



## **Desenvolvimento de tapetes de vegetação com espécies autóctones com potencial para instalação em coberturas verdes**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Engenharia Agronómica**

**Catarina da Silva Figueiredo**

Orientadores:

Professora Doutora Maria Teresa Gomes Afonso do Paço  
Professor Doutor Pedro Miguel Ramos Arsénio

**Júri:**

**PRESIDENTE**

Doutora Maria do Rosário da Conceição Cameira, Professora associada do(a) Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

**VOGAIS**

Doutora Ana Maria da Silva Monteiro, Professora auxiliar com agregação do(a) Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa;

Doutora Maria Teresa Gomes Afonso do Paço, Professora auxiliar do(a) Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

2020

## **Agradecimentos**

Esta dissertação de mestrado simboliza o final de mais um ciclo e o atingir de uma importante meta. É o resultado de muitas horas de trabalho e de muito esforço, mas seria impossível de concluir sem o apoio e contributo de várias pessoas e do Instituto Superior de Agronomia.

Em primeiro, agradeço aos meus orientadores: à Professora Teresa do Paço, pela disponibilidade, por me ter ajudado a enfrentar todos os problemas que foram surgindo, apresentando soluções e incentivos, e por todo o tempo que despendeu; ao Professor Pedro Arsénio, pela partilha de conhecimento e disponibilidade para ajudar.

Um agradecimento ao colega Rui Matias dos Viveiros Florestais do ISA que ajudou na instalação do sistema de rega.

À Diana e ao Rafael um grande obrigada por toda a ajuda no transporte e carregamento dos materiais de um lado para o outro, pelo esforço que fizeram e pela paciência.

À minha família e amigos, um agradecimento especial, por todo o apoio incondicional em todo o meu percurso, por estarem sempre presentes e prontos a ajudar, sem eles seria impossível.

## Resumo

O crescente interesse da comunidade urbana pela natureza e pelas vantagens que dela advêm tem incentivado a procura por soluções alternativas, que permitam a obtenção de espaços verdes e a rentabilização de espaço. Neste âmbito, o interesse nas coberturas verdes tem vindo a aumentar, conduzindo a uma maior investigação, especificamente no que se refere a métodos de instalação e à seleção de espécies a utilizar. Especialmente em condições Mediterrânicas, as adversidades do clima impõem limitações, principalmente em relação às necessidades hídricas das plantas.

Este estudo procurou encontrar soluções que permitam facilitar a instalação e reduzir os custos da cobertura verde, tirando partido da biodiversidade e dos métodos que melhor se adaptam ao clima de Portugal, em particular da zona de Lisboa. Assim, o objetivo é estudar a capacidade de criar em viveiro tapetes de vegetação com plantas autóctones, para posteriormente serem transferidos para coberturas. Os tapetes pré-cultivados apresentam a vantagem de reduzir a evaporação do substrato, atuando como barreira física, e as plantas autóctones são mais aptas a subsistir em condições de disponibilidade hídrica reduzida.

Selecionaram-se espécies resilientes, características da zona da Estremadura e que se encontram em *habitats* com fatores limitantes, seja o solo, os nutrientes ou disponibilidade de água. As espécies foram semeadas em tapetes de fibra de coco e desenvolvidas em viveiro. Posteriormente foram transferidas para um dispositivo experimental que simula as condições de uma cobertura verde do tipo extensivo (tabuleiros experimentais na cobertura do Herbário Prof. João e Carvalho Vasconcelos, no Instituto Superior de Agronomia, em Lisboa).

Os resultados confirmaram que as plantas autóctones são passíveis de se desenvolverem em tapetes, em condições de viveiro, conseguindo germinar, aderir aos tapetes e desenvolver floração e sementes, mostrando capacidade para serem transferidas para cobertura. O estudo, estabelece uma metodologia para a produção deste tipo de tapetes pré-cultivados, abordando também as dificuldades encontradas e faz algumas sugestões para tornar estas metodologias mais eficientes.

**Palavras-chave:** tapetes pré-cultivados; *Papaver rhoeas*; nature-based solutions; plantas resistentes;

## Abstract

The growing interest of the urban population in nature and its advantages has encouraged the search for alternative solutions that allow the creation of green spaces and the profitability of spaces. In this context, the interest in green roofs has been increasing, leading to more research, specifically about installation methods and the selection of species. Especially in Mediterranean conditions, climate adversities impose limitations, mainly in relation to the water needs of plants.

This study seeks to find solutions that simplify installation and reduce coverage costs, taking advantage of biodiversity and the methods that improve adaptation in Portuguese conditions, specifically in Lisbon. The main objective is to study the ability to create vegetation mats with native plants in nurseries, to be later transferred to roofs. Pre-cultivated mats have the advantage of mitigating the evaporation of the substrate, acting as a physical barrier, and native plants are better able to survive under conditions with reduced water availability.

Resilient species were selected, characteristic of the Estremadura area and found in habitats with limiting factors, be it soil, nutrients or water availability. The species were sown on coconut fibre mats and grown in a nursery. They were subsequently transferred to an experimental device that simulates the conditions of an extensive green cover (experimental trays at the roof of Prof. João e Carvalho Vasconcelos Herbarium, in Instituto Superior de Agronomia, in Lisbon).

The results confirmed that autochthonous plants are likely to develop on mats, in nursery conditions, they can germinate, adhere to the mats and develop flowering and seeds, showing ability to be transplanted to the roof. The study establishes a methodology for the production of this type of pre-cultivated mats, also addressing the difficulties encountered and makes some suggestions to make these methodologies more efficient.

**Keywords:** vegetation mats, *Papaver rhoeas*; nature-based solutions; resistant vegetation.

## Índice Geral

Agradecimentos.....	II
Resumo .....	III
Abstract.....	IV
1. Introdução.....	1
2. Revisão da Literatura .....	4
2.1 Definição de coberturas verdes.....	4
2.2 Enquadramento histórico.....	4
2.3 Enquadramento social e ecológico .....	7
2.4 Tipologia de coberturas verdes .....	8
2.5 Constituintes e Instalação .....	9
2.6 Benefícios das coberturas verdes .....	9
2.6.1 Benefícios económicos.....	10
2.6.2 Benefícios ambientais .....	11
2.6.3 Benefícios para a biodiversidade .....	11
2.6.4 Benefícios sociais e estéticos.....	12
2.7 Desvantagens das coberturas verdes.....	12
2.8 Seleção e enquadramento do material vegetal.....	13
2.8.1 Plantas Autóctones.....	13
2.8.2 Plantas características de ambientes hostis .....	14
2.8.3 Tapetes pré-cultivados .....	15
3. Materiais e Métodos .....	17
3.1 Material vegetal .....	17
3.1.1 <i>Achillea ageratum</i> .....	17
3.1.2 <i>Anagallis arvensis</i> .....	18
3.1.3 <i>Anthyllis vulneraria</i> .....	19
3.1.4 <i>Briza maxima</i> .....	19
3.1.5 <i>Capsella bursa-pastoris</i> .....	20
3.1.6 <i>Centranthus ruber</i> .....	20
3.1.7 <i>Cerintho major</i> .....	21
3.1.8 <i>Cichorium intybus</i> .....	21

3.1.9	<i>Chrysanthemum coronarium</i> .....	22
3.1.10	<i>Ecballium elaterium</i> .....	23
3.1.11	<i>Euphorbia segetalis</i> .....	23
3.1.12	<i>Foeniculum vulgare</i> .....	24
3.1.13	<i>Lavandula stoechas</i> .....	25
3.1.14	<i>Lavatera trimestris</i> .....	26
3.1.15	<i>Nigella damascena</i> .....	26
3.1.16	<i>Papaver rhoeas</i> .....	27
3.1.17	<i>Plantago lanceolata</i> .....	27
3.1.18	<i>Sedum sediforme</i> .....	28
3.1.19	<i>Sanguisorba verrucosa</i> .....	29
3.1.20	<i>Scabiosa atropurpurea</i> .....	29
3.1.21	<i>Stachys germanica</i> .....	30
3.1.22	<i>Teucrium scorodonia</i> .....	30
3.1.23	<i>Trifolium incarnatum</i> .....	31
3.2	Formulação das misturas .....	32
3.2.1	Constituintes das misturas .....	32
3.2.2	Composição relativa das misturas de sementes .....	34
3.2.3	Pesagens .....	35
3.3	Sementeira das misturas .....	35
3.3.1	Preparação do espaço e sistema de rega .....	36
3.3.2	Pré-sementeira .....	37
3.3.3	Sementeira .....	38
3.4	Transferência dos tapetes .....	38
3.4.1	Dispositivo experimental na cobertura .....	38
3.4.2	Transplantação dos tapetes pré-cultivados .....	39
3.5	Crescimento vegetativo e área verde .....	41
3.5.1	Quadrantes .....	41
3.5.1.1	Taxa de germinação .....	42
3.5.1.2	Área verde .....	42
4.	Resultados e Discussão .....	43

4.1	Tapetes pré-cultivados .....	43
4.2	Transplantação dos tapetes .....	45
4.3	Taxa de germinação .....	47
4.4	Área verde .....	49
4.4.1	Homogeneidade da vegetação.....	50
4.4.2	Área verde ocupada pelas espécies .....	50
4.5	Diferentes estados vegetativos das plantas.....	52
4.6	Biodiversidade .....	54
5.	Conclusões .....	55
6.	Referências bibliográficas .....	58
Anexos.....		1
Anexos.....		2

