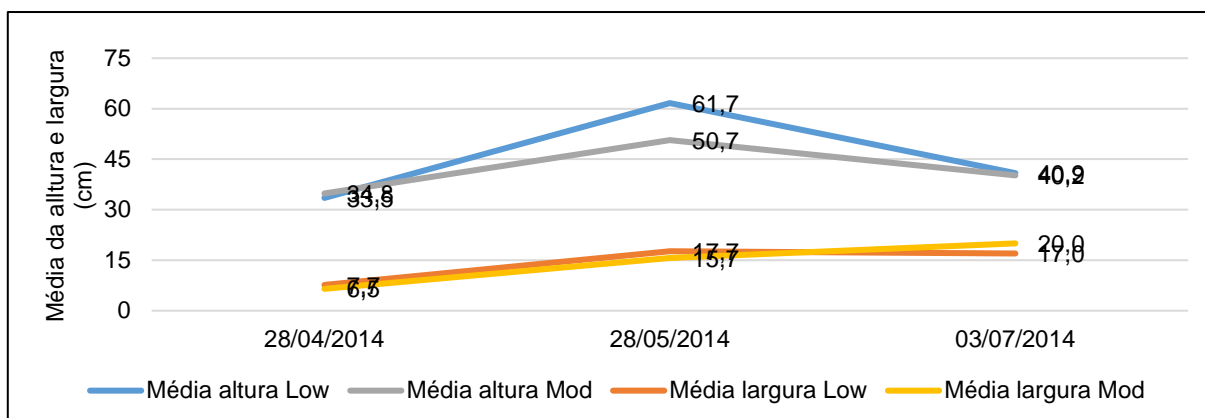


Figura 48 – Diferenças na altura e largura no braquipódio S2

Para as medições morfométricas manuais (plantas envasadas) pode concluir-se que, para o braquipódio, a dotação de rega mais baixa apresentou melhores resultados, contudo,

através da análise estatística pôde constatar-se, com 95% de certeza, que da primeira para a última medição, no braquipódio com o substrato 1 e rega Low não houve influência destes dois fatores no crescimento da planta, igual se passa com o tipo de solo S2, em ambos os tipos de rega. Apenas o braquipódio com substrato 1 e rega Mod apresenta resultados relevantes estatisticamente.

No alecrim com o tipo de solo S1 podemos verificar, através da figura 49, que houve um crescimento em altura mais acentuado na planta com rega Low, contudo a largura da mesma não foi muito influenciada.

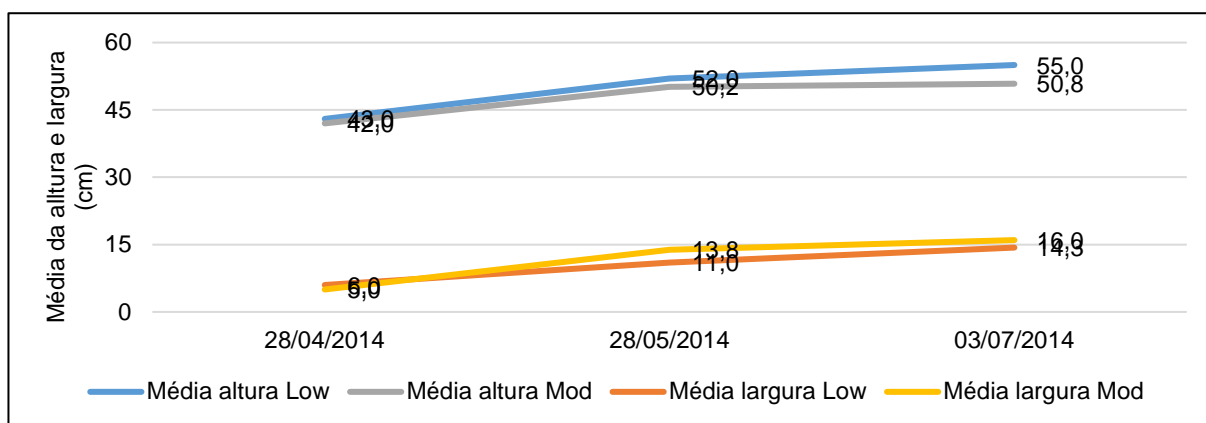


Figura 49 – Diferenças na altura e largura no alecrim S1

No alecrim com o tipo de solo S2 (fig. 50) podemos constatar que a planta com rega Mod atingiu uma altura ligeiramente superior mas o tipo de rega não influenciou a largura das plantas, dado que são idênticas na última medição efetuada.

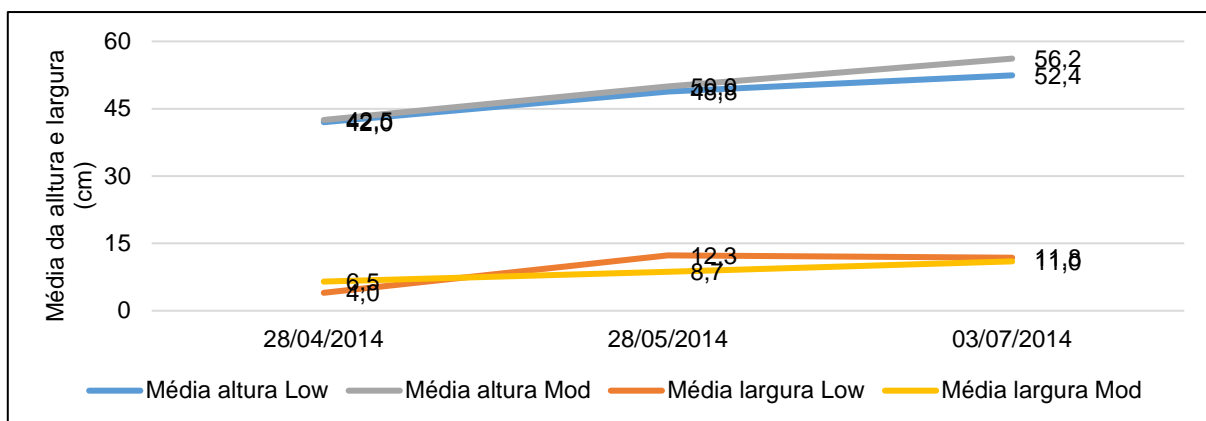


Figura 50 – Diferenças na altura e largura no alecrim S2

A análise estatística mostra que a rega Low, em ambos os tipos de substrato, teve influência no crescimento das plantas, uma vez que apresentam um crescimento estatisticamente significativo, contudo na rega Mod isto não se verifica.

No rosmaninho com o solo S1 (fig. 51) houve um crescimento muito acentuado, tanto em altura como em largura, nos dois tipos de rega, sendo que esta não teve muita influência na altura da planta, contudo há um grande aumento da largura da planta com a rega Mod.

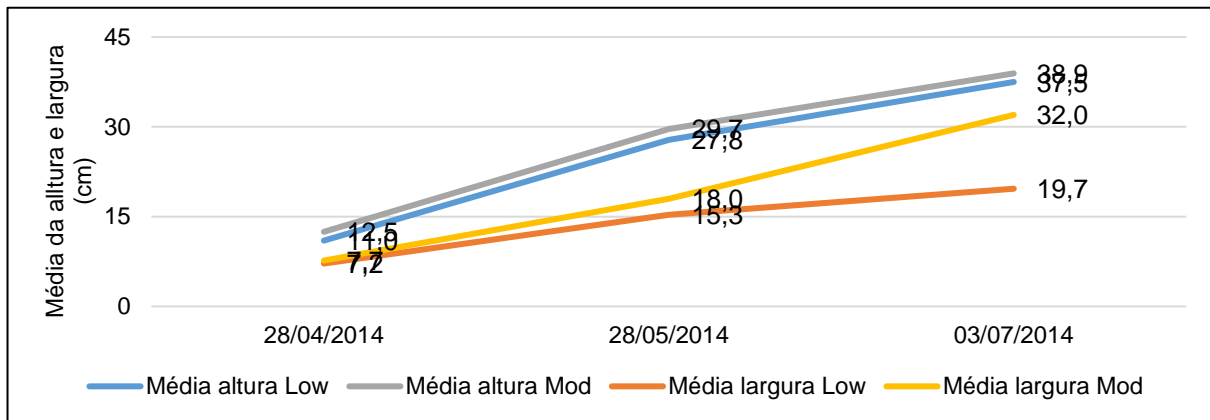


Figura 51 – Diferenças na altura e largura no rosmaninho S1

No rosmaninho com o tipo de solo S2 podemos observar, através da figura 52, que estes conjuntos de plantas também tiveram um crescimento muito acentuado com ambos os tipos de rega, contudo aqui verifica-se que a rega Mod contribuiu para um maior crescimento vertical da planta.

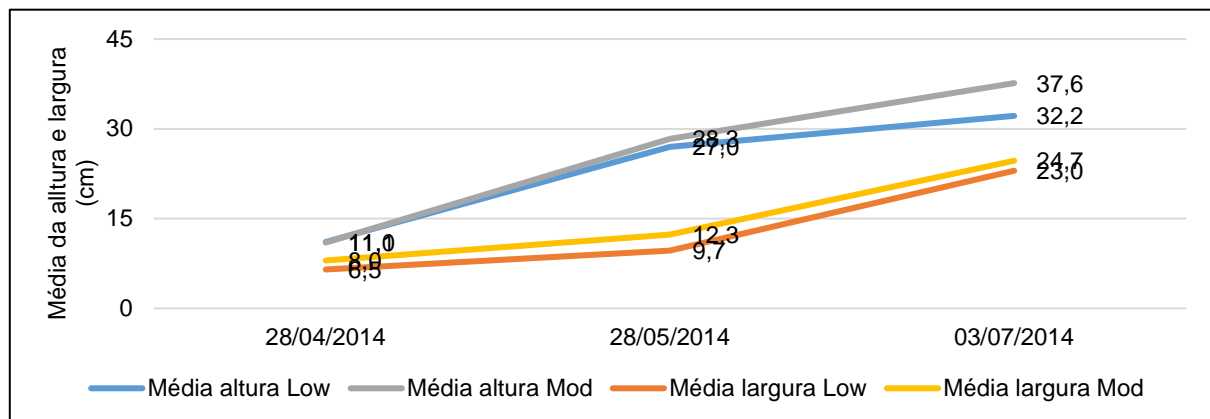


Figura 52 – Diferenças na altura e largura no rosmaninho S2

No rosmaninho, a rega mod tem resultados superiores e através da análise estatística temos 95% de certeza que os fatores hídrico e de substrato tiveram influência no crescimento das plantas, uma vez que todas tiveram um crescimento estatisticamente significativo.

Em síntese, para o braquipódio, não houve diferenças muito acentuadas, apenas as plantas em S1 e rega moderada apresentaram resultados relevantes estatisticamente; no alecrim, estatisticamente, apenas a rega low teve influência no crescimento das plantas o que sugere

existir vantagem em recorrer a uma dotação de rega mais reduzida; o rosmaninho reagiu à aplicação de regas de maior dotação, em ambos os substratos, no que diz respeito à largura (S1) e à altura (S2), superiores em relação aos outros tratamentos, nesta espécie os dois fatores tiveram influência no crescimento da planta, dado que todas tiveram um crescimento estatisticamente significativo.

6.1.2 – Análise de imagem digital

6.1.2.1- Influência da rega no desenvolvimento das plantas

No braquipódio S1 podemos observar (fig. 53) que, ao longo do tempo, a altura dos dois conjuntos de plantas sofre várias oscilações, contudo o que apresenta melhores resultados é o que possui a rega Mod. A largura das plantas apresenta algumas diferenças no início, sendo que a rega Low é a que possui melhores resultados.

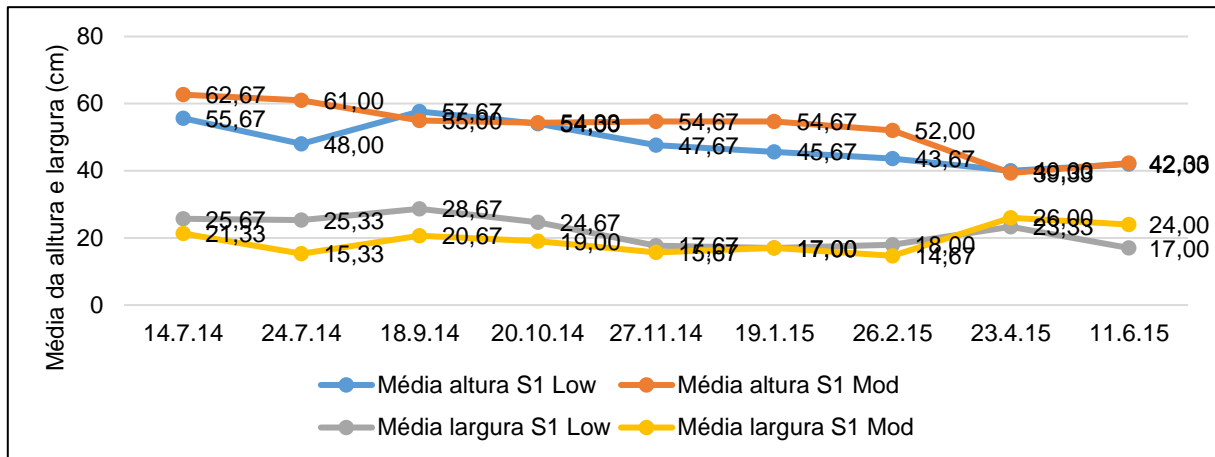


Figura 53 – Comparação da altura e largura no braquipódio S1

A área verde (fig. 54), em ambos os tipos de rega, apresentou um crescimento considerável no início, sobretudo com o tipo de rega Low, contudo este acaba por decrescer e no final a área verde em ambos os tratamentos possui valores semelhantes.

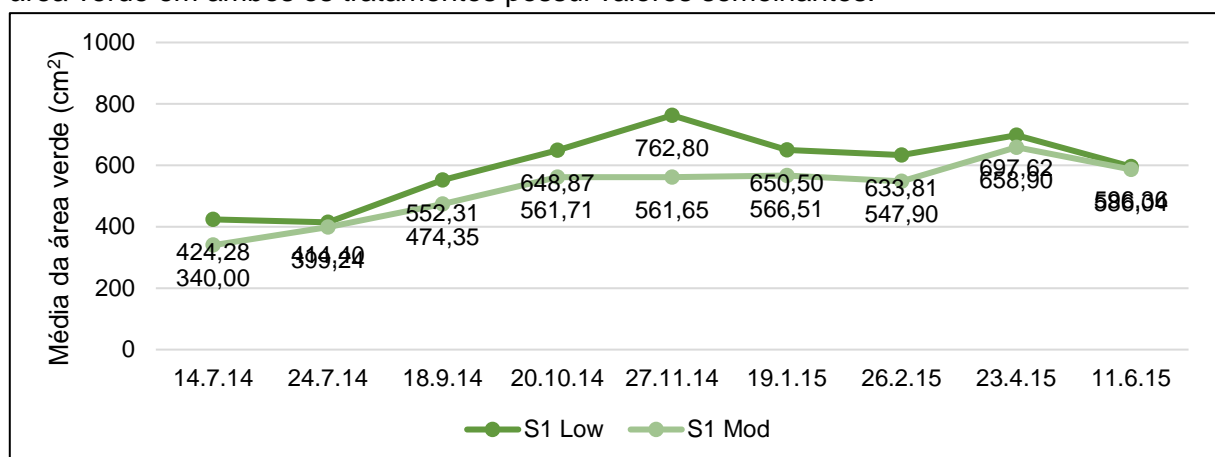


Figura 54 - Comparação da área verde no braquipódio S1

No braquipódio S2 podemos observar, através da figura 55 que a altura de ambos os conjuntos de plantas foi decrescendo ao longo do tempo, havendo apenas no final um ligeiro aumento da altura do conjunto com rega Mod. A largura das plantas presentes nos dois conjuntos manteve-se praticamente idêntica, não havendo uma grande distinção entre o tipo de rega.

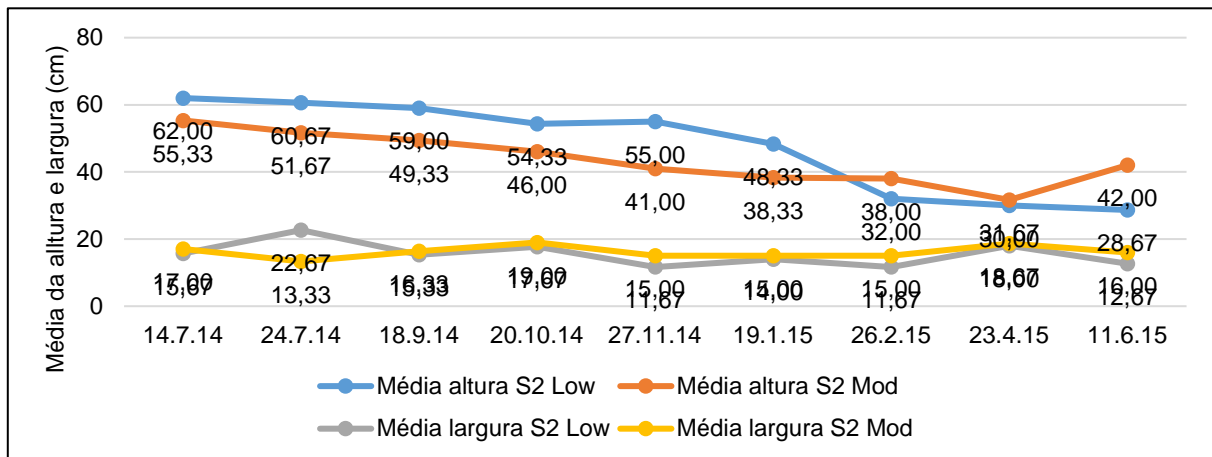


Figura 55 - Comparação da altura e largura no braquipódio S2

Com a figura 56 percebemos que a área verde do conjunto com rega Mod, apesar de ser sempre superior ao da rega Low, apresenta praticamente o mesmo trajeto, o que mostra que a sua evolução foi praticamente igual.

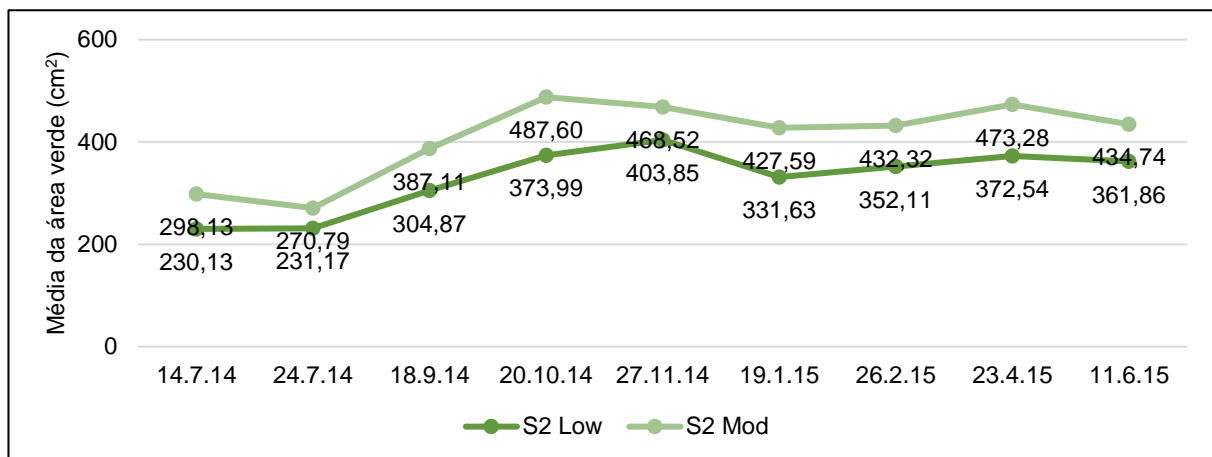


Figura 56 - Comparação da área verde no braquipódio S2

Através da figura 57 podemos observar que, no alecrim, a rega não influenciou o desenvolvimento destes dois conjuntos de plantas, dado que, tanto a altura como a largura, não apresentaram diferenças significativas.

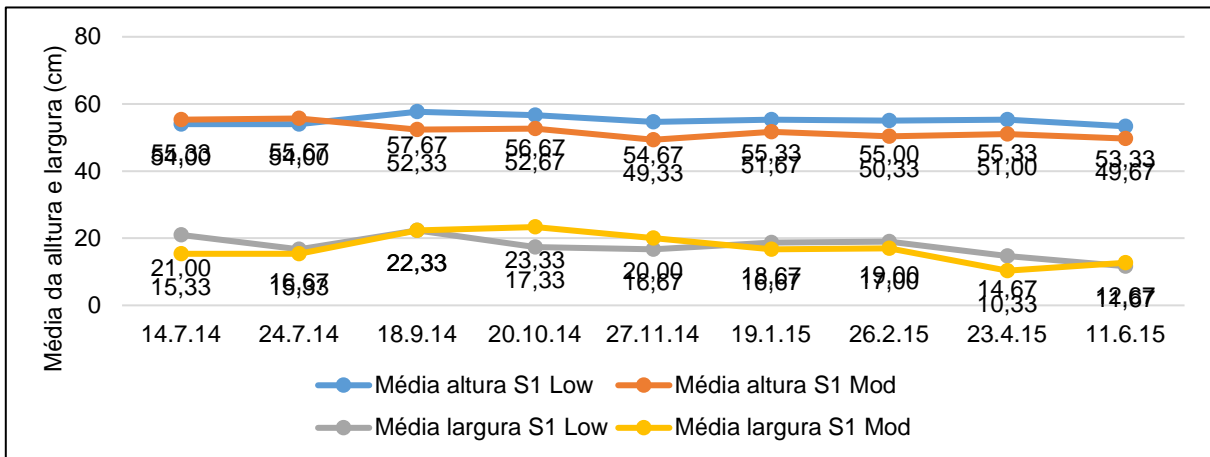


Figura 57 - Comparação da altura e largura no alecrim S1

A área verde apresenta algumas diferenças (fig. 58), sendo que, em geral, o conjunto de plantas com a rega Low apresenta os melhores resultados.