## Índice de figuras

Figura 1 - Desenho do zigurate de Ur, maior monumento sobrevivente da Suméria, que data de cerca de 2250 a.C., dedicado à deusa da lua Nanna e a primeira referência de plantação de jardins em coberturas. (Fonte: Osmundson, 1999) .....	4
Figura 2 – Desenho dos Jardins Suspensos da Babilónia, mandados construir pelo Rei com o objetivo de consolar a sua mulher que sentia saudade da paisagem verdejante da sua terra natal. (Fonte: <a href="https://www.ancient.eu/Hanging_Gardens_of_Babylon/">https://www.ancient.eu/Hanging_Gardens_of_Babylon/</a> ) .....	4
Figura 3 - Ruínas de Jarlshof nas Ilhas Shetland. (Fonte: <a href="http://www.undiscoveredscotland.co.uk/shetland/jarlshof/">http://www.undiscoveredscotland.co.uk/shetland/jarlshof/</a> ) .....	5
Figura 4 – Torre del Guinigi em Lucca, com uma cobertura verde que pode ser visitada pelos turistas. (Fonte: <a href="https://guiaflorenca.net/lucca/a-torre-guinigi-de-lucca/">https://guiaflorenca.net/lucca/a-torre-guinigi-de-lucca/</a> ) .....	5
Figura 5 – Passeio dos Clérigos, no Porto. (Fonte: <a href="https://www.greenroofs.pt/pt">https://www.greenroofs.pt/pt</a> ) .....	6
Figura 6 – Estação de Metro da Trindade, Porto. (Fonte: <a href="https://www.greenroofs.pt/pt">https://www.greenroofs.pt/pt</a> ) .....	6
Figura 7 - Jardim das Oliveiras, no CCB em Belém. (Fonte: <a href="http://fotarte.blogspot.com/2005/11/ccb.html">http://fotarte.blogspot.com/2005/11/ccb.html</a> ) .....	7
Figura 8 - Telhado da ETAR de Alcântara. (Fonte: <a href="https://www.greenroofs.pt/pt/projeto/etar-de-alcantara">https://www.greenroofs.pt/pt/projeto/etar-de-alcantara</a> ) .....	7
Figura 9 - Cobertura do MAAT, em Belém. (Fonte: <a href="http://www.lisbonne-idee.pt/p2774-maat-museu-que-veio-futuro-aterrou-lisboa.html">http://www.lisbonne-idee.pt/p2774-maat-museu-que-veio-futuro-aterrou-lisboa.html</a> ) .....	7
Figura 10 – Esquema representativo dos 3 tipos de coberturas verdes. (Fonte: Osmundson, 1999, p.182) .....	9
Figura 11 - Constituintes mais comuns de coberturas verdes. (Fonte: Anico, 2016) .....	9
Figura 12 - Instalações da Adega de Borba. (Fonte: <a href="http://papavinhos.blogspot.com/2019/02/volta-portugal-pelas-adegas-parte-i.html">http://papavinhos.blogspot.com/2019/02/volta-portugal-pelas-adegas-parte-i.html</a> ) .....	10
Figura 13 - Cobertura instalada com tapetes pré-cultivados, constituídos por diversas espécies de Sedum. (Fonte: <a href="https://www.landlab.pt/pt/produto/tapete-landlab-sedum">https://www.landlab.pt/pt/produto/tapete-landlab-sedum</a> ) .....	15
Figura 14 - Inflorescências de <i>Achillea ageratum</i> (esquerda) características pela cor amarela e aroma intenso. Folhas alternas e serradas da mesma planta (direita). (Fonte: <a href="https://flora-on.pt/#/1achillea+ageratum">https://flora-on.pt/#/1achillea+ageratum</a> ) .....	18
Figura 15 - Floração azul de <i>Anagallis arvensis</i> . Folhas opostas cruzadas sem pecíolo. Podemos observar que tanto as folhas com as flores são bastante pequenas, a planta é relativamente rasteira. (Fonte: <a href="https://flora-on.pt/#/1anagallis+arvensis+">https://flora-on.pt/#/1anagallis+arvensis+</a> ) .....	18
Figura 16 – Inflorescências de <i>Anthyllis vulneraria</i> , que surgem frequentemente aos pares, devido à cor e aspeto, as flores são bastante atrativas para os insetos (esquerda). Folhagem e porte prostrado (direita). (Fonte: <a href="https://flora-on.pt/#/1anthyllis+vulneraria">https://flora-on.pt/#/1anthyllis+vulneraria</a> ) .....	19
Figura 17 – Inflorescência da <i>Briza maxima</i> , em diferentes estados fenológicos, observamos que surgem na extremidade de um pedúnculo fino, que com o peso das espiguetas acaba por pender para baixo. (Fonte: <a href="https://flora-on.pt/#/1briza+maxima">https://flora-on.pt/#/1briza+maxima</a> ) .....	20

Figura 18 – Flor da <i>Capsella bursa-pastoris</i> , com pétalas brancas (primeira imagem). As flores dispõem-se em cacho terminais, e a sua frutificação tem um formato de coração (segunda imagem) e as folhas basais formam uma roseta (terceira imagem). (Fonte: <a href="https://flora-on.pt/#/1capsela+bursa-pastoris">https://flora-on.pt/#/1capsela+bursa-pastoris</a> )	20
Figura 19 – <i>Centranthus ruber</i> , em ambas as imagens podemos observar que esta espécie apresenta numerosas flores, de cor rosa, e agrupadas em corimbos. (Fonte: <a href="https://flora-on.pt/#/1centranthus+ruber">https://flora-on.pt/#/1centranthus+ruber</a> )	21
Figura 20 – Observamos a floração, bastante atrativa para as abelhas, e as suas folhas ovais ligeiramente carnudas. (Fonte: <a href="https://flora-on.pt/#/1cerinthe+major">https://flora-on.pt/#/1cerinthe+major</a> )	21
Figura 21- <i>Cichorium intybus</i> em floração, observamos que as inflorescências do tipo capítulo são abundantes e apresentam um tom lilás. As folhas estão sobretudo ao nível do solo, formando uma roseta e os caules apresentam diferentes colorações. (Fonte: <a href="https://flora-on.pt/#/1cichorium+intybus">https://flora-on.pt/#/1cichorium+intybus</a> )	22
Figura 22- As inflorescências da espécie <i>Chrysanthemum coronarium</i> podem ter cerca de 6 cm de diâmetro e são frequentemente visita por insetos polinizadores. (Fonte: <a href="https://flora-on.pt/#/1Chrysanthemum+coronarium">https://flora-on.pt/#/1Chrysanthemum+coronarium</a> )	23
Figura 23 - <i>Ecballium elaterium</i> apresenta uma flor característica da família, as folhas tal como os caules são carnudas e apresentam indumento hispido-tomentoso. O fruto que se pode observar mais á direita surge da flor feminina e contém as sementes, que serão espalhadas quando este amadurecer. (Fonte: <a href="https://flora-on.pt/#/1ecballium+elaturum">https://flora-on.pt/#/1ecballium+elaturum</a> )	23
Figura 24 - <i>Euphorbia segetalis</i> floração e colonização de um habitat pedregoso. (Fonte: <a href="https://flora-on.pt/#/1euphorbia+segetalis">https://flora-on.pt/#/1euphorbia+segetalis</a> )	24
Figura 25 - <i>Foeniculum vulgare</i> apresenta flores amarelas dispostas em inflorescências, umbelas compostas terminais, os seus caules são frágeis e ocos. Os caules, tal como as folhas finas e muito divididas, são de um verde-azulado, ambos libertam um aroma característico. (Fonte: <a href="https://flora-on.pt/#/1foeniculum+vulgare">https://flora-on.pt/#/1foeniculum+vulgare</a> )	25
Figura 26 - <i>Lavandula stoechas</i> possui flores de cor violeta muito visitadas pelas abelhas, as folhas são estreitas e quase lineares. (Fonte: <a href="https://flora-on.pt/#/1lavandula+stoechas">https://flora-on.pt/#/1lavandula+stoechas</a> )	25
Figura 27- <i>Lavatera trimestris</i> apresenta flores grandes e vistosas, apresentam, normalmente cinco pétalas, as folhas têm uma forma semelhante a um coração invertido e têm recortes arredondados na margem exterior. (Fonte: <a href="https://flora-on.pt/#/1lavatera+trimestris">https://flora-on.pt/#/1lavatera+trimestris</a> )	26
Figura 28 – <i>Nigella damascena</i> apresenta uma flor peculiar, que origina uma capsula com as sementes. As suas folhas são filiformes e divididas em segmentos. (Fonte: <a href="https://flora-on.pt/#/1nigella+damascena">https://flora-on.pt/#/1nigella+damascena</a> )	27
Figura 29 – <i>Papaver rhoeas</i> é facilmente identificada pela sua flor vermelha, com pétalas acetinadas, podendo ter uma mancha preta na base. O fruto é uma capsula, que contém sementes, libertadas por poros que se abrem no topo. (Fonte: <a href="https://flora-on.pt/#/1papaver+rhoeas">https://flora-on.pt/#/1papaver+rhoeas</a> )	27
Figura 30 - <i>Plantago lanceolata</i> apresenta inflorescência em espiga, sendo as flores normalmente hermafroditas e a sua densidade elevada. As folhas são lanceoladas, tal como sugere o nome da espécie, apresentando 3 a 7 nervuras. (Fonte: <a href="https://flora-on.pt/#/1plantago+lanceolata">https://flora-on.pt/#/1plantago+lanceolata</a> )	28

Figura 31 - <i>Sedum sediforme</i> apresenta folhas carnudas ovoide-lanceoladas, as flores dispõem-se em densas cimeiras corimbiformes. (Fonte: <a href="https://flora-on.pt/?q=Sedum+sediforme">https://flora-on.pt/?q=Sedum+sediforme</a> ) .....	29
Figura 32 – <i>Sanguisorba verrucosa</i> possui flores pequenas agrupadas em glomérulos e folhas divididas em folíolos. (Fonte: <a href="https://flora-on.pt/index.php#/1sanguisorba+verrucosa">https://flora-on.pt/index.php#/1sanguisorba+verrucosa</a> ) .....	29
Figura 33 - <i>Scabiosa atropurpurea</i> tem pequenas flores, no caso de cor lilás, agrupadas em capítulo. As folhas são e podem apresentar diferente morfologia. (Fonte: <a href="https://flora-on.pt/?q=Scabiosa+atropurpurea">https://flora-on.pt/?q=Scabiosa+atropurpurea</a> ).....	30
Figura 34 - <i>Stachys germanica</i> possui as flores dispostas em espiga alongada e folhas são oblongas, com a página superior verde e a inferior acinzentada. (Fonte: <a href="https://flora-on.pt/#/1stachys+germanica">https://flora-on.pt/#/1stachys+germanica</a> ) .....	30
Figura 35 - <i>Teucrium scorodonia</i> apresenta inflorescências simples ou ramificadas, com flores verdes e amareladas, e folhas ovado-triangulares com recortes nas margens. (Fonte: <a href="https://flora-on.pt/#/1teucrium+scorodonia">https://flora-on.pt/#/1teucrium+scorodonia</a> ).....	31
Figura 36 – <i>Trifolium incarnatum</i> possui flores vermelhas dispostas em inflorescências espiniformes. As suas folhas são características dos trevos, são alternas e trifoliadas. (Fonte: <a href="https://flora-on.pt/?q=Trifolium+incarnatum">https://flora-on.pt/?q=Trifolium+incarnatum</a> ) .....	32
Figura 37 - Pulverizadores utilizados e esquema representativo do sistema de rega por aspersão, sendo que os círculos representam os pulverizadores.....	37
Figura 38 - Dispositivo experimental instalado nas Casas de Sombra, onde se observa a organização dos tapetes e a sua preparação com a manta geotêxtil e o substrato. ....	38
Figura 39 – Imagem panorâmica dos tabuleiros de metal localizados na cobertura do Herbário do ISA, na qual também se pode observar o sistema de rega (Martins, 2018).....	39
Figura 40 – Imagem da parte inferior do tapete com a mistura 2, onde se observa o estado das raízes, e do tabuleiro já com o tapete. ....	40
Figura 41 - Imagem do segundo tapete transplantado, mistura de plantas 1, ao fim de 12 dias. ....	40
Figura 42 - Fotos representativas do estado de desenvolvimento avançado.....	41
Figura 43 - Esquema da divisão dos tapetes em quadrantes.....	41
Figura 44 - Germinação das plantas a 12 de Abril.....	43
Figura 45 - Desenvolvimento da vegetação a 10 de Maio. No plano mais próximo estão os tapetes da mistura 1, seguindo por ordem até à mistura 4 no plano mais afastado. ....	43
Figura 46 - Diferentes estados das misturas (1, 2, 3 e 4, respetivamente) à mesma data (10 de Maio). ....	44
Figura 47 – Desenvolvimento radicular um mês após a sementeira. ....	45
Figura 48 - Raízes de um dos tapetes transferidos a 24 de Maio. ....	45
Figura 49 - Estado das plantas após o desenrolamento do tapete.....	46
Figura 50 - Tapete com a mistura 2, 12 dias após a transplantação. ....	46
Figura 51 - Segundo tapete transplantado, com a mistura 1, 12 dias após estar na cobertura. ....	47
Figura 52 -Comparação do número médio de plantas de cada espécie, em viveiro (azul) e em cobertura (laranja).....	47
Figura 53 - <i>Sedum sediforme</i> e <i>Teucrium scorodonia</i> num estado ainda jovem (13 Julho). ....	48

Figura 54 - Fotos das misturas 1, 2, 3 e 4, respetivamente, onde se observa a mancha verde nos tapetes. ....	50
Figura 55 - Percentagem média da área total dos tapetes que cada espécie ocupa. ....	51
Figura 56 - Fotografias das espécies <i>Papaver rhoeas</i> e <i>Capsella bursa-pastoris</i> . ....	52
Figura 57 - Diferentes fases do ciclo de vida da espécie <i>Papaver rhoeas</i> . ....	53
Figura 58 - Plantas nos estados iniciais do desenvolvimento vegetativo e outras em floração, espécie <i>Chrysanthemum coronarium</i> . ....	53
Figura 59 - Insetos encontrados nas plantas dos tapetes pré-cultivados. ....	54

## Índice de quadros

Quadro 1 - Procedimentos e respetivas datas. ....	17
Quadro 2 - Espécies agrupadas nas respetivas misturas, bem como as suas famílias, tipo biológico, data de floração e cor, critérios que foram utilizados para formulação das misturas. ....	33
Quadro 3 - Constituintes e respetivas concentrações na mistura. ....	35
Quadro 4 – Taxa de germinação, em percentagem, das espécies em cada uma das 4 misturas. ....	47
Quadro 5 - Média do total de plantas contadas, independentemente da espécie, em cada mistura e o total da área verde ocupada pelas mesmas. ....	51

## 1. Introdução

Numa sociedade cada vez mais urbana a valorização da natureza é crescente. Assim, todas as estratégias de introdução de zonas verdes em meios urbanos despoletam interesse, designadamente no que diz respeito às coberturas verdes em particular, uma vez que permitem uma rentabilização máxima de espaço. Utilizando os telhados como local de instalação, valorizam uma grande fração da área horizontal das cidades. Os seus benefícios ambientais e para a própria sociedade, são mais duas razões para o crescente interesse neste tipo de instalação (Castelo-Branco, 2012; Grimm *et al.*, 2008).

Desde a antiguidade que há registo destas estruturas, contudo, a sua chegada a Portugal foi mais tardia. Ainda assim, diversos são os locais onde as podemos encontrar, sendo de referir os grandes centros urbanos de Lisboa e Porto.

Quando se pondera instalar uma cobertura verde, vários são os pontos a considerar, por exemplo: o seu objetivo, o custo de instalação e manutenção e a viabilidade a longo prazo. Quando esta instalação se faz nas regiões com clima mediterrânico, como é o caso da zona de Lisboa, surgem outras preocupações, como a inclusão na estrutura de um sistema de rega (para que as plantas sobrevivam aos meses quentes e secos) ou a resistência das plantas aos períodos de chuvas intensas. Assim, a escolha da vegetação adequada é também essencial para o sucesso da cobertura.

Diversos estudos sugerem a utilização da flora autóctone em coberturas, considerando que ocorre naturalmente e está adaptada à região, apresentando portanto um uso dos recursos mais eficiente, sobretudo no que diz respeito à utilização de água (Butler *et al.*, 2012). Em acréscimo às condições limitantes do nosso clima, as coberturas possuem um microclima ainda mais exigente, no sentido em que estão mais expostas, quer ao sol, quer ao vento ou à precipitação. Neste sentido, este estudo deu atenção à flora autóctone portuguesa, mais especificamente da zona da Estremadura, com a especificidade de as espécies serem comumente encontradas em zonas com condições hostis, de realçar: telhados, muros, paredes, ruínas, escarpas, caminhos e bermas ou fendas. As coberturas verdes com este tipo de plantas, além do maior potencial de sucesso, estão em maior comunhão com a fauna local, incrementando a biodiversidade, e são mais acessíveis, uma vez que utilizam plantas que podem ser recolhidas no meio envolvente, aliado ao facto de também já existem empresas que as comercializam.

Ainda que as espécies escolhidas tenham todas as características referidas anteriormente, as coberturas continuam a ser um desafio, não só em termos de sobrevivência, mas também relativamente à germinação para qualquer espécie, dadas as condições ambientais que tendem a ser hostis.

Sendo esta flora de surgimento espontâneo e a sua utilização em espaços verdes limitada, ainda que crescente (por exemplo, em fruticultura, como flora auxiliar), é difícil saber como a implantar em jardins, mais ainda em coberturas verdes. Por isso, foi testada a sua adaptabilidade a tapetes pré-cultivados, que depois de desenvolvidos em viveiro foram transferidos para coberturas. Deste modo, a vegetação tem oportunidade de germinar em condições ambientais mais favoráveis que as de uma cobertura.

Sabendo se a vegetação selecionada se adequa à produção em tapetes, como os semear, como fazer germinar com sucesso as sementes e como os transferir, será possível chegar a um método de instalação de coberturas verdes relativamente rápido, simples que deixa a cobertura pronta no final da instalação. Os tapetes têm ainda a vantagem de ajudar a conservar a água no substrato da cobertura verde, dada a existência da camada geotêxtil que atua como *mulch*.

De entre os tipos de coberturas verdes, estes tapetes são pensados para as do tipo extensivo, uma vez que são coberturas que podem ser instaladas em edifícios já existentes, não tendo que ser pensadas desde a construção do edifício. Lisboa tem muitos imóveis cuja cobertura tem bons acessos e que possuem uma estrutura passível de sustentar a carga de uma cobertura verde, aumentando, portanto, o leque de locais viáveis para estas zonas verdes.

As coberturas do tipo extensivo, estão normalmente associadas à monocultura de uma espécie de plantas suculentas, principalmente do género *Sedum* (Monteiro *et al.*, 2017). No entanto, a utilização de misturas de plantas pode ser uma forma de incrementar a diversidade, de aumentar a área verde da cobertura, podendo as plantas funcionar também como facilitadoras entre si (Heim & Lundholm, 2014). Por isso, no presente trabalho, utilizaram-se diferentes misturas de espécies, com características diferentes, com o objetivo de se perceber quais se adaptam aos tapetes de vegetação, isto é, quais conseguem germinar com sucesso e desenvolver aderência ao tapete.

É importante realçar o interesse estético das coberturas verdes. Ainda que algumas das plantas do tipo utilizado neste estudo tenham um aspeto mais discreto esteticamente em relação a plantas exóticas frequentemente utilizadas, não sendo plantas tão apreciadas em jardins, apresentam outras qualidades úteis, como por exemplo a resiliência e capacidade de adaptação a ambientes hostis. Nas coberturas verdes a floração é valorizada pelo seu aspeto estético, em geral, mas, existe ainda a possibilidade de uso das plantas para outros fins, como, por exemplo, a alimentação ou a medicina.

Este estudo teve como objetivo principal o desenvolvimento de tapetes de vegetação com misturas de espécies autóctones, características da zona de Lisboa, colonizadoras de ambientes hostis e passíveis de utilização em coberturas verdes. Os tapetes foram desenvolvidos em viveiro, testando a capacidade de germinação e estabelecimento das espécies nos tapetes. Um pequeno número destes tapetes foi posteriormente transferido para um segundo dispositivo experimental, que simula uma cobertura extensiva, num processo exploratório para perceber as implicações da transplantação e a capacidade de sobrevivência das espécies.

Este trabalho está dividido em cinco tópicos gerais (introdução, revisão bibliográfica, metodologia, resultados e discussão e conclusão), que se fragmentam em subtópicos mais objetivos.

Na introdução, é apresentado o enquadramento global e particular do estudo, a sua pertinência, interesse e objetivos. Na revisão bibliográfica, encontra-se o 'estado da arte', ou seja toda a informação necessária para compreender o projeto e justificar as escolhas feitas no seu decorrer. Explica-se inicialmente o que são as coberturas verdes, bem como o seu enquadramento, a tipologia e a instalação. Posteriormente são abordados os benefícios e desvantagens, seguidos pela seleção e enquadramento do material vegetal.

Em terceiro lugar, surgem as metodologias utilizadas, sendo discriminado o material vegetal e dispositivos experimentais, e também explicados todos os métodos que permitiram chegar aos resultados. Os resultados são analisados e discutidos numa quarta secção, na qual é realizada a interpretação crítica, identificando as limitações do projeto e feitas recomendações para futuros estudos.

A finalizar o trabalho, estão discriminadas todas as conclusões retiradas no decorrer dos resultados e que respondem aos objetivos referidos na introdução.

## 2. Revisão da Literatura

### 2.1 Definição de coberturas verdes

Uma cobertura verde pode ser definida como a cobertura de um edifício (extremo superior) construída a partir de diversos materiais (betão, tijolo, cimento, etc.) na qual é posteriormente implementada vegetação (Castelo-Branco, 2012). Existem diversos tipos de coberturas verdes, diferenciadas pela profundidade do substrato, fator que condiciona a escolha de plantas, a condução e programação da rega e a manutenção (Anico, 2016).

As coberturas verdes podem ter diversas funções para os seus utilizadores, seja apenas a contemplação, os benefícios sociais e ambientais ou mesmo o uso semelhante a jardins e parques, onde é possível passear e interagir com a flora, fauna e outros elementos constituintes.

Esta é uma tecnologia em constante estudo e desenvolvimento, quer ao nível dos constituintes estruturais quer dos bióticos.

### 2.2 Enquadramento histórico

As coberturas verdes são utilizadas desde a antiguidade, as mais antigas datam de 2250 a.C., nos zigurates da Suméria (Figura 1), com diferentes funções e formas. Nem todas perduraram até à atualidade, mas ainda assim, encontramos diversos exemplos espalhados pelo mundo, nos mais diversos climas (Osmundson, 1999).

Em 600 a.C., aproximadamente, surge um dos mais famosos exemplos, uma das '7 Maravilhas do Mundo Antigo', os Jardins Suspensos da Babilónia (Figura 2). Foram mandados construir pelo Rei Nabucodonosor II e, segundo os arqueólogos, eram constituídos por terraços de grandes áreas suportados por arcos de pedra a cerca de 20 m de altura (Anico, 2016; Costa, 2010; Magill *et al.*, 2011; Osmundson, 1999).

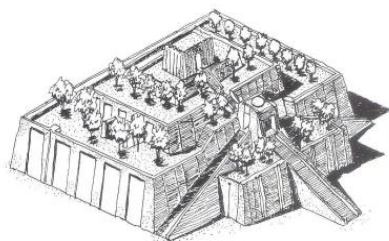


Figura 1 - Desenho do zigurate de Ur, maior monumento sobrevivente da Suméria, que data de cerca de 2250 a.C., dedicado à deusa da lua Nanna e a primeira referência de plantação de jardins em coberturas. (Fonte: Osmundson, 1999)

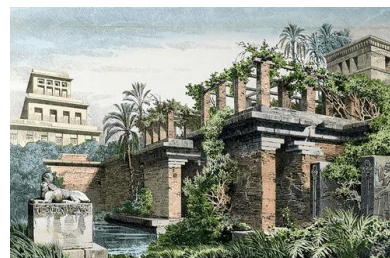


Figura 2 – Desenho dos Jardins Suspensos da Babilónia, mandados construir pelo Rei com o objetivo de consolar a sua mulher que sentia saudade da paisagem verdejante da sua terra natal. (Fonte: [https://www.ancient.eu/Hanging\\_Gardens\\_of\\_Babylon/](https://www.ancient.eu/Hanging_Gardens_of_Babylon/))

Ambos os exemplos anteriores estão localizados numa zona de clima quente, de planície aluvial, sujeita a inundações e assim sendo, de vegetação escassa. Neste contexto, os 'jardins suspensos' pretendiam simular oásis, locais ricos em vegetação, sombra e água. Todavia, quando pensamos nos climas mais frios, observamos que a diversidade de vegetação e as montanhas caracterizam grande parte das paisagens, por isso este tipo de instalações tardou a chegar a essas zonas (Costa, 2010).

Nos climas mais frios, as primeiras referências remontam à Idade do Bronze e prolongam-se até à atualidade. No Reino Unido, por exemplo, ainda hoje se encontram algumas ruínas das engenhosas estruturas, nomeadamente as ruínas de Jarlshof nas Ilhas Shetland (Figura 3) (Anico, 2016).



Figura 3 - Ruínas de Jarlshof nas Ilhas Shetland. (Fonte: <http://www.undiscoveredscotland.co.uk/shetland/jarlshof/>)

Já na época medieval, em 1384, em Itália, mais especificamente em Lucca, começou a construção da Torre del Guinigi, conhecida pelo seu jardim na cobertura (Figura 4), a 36,5 m de altura, onde se encontram 7 carvalhos regados por um sistema inovador para a altura de rega subterrânea (Anico, 2016; Costa, 2010).