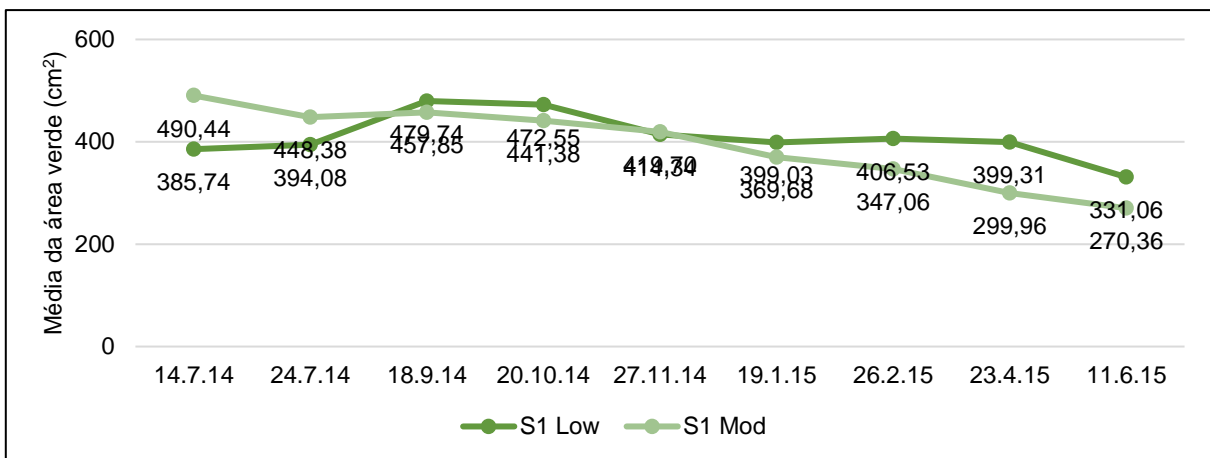


Figura 58 - Comparação da área verde no alecrim S1

O alecrim, com o tipo de solo S2, mostra que a altura destas plantas não sofreu grandes influências com a rega (fig. 59), ambos os conjuntos apresentam uma altura constante ao longo do tempo. A largura apresenta umas ligeiras alterações, sendo que o conjunto de plantas com rega Low tem melhores resultados, contudo muito próximos do conjunto com rega Mod.

Através da figura 60 podemos observar que a área verde de ambos os conjuntos diminui ao longo do tempo, contudo permaneceu sempre superior no conjunto de plantas com rega Low.

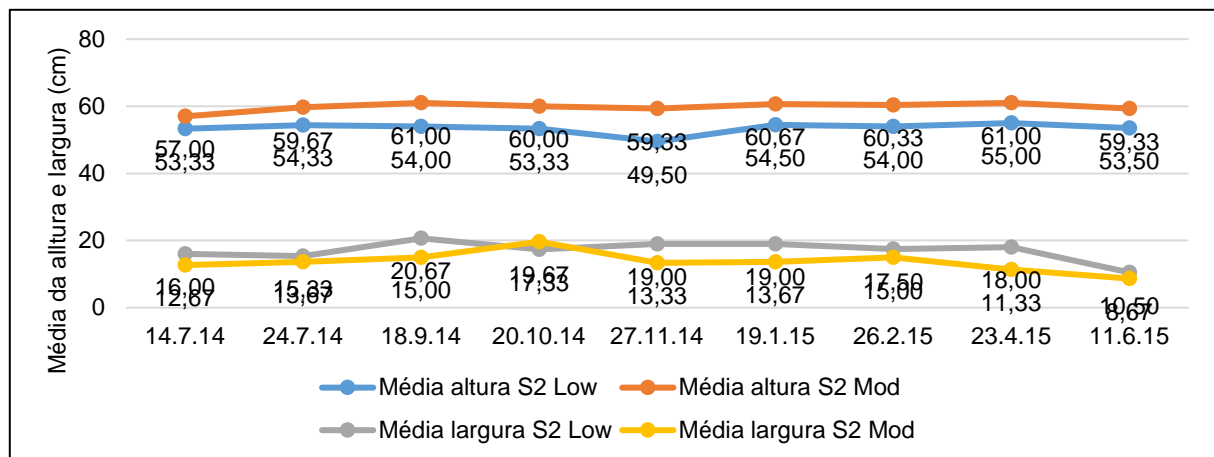


Figura 59 - Comparação da altura e largura no alecrim S2

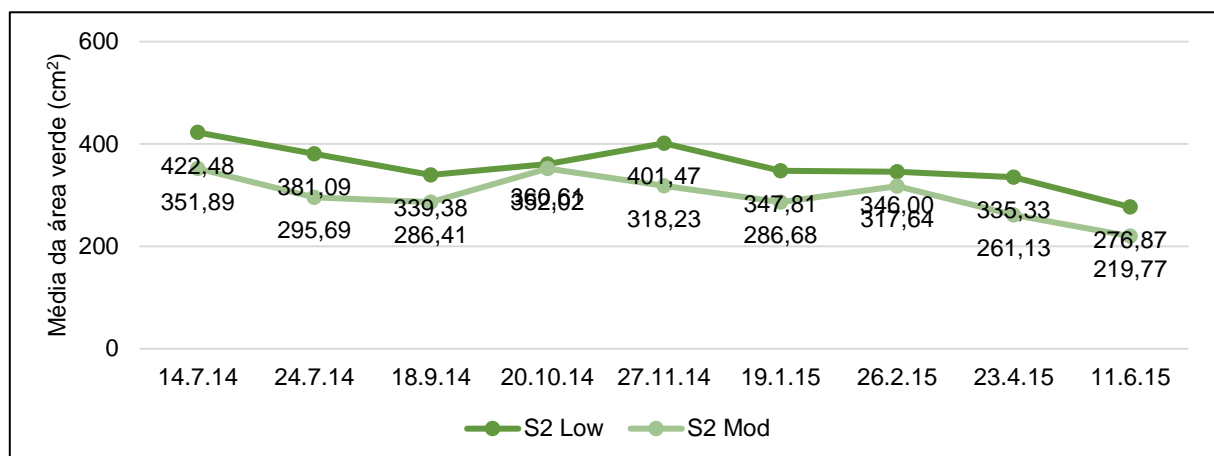


Figura 60 - Comparação da área verde no alecrim S2

No rosmaninho com o tipo de solo S1, podemos verificar, através da figura 61, que a altura das plantas aumenta nos dois conjuntos, praticamente da mesma maneira, não existindo grandes diferenças. A largura das plantas, apesar de se mostrar sempre superior no conjunto com a rega Mod, evoluiu nos dois conjuntos de forma igual, sendo que aqui também não há grandes diferenças a registar.

Através da figura 62 podemos observar que a área verde de ambos os conjuntos aumenta ao longo do tempo, praticamente de forma igual, contudo permaneceu sempre superior no conjunto de plantas com rega Mod.

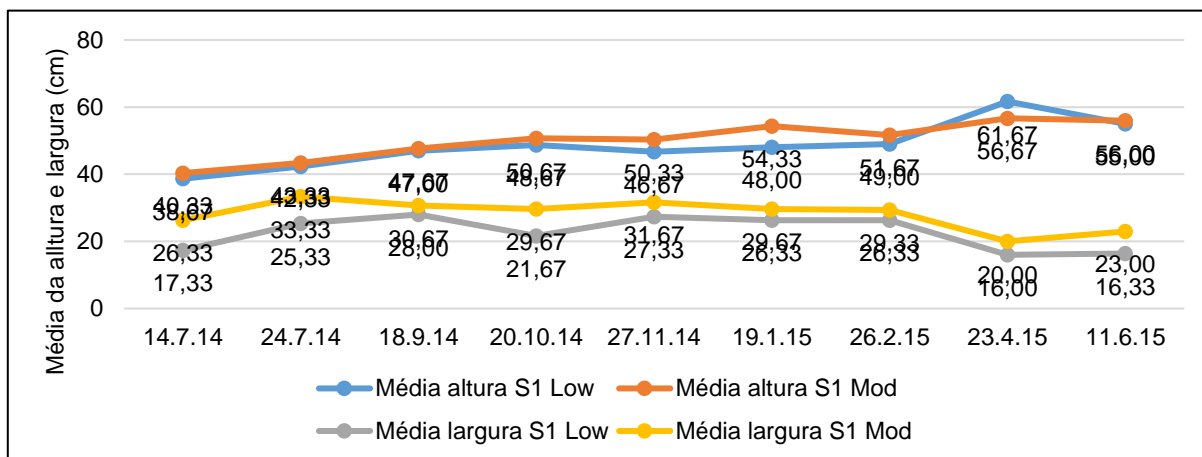


Figura 61 - Comparação da altura e largura no rosmaninho S1

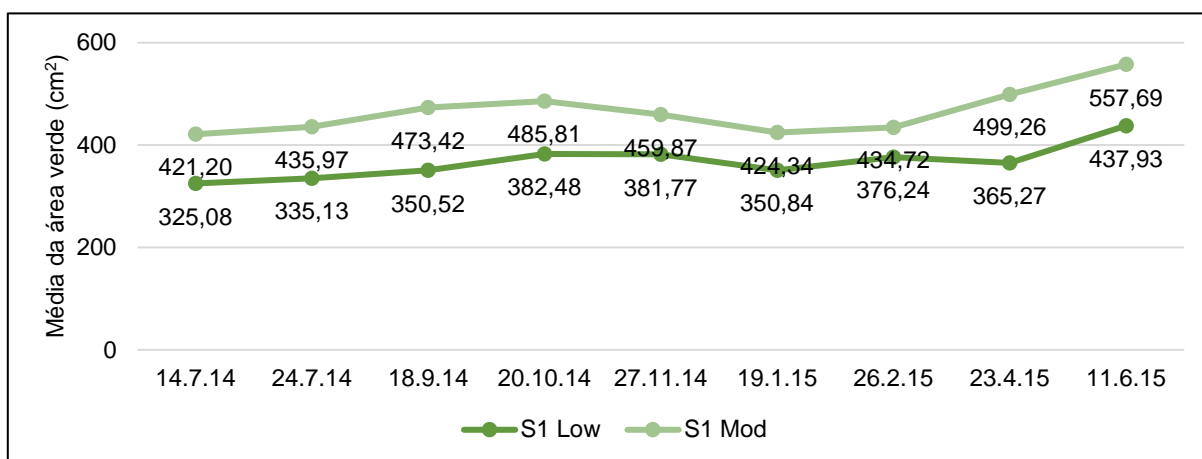


Figura 62 - Comparação da área verde no rosmaninho S1

No rosmaninho com o tipo de solo S2, podemos verificar que o conjunto de plantas com a rega Mod apresenta um maior crescimento vertical que o conjunto com a rega Low (fig. 63), já a largura mantém-se constante em ambos os conjuntos, com algumas subidas e descidas, contudo sem apresentar diferenças relevantes.

Quanto à área verde (fig. 64) podemos observar que o conjunto com rega Low apresenta um crescimento constante ao longo do tempo, contudo, o conjunto com rega Mod, apesar de sofrer algumas variações, apresenta em geral resultados mais favoráveis.

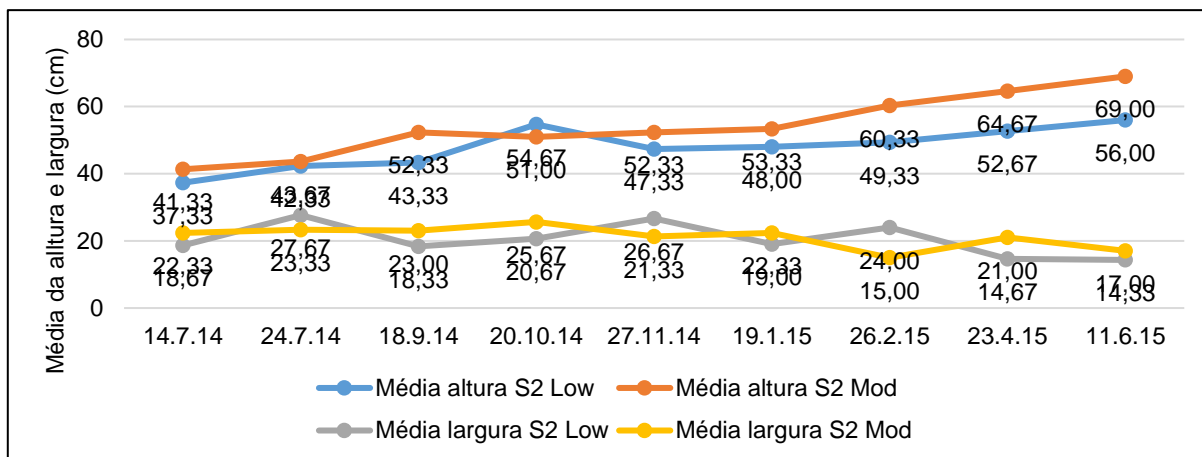


Figura 63 - Comparação da altura e largura no rosmaninho S2

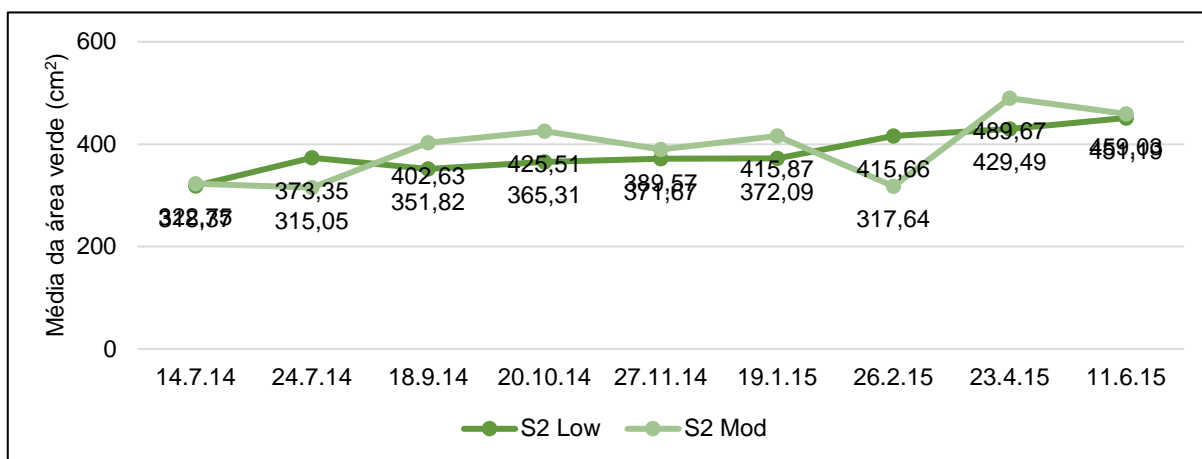


Figura 64 - Comparação da área verde no rosmaninho S2

6.1.2.2- Influência do substrato no desenvolvimento das plantas

Através da figura 65 podemos constatar que, em altura, o substrato 2 teve um melhor desempenho que o substrato 1, contudo o contrário acontece com a largura da planta, onde é o substrato 1 que possui melhores resultados.

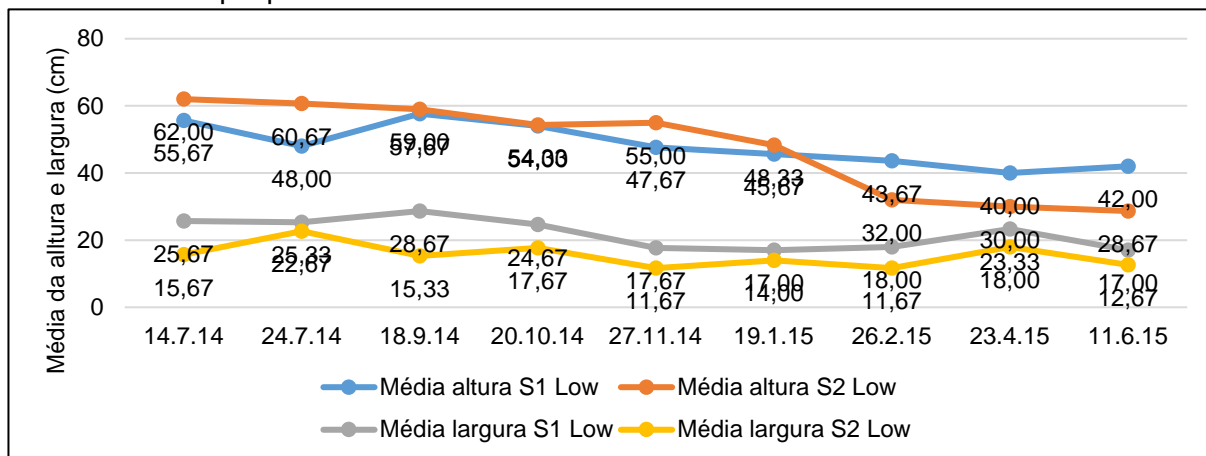


Figura 65 - Comparação da altura e largura no braquipódio Low

Observando a figura 66 podemos ver que apesar da área verde ter evoluído da mesma forma nos dois conjuntos de plantas, o tipo de substrato 1 obtém resultados visivelmente

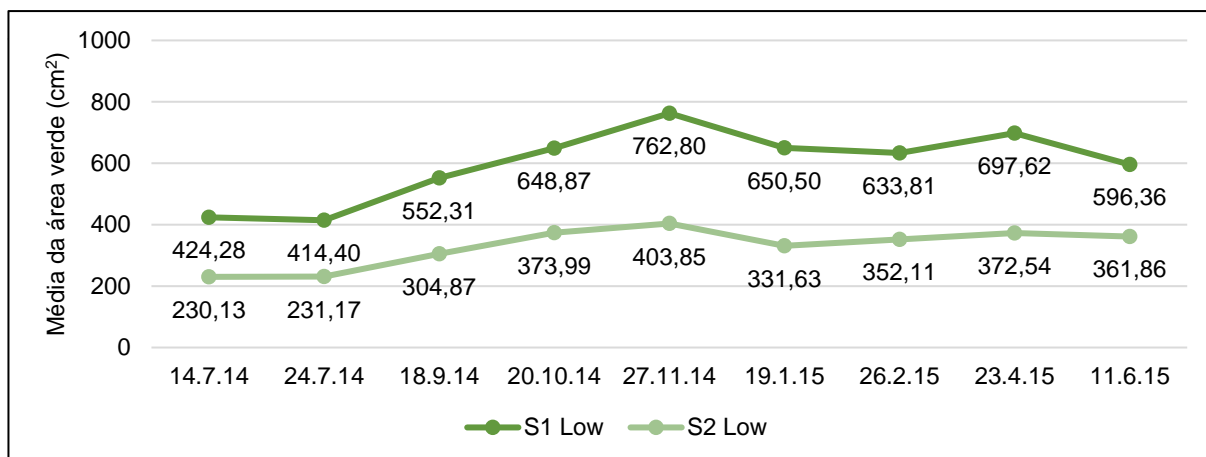


Figura 66 - Comparação da área verde no braquipódio Low

Com a figura 67 podemos observar que em altura, o substrato 1 teve um melhor desempenho que o substrato 2 ao longo de toda a experiência, contudo na largura da planta não existem grandes diferenças entre os substratos, sendo que o substrato 1 apresenta resultados melhores entre abril e junho.

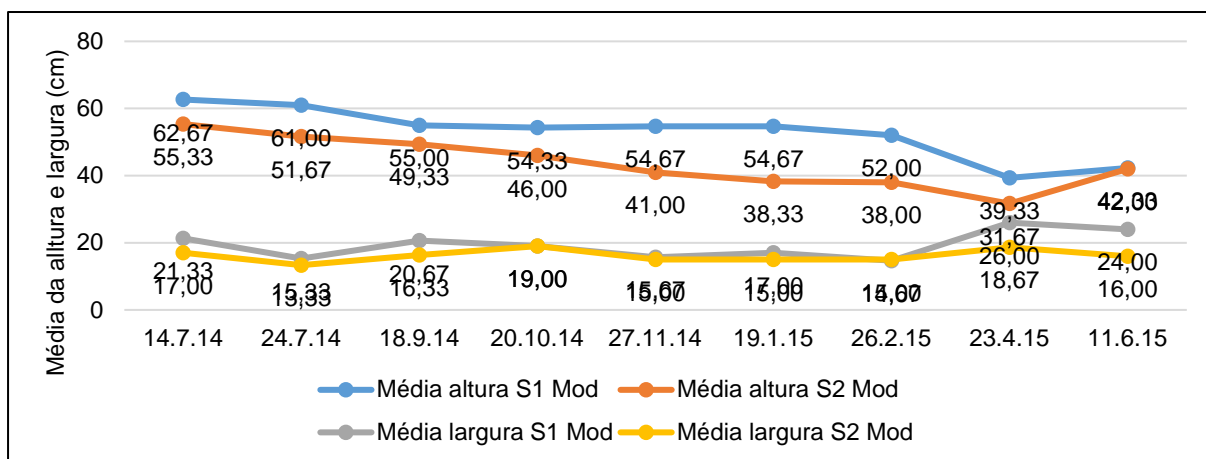


Figura 67 - Comparação da altura e largura no braquipódio Mod

Através da figura 68 podemos observar que a área verde de ambos os conjuntos aumenta ao longo do tempo praticamente de forma igual, contudo permaneceu sempre superior no conjunto de plantas com o substrato 1.

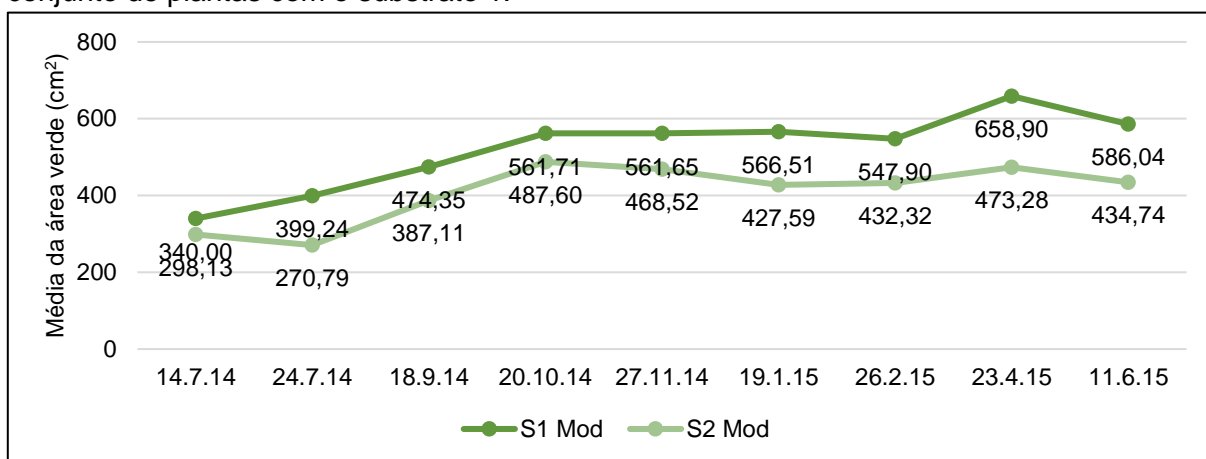


Figura 68 - Comparação da área verde no braquipódio Mod

No caso do alecrim com rega Low, podemos constatar que o substrato não teve qualquer efeito no crescimento vertical e na largura dos dois conjuntos de plantas dado que os valores são semelhantes, desde o primeiro ao último registo fotográfico (fig. 69).

Através da figura 70 constatamos que a área verde do conjunto de plantas com o substrato 2 apresenta melhores resultados iniciais, contudo a partir do final de julho e até ao final da experiência, passa a ser o substrato 1 a ter melhores resultados.

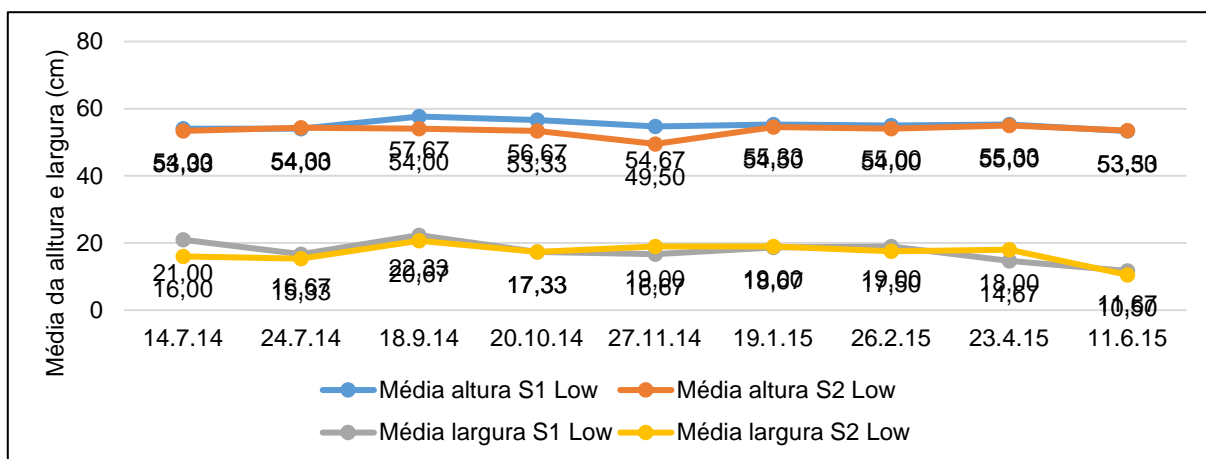


Figura 69 – Comparação da altura e largura no alecrim Low

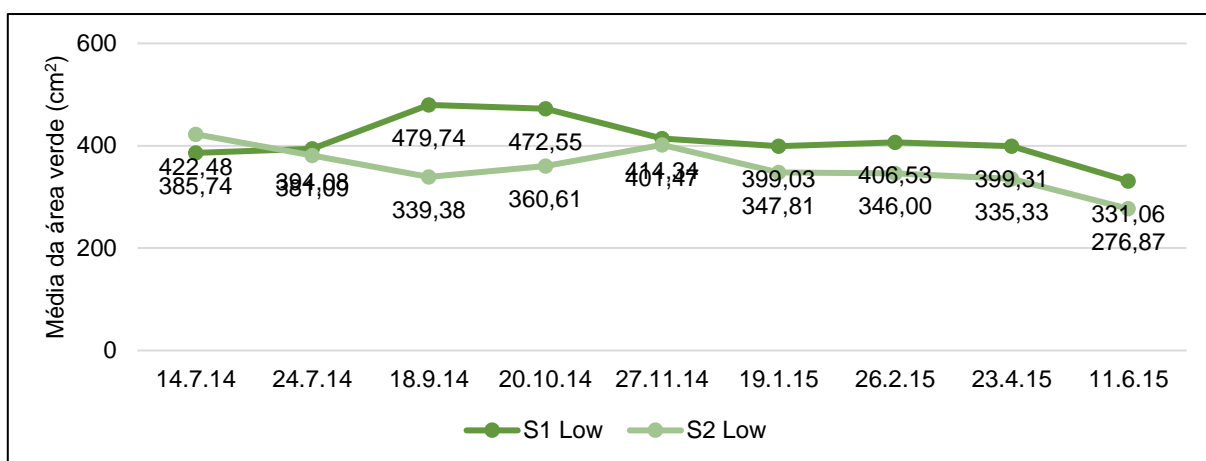


Figura 70 - Comparação da área verde no alecrim Low

Através da figura 71 podemos observar que o substrato influenciou o crescimento em altura dos dois conjuntos de plantas, ao início a sua altura é semelhante mas depois há um claro aumento no conjunto com o substrato 2, já na largura das plantas os valores são semelhantes em ambos os conjuntos.

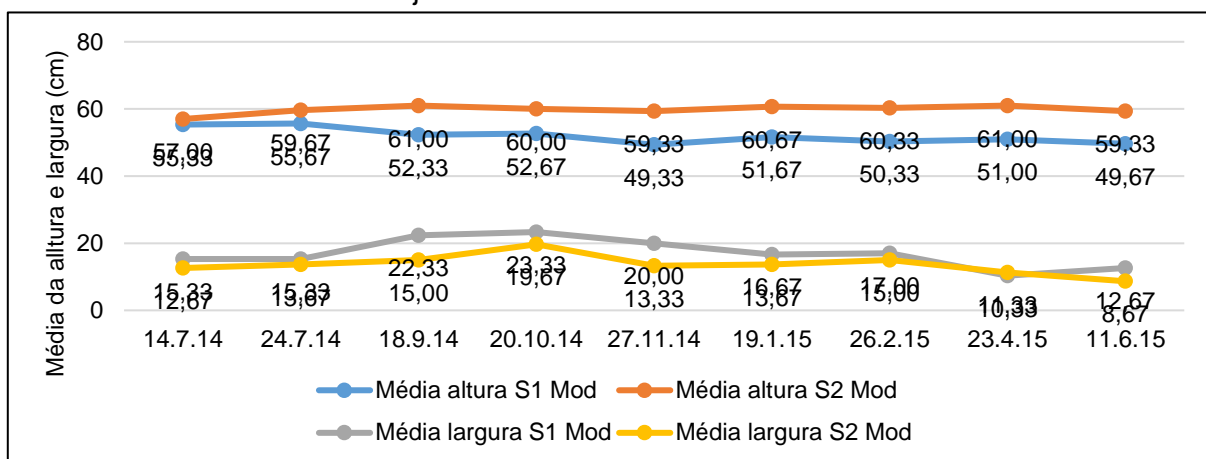


Figura 71 - Comparação da altura e largura no alecrim Mod

Através da figura 72 podemos observar que a área verde de ambos os conjuntos diminui ao longo do tempo, contudo permaneceu sempre superior no conjunto de plantas com o substrato 1.

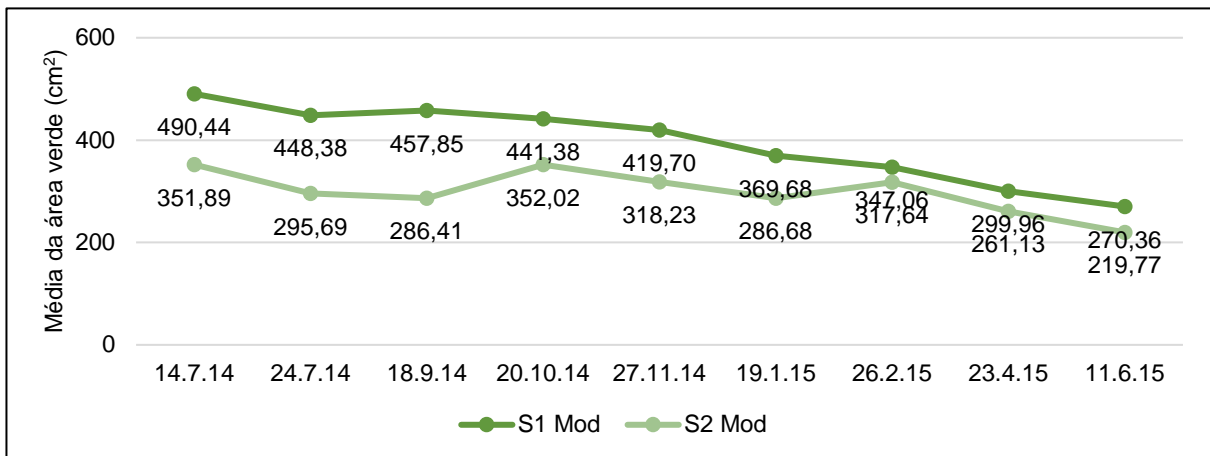


Figura 72 - Comparação da área verde no alecrim Mod

No caso do rosmaninho com rega Low (fig. 73) os resultados para a altura dos dois conjuntos de plantas são semelhantes ao longo do tempo, existindo apenas umas oscilações nos meses de outubro, em que o substrato 2 apresenta melhores resultados, e abril, onde é o substrato 1 com resultados superiores. Em termos de largura da planta esta também evolui de forma mais ou menos constante, mas o substrato 1 apresenta resultados ligeiramente superiores.

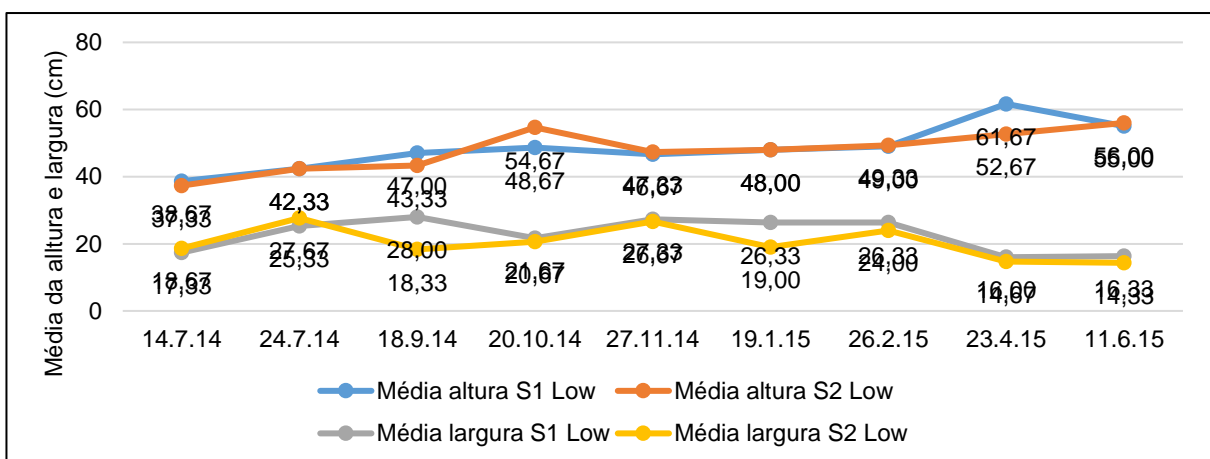


Figura 73 - Comparação da altura e largura no rosmaninho Low

Quanto à área verde (fig. 74) podemos observar que o conjunto de rosmaninho com rega Low apresenta um crescimento constante ao longo do tempo, contudo, o conjunto com o

substrato 2, apesar de sofrer alguns altos e baixos, apresenta na maioria resultados mais favoráveis.

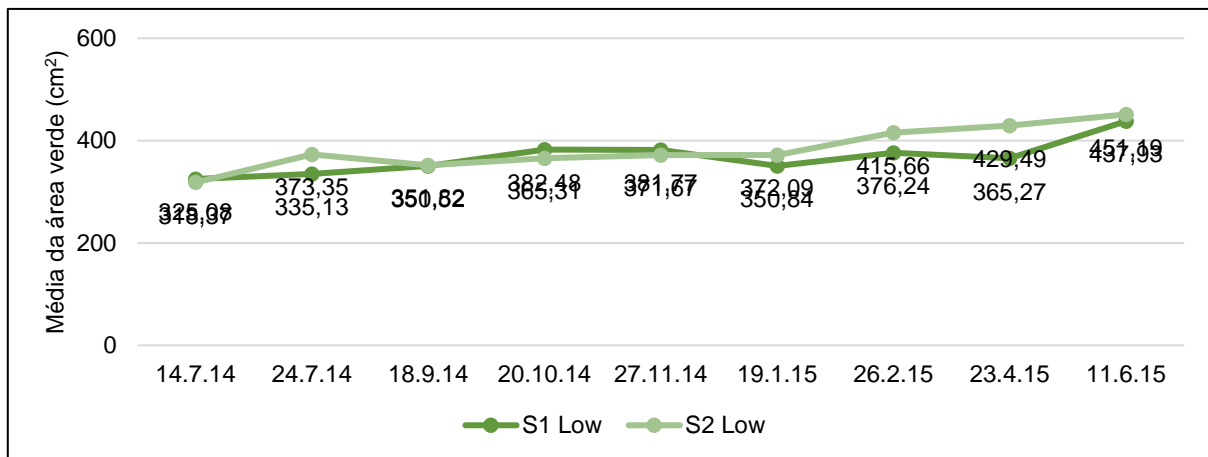


Figura 74 - Comparação da área verde no rosmaninho Low

No caso do rosmaninho com rega Mod, podemos constatar que o substrato 2 apresenta resultados superiores, se bem que quase idênticos aos do substrato 1, desde o primeiro ao último registo fotográfico (fig. 75). A largura das plantas é superior no substrato 1, se bem que em abril de 2015 os dois tipos de substrato apresentam resultados semelhantes.

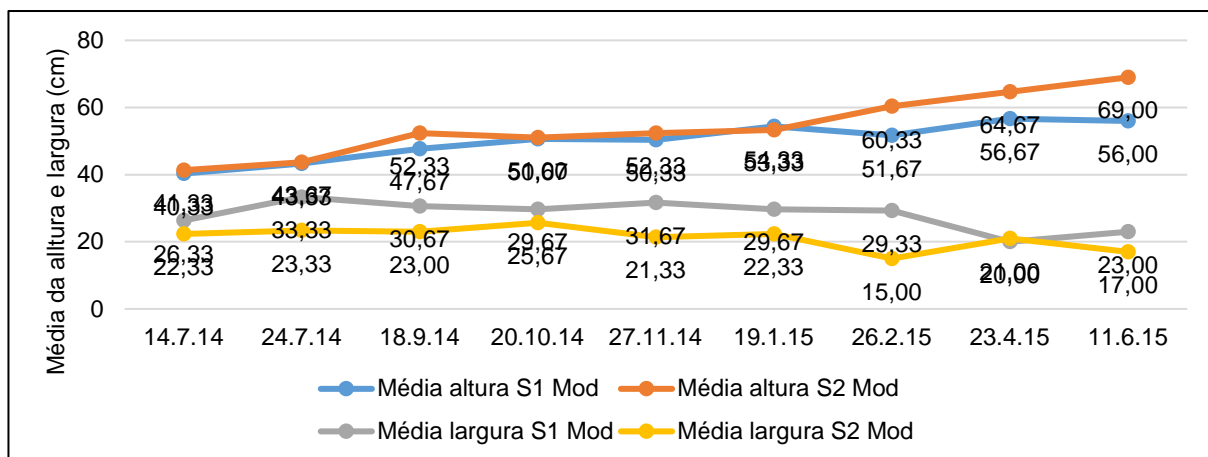


Figura 75 - Comparação da altura e largura no rosmaninho Mod

Através da figura 76 podemos facilmente observar que a área verde dos dois conjuntos de plantas aumenta ao longo do tempo, contudo os resultados com o substrato 1 são superiores, desde o primeiro ao último dia de sessões fotográficas.

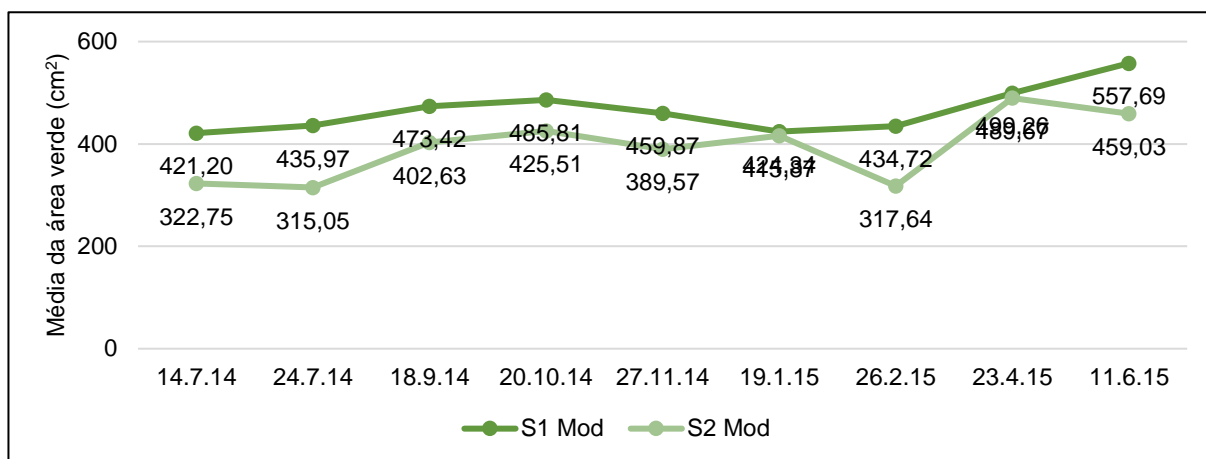


Figura 76 - Comparação da área verde no rosmaninho Mod

Com a análise fotográfica dos vasos podemos concluir que, através dos gráficos, no braquipódio, a nível hídrico, no substrato 1 a rega mod apresentou resultados superiores na altura, e a rega low na largura e área verde. No substrato 2 os resultados são exatamente o inverso do registado com o S1. A nível de variação de substrato o braquipódio com rega low apresenta melhores resultados em altura com o S2, mas com o S1 obtém resultados superiores para a largura e área verde. Com rega mod apresenta melhores resultados morfométricos com o substrato 1.

Através da análise estatística foi possível concluir que, no braquipódio em S1 foi influenciada a área verde nos dois tipos de rega, no braquipódio em S2 com rega Low foi influenciado o crescimento vertical e a área verde e com o tipo de rega Mod apenas foi influenciada a sua altura.

Já no caso do alecrim com o S1, os resultados com a rega Low são superiores. Com o substrato 2 a rega mod é superior na altura mas a rega low apresenta melhores resultados com a largura e área verde das plantas. O alecrim com rega low tem resultados semelhantes, contudo destaca-se o S1 para a área verde. Com rega mod o S2 tem melhores resultados em altura mas o S1 tem resultados superiores para a largura e área verde. No entanto, com a análise estatística concluímos que, no caso do alecrim, não houve qualquer influência dos dois fatores no seu crescimento.

Com o rosmaninho, no substrato 1 é melhor a rega low, no substrato 2 a altura e área verde das plantas reagiram melhor à rega mod. No caso do rosmaninho com rega low, os substratos obtêm resultados semelhantes a todos os níveis, com rega mod o S2 é melhor ao nível da altura das plantas mas pior ao nível de largura e área verde. Com a análise

estatística pudemos verificar que no caso do rosmaninho S1 com rega Low foi influenciada a altura, no entanto com a rega Mod não houve qualquer influência. Já com o substrato 2 e rega Low, a altura e área verde são influenciadas, já com a rega Mod mostra-nos que todos os fatores morfométricos foram influenciados pelo tratamento utilizado.

6.1.3 – Avaliação estética

6.1.3.1- Influência da rega no desenvolvimento estético das plantas

Através da figura 77 podemos constatar que o valor estético do braquipódio de ambos os conjuntos decresceu ao longo do tempo, apesar de no início a rega Mod apresentar melhores resultados, a partir do mês de novembro de 2014 os dois conjuntos começaram a apresentar resultados muito semelhantes.