Figura 4 – Torre del Guinigi em Lucca, com uma cobertura verde que pode ser visitada pelos turistas. (Fonte: <https://guiaflorenca.net/lucca/a-torre-guinigi-de-lucca/>)

Na Europa, a revolução industrial implicou grandes alterações, tendo sido criados diversos bairros para alojar os trabalhadores e as fábricas começaram a ganhar terreno. Assim, os espaços verdes reduziram-se significativamente. As condições de vida tornaram-se mais precárias, os níveis de poluição aumentaram, conseqüentemente surgiu uma onda de revalorização da paisagem campestre e da natureza (Magill *et al.*, 2011).

Entre 1950 e 1960, a Alemanha reavivou o conceito de coberturas verdes. O interesse dos cientistas aliado ao apoio político impulsionou a instalação das mesmas na década de 70. A *Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau* (FLL, Instituto de investigação, desenvolvimento e construção da paisagem), fundada em 1975, pretendia estudar a vegetação como “tecnologia”. Em 1978, inicia uma série de estudos para analisar esta possibilidade, com base em coberturas do tipo extensivo e intensivo, tendo em conta a sua manutenção e sustentabilidade. Desde esta altura muitos estudos têm sido feitos, com diversas variáveis e diversos constituintes, e têm vindo a surgir novas abordagens.

Em Portugal, este tipo de ‘telhados vivos’ começou a emergir em 1950. São diversas as suas funções, seja apenas como acrescento da estética do edifício, seja como espaço de lazer ou mesmo com o objetivo de tornar o edifício mais sustentável, existindo exemplos de norte a sul do país. No Porto, em 2013, foi inaugurado o Passeio dos Clérigos (Figura 5) este jardim conta com 50 oliveiras e cobre uma área comercial, não sendo caso único nesta cidade. A Estação de Metro da Trindade também possui uma ‘cobertura viva’ (Figura 6), bem como é o caso de diversos edifícios de habitação e da Universidade.



Figura 5 – Passeio dos Clérigos, no Porto.  
(Fonte: <https://www.greenroofs.pt/pt>)



Figura 6 – Estação de Metro da Trindade, Porto.  
(Fonte: <https://www.greenroofs.pt/pt>)

Em Lisboa, vários são os estudos que se destacam nesta área, como Anico (2016), que trabalhou com plantas autóctones, ou Martins (2018) que testou diferentes técnicas de instalação destas coberturas e diversas plantas colonizadoras de muros e telhados. Além dos estudos, Lisboa também apresenta diversos exemplos destas coberturas. De salientar, o Jardim das Oliveiras no CCB (Centro Cultural de Belém; Figura 7), o telhado da ETAR (Estação de Tratamento de Águas Residuais) de Alcântara (Figura 8), cobertura do MAAT (Museu de Arte, Arquitetura e Tecnologia; Figura 9).

Com base numa rápida revisão bibliográfica, como a acima apresentada, percebemos que as coberturas verdes estão, desde a antiguidade, espalhadas pelo mundo. Atualmente, basta vaguear pelas cidades para encontrar diversos exemplos destas estruturas.



Figura 9 - Jardim das Oliveiras, no CCB em Belém. (Fonte: <http://fotarte.blogspot.com/2005/11/ccb.html>)



Figura 8 - Telhado da ETAR de Alcântara. (Fonte: <https://www.greenroofs.pt/pt/projeto/et-ar-de-alcantara>).



Figura 7 - Cobertura do MAAT, em Belém. (Fonte: <http://www.lisbonne-idee.pt/p2774-maat-museu-que-veio-futuro-aterrou-lisboa.html>).

## 2.3 Enquadramento social e ecológico

A população mundial tem aumentado ao longo dos anos. Segundo a ONU, em 2017 era aproximadamente 7,6 bilhões e as expectativas para 2030 são que ronde os 8,6 bilhões de habitantes. No final do século passado houve um crescente fluxo de pessoas do campo para a cidade levando a um crescente processo de urbanização, que não só se mantém como tem vindo a expandir no Séc. XXI. Enquanto no Séc. XX as cidades alojavam cerca de 10% da população mundial, atualmente esta percentagem é superior a 50% e as previsões são que este número aumente. O maior crescimento é registado nos países desenvolvidos, nos quais as pequenas cidades tendem a crescer e a aproximar-se das grandes metrópoles (Grimm *et al.*, 2008).

O aumento demográfico, por si só, já causa alterações no ecossistema em que vivemos, mas a crescente aglomeração nos centros urbanos, bem como todas as alterações feitas com o objetivo, não só de suportar a população, mas também de responder a todas as suas necessidades, acarreta um grande impacto ambiental (Castelo-Branco, 2012; Grimm *et al.*, 2008).

Quando se fala em aumento demográfico e urbanização, é essencial falar das alterações no uso de terra que isso representa. Isto é, a maior população nas cidades implica a criação de mais recursos, seja em termos industriais, de habitação, energéticos ou bem-estar e serviços. Assim sendo, verifica-se, entre outros fatores, um aumento das construções verticais e redução das áreas verdes (Carbone *et al.*, 2015; Castelo-Branco, 2012). Estas alterações têm diversas consequências, incluindo o aumento do 'Efeito Ilha de Calor', a dificuldade no escoamento de águas e a fragmentação de *habitats* (Carbone *et al.*, 2015; Castelo-Branco, 2012; Heim *et al.*, 2017).

As coberturas verdes são utilizadas desde os tempos antigos, contudo, na atualidade, surgem como possível solução ou atenuante para estes problemas. Como referido anteriormente, os telhados são uma fração representativa da área horizontal, assim, em diversos países, o seu revestimento com vegetação têm sido uma medida sugerida e incentivada. Este tipo de instalação tem diversas vantagens que serão abordadas posteriormente.

## 2.4 Tipologia de coberturas verdes

Segundo a literatura, existem diversos tipos de coberturas verdes, sendo distinguidas, principalmente, pela altura do substrato, o que condiciona o tipo de instalação, as plantas que se podem utilizar e a manutenção necessária. Consideram-se três tipos de coberturas verdes (Figura 10), intensivas, extensivas e semi-intensivas (ANCV – Associação Nacional de Coberturas Verdes, 2019; Martins, 2018; Mentens *et al.*, 2006; Osmundson, 1999; Sutton, 2015; Varela, 2011):

- Intensivas – também chamadas jardins de telhado (Varela, 2011), são normalmente para usufruto humano, portanto são planeadas para conforto e bem-estar, mantendo sempre o potencial ecológico. Permitem uma grande diversidade de habitats, pelo que necessitam de um bom sistema de rega e grande manutenção.

Quanto à profundidade do substrato é superior a 15 cm, assim sendo, mesmo com a utilização de substratos mais leves, o edifício tem que suportar uma grande carga, como tal a sua estrutura tem que ser adaptada. Esta profundidade de substrato permite a escolha de um amplo conjunto de plantas, desde as mais pequenas até árvores.

Este tipo de instalação é a que apresenta não só mais custos, mas também mais planeamento. Contudo, este investimento é compensado no que respeita à sua utilização, podendo ser a mesma dos jardins convencionais.

- Semi-intensivas – representa o meio-termo das tipologias, fundindo características das coberturas intensivas e extensivas. Em termos de profundidade, pode ir dos 10 cm aos 25 cm, permitindo uma vasta escolha de espécies vegetais. Já no que respeita à utilização, estas coberturas verdes, não são pensadas para serem acedidas pelo Homem, mas sim como paisagem a contemplar.

- Extensivas – são as mais comuns de encontrar, uma vez que têm reduzida manutenção e baixo custo de instalação. Têm profundidade de substrato de 2 cm a 15 cm, são relativamente leves e, por isso, ainda que seja necessário ter em conta a capacidade de carga da estrutura, podem ser instaladas, sem grande preparação, na maioria das coberturas, incluindo as já existentes. Não são normalmente acessíveis para uso recreativo ou de lazer.

A vegetação a implantar deve ter capacidade de se regenerar fácil e rapidamente, tem que ser resistente à radiação, ao encharcamento e ao vento, muito eficiente na utilização de água e nutrientes.

Este será o tipo de instalação que iremos utilizar no projeto, pois é a mais viável em termos económicos e é menos pesada, logo pode ser instalada sem que seja necessárias alterações estruturais nos edifícios. No entanto a sua reduzida espessura de substrato, limita a escolha das espécies.

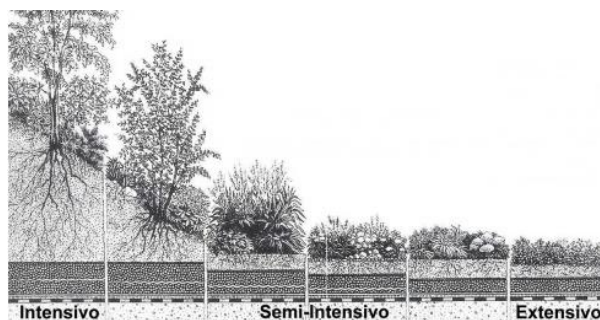


Figura 10 – Esquema representativo dos 3 tipos de coberturas verdes. (Fonte: Osmundson, 1999, p.182)

## 2.5 Constituintes e Instalação

As coberturas verdes são sistemas relativamente pequenos e condicionados aos limites do edifício, mas compostos por diversos fatores, que interagem entre si garantindo a eficiência do ecossistema. Os componentes deste sistema podem ter mais do que um propósito, e o mau estado de algum deles pode comprometer o funcionamento de todo o sistema (Castelo-Branco, 2012).

Na instalação deste tipo de estruturas existem normalmente estes componentes (Figura 11):

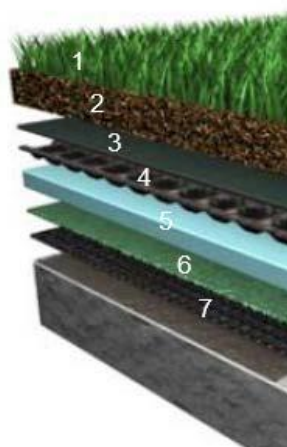


Figura 11 - Constituintes mais comuns de coberturas verdes. (Fonte: Anico, 2016)

- 1) Vegetação – plantas devidamente selecionadas, tendo em conta o clima e as condições da cobertura.
- 2) Substrato – a camada de substrato pode ter alturas diferentes consoante a tipologia de cobertura. Atualmente já há substratos especializados para este tipo de sistemas.
- 3) Filtro – camada filtrante, impede que as partículas mais finas sejam arrastadas com a água.
- 4) Elemento de drenagem – camada drenante, possibilita a drenagem da água, evitando a asfixia radicular, logo garantindo a respiração radicular. Armazena alguma água garantindo reservas para o sistema.
- 5) Isolamento térmico – controla as alterações de temperatura do sistema.
- 6) Manta de proteção – funciona como último ‘reservatório’, retém água e nutrientes e protege a manta anti raízes.
- 7) Manta anti raízes – protege a cobertura da perfuração pelas raízes.

## 2.6 Benefícios das coberturas verdes

A aplicação deste tipo de coberturas procura dar resposta não só a problemas ambientais, mas também sociais, económicos e estéticos. Atualmente, as zonas urbanas são dominadas por tons

acinzentados, pálidos e escuros. Contudo, a preocupação ambiental é uma realidade crescente, bem como a preocupação com a sustentabilidade, sendo a população atual mais sensível às questões ecológicas. É neste sentido que este tipo de estruturas começa a ser, cada vez mais, uma tendência (Castelo-Branco, 2012; Lundholm *et al.*, 2010; Maclvor & Lundholm, 2011; Oberndorfer *et al.*, 2007).