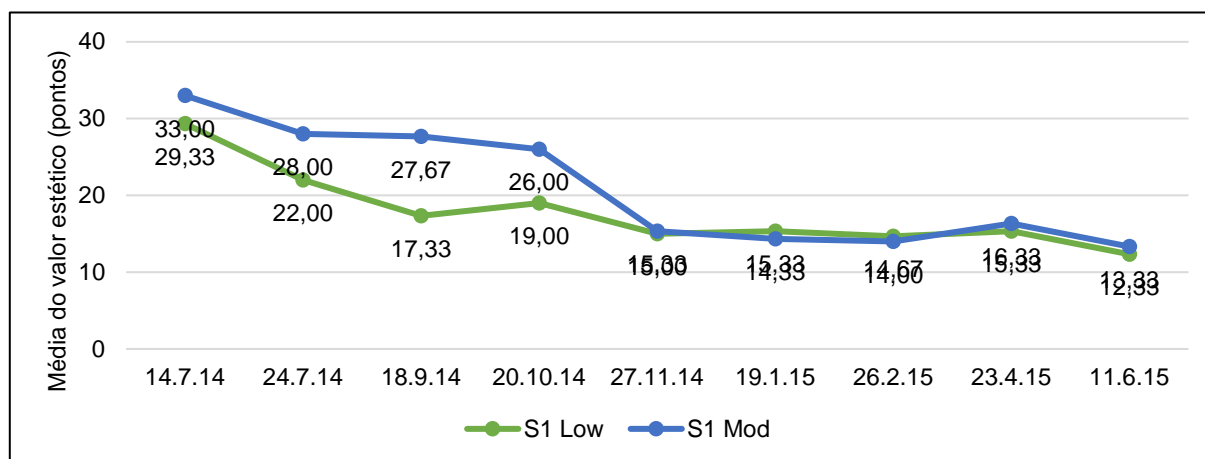


Figura 77 - Comparação do valor estético no braquipódio S1

No braquipódio com o tipo de Substrato 2 (fig. 78) temos resultados idênticos ao caso anterior, só que neste solo a rega com melhores resultados iniciais é a rega Low.

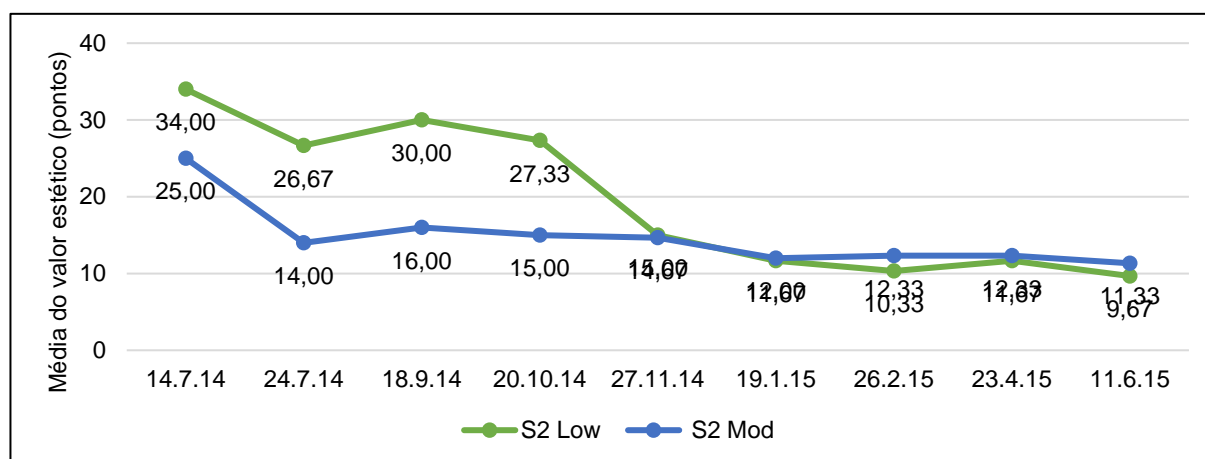


Figura 78 - Comparação do valor estético no braquipódio S2

Quanto ao alecrim S1, através da figura 79 podemos observar que o valor estético de ambos os conjuntos de plantas aumenta bastante até aos meses de janeiro e fevereiro de

2015, contudo, depois destes meses há um grande decréscimo de valor estético. Neste tipo de substrato, as plantas com a rega Mod são as que apresentam melhores resultados.

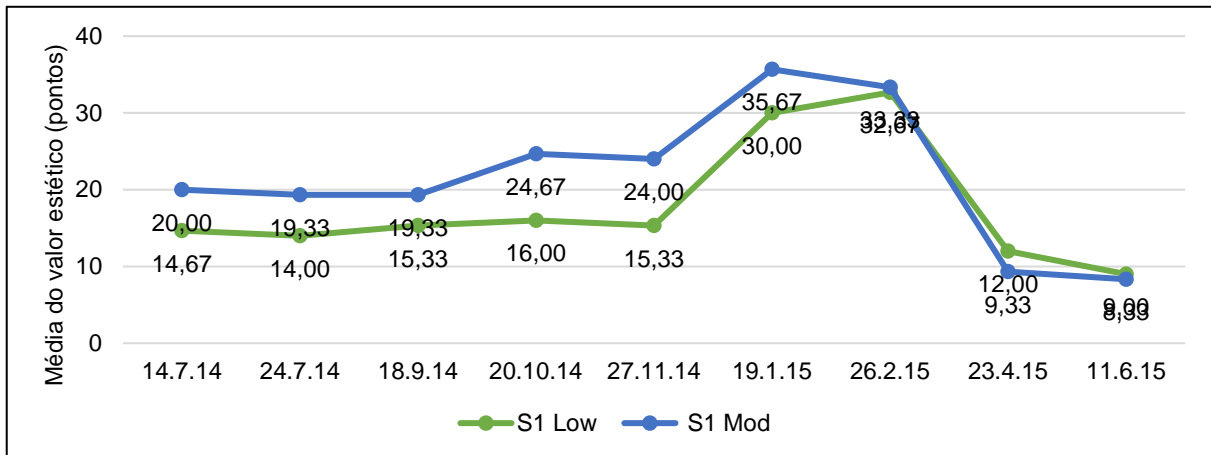


Figura 79 - Comparação do valor estético no alecrim S1

No alecrim S2 (fig. 80) temos resultados muito semelhantes aos do alecrim S1 mas aqui são visíveis ligeiras oscilações. No início registaram-se valores semelhantes mas a partir do mês de setembro a rega com melhores resultados é a Mod, no final dos registos a rega Low é

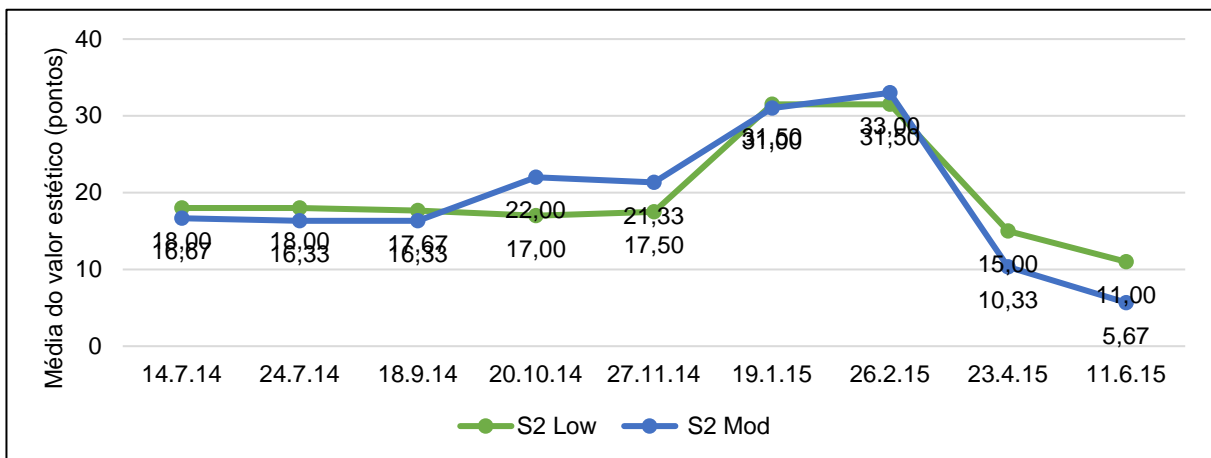


Figura 80 - Comparação do valor estético no alecrim S2

Através da figura 81 observamos que o rosmaninho S1 com rega Low apresenta melhores resultados iniciais mas que no mês de setembro os dois tipos de rega já apresentam resultados idênticos, valores que se mantiveram semelhantes entre si até ao final da experiência, sendo que há um decréscimo acentuado do valor estético nos dois conjuntos de plantas após o mês de abril.

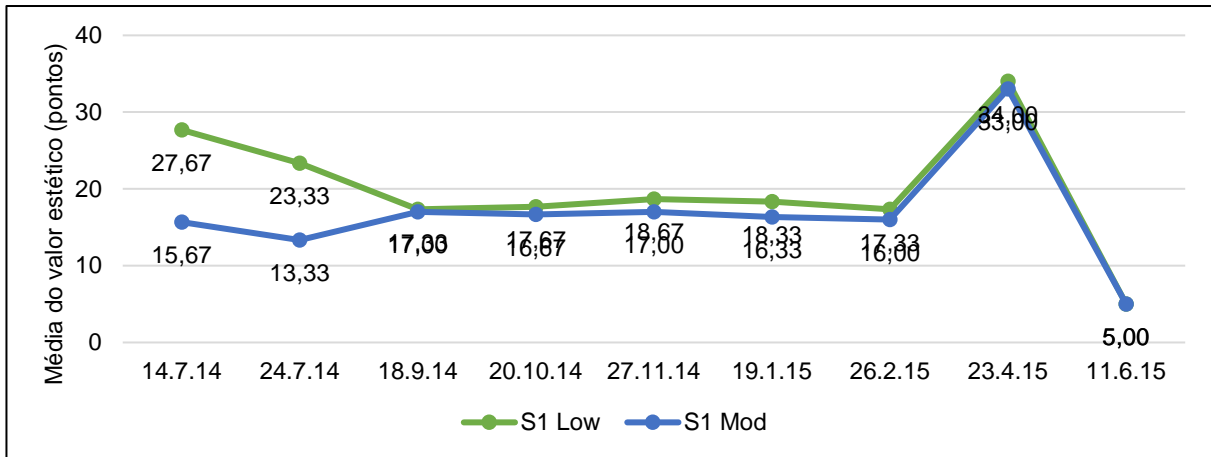


Figura 81 - Comparação do valor estético no rosmaninho S1

No rosmaninho S2 (fig. 82) temos resultados semelhantes ao caso anterior, ambos os tipos de rega apresentam valores semelhantes a partir do mês de setembro, contudo a rega Low apresenta resultados ligeiramente melhores entre esse mês e fevereiro.

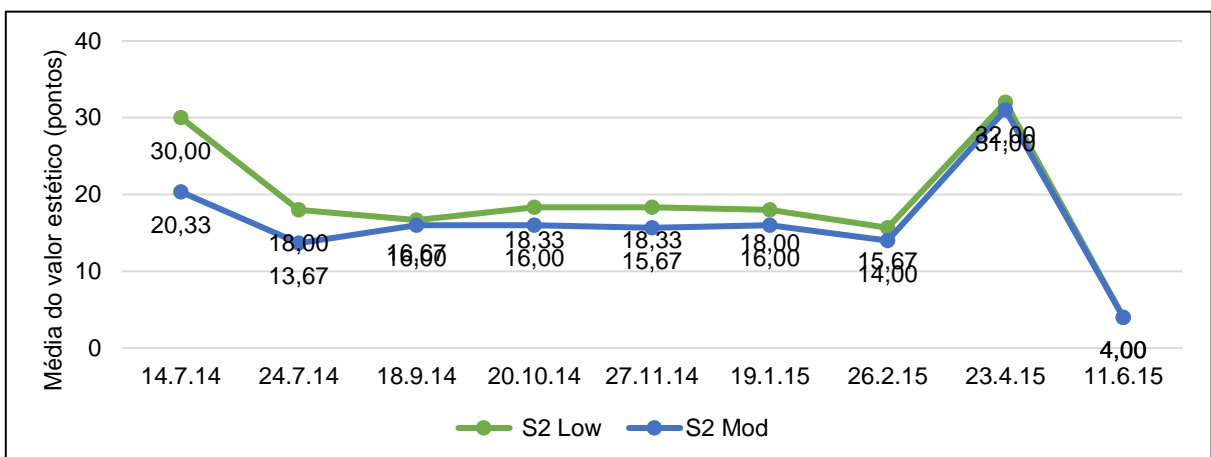


Figura 82 - Comparação do valor estético no rosmaninho S2

6.1.3.2- Influência do tipo de substrato no desenvolvimento estético das plantas

Através da figura 83 podemos constatar que o valor estético de ambos os conjuntos de braquipódio com rega Low decresceu ao longo do tempo, apesar de no início o substrato S2 apresentar melhores resultados, a partir do mês de novembro de 2014 é o substrato S1 que apresenta um maior valor estético.

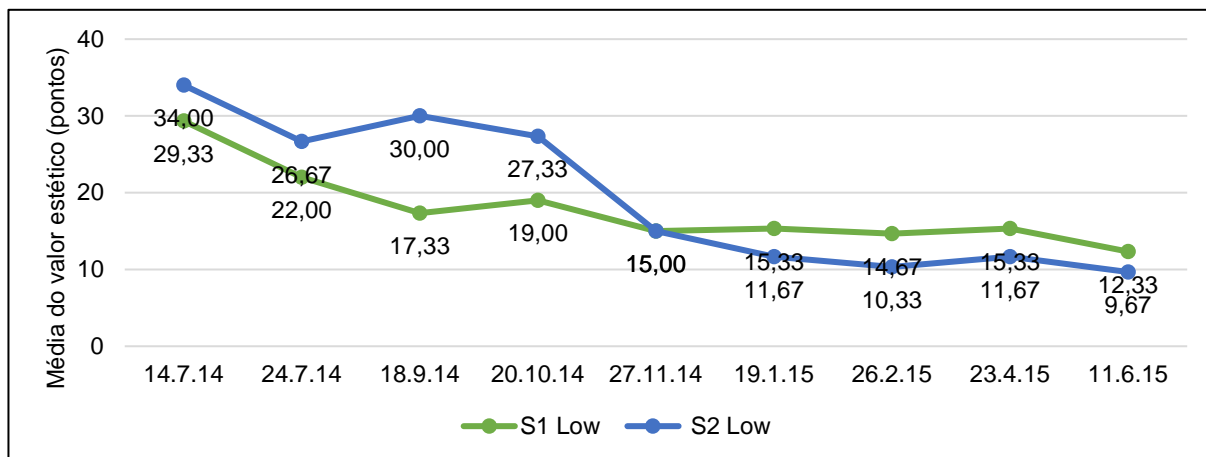


Figura 83 - Comparação do valor estético no braquipódio Low

No caso do braquipódio Mod (fig. 84) podemos observar que é o substrato 1 que apresenta sempre os melhores resultados ao longo do tempo, apesar de em ambos os casos o valor estético ter diminuído.

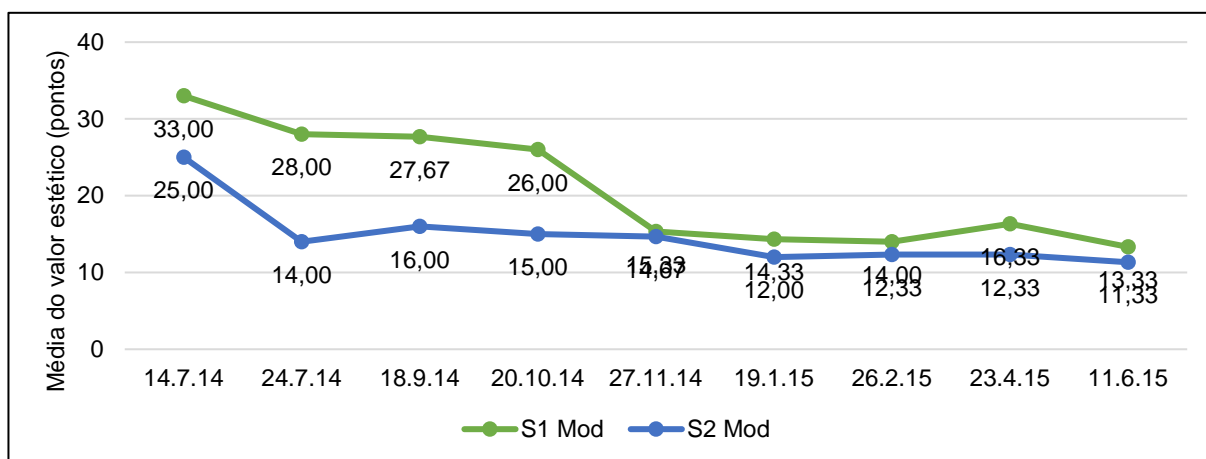


Figura 84 - Comparação do valor estético no braquipódio Mod

Quanto ao alecrim Low, através da figura 85 podemos observar que o valor estético de ambos os conjuntos de plantas aumenta bastante entre os meses de janeiro e fevereiro de

2015, contudo, após estes meses há um grande decréscimo de valor estético. Com este tipo de rega, as plantas com o substrato 2 apresentam, no geral, melhores resultados.

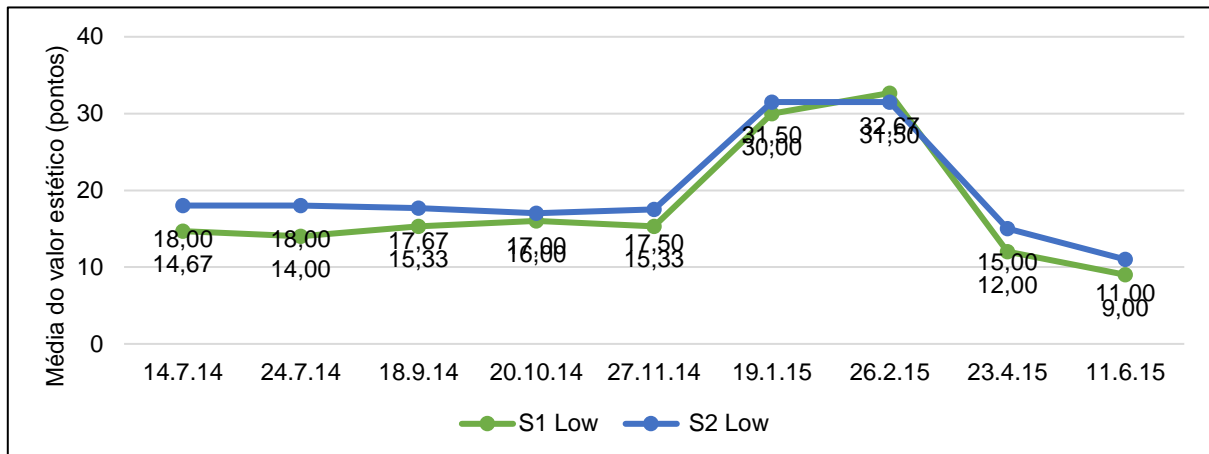


Figura 85 - Comparação do valor estético no alecrim Low

Através dos dados apresentados na figura 86 podemos concluir que os melhores resultados se obtêm com o substrato 1 no caso do Alecrim com rega Mod, contudo a partir do mês de Fevereiro de 2015 há um grande decréscimo de valor estético em ambos os conjuntos.

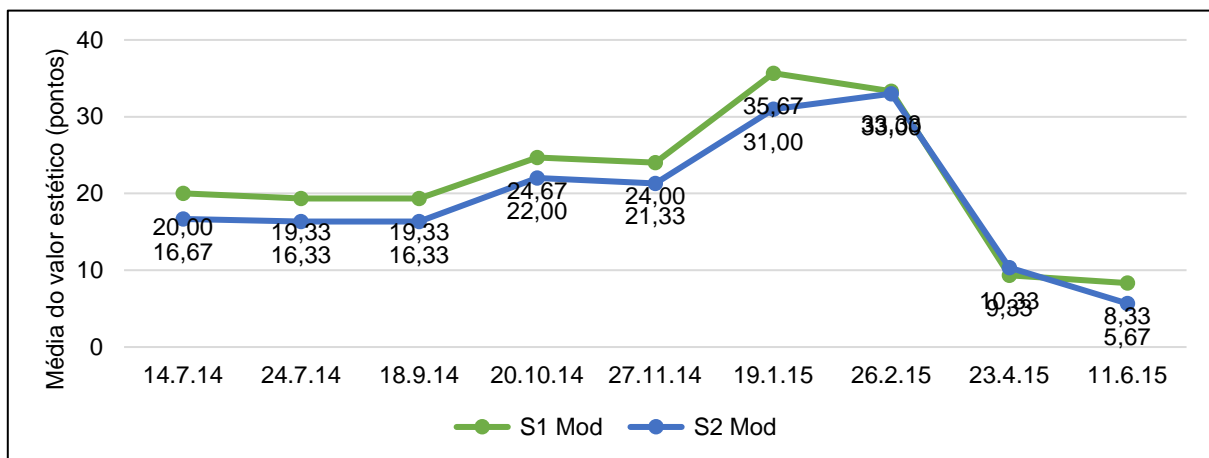


Figura 86 - Comparação do valor estético no alecrim Mod

No rosmaninho Low (fig. 87) o substrato 2 apresenta resultados ligeiramente melhores nos primeiros meses, contudo a partir de setembro ambos os tipos de substrato apresentam valores semelhantes.