De forma geral, os benefícios deste tipo de sistemas podem ser públicos, que são visíveis em grande escala, ou privados, ou seja têm mais impacto nos utilizadores do edifício (Anico, 2016). Nos públicos temos, por exemplo, o impacto na gestão de águas pluviais (Brandão *et al.*, 2017), a mitigação da poluição do ar (Currie & Bass, 2008), a dispersão da biodiversidade e redução da fragmentação de *habitats* (Madre *et al.*, 2014). Nos privados, deve considerar-se a poupança energética, a redução da erosão da cobertura e o impacto estético (Anico, 2016). O novo edifício da Adega de Borba (Figura 12) é um exemplo de todos estes fatores, uma vez que, de acordo com a empresa (informação pessoal, 2019), além de todas as vantagens e poupança energética que a cobertura verde instalada acarretou para o edifício, ainda serve de paisagem para as provas de vinhos e eventos.

Este tipo de instalação, como já foi referido, tem diversas vantagens, que serão descritas em pormenor. Contudo, o impacto de cada cobertura é variável, dependendo do local onde se encontra. A redução da temperatura do ar circundante e do interior do edifício é mais importante em países de clima quente, enquanto, por exemplo, em países com sistemas de escoamento de águas pluviais deficitários, o mais importante é o impacto na gestão de águas pluviais (Oberndorfer *et al.*, 2007).



Figura 12 - Instalações da Adega de Borba. (Fonte: <http://papavinhos.blogspot.com/2019/02/volta-portugal-pelas-adeegas-parte-i.html>)

### 2.6.1 Benefícios económicos

Em termos económicos, as coberturas verdes têm dois benefícios muito importantes, o primeiro é o aumento da eficiência energética dos edifícios, o segundo é o aumento da durabilidade da cobertura dos edifícios:

- Eficiência energética: quando a temperatura exterior é elevada, as coberturas verdes reduzem a quantidade de calor transmitida ao edifício, já quando as temperaturas são baixas elas ajudam a reter o calor no edifício. Assim, o custo energético para controlar

a temperatura interna dos edifícios é menor (Barrio, 1998; Corden, 2011; Wong *et al.*, 2003).

- Durabilidade das coberturas dos edifícios: uma cobertura convencional está exposta a fatores de erosão que acabam por deteriorar as membranas de impermeabilização. Quando o edifício possui ‘cobertura viva’, esta funciona como barreira aos agentes de erosão, preservando as condições da membrana de proteção do mesmo e aumentando a sua longevidade (Oberndorfer *et al.*, 2007).

### 2.6.2 Benefícios ambientais

Quando se debatem os benefícios ambientais é sempre importante ter em conta que, nos locais urbanizados, o espaço para vegetação é limitado. Assim sendo, este tipo de estruturas permite uma rentabilização de espaço, aumentando a área verde dentro das cidades, o que atenua diversos problemas, apresentando vários benefícios, de entre os quais se salientam:

- Melhoria da qualidade do ar: o desempenho da flora na reciclagem do ar é um facto conhecido. Em meio urbano, os níveis de poluição são maiores, logo a qualidade do ar é mais reduzida, desta forma são necessárias mais zonas verdes para atenuar este problema (Currie & Bass, 2008; Varela, 2011).
- Regulação da temperatura urbana: o fenómeno ‘ilha de calor’ é um dos impactos climáticos mais falados na literatura, ocorre nos centros urbanos, traduz-se no aumento da temperatura e é consequência da substituição da vegetação por zonas mais povoadas, com mais construções e superfícies impermeáveis. A vegetação no geral, seja em parques, varandas ou coberturas, ajuda a mitigar este efeito. Contudo, esta redução é muito difícil de quantificar e para que o impacto seja notório as zonas verdes têm que estar presentes em grande escala (Monteiro *et al.*, 2017; Varela, 2011).
- Gestão de águas pluviais: em países cujo clima se caracterize por chuvas intensas concentradas num período do ano, como em Portugal, a gestão das águas representa uma dificuldade, principalmente nas cidades, nas quais as construções impedem que a água siga o ciclo hidrológico normal, podendo ainda ter a agravante de os sistemas de esgotos não serem eficientes. Como ferramentas para reduzir o escoamento superficial, podem utilizar-se reservatórios, lagos e zonas verdes (que permitem a infiltração da água). As coberturas verdes, em conjunto com as ferramentas anteriormente referidas, podem também ser parte da solução, uma vez que possuem camadas que podem armazenar água: o substrato por si só funciona como reservatório e a vegetação garante o consumo e a evaporação (Brandão *et al.*, 2017; Carbone *et al.*, 2015; Mentens *et al.*, 2006).

### 2.6.3 Benefícios para a biodiversidade

As cidades não são locais comumente associados a biodiversidade. Assim, todas as suas zonas verdes são extremamente importantes, devendo ser conservadas e expandidas. As coberturas verdes, à semelhança de parques e jardins, são abrigo de diversas espécies vegetais e animais, fornecendo também alimento e proteção. Nas coberturas, a biodiversidade é construída essencialmente pela vegetação, os insetos e as aves. Estes *hotspots* de vida permitem a mitigação da fragmentação de habitats, facilitam a dispersão de espécies e proporcionam abrigo para espécies migrantes (*Madre et al.*, 2014).

#### **2.6.4 Benefícios sociais e estéticos**

Cada vez mais, há uma valorização da natureza e as coberturas verdes funcionam como uma espécie de oásis nas zonas urbanas. Podem estar instaladas nos locais de trabalho, habitação ou lazer e ter diversas funções como por exemplo, servir de local de encontro ou mesmo de isolamento do *stress* citadino, melhorando a qualidade de vida e aumentando a produtividade (Varela, 2011).

A paisagem cinzenta e agitada das cidades é também alterada, tornando-se mais diversa, menos hostil e menos claustrofóbica. Além de que a estética destas estruturas pode ser perfeitamente adaptada às necessidades ou gostos dos utilizadores (Anico, 2016; Varela, 2011).

Os telhados podem acolher hortas urbanas, também elas uma tendência emergente na atualidade, que procura incentivar a produção sustentável de alimentos.

### **2.7 Desvantagens das coberturas verdes**

As coberturas verdes também apresentam desvantagens, sendo as principais a falta de incentivos para a sua construção e de conhecimento. Ainda não existem políticas de incentivo para a instalação deste tipo de estruturas no nosso país. Mesmo que as houvesse, outra dificuldade seria a escassez de informação, sobre as características técnicas de instalação e as espécies a usar. Além disto, a sua instalação e manutenção requer um custo inicial elevado, bem como edifícios preparados, não comprometendo a segurança (Lundholm *et al.*, 2015; Oberndorfer *et al.*, 2007). Os custos associados à instalação, são imputados ao facto de os materiais terem que ser transportados para o topo dos edifícios, por isso qualquer melhoria no processo de instalação (materiais ou métodos) vai ter um impacto positivo (Bianchini & Hewage, 2012).

É também uma desvantagem o facto de este ecossistema ser muito limitativo, por isso é necessário o conhecimento do ambiente e a adaptação de todos os elementos constituintes, o que impossibilita que este tipo de instalação seja feita sem estudo prévio do sistema ou formação do pessoal envolvido.

## 2.8 Seleção e enquadramento do material vegetal

Quando se começa a projetar um jardim em cobertura, todos os elementos merecem atenção, porque cada um desempenha uma função específica e essencial para que este sistema funcione. A vegetação é um dos principais fatores a ter em conta e um dos mais complexos, pois depende de todos os fatores do sistema e a informação disponível sobre espécies utilizadas, neste tipo de jardins, é escassa. Ou seja, é difícil definir um grupo de plantas que funcionam bem em coberturas verdes de um modo geral, porque cada jardim tem requisitos e limitações específicas, principalmente em termos climáticos, havendo frequentemente condições propícias para a existência de microclimas.

Esta dificuldade na escolha de plantas tem conduzido à monocultura, principalmente em coberturas do tipo extensivo, selecionando-se uma espécie capaz de sobreviver às condições limitantes e capaz de colonizar toda a área. As espécies do género *Sedum* L. são das mais utilizadas para a instalação de coberturas verdes. Contudo, segundo Monteiro *et al.* (2017), as plantas suculentas, nomeadamente *Sedum*, não apresentam vantagens relativamente a outras não carnudas no que respeita à redução da temperatura no verão ou ao isolamento térmico do substrato, contrariando a tendência de usar suculentas exatamente com estas finalidades. Este estudo refere ainda como é importante escolher as plantas com base no que têm para oferecer ao ecossistema, ou seja, a função que podem desempenhar.

Em coberturas verdes, como temos vindo a ver, é mais importante pensar nos aspetos funcionais da vegetação do que na estética. É nesta linha de raciocínio que se coloca a hipótese da diversidade em oposição à monocultura, uma vez que, na Natureza, a biodiversidade existente nos ecossistemas é uma das causas do seu equilíbrio (Nagase & Dunnett, 2010). Assim, sendo as coberturas verdes um pequeno ecossistema, a diversidade de plantas pode ser benéfica para o seu funcionamento (Heim & Lundholm, 2014). Juntando plantas de diferentes tamanhos, famílias e características, que apresentem diferentes benefícios, podemos otimizar o ecossistema. Por exemplo, as gramíneas ajudam a reduzir a temperatura do substrato bem como o escoamento superficial, as plantas mais altas vão ensombrar o substrato a abrigar as mais baixas, as leguminosas vão ser uma fonte de azoto, entre outras opções (Heim & Lundholm, 2014). Em suma, utilizando misturas de plantas rentabilizamos os recursos e as plantas funcionam como facilitadoras para o desenvolvimento umas das outras (Heim & Lundholm, 2014).

Além da diversidade das misturas é também essencial considerar a sua capacidade de adaptação e a capacidade que têm de sobreviver e subsistir nas condições hostis de uma cobertura. Portanto, as plantas com maior interesse serão as que se desenvolvem em *habitats* com características semelhantes, no mesmo clima e com capacidade de recolonização (Monteiro *et al.*, 2017).

### 2.8.1 Plantas Autóctones

Dentro do mesmo país podemos encontrar um conjunto muito diverso de paisagens, Portugal não é exceção. Quando viajamos de uma ponta à outra do nosso país é muito fácil tomarmos consciência disso, por exemplo quando olhamos para a vegetação que nos rodeia. A vegetação que encontramos no montado Alentejano em nada se assemelha aos pinhais do Norte do país. Mesmo quando comparamos os sapais da zona do Algarve com os da zona de Lisboa percebemos que a vegetação não é idêntica, o conjunto de fatores que torna um local único, como a topografia, o solo ou o microclima, condiciona a vegetação que se encontra no mesmo (Varela, 2011).

Portugal, mesmo sendo um país relativamente pequeno, possui diversos *habitats* para o desenvolvimento de flora, o que possibilita a existência de uma grande diversidade de espécies endêmicas e autóctones (Anico, 2016). As espécies autóctones são originárias da zona onde habitam, estão adaptadas às condições do local, garantindo o seu desenvolvimento e a propagação natural.

Butler *et al.* (2012) defendem a utilização de plantas autóctones nas coberturas verdes, uma vez que as plantas estão adaptadas ao local e é menos uma adversidade que têm que enfrentar. Por isso, as probabilidades de sobreviver e de se propagarem são maiores. Estas espécies irão também apresentar menor necessidade de operações de manutenção e, em geral, menores necessidades hídricas comparativamente com as espécies exóticas (Varela, 2011).

Diversos estudos recomendam a utilização da flora autóctone, porque as suas adaptações às condições locais implicam menores custos, nomeadamente em relação à rega. Existe ainda a vantagem de esta vegetação estar em perfeita harmonia com a fauna local incrementando a biodiversidade (Heim & Lundholm, 2014; MacIvor & Lundholm, 2011; Madre *et al.*, 2014; Martins, 2018; Narango, Tallamy *et al.*, 2017).

### **2.8.2 Plantas características de ambientes hostis**

Como referido anteriormente, as plantas autóctones são mais adaptadas a determinadas regiões do que a flora exótica, salvo algumas exceções, regiões estas que englobam um leque de *habitats* diferentes. Alguns destes *habitats* apresentam semelhanças com as coberturas, especificamente se considerarmos as limitações, como a disponibilidade de solo, nutrientes e água. As plantas que conseguem sobreviver nestes *habitats* têm melhores hipóteses de sobreviver em coberturas (Anico, 2016; Butler *et al.*, 2012; Heim & Lundholm, 2014; Martins, 2018).

As cidades são *habitats* inóspitos para o desenvolvimento de flora e, por este motivo, seria de esperar que esta fosse reduzida e pouco diversa. Esta teoria têm vindo a ser contrariada, e a flora urbana é considerada bastante diversa e com características particulares (Rebele, 1994). Os muros, ruínas, paredes e beirais, por exemplo, abrigam uma grande diversidade de espécies, ainda que cada uma se encontre em reduzida quantidade. Esta flora depende muito da exposição, do microclima e dos tipos de materiais da construção. Estes ecossistemas são extremamente interessantes, uma vez que apresentam uma grande biodiversidade vegetal, mas recursos muito reduzidos. Por isso, estas plantas

só sobrevivem porque têm capacidade para utilizar todos os recursos, sendo a principal limitação a disponibilidade hídrica. De modo geral, estas espécies são relativamente resistentes à seca (Francis, 2011; Martins, 2018). Francis (2011) refere que, em muros, é de notar a presença de plantas herbáceas, plantas anuais e perenes, especificando ainda a presença abundante de hemicriptófitos e terófitos.

Além destes habitats, existem outros que também são bastante hostis, de referir os caminhos e bermas de estrada que, pelo seu grau de utilização humana dificultam a sobrevivência de plantas, ou mesmo zonas muito rochosas como falésias e encostas, que também possuem flora adaptada (Butler *et al.*, 2012).

### 2.8.3 Tapetes pré-cultivados

A instalação de vegetação em coberturas verdes pode fazer-se por um de três métodos: plantação, sementeira direta ou utilização de tapetes pré-cultivados. Frequentemente, em coberturas do tipo extensivo, opta-se pelo terceiro método, implantação de tapetes de vegetação pré-cultivados (Raposo, 2013).

Tapetes de vegetação são mosaicos de vegetação pré-cultivada em viveiro, sobre um suporte geotêxtil, por exemplo fibra de coco. As plantas são mantidas em viveiro até se encontrarem suficientemente desenvolvidas para serem transplantadas. A vegetação mais comum é constituída por gramíneas e leguminosas. Devem apresentar variedade de espécies e cerca de 75% de cobertura da superfície (Martins, 2018).

Atualmente, várias empresas comercializam tapetes de vegetação para instalar em coberturas, em Portugal, sendo os mais comuns misturas de diversas espécies do género *Sedum* L.. Ainda que o género *Sedum* L. tenha vindo a demonstrar adaptabilidade em coberturas e que apresente uma grande variedade de espécies (Figura13), representando portanto uma escolha segura, existem outras misturas a ser comercializadas e margem para o desenvolvimento de novas, sendo importante testar a adaptabilidade das plantas à produção em tapete.



Figura 13 - Cobertura instalada com tapetes pré-cultivados, constituídos por diversas espécies de *Sedum*. (Fonte: <https://www.landlab.pt/pt/produto/tapete-landlab-sedum>)

Podendo apresentar diferenças ao nível da vegetação, os tapetes, apresentam semelhanças na constituição: a base é uma manta de controlo de erosão (biodegradável ou persistente), com espessura reduzida (aproximadamente 25 mm); o substrato colocado em cima da base é geralmente do tipo dos usados em cobertura verde, rico em minerais e materiais leves; segue-se o material vegetal (Martins, 2018; Sutton, 2015).

No viveiro, na base dos tapetes deve ser colocada uma membrana impermeável, para reduzir as perdas de água, impedir a perfuração de raízes, quer do tapete, quer em direção ao solo, e para facilitar a remoção dos tapetes. Quanto à rega, deve ser superior, por exemplo por aspersão (Martins, 2018). O facto de os tapetes serem desenvolvidos em viveiro acrescenta um custo, no entanto acaba por ser compensado pelas vantagens que representa para o sistema (Raposo, 2013).

Os tapetes pré-cultivados possibilitam o fortalecimento das plantas, através do seu desenvolvimento em viveiro, antes de serem expostas às condições desfavoráveis da cobertura, permitindo também uma maior cobertura e mais resistência por parte das plantas. Para o consumidor final o interesse reside principalmente no efeito imediato da cobertura, não necessitando de aguardar que as plantas germinem e/ou se desenvolvam. No que respeita à instalação, este método é mais rápido e simples. Outra vantagem muito significativa nas nossas condições é a capacidade de conservar água da manta geotêxtil, uma vez que funciona como *mulch*, reduzindo a evaporação do substrato (Sutton, 2015). A manta geotêxtil possui uma rede que lhe dá coesão, mantendo as fibras de coco ligadas, esta rede funciona também como proteção contra a erosão (Raposo, 2013).

Para o presente estudo, a componente da facilidade de instalação foi tida em conta, mas, o que levou à seleção deste método foi a capacidade de mitigar as perdas de água, uma vez que no nosso clima esta vantagem poderá diminuir as necessidades de rega.

É de salientar que os tapetes de vegetação, além da manta geotêxtil, são compostos por uma camada de substrato muito fina (aproximadamente 1 cm), o que implica que as plantas seleccionadas tenham de conseguir desenvolver-se nestas condições, apesar de ecologicamente limitantes. Esta espessura reduzida é normalmente compensada por outras componentes em viveiro, como a rega e a fertilização, ou um substrato mais rico em nutrientes (Raposo, 2013).

### 3. Materiais e Métodos

Foram pré-cultivados tapetes com diferentes misturas de material vegetal, por sementeira direta. Avaliou-se a germinação, a percentagem de área verde, e o desenvolvimento ou não de sementes. Esta análise foi efetuada após contagem e identificação visual das plantas e posterior tratamento de dados em Excel, recorrendo a médias numéricas e modas. Foram também captadas fotos para análise futura. Realizou-se uma análise do desenvolvimento do material vegetal nos tapetes. Posteriormente, selecionaram-se alguns tapetes que foram transferidos para a cobertura e foi avaliada a sua taxa de sucesso, bem com o material vegetal que melhor se comportou pós transferência.

Os procedimentos que serão descritos de seguida obedecem à calendarização descrita no Quadro 1.

Quadro 1 - Procedimentos e respetivas datas.

Sementeira	Início da germinação	Transplantação 1º tapete	Análise da sobrevivência	Transplantação 2º tapete	Análise da sobrevivência	Taxas de germinação e área verde
4 Abril	12 Abril	24 Maio	5 Junho	6 Junho	18 Junho	13 Julho

#### 3.1 Material vegetal

Relativamente à escolha do material vegetal para a cobertura verde, optou-se por plantas autóctones de Portugal, mais especificamente, características da região da Estremadura. O objetivo visado foi a seleção de plantas que tenham a vantagem de à partida estarem adaptadas ao clima, enfrentando apenas a dificuldade das condições hostis da cobertura. Para além disto, procuraram-se espécies também com interesse estético, ou seja, que apresentassem algum tipo de floração ou atrativo visual. Procurámos utilizar plantas que estivessem presentes em ambientes rochosos, como muros, telhados, paredes, bermas de estradas e caminhos. Algumas espécies já foram testadas em cobertura (Anico, 2016; Martins, 2018).

Todas as sementes foram compradas à empresa “Sementes de Portugal” e, assim sendo, a escolha foi condicionada, não só pelos fatores anteriores, mas também pelo catálogo de espécies disponibilizadas pela empresa.

As espécies vegetais selecionadas serão listadas de seguida.

##### 3.1.1 *Achillea ageratum*

*Achillea ageratum* L. é um caméfito (Figura 14), pertencente à família *Asteraceae*, e uma espécie perene. Encontra-se, normalmente, em locais expostos ao sol, como em orlas de matos e bosques,

bermas de caminhos e campos agrícolas. Não requer muita rega e adapta-se a diferentes tipos de solo. A época de floração tem início em Abril e prolonga-se até Setembro, sendo a flor de um tom vivo de amarelo, funcionando como atrativo para insetos polinizadores.

Esta espécie, também conhecida como marcela-real, tem propriedades medicinais e é aromática (“Jardim Botânico UTAD,” n.d.; Sociedade Portuguesa de Botânica, 2014)



Figura 14 - Inflorescências de *Achillea ageratum* (esquerda) características pela cor amarela e aroma intenso. Folhas alternas e serradas da mesma planta (direita). (Fonte: <https://flora-on.pt/#/1achillea+ageratum>)

### 3.1.2 *Anagallis arvensis*

*Anagallis arvensis* L., também conhecida como morrião (Figura 15), pertence à família *Primulaceae*. É uma herbácea anual que apresenta uma ampla distribuição por todo o país, comum em terrenos cultivados ou baldios, zonas humanizadas e orlas de matagais e bosques. Não é específica de nenhum tipo de solo, ou seja apresenta indiferença edáfica. Esta espécie é do tipo terófito. Apresenta floração de Janeiro a Setembro, com pico em Março, Abril e Maio (“Jardim Botânico UTAD,” n.d.; Sociedade Portuguesa de Botânica, 2014).



Figura 15 - Floração azul de *Anagallis arvensis*. Folhas opostas cruzadas sem pecíolo. Podemos observar que tanto as folhas com as flores são bastante pequenas, a planta é relativamente rasteira. (Fonte: <https://flora-on.pt/#/1anagallis+arvensis+>)

### 3.1.3 *Anthyllis vulneraria*

*Anthyllis vulneraria* L., é uma espécie hemiptófito pertencente à família *Fabaceae* (Figura 16), coloniza clareiras de matos rasteiros, terrenos baldios e locais secos e pedregosos. Apresenta flores desprovidas de pedicelo, dispostas em capítulos, com floração de Janeiro a Agosto, sendo o pico em Abril e Maio. É uma planta perene, podendo também comportar-se como anual (“Jardim Botânico UTAD,” n.d.; Sociedade Portuguesa de Botânica, 2014).



Figura 16 – Inflorescências de *Anthyllis vulneraria*, que surgem frequentemente aos pares, devido à cor e aspeto, as flores são bastante atrativas para os insetos (esquerda). Folhagem e porte prostrado (direita). (Fonte: <https://flora-on.pt/#/1anthyllis+vulneraria>)

### 3.1.4 *Briza maxima*

*Briza maxima* L., da família *Poaceae* (Figura 17), conhecida como abelhinha, é uma gramínea muito comum em Portugal, com uma distribuição homogénea de norte a sul. Em termos de habitats é uma planta com grande amplitude ecológica, no entanto tem alguma preferência por locais secos. É uma espécie anual, é um terófito.

Apresenta inflorescência, uma panícula, com poucas espiguetas em pedúnculos finos e extremidades pendentes, sendo a época de floração de Janeiro a Setembro, mas o pico é de Abril a Junho (“Jardim Botânico UTAD,” n.d.; Martins, 2018; Sociedade Portuguesa de Botânica, 2014).