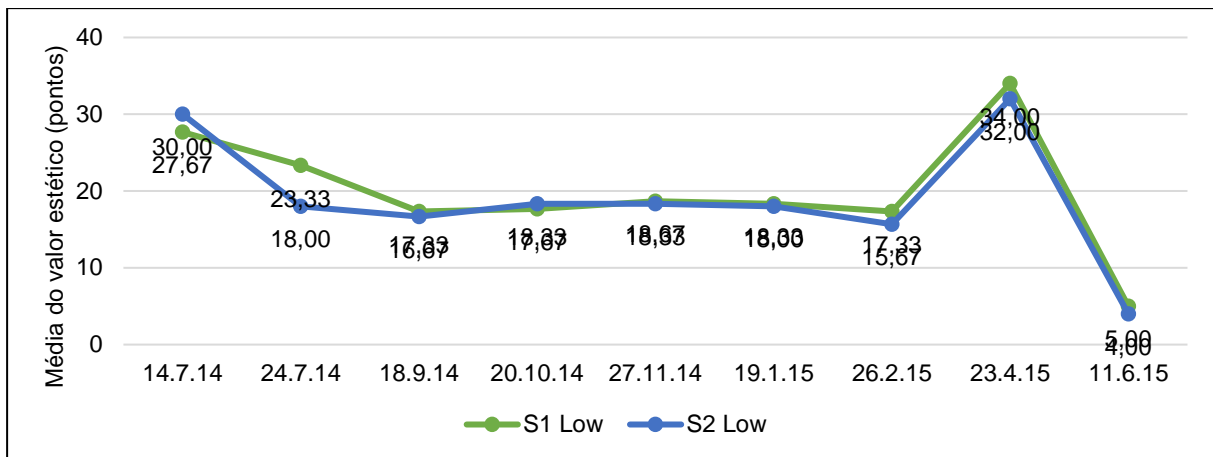


Figura 87 - Comparação do valor estético no rosmaninho Low

Através da figura 88 observamos que o rosmaninho Mod com substrato 2 apresenta melhores resultados iniciais contudo a partir do mês de julho os dois tipos de rega já apresentam resultados idênticos, valores que se mantiveram semelhantes entre si até ao final da experiência, havendo um decréscimo acentuado do valor estético nos dois conjuntos de plantas após o mês de abril.

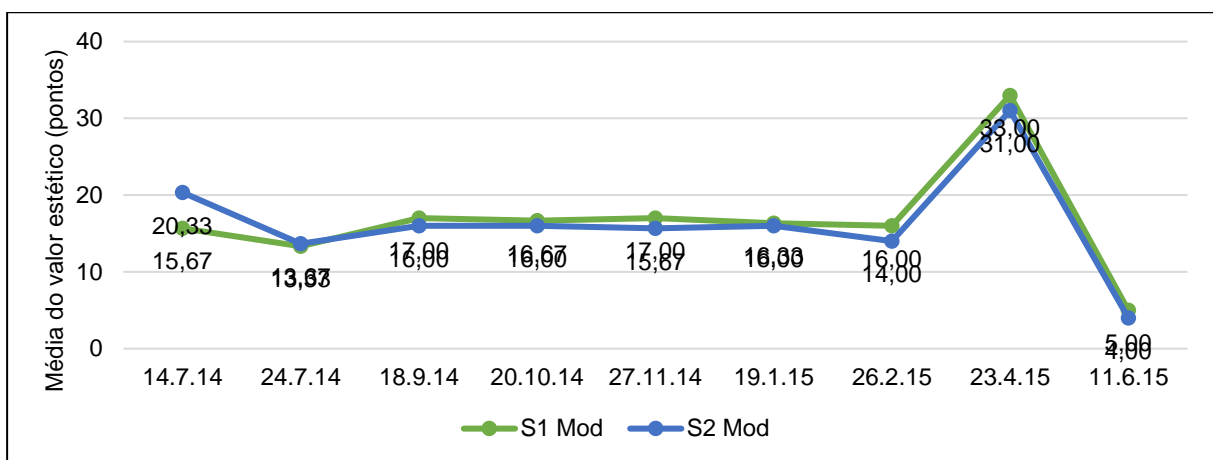


Figura 88 - Comparação do valor estético no rosmaninho Mod

Já com a análise estatística efetuada aos dados do Valor Estético podemos ver que, no caso do braquipódio, estes resultados foram influenciados pelo tipo de rega e substrato, com exceção do caso com rega moderada e substrato 2, em que não houve qualquer efeito da experiência. No caso do alecrim, rega Low e substrato 2, os fatores da experiência não tiveram efeito no crescimento da planta, contudo nos outros três conjuntos, os resultados foram influenciados. No caso do rosmaninho, todos os conjuntos de plantas foram influenciados pelo tipo de rega e substrato utilizado.

6.2- Dispositivo experimental 2 – cobertura verde

6.2.1- Análise de imagem digital

Aqui foram analisados os dados da altura, largura e área verde das plantas e estes depois foram comparados entre si, sempre que um único fator de variação podia ser identificado.

As comparações apresentadas são entre:

- Os tabuleiros 1 e 5, compostos por plantas e musgo, rega Low e substratos diferentes (S2 e S1);
- Tabuleiros 6 e 8, compostos por alecrim com substrato 1 e rega diferenciada;
- Tabuleiros 3 e 7, com braquipódio, rega Low e substrato diferente (S1 e S2);
- Tabuleiros 7 e 9, compostos por braquipódio, substrato igual (S1) e rega diferenciada.

Os Tabuleiros 4 e 10 (rosmaninho) não permitiram este tipo de comparações e portanto não foram incluídos nesta análise comparativa, apresentando-se os resultados absolutos respetivos no final desta secção.

Através da figura 89 podemos verificar que o tabuleiro 5 (S1), em termos de altura das plantas, apresenta sempre resultados superiores ao longo do tempo, mas em relação à largura das mesmas, tirando os dois primeiros meses, os resultados são praticamente idênticos.

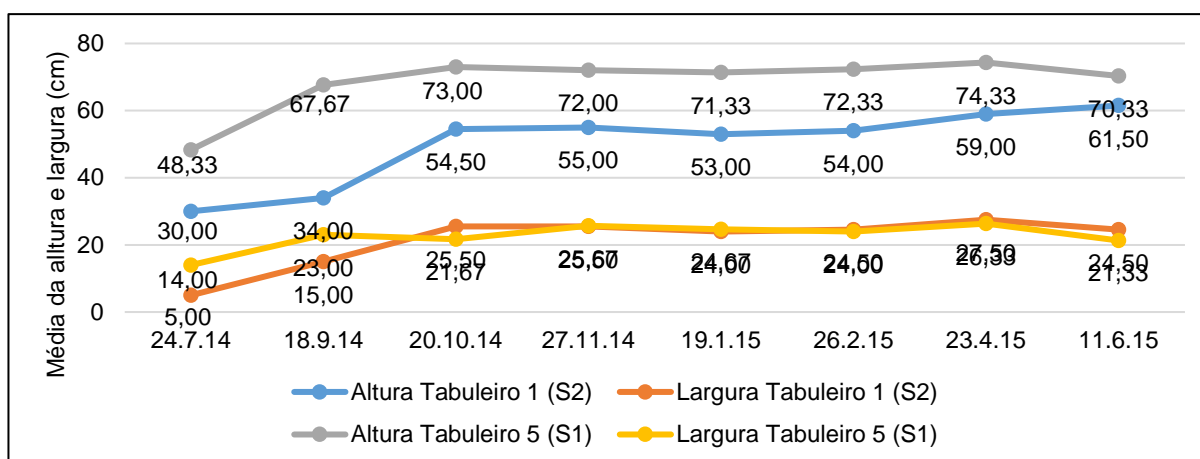


Figura 89 - Comparação da altura vs. largura entre os tabuleiros 1 e 5, plantas e musgo

Através da figura 90 observamos que em termos de área verde o substrato 1, presente no tabuleiro 5, apresentou resultados muito superiores ao do substrato 2 ao longo de todo o tempo da experiência neste dispositivo experimental.

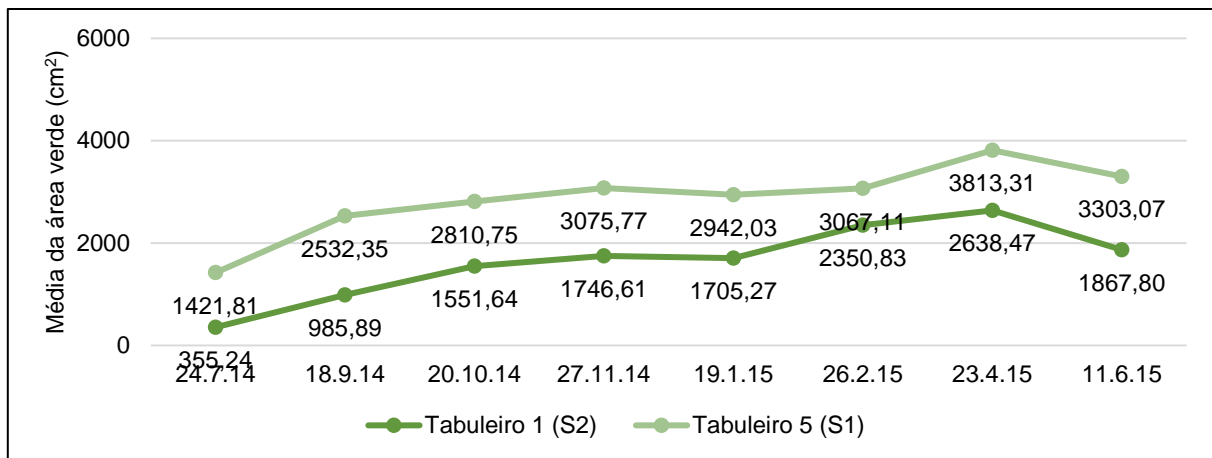


Figura 90 - Comparação da área verde total entre os tabuleiros 1 e 5, plantas e musgo

No caso do alecrim (fig. 91) observamos que, tanto em termos de altura como de largura, os resultados do tabuleiro 6, com rega Low, são superiores aos com rega Mod do tabuleiro 8, contudo a partir do mês de abril, no caso da altura, e do mês de novembro, para o caso da largura, os resultados passam a ser praticamente semelhantes.

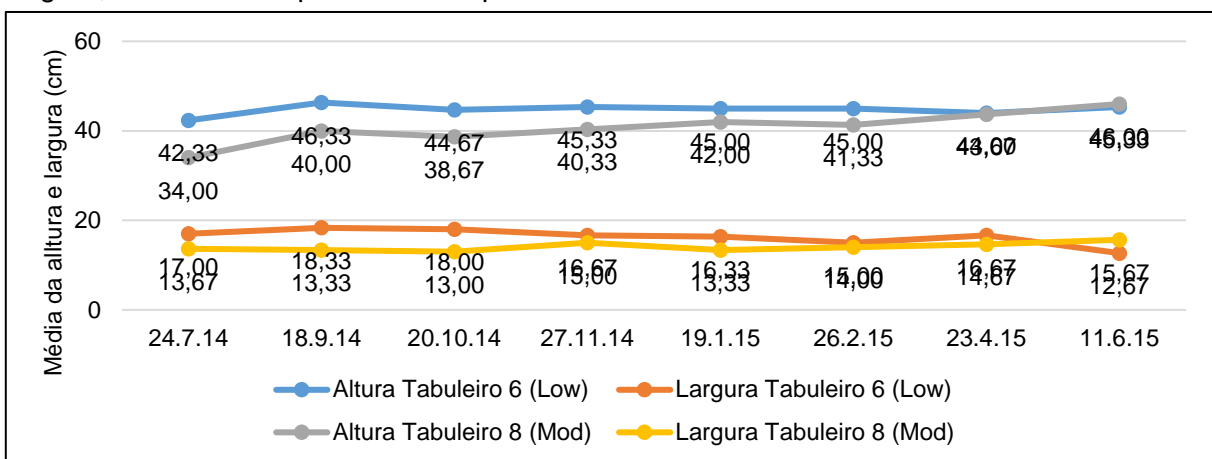


Figura 91 - Comparação da altura vs. largura entre os tabuleiros 6 e 8, alecrim

No caso da área verde, é também o tabuleiro 6, rega Low, a obter os melhores resultados, se bem que aqui existem claras diferenças entre os dois tipos de rega (fig. 92).

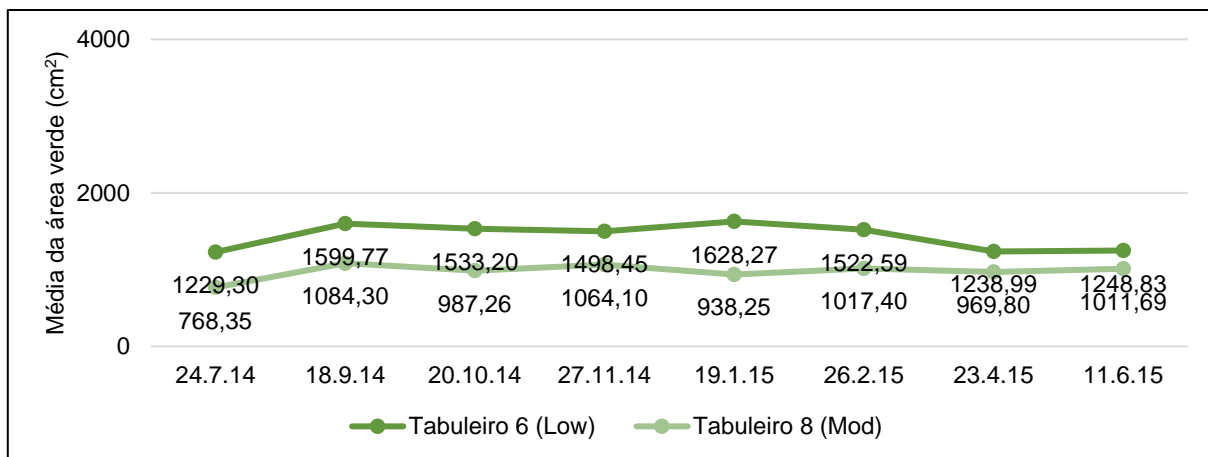


Figura 92 - Comparação da área verde total entre os tabuleiros 6 e 8, alecrim

Já no braquipódio com rega Low podemos observar (fig. 93) que, ao longo do tempo, é o tabuleiro 7 (S1) que obtém melhores resultados, tendo resultados sempre muito superiores aos do tabuleiro 3 (S2). Quanto à largura das plantas, o substrato 1 apresenta melhores resultados iniciais, contudo este acabam por igualar os do substrato 2 e a partir de janeiro já se nota que este último substrato passa a apresentar os melhores resultados.

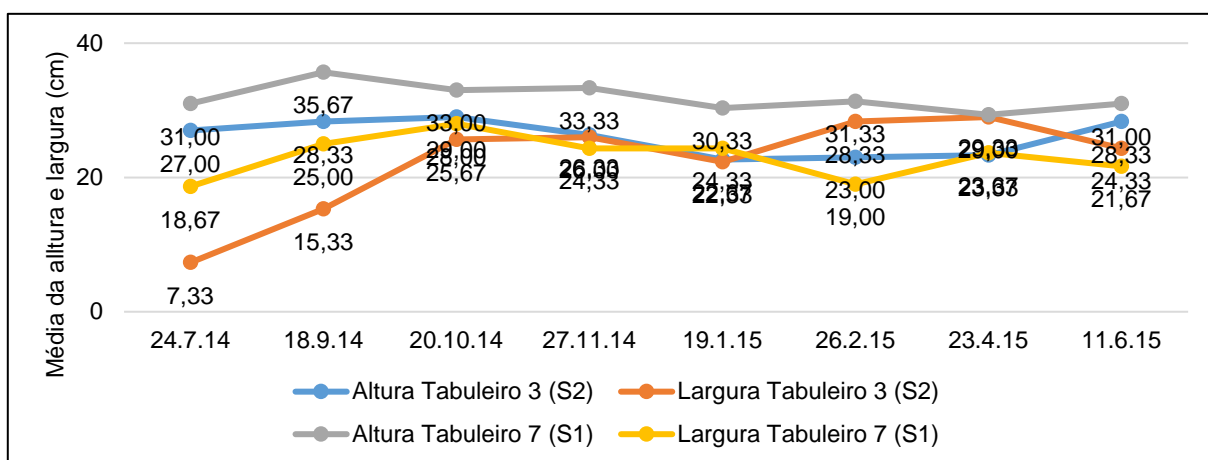


Figura 93 - Comparação da altura vs. largura entre os tabuleiros 3 e 7, braquipódio

Em termos de área verde (fig. 94), até ao mês de Janeiro é o tabuleiro 7, com substrato 1, a obter resultados superiores, após este mês é o substrato 1 que obtém os melhores valores, situação que se volta a inverter perto do final da experiência.

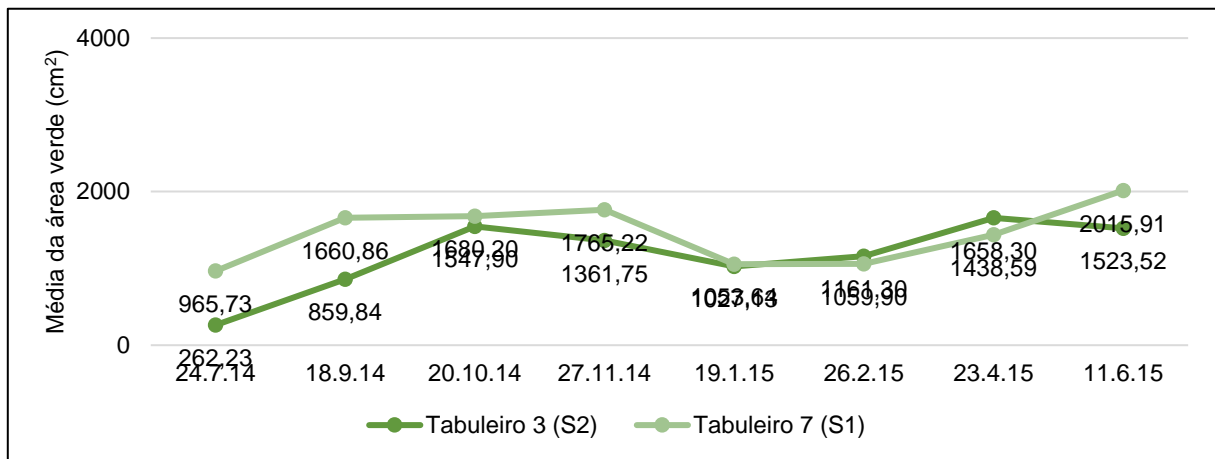


Figura 94 - Comparação da área verde total entre os tabuleiros 3 e 7, braquipódio

Já o braquipódio, com o tipo de solo S1 (fig. 95), mostra que o tabuleiro 7, com rega Low, apresenta sempre melhores resultados ao longo do tempo, tanto em termos de altura como de largura das plantas.

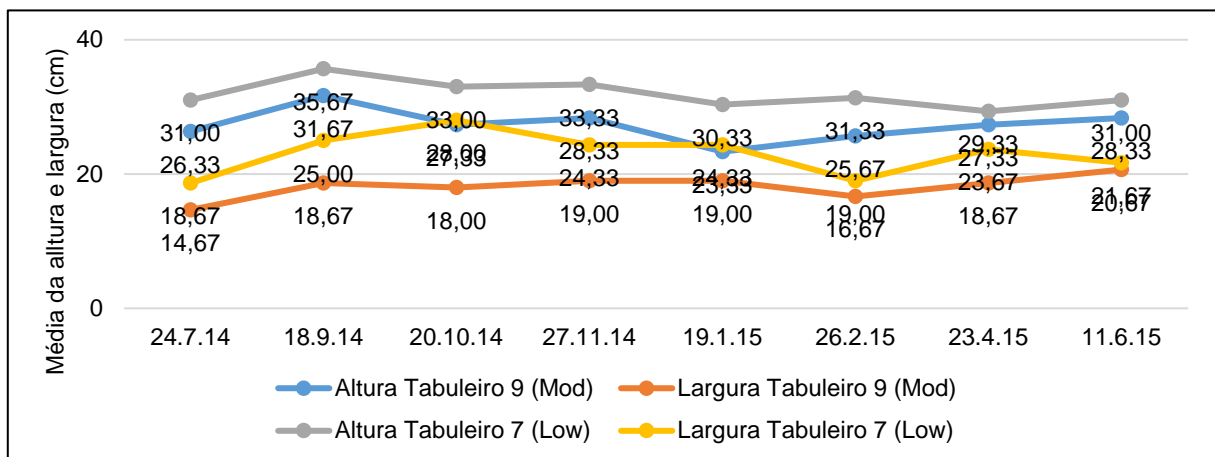


Figura 95 - Comparação da altura vs. largura entre os tabuleiros 7 e 9, braquipódio

Com a figura 96 podemos verificar que aqui também foi o tabuleiro 7 a obter melhores resultados, distintamente superiores aos do tabuleiro 9.

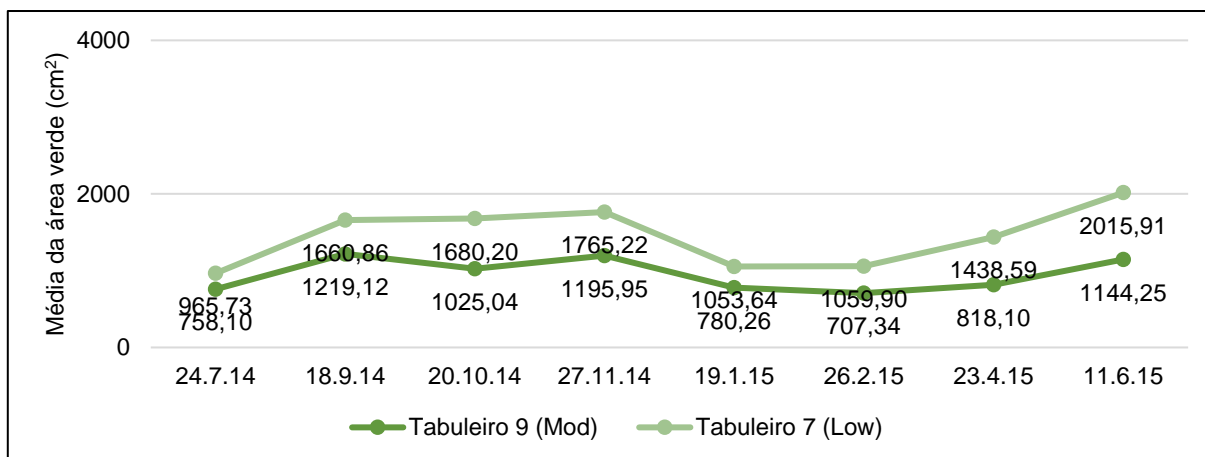


Figura 96 - Comparação da área verde total entre os tabuleiros 7 e 9, braquipódio

Na generalidade, para o rosmaninho (tabuleiro 4), tanto a altura como a largura média aumentaram durante os 9 meses observados (fig. 97). No mês de abril é quando o seu valor estético atinge o maior pico, tanto ao nível da altura como da largura da planta, contudo logo de seguida, de abril para junho, podemos observar uma diminuição acentuada destes dois parâmetros.

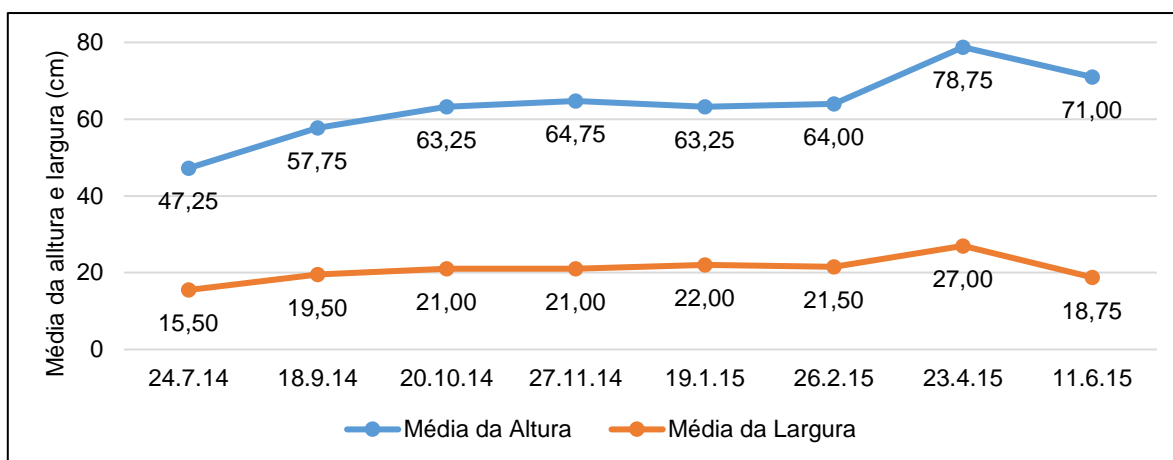


Figura 97 – Média da altura e largura do tabuleiro 4, rosmaninho

Através da figura 98 verificamos que existe um grande aumento de área verde do mês de fevereiro para o mês de abril e de seguida uma grande diminuição de abril para junho, estando os dados em concordância com os observados na Figura 99.

O rosmaninho presente no tabuleiro 10 apresentou um crescimento mais ou menos regular em altura e em largura ao longo dos meses, com máximos nos meses de outubro de 2014 e de abril de 2015 (fig. 99).

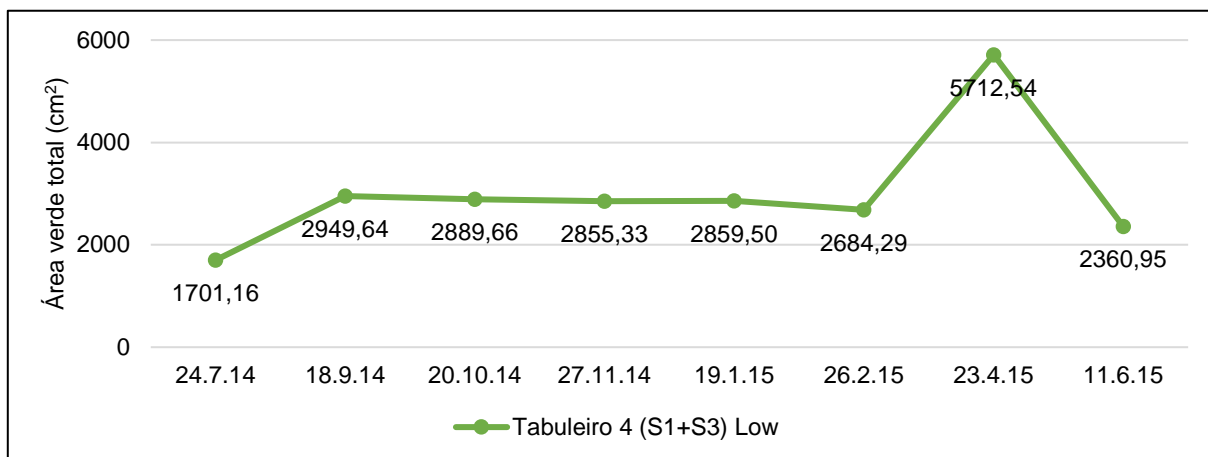


Figura 98 – Área verde total do tabuleiro 4, rosmaninho

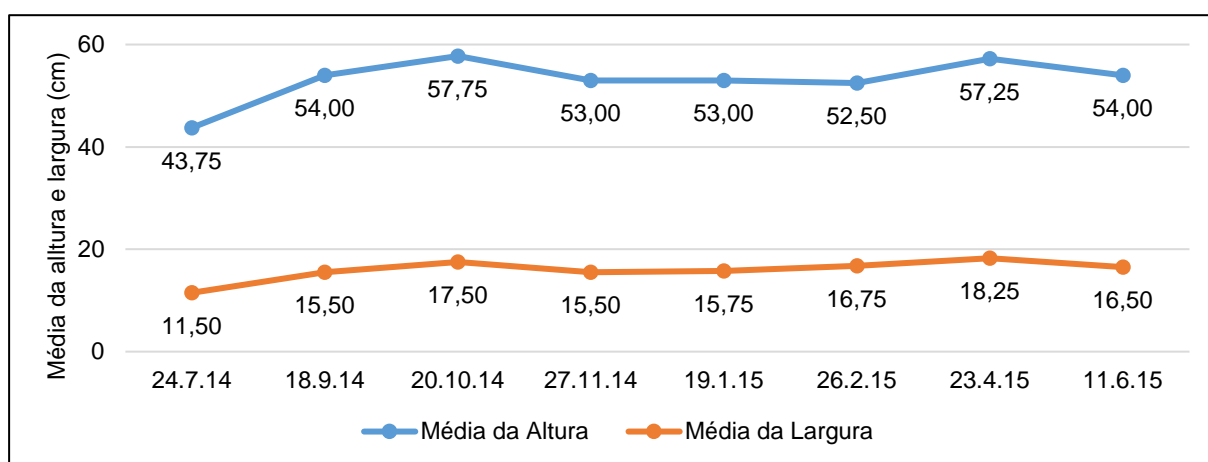


Figura 99 – Média da altura e largura do tabuleiro 10, rosmaninho

Quanto á área verde (fig. 100) observamos que no final desta experiência o seu valor é muito superior ao inicial, com picos de crescimento nos meses de outubro e abril.

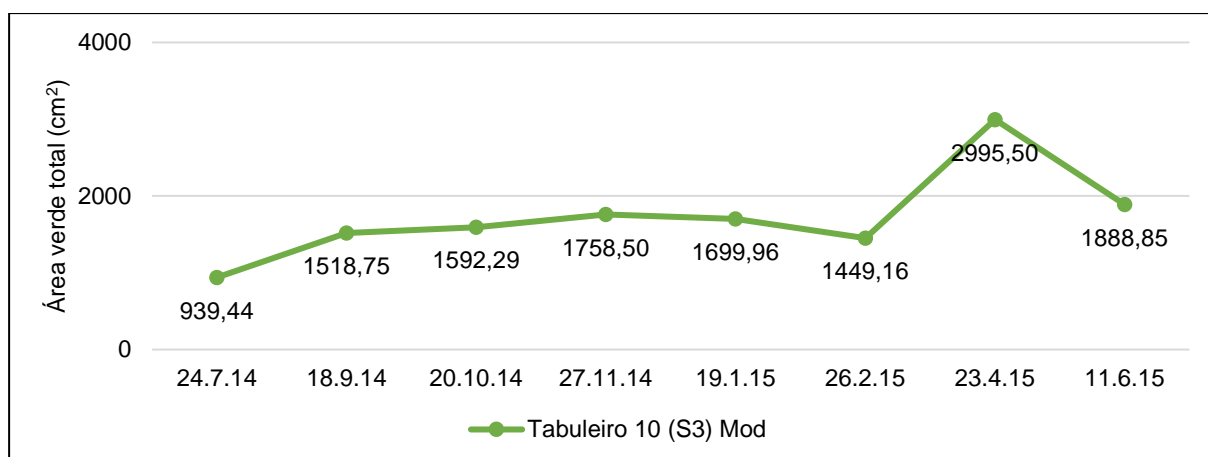


Figura 100 - Área verde total do tabuleiro 10, rosmaninho

6.2.2- Análise da variação do valor estético

Através da figura 101, observamos que no início, o tabuleiro 5, com substrato 1 apresenta melhores resultados que o tabuleiro 1, com substrato 2, contudo a partir do mês de abril é o substrato 2 que apresenta melhores resultados.

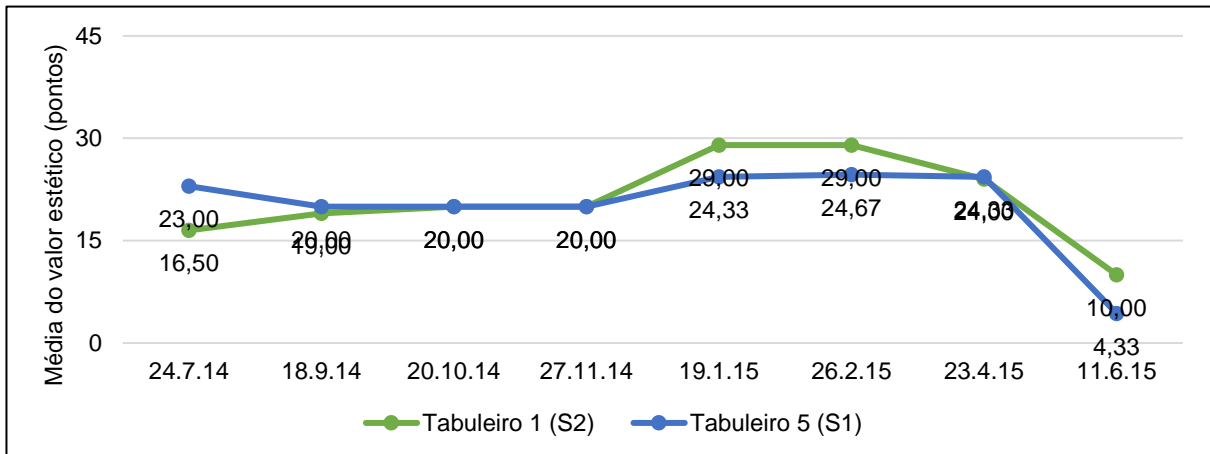


Figura 101 - Variação do valor estético entre os tabuleiros 1 e 5, plantas e musgo

O tabuleiro de alecrim com rega mais baixa teve melhores resultados estéticos do tabuleiro com rega mais elevada (fig. 102) ao longo de todo do tempo.

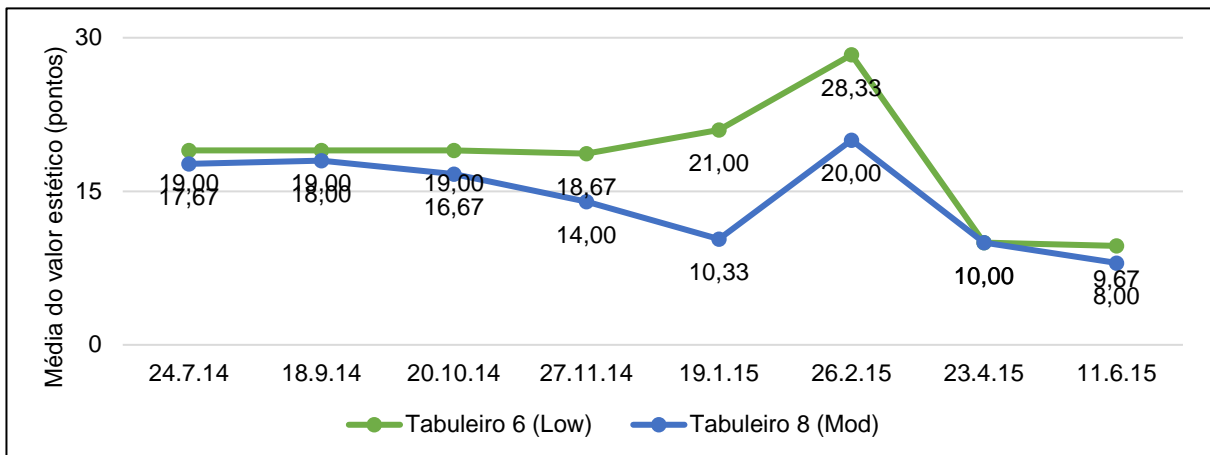


Figura 102 - Variação do valor estético entre os tabuleiros 6 e 8, alecrim

Na figura 103 verificamos que o tabuleiro 3, preenchido com Substrato 2, no início apresentou maus resultados, valores que foram logo compensados, tendo tido sempre valor estético mais elevado que o tabuleiro 7, preenchido com substrato 1.

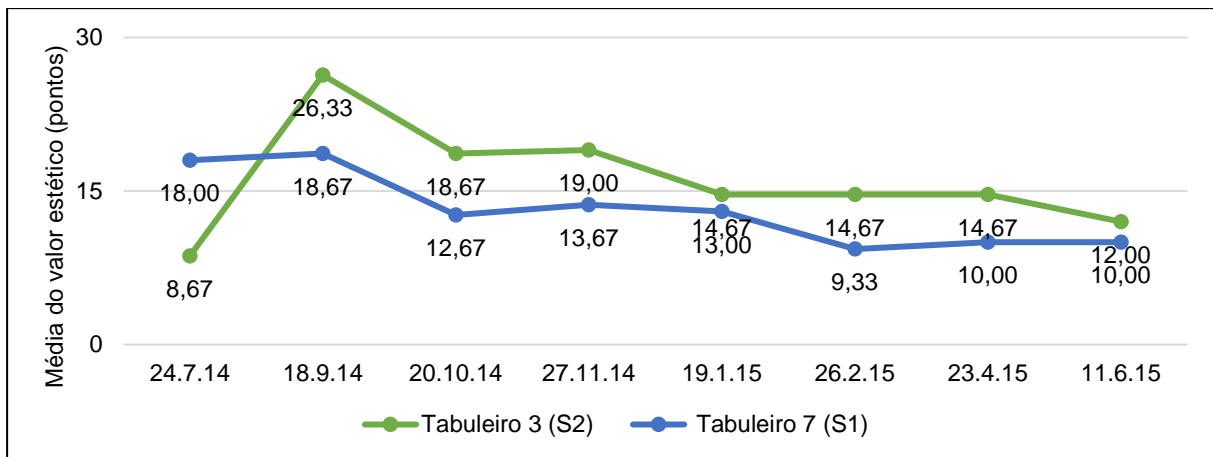


Figura 103 - Variação do valor estético entre os tabuleiros 3 e 7, braquipódio

O tabuleiro 9, com rega moderada, e o tabuleiro 7 com rega low apresentam algumas variações de valor estético no início do estudo (fig. 104), contudo, a partir de novembro estas diferenças passam a ser pouco relevantes, tendo ambos os tabuleiros valores muito semelhantes.

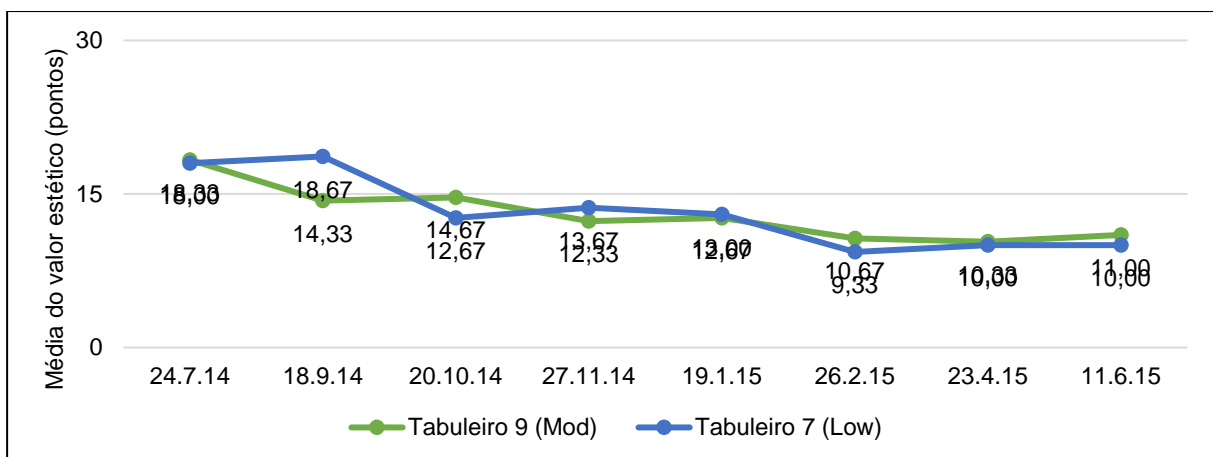


Figura 104 - Variação do valor estético entre os tabuleiros 7 e 9, braquipódio

Através da figura 105 podemos verificar que o valor estético do rosmaninho do tabuleiro 4 decresce até ao mês de Janeiro, apresentando até ao mês de Abril um grande crescimento, após o que decresce, o que deixa as plantas com resultados muito inferiores aos registados no início da experiência.

Com a figura 106 podemos observar que o valor estético do rosmaninho do tabuleiro 10 decresce até ao mês de fevereiro, deste mês para o mês de abril há um grande aumento de

valor estético, após o que diminui bastante até ao mês de junho, último da experiência, terminando assim o conjunto de plantas com valores extremamente baixos.

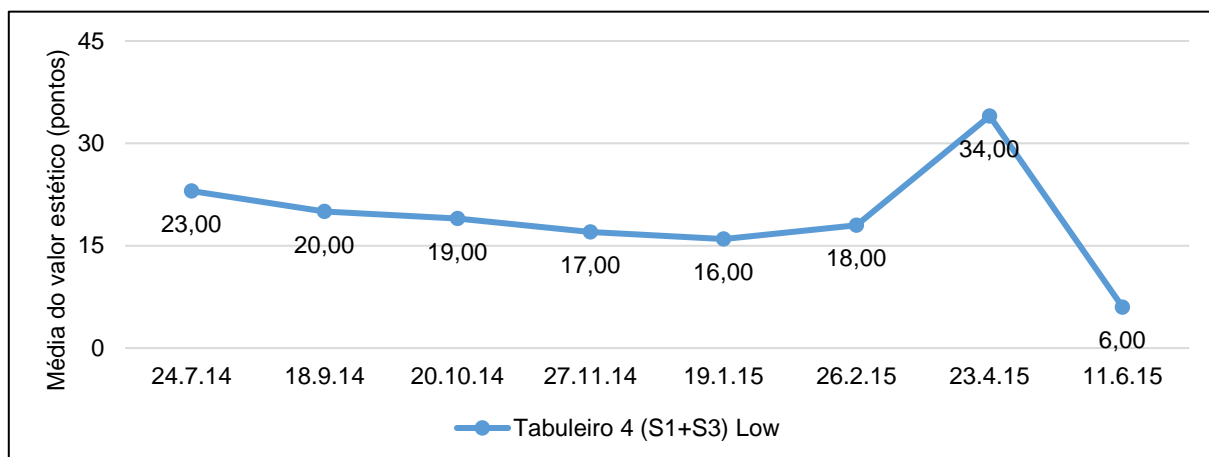


Figura 105 - Variação do valor estético no tabuleiro 4, rosmaninho

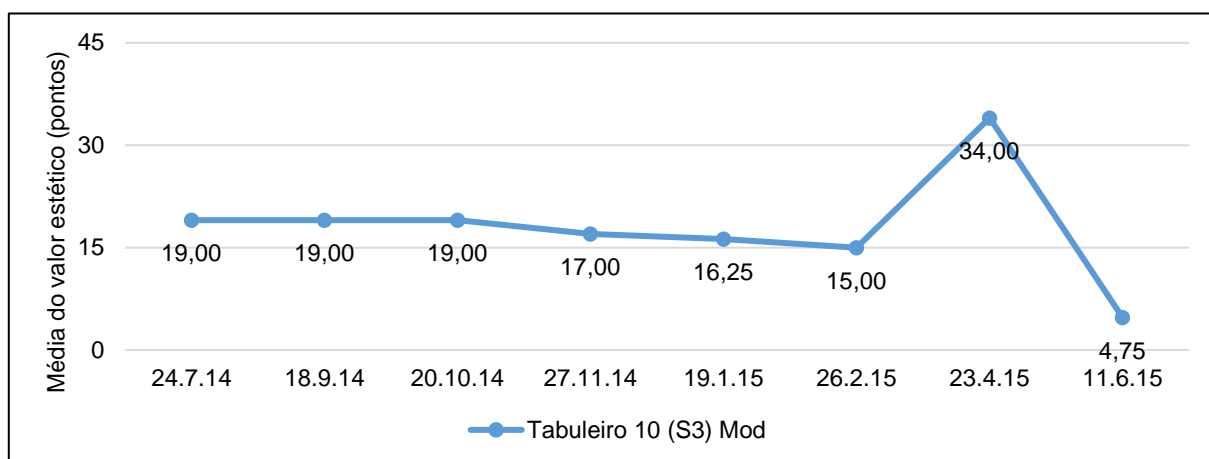


Figura 106 - Variação do valor estético no tabuleiro 10, rosmaninho

Nos tabuleiros podemos concluir que, no conjunto de plantas vasculares com briófitos, apesar do substrato 1 apresentar melhores resultados morfométricos, o S2 apresenta valor estético ligeiramente superior. De salientar que, quanto aos briófitos, apenas a espécie *Pleurochaete squarrosa* sobreviveu.