Figura 17 – Inflorescência da *Briza maxima*, em diferentes estados fenológicos, observamos que surgem na extremidade de um pedúnculo fino, que com o peso das espiguetas acaba por pender para baixo. (Fonte: <https://flora-on.pt/#/1briza+maxima>)

### 3.1.5 *Capsella bursa-pastoris*

*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. é uma planta anual ou terófito, que pertence à família *Brassicaceae*. Esta é também conhecida como ‘Bolsa-de-pastor’ (Figura 18), apresenta uma grande amplitude ecológica surgindo em campos cultivados, pastagens, pousios, baldios, orlas, veredas e bermas de caminhos. A época de floração é, normalmente, de Janeiro a Julho, no entanto pode apresentar floração o ano inteiro (“Jardim Botânico UTAD,” n.d.; Martins, 2018; Sociedade Portuguesa de Botânica, 2014).



Figura 18 – Flor da *Capsella bursa-pastoris*, com pétalas brancas (primeira imagem). As flores dispõem-se em cacho terminalis, e a sua frutificação tem um formato de coração (segunda imagem) e as folhas basais formam uma roseta (terceira imagem). (Fonte: <https://flora-on.pt/#/1capsela+bursa-pastoris>)

### 3.1.6 *Centranthus ruber*

*Centranthus ruber* (L.) DC. é uma planta perene, um hemicriptófito, a subespécie que se utilizou foi *Centranthus ruber*. Esta é conhecida por alfinetes ou rosa da rocha (Figura 19). Pertence à família *Valerianaceae* e surge preferencialmente em habitats rochosos e substratos calcários, como por exemplo muros, fendas, bermas de caminhos, taludes, escombreyras, muros, falésias e rochedos, ou

seja é uma espécie que se desenvolve em solos pobres. A sua flor rosa surge de Março até Julho, com ocasionais relatos de floração também em Setembro, Dezembro e Janeiro. Esta flor é perfumada e atrativa para insetos e aves (“Jardim Botânico UTAD,” n.d.; Martins, 2018; Sociedade Portuguesa de Botânica, 2014).



Figura 19 – *Centranthus ruber*, em ambas as imagens podemos observar que esta espécie apresenta numerosas flores, de cor rosa, e agrupadas em corimbos. (Fonte: <https://flora-on.pt/#/1centranthus+ruber+>)

### 3.1.7 *Cerinthe major*

*Cerinthe major* L. é uma espécie herbácea anual, é do tipo terófito, da família *Boraginaceae* (Figura 20). Também conhecida como flor mel, esta planta pode ser encontrada terrenos cultivados ou baldios, em taludes e em rochedos, tem preferência por solos básicos e nitrificados, contudo também sobrevive em solos ácidos e arenosos. A floração é de Fevereiro a Maio, com pico em Abril, apresentando uma flor de cor roxa (“Jardim Botânico UTAD,” n.d.; Sociedade Portuguesa de Botânica, 2014).



Figura 20 – Observamos a floração, bastante atrativa para as abelhas, e as suas folhas ovais ligeiramente carnudas. (Fonte: <https://flora-on.pt/#/1cerinthe+major>)

### 3.1.8 *Cichorium intybus*

*Cichorium intybus* L. é uma planta perene (por vezes bienal), do tipo hemicriptófito, pertence à família *Asteraceae*. Produz flores de tom lilás ou azul (Figura 21) durante os meses de Maio a Julho, sendo que a época de floração pode começar antes, em Janeiro, e prolongar-se até Setembro. Esta planta, comumente chamada de chicória ou almeirão, surge em ambientes ruderais, normalmente em terrenos baldios, bermas de caminhos e terrenos cultivados ou incultos. É uma planta com necessidades hídricas reduzidas (“Jardim Botânico UTAD,” n.d.; Sociedade Portuguesa de Botânica, 2014).



Figura 21- *Cichorium intybus* em floração, observamos que as inflorescências do tipo capítulo são abundantes e apresentam um tom lilás. As folhas estão sobretudo ao nível do solo, formando uma roseta e os caules apresentam diferentes colorações. (Fonte: <https://flora-on.pt/#/1cichorium+intybus>)

### 3.1.9 *Chrysanthemum coronarium*

*Chrysanthemum coronarium* L., de nome comum pampilho, é uma espécie herbácea anual ou terófito, pertencente à família *Asteraceae*. Estas plantas podem atingir até 1,5 metros de altura, com flores brancas ou amarelas, que se dispõem em capítulos (Figura 22). As inflorescências surgem de Fevereiro a Julho, mas são mais comuns na Primavera, ou seja de Março a Junho, estas são muito atrativas para os insetos. É uma espécie ruderal que se adapta a diferentes tipos de solo, têm preferência por zonas com boa exposição solar, é comumente encontrada em bermas de caminhos, terrenos baldios ou campos agrícolas. Tem ainda a particularidade de funcionar como repelente para alguns insetos menos desejados (Sociedade Portuguesa de Botânica, 2014; Universidade de Aveiro, n.d.).



Figura 22- As inflorescências da espécie *Chrysanthemum coronarium* podem ter cerca de 6 cm de diâmetro e são frequentemente visita por insetos polinizadores. (Fonte: <https://flora-on.pt/#/1Chrysanthemum+coronarium>)

### 3.1.10 *Ecballium elaterium*

*Ecballium elaterium* (L.) A. Rich. pertence à família *Cucurbitaceae*, é conhecida como pepino-de-São-Gregório ou pepineiro-bravo. É uma espécie ruderal, que surge em terrenos baldios, muros, ruínas e entulhos. É do tipo hemicriptófito, apresenta floração nos meses de Janeiro a Setembro, com pico em Março e Abril. As flores são características da família, são brancas com o centro amarelo ou verde e podem ser masculinas ou femininas (Figura 23). As flores femininas originam o fruto e as masculinas acabam por degenerar. Estas plantas têm uma forma de dispersão de sementes interessante, uma vez que quando o fruto está maduro e é tocado por algum animal, destaca-se e explode, projetando as sementes (“Jardim Botânico UTAD,” n.d.; Sociedade Portuguesa de Botânica, 2014).



Figura 23 - *Ecballium elaterium* apresenta uma flor característica da família, as folhas tal como os caules são carnudas e apresentam indumento hispido-tomentoso. O fruto que se pode observar mais à direita surge da flor feminina e contém as sementes, que serão espalhadas quando este amadurecer. (Fonte: <https://flora-on.pt/#/1ecballium+elaterium> )

### 3.1.11 *Euphorbia segetalis*

*Euphorbia segetalis* L. var. *segetalis*, é uma espécie anual pertencente à família *Euphorbiaceae*, que surge em matos, prados, pastagens, locais pedregosos e perturbados, como bermas de caminhos e campos agrícolas incultos (Figura 24). É indiferente ao tipo de substrato podendo surgir em areias dunares ou mesmo em solos afetados por incêndios. Estas plantas, também conhecidas como ‘Alforbrava’, são anuais ou terófitos. Apresentam floração de Janeiro a Agosto, sendo o pico de Março a Maio (“Jardim Botânico UTAD,” n.d.; Sociedade Portuguesa de Botânica, 2014).



Figura 24 - *Euphorbia segetalis* floração e colonização de um habitat pedregoso. (Fonte: <https://flora-on.pt/#/1euphorbia+segetalis>)

### 3.1.12 *Foeniculum vulgare*

*Foeniculum vulgare* L. é uma herbácea vivaz, pertence à família *Apiaceae* e é do tipo hemicriptófito. Vulgarmente conhecida com erva-doce ou funcho é uma planta bastante comum em Portugal e com uma ampla distribuição, pode ser encontrada em terrenos baldios e incultos, em sítios secos, em clareiras de matos, em bermas de caminhos e campos cultivados. É uma espécie ruderal que se adapta a diferentes tipos de solos, a sua população pode atingir grandes densidades formando funchais. Além da inflorescência amarelas (Figura 25), muito atrativas para as abelhas, que pode surgir quase todo o ano, mas é mais comum de Junho a Setembro, as suas folhas são muito aromáticas, podendo ser utilizadas na alimentação (“Jardim Botânico UTAD,” n.d.; Sociedade Portuguesa de Botânica, 2014; Universidade de Aveiro, n.d.).

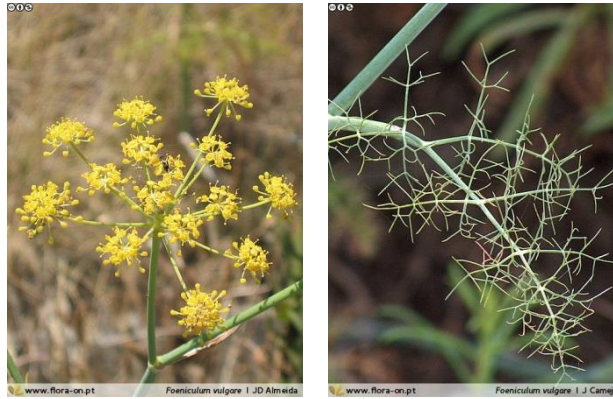


Figura 25 - *Foeniculum vulgare* apresenta flores amarelas dispostas em inflorescências, umbelas compostas terminais, os seus caules são frágeis e ocos. Os caules, tal como as folhas finas e muito divididas, são de um verde-azulado, ambos libertam um aroma característico. (Fonte: <https://flora-on.pt/#/1foeniculum+vulgare>)

### 3.1.13 *Lavandula stoechas*

*Lavandula stoechas* L. é um subarbusto perene, do tipo caméfito, que pertence à família *Lamiaceae*. Esta espécie (Figura 26), também conhecida como rosmaninho, pode atingir aproximadamente 60 cm, apresentando numerosos ramos com flores agrupadas em espigas terminais de coloração violácea, a folhagem é verde-acinzentada. A época de floração é de Janeiro a Setembro, sendo o pico de Março a Junho. Esta planta pode ser utilizada, não só com finalidade ornamental, mas também na alimentação, medicina e cosméticos, uma vez que é uma planta aromática. O rosmaninho apresenta uma grande amplitude geográfica, podendo ser encontrada em matos xerófilos, clareiras ou em azinhais, pinhais, sobreirais e carvalhais. Tem preferência por locais com elevada exposição ao sol e secos e substratos pobres, siliciosos e com pH ácido ou neutro (Figueiredo *et al.*, 2014; “Jardim Botânico UTAD,” n.d.; Sociedade Portuguesa de Botânica, 2014).



Figura 26 - *Lavandula stoechas* possui flores de cor violeta muito visitadas pelas abelhas, as folhas são estreitas e quase lineares. (Fonte: <https://flora-on.pt/#/1lavandula+stoechas>)

### 3.1.14 *Lavatera trimestris*

*Lavatera trimestris* L. é uma herbácea anual da família *Malvaceae*, do tipo terófito. Apresenta um ciclo de vida relativamente curto e rápido crescimento, podendo atingir cerca de 1.5 m. Nos meses de Março a Junho apresenta floração de tom rosado (Figura 27) muito atrativas para os insetos polinizadores. A malva-de-três-meses adapta-se a diferentes tipos de solos, principalmente argilosos, arenosos ou calcários, sendo facilmente encontrada em terrenos agrícolas, pousios, prados, clareiras de matos ou bermas de caminhos, é uma planta que tem preferência por locais exposto ao sol (“Jardim Botânico UTAD,” n.d.; Sociedade Portuguesa de Botânica, 2014).



Figura 27- *Lavatera trimestris* apresenta flores grandes e vistosas, apresentam, normalmente cinco pétalas, as folhas têm uma forma semelhante a um coração invertido e têm recortes arredondados na margem exterior. (Fonte: <https://flora-on.pt/#/1lavatera+trimestris> )

### 3.1.15 *Nigella damascena*

*Nigella damascena* é uma espécie anual da família *Ranunculaceae*, conhecida como flor-dedo-de-dama. Floresce entre Março e Junho, sendo a flor de tom azul e branco (Figura 28). Pode ser encontrada em campos agrícolas, searas e pomares de sequeiro, bem como em locais pedregosos. Adapta-se a diversos tipos de solo e não requer regas frequentes. As sementes são contidas em capsulas que quando rebentam fazem a sua própria sementeira (“Jardim Botânico UTAD,” n.d.; Sociedade Portuguesa de Botânica, 2014).