Já no alecrim podemos observar que a rega low é a melhor, tanto a nível morfométrico como estético, o que é um resultado interessante, uma vez que indica que será possível adotar uma dotação de rega mais baixa com esta espécie obtendo idêntico resultado em termos estéticos.

No braquipódio apresentam resultados morfométricos superiores o substrato 1 e a rega low, contudo as plantas com o substrato 2 têm valor estético superior. Aqui podemos observar

que a rega mais baixa também se traduz num valor estético mais elevado, contudo as plantas com o substrato 1 (técnico) apresentam piores resultados estéticos.

Com a análise estatística podemos afirmar, com 95% de certeza, que do primeiro para o último dia de medições no tabuleiro 1 (S2, rega low, plantas e briófitos) só houve influência na largura da planta, no tabuleiro 3 (S2, rega low e braquipódio) os fatores influenciaram o crescimento horizontal das plantas bem como a sua área verde, no tabuleiro 4 (S1+S3, rega low e rosmaninho) só a altura das plantas foi influenciada, nos tabuleiros 5 (S1, rega low, plantas e briófitos, 6 (S1, rega low e alecrim), 7 (S1, rega low e braquipódio), 8 (S1, rega mod e alecrim) e 9 (S1, rega mod e braquipódio) não houve qualquer influência dos tratamentos no crescimento da planta, no tabuleiro 10 (S3, rega mod e rosmaninho) houve influência dos tratamentos ao nível do crescimento vertical e horizontal das plantas.

Quanto à análise estatística para os dados relativos ao valor estético, podemos concluir que, em todos os tabuleiros, excetuando o tabuleiro 9 (S1, rega mod e braquipódio), se verificou que os tratamentos (rega e substrato) tiveram influência no valor estético das plantas.

CAPÍTULO 7 – CONCLUSÕES

A maioria das cidades tem uma elevada densidade de construção, onde, frequentemente, os espaços verdes existentes são em número insuficiente para que se façam sentir os benefícios que a vegetação traz para os aglomerados urbanos. Assim, as coberturas verdes são um importante componente para a criação de ligações verdes e complementam os espaços similares existentes ao nível do solo, contribuindo para a sustentabilidade da paisagem. Nas regiões de clima mediterrânico, com verões quentes e secos, a implementação de coberturas verdes implica, na generalidade dos casos, o recurso à rega, o que aumenta os custos de instalação e manutenção, em comparação com as regiões do norte da Europa. Assim, uma das soluções poderá ser o uso de plantas autóctones, pouco exigentes em água.

Neste trabalho, em que se estudou a adaptação de algumas espécies autóctones à utilização em coberturas verdes, constatou-se que:

1. quanto às inflorescências, que foram recolhidas e medidas, não se registaram diferenças significativas nas três espécies vasculares, o que significa que o tipo de substrato e a quantidade de água de rega não influenciaram o tamanho deste importante atributo, podendo assim utilizar-se a dotação de rega menor obtendo resultados similares à dotação mais elevada;
2. quanto aos briófitos utilizados, a espécie *Pleurochaete squarrosa* sobreviveu, demonstrando que apenas esta espécie tem aptidão para fazer parte de uma cobertura verde nestas condições, isto quando comparada com as outras espécies ou género utilizados;
3. para as medições morfométricas manuais e para a análise de imagem digital, referentes às plantas envasadas, pode concluir-se que há vantagem em utilizar o substrato 1 (técnico) para as 3 espécies, sendo que em duas há vantagens em regar menos (braquipódio e alecrim) e no rosmaninho há vantagem em regar mais; todos os resultados estão em concordância com os resultados obtidos com a escala de avaliação estética;
4. a análise de imagem digital relativa aos tabuleiros em conjunto com a análise do valor estético permitiu concluir que, no braquipódio o tratamento mais eficaz será o substrato 2 com rega low, nos tabuleiros com plantas vasculares e briófitos o S2 tem vantagem sobre o S1, contudo não temos dados que permitam retirar conclusões sobre a rega. No caso do alecrim o mais eficaz é a rega low, e neste caso não temos dados que permitam retirar conclusões sobre o substrato;

5. os resultados obtidos nas plantas envasadas são por vezes contraditórios com os obtidos nos tabuleiros, no caso do braquipódio e do alecrim, a rega low é a mais eficaz, tanto nos vasos como nos tabuleiros. No entanto, nos vasos os melhores resultados obtidos foram com o substrato 1 para as 3 espécies, já na cobertura foi o substrato 2 que se revelou mais eficaz para o braquipódio e para a mistura das espécies vasculares com os briófitos. As plantas em cobertura e agrupadas suportam melhor a secura, pois necessitam de uma dotação de rega mais baixa e mesmo assim apresentam elevado valor estético, mostrando ter aptidão para utilização em coberturas;
6. é importante salientar que no geral, todas as plantas, quer as envasadas quer as dos tabuleiros, apresentaram valores morfométricos, de área verde e de valor estético muito baixos no final dos registos fotográficos, isto não se deve à sua inaptidão para estarem em coberturas verdes mas sim ao seu aspeto normal durante os meses de verão.
7. a escala de avaliação estética utilizada revelou-se muito funcional e adaptável a vários tipos de vegetação; ao informarmo-nos sobre a espécie em estudo, através de livros ou de pesquisa na internet, ficamos sempre a saber qual a sua forma esperada, cor das folhas, se é muito ou pouco floral, a cor das flores e a sua dimensão, quanto tempo em média fica em floração, se dá frutos e qual a sua cor e dimensão, o que ajuda no seu preenchimento;
8. relativamente ao possível aumento da biodiversidade decorrente da implementação das coberturas verdes, apesar de não se ter realizado uma quantificação objetiva por estar fora do âmbito do trabalho, foi observado que, em ambos os dispositivos experimentais, a fauna rapidamente se apropriou dos espaços verdes; registou-se o aparecimento de vários insetos, como abelhas, louva a deus e borboletas, alguns répteis, várias espécies de aves, bem como diversos pequenos aracnídeos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alexandri, E. e Jones, P. (2008). *Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates*. Building and Environment, volume 43. Elsevier.

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., e Smith, M. (1998). *Crop Evapotranspiration Guidelines for Computing Crop Water Requirements.*, 300 pp., Rome, Italy.

Andresen, M. T. (2003). *Do Estádio Nacional ao Jardim Gulbenkian: Francisco Caldeira Cabral e a primeira geração de arquitectos paisagistas, 1940-1970*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Ascione, F., Bianco, N., Rossi, F., Turni, G., e Vanoli, G. (2013). *Green roofs in European climates. Are effective solutions for the energy savings in air-conditioning?*. Applied Energy 104, Elsevier.

Beatrice, C. C. (2011). Avaliação do potencial de uso de três espécies vegetais como cobertura leve de telhados em edificações. Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, Brasil.

Bettencourt, C. (2008). *A Arquitectura Paisagista e o Conforto Bioclimático: contributo para o planeamento urbano*. Relatório de Fim de Curso de Arquitectura Paisagista. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia.

Blanchon, F., Cluzan, S. e Delmoule, J. (1996). *História do Mundo: Primeiras Civilizações*. Trad. de Mário Dias Correia. Lisboa: Selecções do Reader's Digest, SA.

Bousse, Yannick (2009). *Mitigating the urban heat island effect with an intensive green roof during summer in Reading, UK*. Reading: University of Reading.

Brenneisen, S. (2003). *The benefits of biodiversity from green roofs: Key Design Consequences*. In Proc. Of 1st North American Green Roof Conference: Greening rooftops for sustainable communities, Chicago. 29-30 May. The Cardinal Group, Toronto.

Brenneisen, S. e Hänggi, A. (2006). Begrünte Dächer - ökofaunistische Charakterisierung eines neuen Habitattyps in Siedlungsgebieten anhand eines Vergleichs der Spinnenfauna

von Dachbegrünungen mit naturschutzrelevanten Bahnarealen in Basel (Schweiz).
Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaften beider Basel.

Cabral, F. C. (1980). *O “Continuum Naturale” e a Conservação da Natureza*. Comunicação no seminário “Conservação da Natureza”, Lisboa: Serviços de Estudos do Ambiente, 18 e 19 de Abril de 1980, pp. 35-54.

Cabral, F. C. (2003). *Fundamentos da Arquitectura Paisagista*. 2ª Edição, Instituto da Conservação da Natureza, Lisboa.

Cancela d'Abreu, A. C. (2004). *Contributos para a identificação e caracterização da paisagem em Portugal continental*. Direção-Geral do Ordenamento do Território e desenvolvimento urbano, Lisboa, volume I.

Cantor, S. L. (2008). *Green Roofs In Sustainable Landscape Design*. New York; USA: Norton & Company.

Castelo-Branco, M. A. S. (2012). *Coberturas Ajardinadas: Influência dos Substratos na Gestão de Águas Pluviais*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Sistemas Bioenergéticos. Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.

Clark, C., Adriaens, P. e Talbot, F. (2007). *Green Roof Valuation: A Probabilistic Economic Analysis of Environmental Benefits*. Michigan, USA: University of Michigan.

Contreras, E. (2012). *Vantagens Ambientais e Económicas das Coberturas Ajardinadas e a sua Caracterização*. Porto: Jornada Internacional de Coberturas Ajardinadas.

Corden, Y. (2011). *Efficacy of Green Roof Technology in Colder Climates*. Earth Common Journal Vol. 1, Nº 1, September. Northern Alberta Institute of Technology, Canadá.

Costa, L. C. (2006). *A Vegetação e os Edifícios: práticas para a aplicação de material vegetal atendendo a princípios de sustentabilidade*. Relatório de uma aula teórico-prática. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

Costa, L. M. (2010). *Espaços Verdes sobre Cobertura - Uma abordagem Estética e Ética*. Tese de Mestrado em Arquitectura Paisagista, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.

Currie, B. e Bass, B. (2005). *Estimates of Air Pollution Mitigation With Green Plants and Green Roofs Using the UFORE Model*. Urban Ecosystems. Vol. 11, 4. Proceedings of Third Annual Greening Rooftops for Sustainable Communities Conference.

Del Barrio, E. P. (1998). *Analysis of the green roofs cooling potential in buildings*. *Energy and Buildings*, volume 27, Elsevier, pp. 179–193.

Draper, A. E., Chatefield, J. A., Cochran, K. D., Bristol, P. W. e Allen, D. E. (1998). *Comprehensive Aesthetic Evaluations of Crabapples at Secret Arboretum in Wooster: 1993-1997*. Ornamental plants. Annual Reports and Research Reviews. Ohio Agricultural Research and Development Center. The Ohio State University.

Dunnett, N. e Kingsbury, N. (2008). *Planting Green Roofs and Living Walls*. London, UK: Timber Press, 2008. 978-0-88192-911-9.

Earth Charter (2005). *An Earth Charter Guidebook for Teachers UNESCO*. Initiative International Secretariat.

English Nature. (2003). *Green Roofs: Their Existing Status and Potential for Conserving Biodiversity in Urban Areas*. English Nature Report no. 498. Peterborough, U.K.: English Nature

Ferrão, J. M. (1997). *História da Arte: 11º Ano*. 1ª ed. Lisboa: Didáctica Editora.

FLL (2008). *Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green-Roofing – Green Roofing Guideline*. Research foundation for landscaping issues (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau). Bonn, Germany.

Gedge, D. (2003). *From rubble to redstarts*. In *Greening Rooftops for Sustainable Communities, Proceedings of the First North American Green Roof Conference*, Chicago, May. Toronto. The Cardinal Group.

Goitia, F. C. (2008). *Breve História do Urbanismo*, ISBN: 9789722315418, Editorial Presença.

Gomes, C. (2011). *O conceito de caracter da paisagem e a sua aplicação na gestão de áreas protegidas: caso de estudo dos Açores*. Tese apresentada para a obtenção do grau

de doutor em arquitetura paisagista. Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.

Gonçalves, C. (1999). *Projecto e Concepção de Espaços Verdes Sobre Cobertura*. Relatório do Trabalho de Fim de Curso de Arquitetura Paisagista. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia.

GRHC (2006a). *Green Roof Design 101: Introductory Course*. Toronto, Canada: Green Roof for Healthy Cities.

GRHC (2006b). *Green Roof Infrastructure: Design and Installation 201*. Toronto, Canada: Green Roof for Healthy Cities.

IGRA (2011). *Implementing Green Roof Policies*. [ed.] International Green Roof Association. *Green Roof News*. 01.

Jellicoe, G. e Jellicoe, S. (1996). *The Landscape of Man: Shaping the Inveronment from Prehistory to the Present Day*. 3ª ed. Londres: Thames and Hudson.

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

Kerr Wood Leidal Associates (2009). *Design Considerations for the Implementation of Green Roofs*. Vancouver, Canada: Greater Vancouver Regional District ("Metro Vancouver").

Köhler, M. (2006). *Long-term vegetation research on two extensive green roofs in Berlin*. Urban Habitats. University of Applied Sciences Neubrandenburg, Germany

Köhler, M., Schmidt, M., Grimme, F. W., Laar, M., e Gusmao F. (2001). *Urban Water retention by greened roofs in temperate and tropical climates*. Proceedings of 38th World Congress of the International Federation of Landscape Architects, Singapore. Versailles: IFLA

Lynch, K. (1960). *A Imagem da Cidade*. Trad. de Maria Cristina Tavares Afonso. Lisboa: Edições 70.

Magalhães, M. R. (2001). *A Arquitectura Paisagista: morfologia e complexidade*. Lisboa: Editorial Estampa.

Oberndorfer, E., Lundholm, J., Bass, B., Coffman, R. R., Doshi, H., Dunnett, N., Gaffin, S., Kohler, M., Liu, K.K.Y., Rowe, B. (2007). *Green roofs as urban ecosystems: ecological structures, functions, and services*. *Bioscience* 57, 823–833.

Oke, T. R. (1987). *Boundary Layer Climates*. Routledge, London. UK.

Onmura, S., Matsumoto, M. e Hokoi, S. (2001). *Study on evaporative cooling effect of lawn gardens*. *Energy and Buildings*

Osmundson, T. (1999). *Roof Gardens: History, Design and Construction*. New York: W. W. Norton & Company.

Palha, P. (2012). *Jardins de Coberturas*. Curso de Jardins de Coberturas e Jardins Verticais - 3ª Edição. Faro: Arquitecturas.

Peck, S. (2009). *Green roofs and the urban heat island effect*. *Environmental Engineering Science*.

Peck, S. e Kuhn, M. (2000). *Design Guidelines for Green Roofs*. Toronto: Environment Canada.

Peck, S., Callaghan, C., Kuhn, M. e Bass, B. (1999). *Greenbacks from green roofs: forging a new industry in Canada status report on benefits, barriers and opportunities for green roof and vertical garden technology diffusion*. Canada: Mortgage and Housing.

Pereira, H.M., Domingos, T., Vicente, L. e Proença, V. (2009). *Ecossistemas e Bem-Estar Humano: Avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment*. Escolar Editora, Lisboa, Portugal.

Pittenger, D. R., Shaw, D. A., Hodel, D. R., e Holt, D. B. (2001). *Responses of landscape groundcovers to minimum irrigation*. *J. Environmental Hort.*

Raposo, Fausto M. F. (2013). *Manual de boas práticas de coberturas verdes - Análise de casos de estudo*. Tese de Mestrado em Construção e Reabilitação, Instituto Superior Técnico, Lisboa.

Serrão, A. V. (2013). *Filosofia da Paisagem*. Estudos. ISBN: ISBN 978-989-8553. Lisboa: Centro de Filosofia da Universidade de Lisboa.

Shaw, D. A. e Pittenger, D. R. (2004). *Performance of landscape ornamentals given irrigation treatments based on reference evapotranspiration*. University of California Cooperative Extension. U.S.A..

Simões, E. (2012). *Integração do elemento vegetal no edificado*. Dissertação para obtenção do grau de mestre, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Escola de Comunicação, Artes e Tecnologia da Informação, Departamento de Arquitectura, Lisboa.

Snodgrass, E. C. e McIntyre, L. (2010). *The Green Roof Manual - A Professional Guide to Design, Installation, and Maintenance*. London: Timber Press.

Snyder, R. L., Pedras, C., Montazara, A., Henry J. M., Ackley, D. (2015). *Advances in ET-based landscape irrigation management*. Agricultural Water Management 147: 187–197.

Stender, I. (2002). *Policy incentives for green roofs in Germany*. Green Roofs Infrastructure Monitor, volume 4, número 1

Stigsdotter, U. K. e Grahn, P. (2004). *A Garden at Your Doorstep May Reduce Stress - Private Gardens as Restorative Environments in the City*, Conference paper.

Suter, C. (2011a). *Green Roof 201: Necessary Components & Safety Review*. [PowerPoint] Philadelphia, USA: BioNeighbors.

Suter, C. (2011b). *Green Roofing 212: Best Practices, Building Codes, and Leak Detection*. [PowerPoint] Philadelphia, USA: BioNeighbors.

Telles, G. R. (1970). *Sede e Museu da Fundação Gulbenkian: Jardins Sobre Coberturas*. Binário: Arquitectura, Construção, Equipamento. 139, pp. 197-200.

Ulrich, R. (1986). *Human responses to vegetation and landscapes*. Landscape and Urban Planning 13: 29-44

Varela, A. F. (2011). *A Utilização de Revestimentos de Vegetação Intensivos e Extensivos em Projecto de Arquitectura Paisagista em Cobertura*. Lisboa: Instituto Superior de Agronomia - UTL.

Vecchia, F. (2005). *Cobertura verde leve (CVL): Ensaio Experimental*. In. VI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído (ENCAC) e IV Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído (ELACAC).

Wells, M. e Grant, G. (2004). *Biodiverse Vegetated Architecture Worldwide: Status, Research and Advances*. Conference on “Sustainable new housing and major developments: rising to the ecological challenges”. Bournemouth. November.

Werthmann, C. (2007). *Green roof: a case study – Design by Michel Van Valkenburgh Associates for the headquarters of the American Society of Landscape Architects*. Princeton Architectural Press. New York, USA. ISBN: 1-56898-685-8.

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

Yang, J., Yu, Q. e Gong, P. (2008). *Quantifying Air Pollution Removal by Green Roofs in Chicago*. Atmospheric Environment. Vol. 42, pp. 7266-7273.

Websites:

Agência portuguesa do ambiente (2016). Som, Ruído e Incomodidade. Acedido a [15 de novembro de 2015]. Disponível em: <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=86&sub2ref=529>.

Almargem (2016). *Lavandula Stoechas L. Subsp. Luisieri*. Acedido a [6 de agosto de 2015]. Disponível em: <http://almargem.org/biodiv/especie/lavandula-stoechas-subsp-luisieri/>.

ArqOUT (2008). Novas metodologias de intervenção da paisagem e nos espaços exteriores – Autóctones. Acedido a [2 de julho de 2015]. Disponível em: <http://www.arqout.pt/plantas-autoctones.html>.

Carapeto, A., Gomes, C. T., Schwarzer, U., Silva, A., Silva, V., Clamote, F., Aguiar, C., e Guiomar, N. (2015). *Lavandula Stoechas L. Subsp. Luisieri - Mapa de Distribuição*. Flora-On: Flora de Portugal Interactiva, Sociedade Portuguesa de Botânica. Acedido a [5 de agosto de 2015]. Disponível em <http://www.flora-on.pt/#wLavandula+stoechas+subsp.+luisieri>.

Clayton, W. D., Vorontsova, M. S., Harman, K. T. e Williamson, H. (2006). GrassBase - The Online World Grass Flora. Acedido a [5 de agosto de 2015]. Disponível em: <http://www.kew.org/data/grasses-db.html>.

Confagri (2009). Confederação nacional das companhias agrícolas e do crédito agrícola de Portugal, CCRL. Acedido a [13 de agosto de 2015]. Disponível em: <http://www.confagri.pt/Ambiente/Glossario/Pages/default.aspx#c>.

Eco green roofs (2016). Acedido a [10 de julho de 2015]. Disponível em: <http://ecogreenroofs.co.uk/>.

FLL (2016). German FLL Guideline - Green Roof Technology, Form and Function. Acedido a [16 de julho de 2015]. Disponível em: <http://www.greenrooftechology.com/fll-green-roof-guideline>.

Florestar.net (2009). Alecrim (rosmaninho) *Rosmarinus officinalis*. Acedido a [6 de agosto de 2015]. Disponível em: <http://www.florestar.net/alecrim/alecrim.html>.

Green Roof Compendium of strategies (2013). Acedido a [3 de Novembro de 2014]. Disponível em: <http://www.epa.gov/heatiland/resources/pdf/GreenRoofsCompendium.pdf>.

GRHC (2014). Green Roofs for Healthy Cities. Acedido a [18 de julho de 2015]. Disponível em: <http://www.greenroofs.org/>.

IGRA (2016). International Green Roofs Association. Acedido a [25 de agosto de 2015]. Disponível em: <http://www.igra-world.com>.

Instituto português do mar e da atmosfera (2016). Acedido a [20 de abril de 2015]. Disponível em: <https://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/>.

Jornal Publico (2013). *Passeio dos Clérigos entrega jardim das oliveiras à Câmara do Porto*. Acedido a [06 de dezembro de 2015]. Disponível em: <https://www.publico.pt/local/noticia/passeio-dos-clerigos-entrega-jardim-das-oliveiras-a-rui-moreira-1612513>.

NASA (1998). *National Aeronautics and Space Administration*. NASA Science News. Acedido a [10 de agosto de 2015]. Disponível em: http://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/1998/essd21jul98_1/.

Naturdata (2009-2016). Biodiversidade online. *Brachypodium phoenicoides*. Acedido a [5 de agosto de 2015]. Disponível em: <http://naturdata.com/Brachypodium-phoenicoides-5769.htm>.

Neoturf (2012). Construção e manutenção de espaços verdes. Acedido a [15 de julho de 2015]. Disponível em: <http://www.neoturf.pt/pt>.

Portal do Ambiente e do Cidadão (2015). Departamento de Ambiente e Planeamento Territorial da Câmara Municipal da Maia. Acedido a [15 de novembro de 2015]. Disponível em: <http://ambiente.maiadigital.pt/ambiente/ruido/mais-informacao-1/sobre-a-poluicao-sonora>.

Porto, M., Carapeto, A., Clamote, F., Araújo, P. V., Pereira, A. J., Almeida, J. D., Marabuto, E., Pereira, P., *et al.* (2015). *Rosmarinus officinalis L. - mapa de distribuição*. Flora-On: Flora de Portugal Interactiva, Sociedade Portuguesa de Botânica. Acedido a [5 de agosto de 2015]. Disponível em: <http://www.flora-on.pt/#wRosmarinus+officinalis>.

Porto, M., Portela-Pereira, E., Caraça, R., Carapeto, A., Pereira, A. J., Ribeiro, S., Almeida J. D., Pereira, P., *et al.* (2015). *Brachypodium phoenicoides (L.) Roem. & Schult. - Mapa de distribuição*. Flora-On: Flora de Portugal Interactiva, Sociedade Portuguesa de Botânica. Acedido a [5 de agosto de 2015] Disponível em: <http://www.flora-on.pt/#wBrachypodium+phoenicoides>.

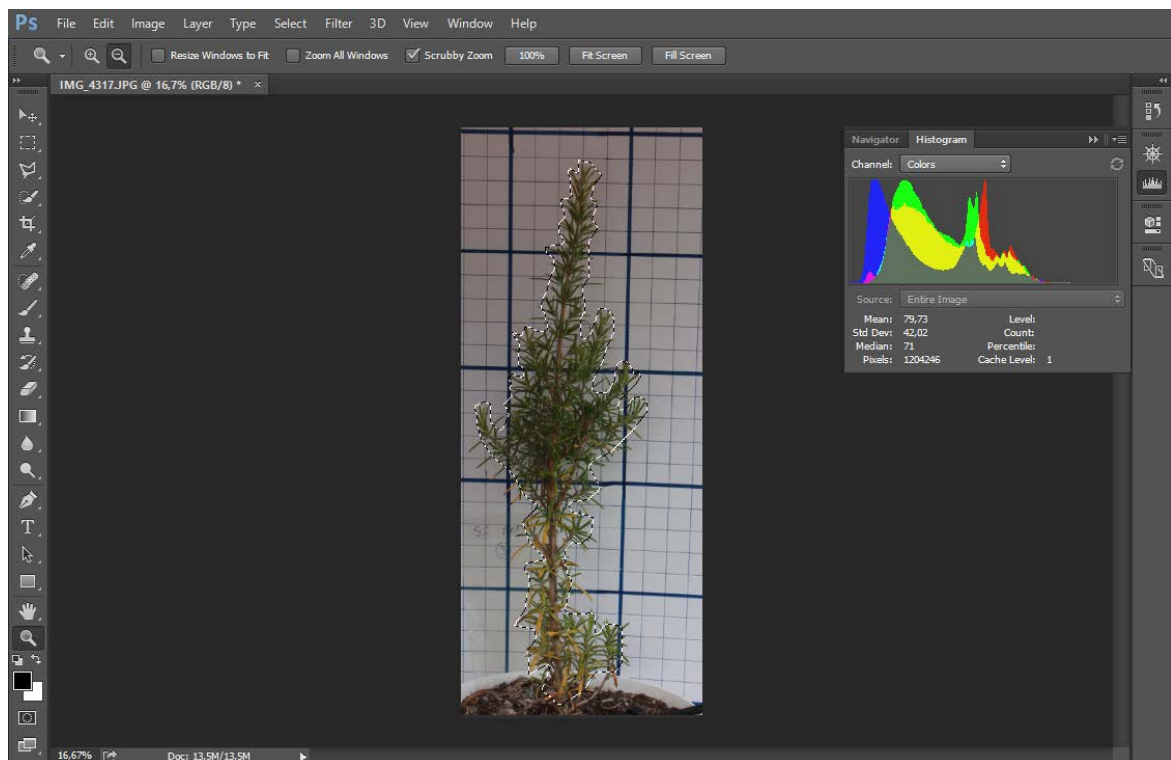
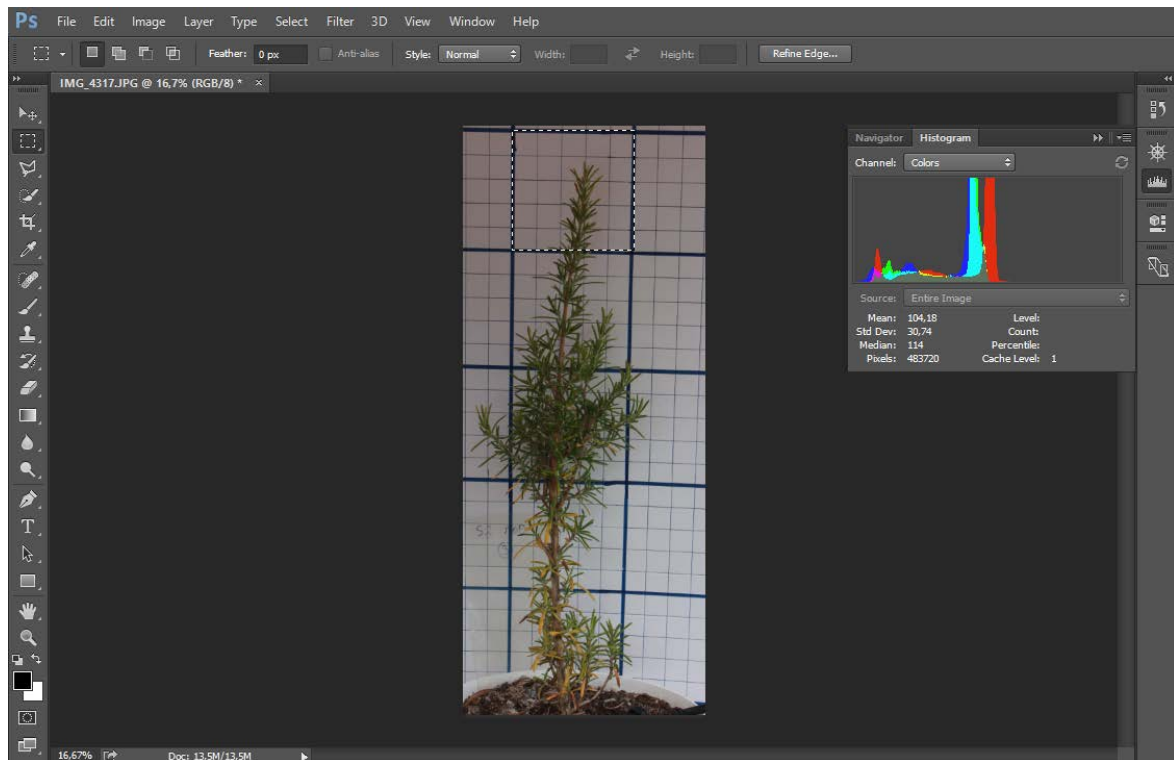
Somincor (2015). Uma mina de biodiversidade. Acedido a [6 de agosto de 2015]. Disponível em: <http://biodiversidade-somincor.pt/web/index.php/pt/grupos/9-lista-de-especies/137-homalothecium-sericeum%20novembro%202015>.

ZinCo (2016). Green roof Technology. Acedido a [10 de julho de 2015]. Disponível em: <http://www.zinco-greenroof.com/EN/index.php>.

ANEXOS

ANEXO 1 – Exemplo de análise de imagem em Adobe Photoshop CC 2015

Exemplo para o alecrim (rega moderada, com substrato S2, repetição número 3, de dia 24 de julho de 2014).



$$\text{Área verde (cm}^2\text{)} = \frac{1204246 \times 100 \text{ cm}^2}{483720} = 248,96 \text{ cm}^2$$

ANEXO 2 – Análise estatística

Dada a extensão dos resultados da análise estatística, apresentam-se apenas dois exemplos: um para o tratamento com o substrato S1 e rega low (para as plantas envasadas) e outro para as plantas vasculares consociadas com briófitos (tabuleiros na cobertura). A cor amarela representa o valor médio e a laranja o desvio padrão. A cor verde simboliza a existência de influência dos fatores (água e substrato) no crescimento da planta, a vermelha significa a ausência de influência dos tratamentos, quando os valores da média não apresentam diferenças estatisticamente significativas.

Análise estatística das medições manuais das plantas envasadas:

braquipódio S1 Low

	Porte		ALTURA		LARGURA	
	Altura	Largura	28/04/2014	03/07/2014	28/04/2014	03/07/2014
28/04/2014	41,0	8,0	Média	44,5	Média	7,8
	45,5	7,0	Variância	9,8	Variância	0,6
	47,0	8,5	N	3	N	3
	44,5	7,8	Média_dif	6,4	Média_dif	10,3
	9,8	0,6	Variância_dif	2,90	Variância_dif	0,76
			A1	0,8165	A1	0,8165
			t	2,776	t	2,776
Intervalo de Confiança (3) a 95%			Intervalo de Confiança (3) a 95%			
			Limite inferior	-0,1	Limite inferior	8,6
			Limite superior	13,0	Limite superior	12,1
03/07/2014	49,5	18,0				
	49,3	19,0				
	54,0	17,5				
	50,9	18,2				
	7,1	0,6				

alecrim S1 Low

	Porte		ALTURA		LARGURA	
	Altura	Largura	28/04/2014	03/07/2014	28/04/2014	03/07/2014
28/04/2014	40,0	8,0	Média	43,0	Média	5,5
	43,5	4,0	Variância	7,8	Variância	4,8
	45,5	4,5	N	3	N	3
	43,0	5,5	Média_dif	12,0	Média_dif	8,8
	7,8	4,8	Variância_dif	1,97	Variância_dif	2,65
			A1	0,8165	A1	0,8165
			t	2,776	t	2,776
Intervalo de Confiança (3) a 95%			Intervalo de Confiança (3) a 95%			
			Limite inferior	7,5	Limite inferior	2,8
			Limite superior	16,5	Limite superior	14,8
03/07/2014	55,0	17,0				
	55,0	11,0				
	55,0	15,0				
	55,0	14,3				
	0,0	9,3				

rosmaninho S1 Low

28/04/2014	Porte	
	Altura	Largura
	9,0	5,0
	10,5	8,5
	13,5	8,0
	11,0	7,2
	5,3	3,6

03/07/2014	Porte	
	Altura	Largura
	43,5	22,0
	38,0	15,0
	37,0	22,0
	39,5	19,7
	12,3	16,3

ALTURA

	Tabela Resumo(3)	
	28/04/2014	03/07/2014
Média	11,0	39,5
Variância	5,3	12,3
N	3	3

Média_dif	28,5
Variância_dif	2,96
A1	0,8165
t	2,776

Intervalo de Confiança (3) a 95%

Limite inferior	21,8
Limite superior	35,2

LARGURA

	Tabela Resumo(3)	
	28/04/2014	03/07/2014
Média	7,2	19,7
Variância	3,6	16,3
N	3	3

Média_dif	12,5
Variância_dif	3,16
A1	0,8165
t	2,776

Intervalo de Confiança (3) a 95%

Limite inferior	5,3
Limite superior	19,7

Análise estatística da análise digital das plantas envasadas:

(do dia 14 de julho de 2014 para o dia 11 de junho de 2015)

braquipódio S1 Low

Altura	Largura	área verde
46	18	366,39
55	27	530,29
66	32	376,17
55,7	25,7	424,3
100,3	50,3	8452,0

Altura	Largura	área verde
36	20	548,38
50	13	648,48
40	18	592,21
42,0	17,0	596,4
52,0	13,0	2518,0

	Tabela Resumo (3) dia1-dia9	
	14/07/2014	11/06/2015
Média	25,7	17,0
Variância	50,3	13,0
N	3	3

Média_dif	-8,7
Variância_dif	5,63
A1	0,8165
t	2,776

Intervalo de Confiança (3) a 95%

Limite inferior	-21,4
Limite superior	4,1

ALTURA

	Tabela Resumo(3) dia1-dia9	
	14/07/2014	11/06/2015
Média	55,7	42,0
Variância	100,3	52,0
N	3	3

Média_dif	-13,7
Variância_dif	8,73
A1	0,8165
t	2,776

Intervalo de Confiança (3) a 95%

Limite inferior	-33,4
Limite superior	6,1

ÁREA VERDE

	Tabela Resumo (3) dia1-dia9	
	14/07/2014	11/06/2015
Média	424,3	596,4
Variância	8452,0	2518,0
N	3	3

Média_dif	172,1
Variância_dif	74,06
A1	0,8165
t	2,776

Intervalo de Confiança (3) a 95%

Limite inferior	4,2
Limite superior	335,9

alecrim S1 Low

Altura	Largura	área verde
55	30	413,99
53	16	312,50
54	17	430,74
54,0	21,0	385,7
1,0	61,0	4093,7

Altura	Largura	área verde
56	12	326,36
53	8	199,24
51	15	467,57
53,3	11,7	331,1
6,3	12,3	18017,1

LARGURA

Tabela Resumo(3) dia1-dia9

	14/07/2014	11/06/2015
Média	21,0	11,7
Variância	61,0	12,3
N	3	3

Média_dif	-9,3
Variância_dif	6,06
A1	0,8165
t	2,776

Intervalo de Confiança(3) a 95%

Limite inferior	-23,1
Limite superior	4,4

ALTURA

Tabela Resumo(3) dia1-dia9

	14/07/2014	11/06/2015
Média	54,0	53,3
Variância	1,0	6,3
N	3	3

Média_dif	-0,7
Variância_dif	1,91
A1	0,8165
t	2,776

Intervalo de Confiança(3) a 95%

Limite inferior	-5,0
Limite superior	3,7

ÁREA VERDE

Tabela Resumo(3) dia1-dia9

	14/07/2014	11/06/2015
Média	385,7	331,1
Variância	4093,7	18017,1
N	3	3

Média_dif	-54,7
Variância_dif	105,14
A1	0,8165
t	2,776

Intervalo de Confiança(3) a 95%

Limite inferior	-293,0
Limite superior	183,6

rosmaninho S1 Low

Altura	Largura	área verde
44	16	313,73
37	12	317,49
35	24	344,02
38,7	17,3	325,1
22,3	37,3	272,6

Altura	Largura	área verde
62	13	451,06
46	18	352,55
57	18	510,18
55,0	16,3	437,9
67,0	8,3	6341,2

LARGURA

Tabela Resumo(3) dia1-dia9

	14/07/2014	11/06/2015
Média	17,3	16,3
Variância	37,3	8,3
N	3	3

Média_dif	-1,0
Variância_dif	4,78
A1	0,8165
t	2,776

Intervalo de Confiança(3) a 95%

Limite inferior	-11,8
Limite superior	9,8

ALTURA

Tabela Resumo(3) dia1-dia9

	14/07/2014	11/06/2015
Média	38,7	55,0
Variância	22,3	67,0
N	3	3

Média_dif	16,3
Variância_dif	6,68
A1	0,8165
t	2,776

Intervalo de Confiança(3) a 95%

Limite inferior	1,2
Limite superior	31,5

ÁREA VERDE

Tabela Resumo(3) dia1-dia9

	14/07/2014	11/06/2015
Média	325,1	437,9
Variância	272,6	6341,2
N	3	3

Média_dif	112,8
Variância_dif	57,51
A1	0,8165
t	2,776

Intervalo de Confiança(3) a 95%

Limite inferior	-17,5
Limite superior	243,2

Análise estatística da avaliação estética das plantas envasadas:

braquipódio S1 Low

	valor estético
14/07/2014	19
	36
	33
	29,3
	82,3

	valor estético
11/06/2015	9
	15
	13
	12,3
	9,3

VALOR ESTÉTICO

	14/07/2014	11/06/2015
Média	29,3	12,3
Variância	82,3	9,3
N	3	3

Média_dif	-17,0
Variância_dif	6,77
A1	0,8165
t	2,776

Limite inferior	-32,3
Limite superior	-1,7

alecrim S1 Low

	valor estético
14/07/2014	16
	15
	13
	14,7
	2,3

	valor estético
11/06/2015	9
	9
	9
	9,0
	0,0

VALOR ESTÉTICO

	14/07/2014	11/06/2015
Média	14,7	9,0
Variância	2,3	0,0
N	3	3

Média_dif	-5,7
Variância_dif	1,08
A1	0,8165
t	2,776

Limite inferior	-8,1
Limite superior	-3,2

rosmaninho S1 Low

	valor estético
14/07/2014	18
	33
	32
	27,7
	70,3

	valor estético
11/06/2015	5
	5
	5
	5,0
	0,0

VALOR ESTÉTICO

	14/07/2014	11/06/2015
Média	27,7	5,0
Variância	70,3	0,0
N	3	3

Média_dif	-22,7
Variância_dif	5,93
A1	0,8165
t	2,776

Limite inferior	-36,1
Limite superior	-9,2

Análise estatística da análise digital das plantas nos tabuleiros:

(do dia 24 de julho de 2014 para o dia 11 de junho de 2015)

Plantas com briófitos, tabuleiro 1, S2 Low

Altura	Largura	área verde
49	9	182,78
41	6	189,50
45,0	7,5	186,1
32,0	4,5	22,6

Altura	Largura	área verde
68	23	640,49
55	26	1198,53
61,5	24,5	919,5
84,5	4,5	155704,3

LARGURA

	24/07/2014	11/06/2015
Média	7,5	24,5
Variância	4,5	4,5
N	2	2

Média_dif	17,0
Variância_dif	2,12
A1	1,0000
t	4,303

Intervalo de Confiança (3) a 95%

Limite inferior	7,9
Limite superior	26,1

ALTURA

	24/07/2014	11/06/2015
Média	45,0	61,5
Variância	32,0	84,5
N	2	2

Média_dif	16,5
Variância_dif	7,63
A1	1,0000
t	4,303

Intervalo de Confiança (3) a 95%

Limite inferior	-16,3
Limite superior	49,3

ÁREA VERDE

	24/07/2014	11/06/2015
Média	186,1	919,5
Variância	22,6	155704,3
N	2	2

Média_dif	733,4
Variância_dif	279,04
A1	1,0000
t	4,303

Intervalo de Confiança (3) a 95%

Limite inferior	-467,3
Limite superior	1934,1

Plantas com briófitos, tabuleiro 1, S1 Low

Altura	Largura	área verde
47	18	574,71
60	10	374,79
38	14	506,13
48,3	14,0	485,2
122,3	16,0	10320,2

Altura	Largura	área verde
78	21	1427,34
55	8	162,71
78	35	1721,30
70,3	21,3	1103,8
176,3	182,3	685817,4

LARGURA

	24/07/2014	11/06/2015
Média	14,0	21,3
Variância	16,0	182,3
N	3	3

Média_dif	7,3
Variância_dif	9,96
A1	0,8165
t	2,776

Intervalo de Confiança (3) a 95%

Limite inferior	-15,2
Limite superior	29,9

ALTURA

	24/07/2014	11/06/2015
Média	48,3	70,3
Variância	122,3	176,3
N	3	3

Média_dif	22,0
Variância_dif	12,22
A1	0,8165
t	2,776

Intervalo de Confiança (3) a 95%

Limite inferior	-5,7
Limite superior	49,7

ÁREA VERDE

	24/07/2014	11/06/2015
Média	485,2	1103,8
Variância	10320,2	685817,4
N	3	3

Média_dif	618,6
Variância_dif	589,97
A1	0,8165
t	2,776

Intervalo de Confiança (3) a 95%

Limite inferior	-718,7
Limite superior	1955,8

Análise estatística dos dados da avaliação estética das plantas nos tabuleiros:

Plantas com briófitos, tabuleiro 1, S2 Low

Valor estético
17
16
16,5
0,5

Valor estético
10
10
10,0
0,0

VALOR ESTÉTICO

Tabela Resumo (3) dia1-dia9		
	24/07/2014	11/06/2015
Média	16,5	10,0
Variância	0,5	0,0
N	2	2

Média_dif	-6,5
Variância_dif	0,50
A1	1,0000
t	4,303

Intervalo de Confiança (3) a 95%

Limite inferior	-8,7
Limite superior	-4,3

Plantas com briófitos, tabuleiro 1, S1 Low

Valor estético
34
17
18
23,0
91,0

Valor estético
5
3
5
4,3
1,3

VALOR ESTÉTICO

Tabela Resumo (3) dia1-dia9		
	24/07/2014	11/06/2015
Média	23,0	4,3
Variância	91,0	1,3
N	3	3

Média_dif	-18,7
Variância_dif	6,79
A1	0,8165
t	2,776

Intervalo de Confiança (3) a 95%

Limite inferior	-34,1
Limite superior	-3,3