Figura 28 – *Nigella damascena* apresenta uma flor peculiar, que origina uma capsula com as sementes. As suas folhas são filiformes e divididas em segmentos. (Fonte: <https://flora-on.pt/#/1nigella+damascena>)

### 3.1.16 *Papaver rhoeas*

*Papaver rhoeas* L. é uma planta herbácea anual, do tipo terófito, é comumente chamada papoila vermelha ou papoila vulgar (Figura 29). Esta espécie da família *Papaveraceae* é encontrada em searas, pousios, pastagens, prados, montados, olivais e em bermas de caminhos, baldios e entulhos. A época de floração é de Abril até Julho, podendo variar, sendo a sua flor vermelha e acetinada, apresenta, normalmente, uma mancha preta na base. Esta espécie tem sido bastante combatida, tratada como infestante em searas de trigo, ainda assim continua a surgir de forma espontânea (“Jardim Botânico UTAD,” n.d.; Sociedade Portuguesa de Botânica, 2014; Universidade de Aveiro, n.d.).



Figura 29 – *Papaver rhoeas* é facilmente identificada pela sua flor vermelha, com pétalas acetinadas, podendo ter uma mancha preta na base. O fruto é uma capsula, que contém sementes, libertadas por poros que se abrem no topo. (Fonte: <https://flora-on.pt/#/1papaver+rhoeas+>)

### 3.1.17 *Plantago lanceolata*

*Plantago lanceolata* L. pertence à família *Plantaginaceae*, é conhecido como erva de Ovelha. É uma espécie perene do tipo hemicriptófito, que surge em prados, caminhos, baldios, zonas humanizadas ou meios urbanos. Apresenta inflorescência em espiga (Figura 30) nos meses de Março a Setembro. As folhas lanceoladas são um dos pontos que ajudam a identificar esta espécie, dispõem-se em roseta basal e são de um intenso tom verde (Sociedade Portuguesa de Botânica, 2014; Universidade de Aveiro, n.d.).



Figura 30 - *Plantago lanceolata* apresenta inflorescência em espiga, sendo as flores normalmente hermafroditas e a sua densidade elevada. As folhas são lanceoladas, tal como sugere o nome da espécie, apresentando 3 a 7 nervuras. (Fonte: <https://flora-on.pt/#/1plantago+lanceolata>)

### 3.1.18 *Sedum sediforme*

*Sedum sediforme* (Jacq.) Pau. é uma planta perene, do tipo caméfito, também conhecida como erva-pinheira (Figura 31), da família *Crassulaceae*. Surge em zonas com solos pobres, pedregosos, normalmente básicos, como é o caso de dunas pinhais, escarpas e muros. A época de floração é de Junho até Setembro (“Jardim Botânico UTAD,” n.d.; Sociedade Portuguesa de Botânica, 2014). É uma planta com grande capacidade adaptativa, que consegue sobreviver em substratos com menos de 1 cm e que resiste a diversas condições edafoclimáticas, nomeadamente seca extrema (Butler et al., 2012). São plantas que por vezes se apresentam prostradas e ocupam uma grande área de substrato (Heim & Lundholm, 2014). Podem apresentar diversas cores, verde, vermelho ou amarelo, consoante as condições do ecossistema. Esta suculenta é uma bastante referenciada quando falamos de coberturas verdes, ainda que a sua utilização provoque opiniões antagónicas (Martins, 2018; Monteiro et al., 2017).



Figura 31 - *Sedum sediforme* apresenta folhas carnudas ovoide-lanceoladas, as flores dispõem-se em densas cimeiras corimbiformes. (Fonte: <https://flora-on.pt/?q=Sedum+sediforme>)

### 3.1.19 *Sanguisorba verrucosa*

*Sanguisorba verrucosa* (Link ex G. Don) Ces. é uma planta perene, do tipo hemicriptófito, também chamada pimpinela, que pertence à família *Rosaceae*. Surge em taludes, terrenos baldios, em clareiras de matos e bosques, em suma surge em substratos pedregosos perturbados, sendo relativamente indiferente às restantes características do solo. Apresenta flores agrupadas em glomérulos (Figura 32), que surgem entre Abril a Julho, podendo antecipar-se e surgir em Fevereiro, sendo o pico de floração em Abril (“Jardim Botânico UTAD,” n.d.; Martins, 2018; Sociedade Portuguesa de Botânica, 2014).



Figura 32 – *Sanguisorba verrucosa* possui flores pequenas agrupadas em glomérulos e folhas divididas em folíolos. (Fonte: <https://flora-on.pt/index.php#/1sanguisorba+verrucosa>)

### 3.1.20 *Scabiosa atropurpurea*

*Scabiosa atropurpurea* L. é uma espécie perene, do tipo hemicriptófito, comumente chamada ‘Saudade’, pertence à família *Dipsacaceae*. Surge em pastagens, pousios ou descampados, taludes e bermas, não é muito seletiva em termos de solo. Esta planta apresenta alguma diversidade morfológica, sendo que as folhas podem apresentar diferentes formas e as flores diferentes cores (Figura 33).

Apresenta floração de Janeiro a Setembro, mas principalmente de Abril a Junho (“Jardim Botânico UTAD,” n.d.; Sociedade Portuguesa de Botânica, 2014).



Figura 33 - *Scabiosa atropurpurea* tem pequenas flores, no caso de cor lilás, agrupadas em capítulo. As folhas são e podem apresentar diferente morfologia. (Fonte: <https://flora-on.pt/?q=Scabiosa+atropurpurea>)

### 3.1.21 *Stachys germanica*

*Stachys germanica* L. é uma planta herbácea perene (hemicriptófito), que pertence à família *Lamiaceae*. Também conhecida como betónica, surge frequentemente em solos calcários, em orlas e clareiras de matagais. Floresce de Março a Junho, sendo que as suas flores (Figura 34) são muito visitadas por insetos polinizadores, principalmente abelhas (“Jardim Botânico UTAD,” n.d.; Martins, 2018; Sociedade Portuguesa de Botânica, 2014; Universidade de Aveiro, n.d.).



Figura 34 - *Stachys germanica* possui as flores dispostas em espiga alongada e folhas são oblongas, com a página superior verde e a inferior acinzentada. (Fonte: <https://flora-on.pt/#/1stachys+germanica>)

### 3.1.22 *Teucrium scorodonia*

*Teucrium scorodonia* L. é uma planta herbácea perene (hemicriptófito), pertence à família *Lamiaceae*. Surge nas orlas de bosques de caducifólia ou perenifólias, prados de montanhas, bermas de caminhos, margens de linhas de água, taludes rochosos o fendas de rochas. Tem preferência por substrato silicioso, arenoso ou calcário. Floresce de Junho até Setembro, com pico em Maio, apresentando inflorescências simples ou ramificadas (Figura 35) (“Jardim Botânico UTAD,” n.d.; Martins, 2018; Sociedade Portuguesa de Botânica, 2014; Universidade de Aveiro, n.d.).



Figura 35 - *Teucrium scorodonia* apresenta inflorescências simples ou ramificadas, com flores verdes e amareladas, e folhas ovado-triangulares com recortes nas margens. (Fonte: <https://flora-on.pt/#/1teucrium+scorodonia>)

### 3.1.23 *Trifolium incarnatum*

*Trifolium incarnatum* L. ou trevo encarnado é uma espécie anual (terófito), da família *Fabaceae*. Encontrada em prados anuais, em solos nitrificados. É muito utilizado em misturas de plantas para revestir taludes de estradas, bem como para adubação verde (sideração). Apresenta um ciclo de vida vigoroso e rápido. As suas flores (Figura 36), tal como o nome sugere, são encarnadas e surgem de Janeiro a Agosto, sendo a floração mais intensa em Abril e Maio. Além das vantagens para o solo e do interesse estético, estas plantas são também muito atrativas para os polinizadores (“Jardim Botânico UTAD,” n.d.; Sociedade Portuguesa de Botânica, 2014).



Figura 36 – *Trifolium incarnatum* possui flores vermelhas dispostas em inflorescências espiniformes. As suas folhas são características dos trevos, são alternas e trifoliadas. (Fonte: <https://flora-on.pt/?q=Trifolium+incarnatum>)

### 3.2 Formulação das misturas

Após a seleção do material vegetal, agruparam-se as espécies em 4 misturas, segundo determinados critérios, apresentados em 3.2.1.

Todos os critérios e procedimentos para a obtenção das misturas prontas para a sementeira estão detalhados abaixo.

#### 3.2.1 Constituintes das misturas

Os constituintes de cada mistura foram selecionados segundo:

- Época de floração – agruparam-se espécies com épocas de floração diferentes, de forma que o tapete esteja em floração num período máximo de tempo durante o ano.
- Cor das flores – juntaram-se plantas com flores de cores semelhantes, para que o tapete pareça mais harmonioso e esteticamente agradável.
- Altura – combinaram-se plantas rasteiras com plantas mais altas, pois, segundo a literatura, a utilização de plantas de diferentes alturas pode ajudar na rentabilização dos recursos, nomeadamente os recursos hídricos (Heim & Lundholm, 2014).
- Tipos biológicos – as misturas devem conter diferentes tipos biológicos (hemicriptófitos, terófitos ou caméfitos) para aumentar a capacidade de autorrenovação do tapete (Francis, 2011).
- Famílias botânicas – em cada mistura conjugaram-se plantas das diferentes famílias, não só para que haja maior rentabilização dos recursos, mas também para aproveitar o melhor que cada espécie pode dar ao ecossistema (Heim & Lundholm, 2014).
- Plantas com interesse edível – juntaram-se às misturas plantas com duplo interesse, ou seja plantas que possam também ser utilizadas para fins condimentares ou medicinais,

acrescentando um valor extra aos tapetes (*Foeniculum vulgare*, *Achillea ageratum* e *Lavandula stoechas*).

Assim sendo, obtiveram-se as seguintes misturas, referidas no Quadro 2:

Quadro 2 - Espécies agrupadas nas respetivas misturas, bem como as suas famílias, tipo biológico, data de floração e cor, critérios que foram utilizados para formulação das misturas.

Mistura	Espécie	Família	Tipo	Floração	Cor da flor
1	<i>Trifolium incarnatum</i>	<i>Fabaceae</i>	Terófito	Jan. - Ag.	Vermelha
	<i>Briza maxima</i>	<i>Poaceae</i>	Terófito	Jan. - Fev.	Verde
	<i>Stachys germanica</i>	<i>Lamiaceae</i>	Hemicriptófito	Mar. - Jun.	Branca
	<i>Teucrium scorodonia</i>	<i>Lamiaceae</i>	Hemicriptófito	Jun. - Set.	Verde/Amarela
	<i>Sedum sediforme</i>	<i>Crassulaceae</i>	Caméfito	Jul. - Set.	Branca/Amarela
2	<i>Centranthus ruber</i>	<i>Valerianaceae</i>	Hemicriptófito	Mar. - Jul.	Rosa
	<i>Sanguisorba verrucosa</i>	<i>Rosaceae</i>	Hemicriptófito	Fev. - Jul.	Rosa
	<i>Papaver rhoeas</i>	<i>Papaveraceae</i>	Terófito	Abr. - Jul.	Vermelha
	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	<i>Brassicaceae</i>	Terófito	Jan. - Jul.	Branca
	<i>Sedum sediforme</i>	<i>Crassulaceae</i>	Caméfito	Jul. - Set.	Branca/Amarela
3	<i>Anagallis arvensis</i>	<i>Primulaceae</i>	Terófito	Jan. - Set.	Azul
	<i>Cerinth major</i>	<i>Boraginaceae</i>	Terófito	Fev. - Maio	Roxa
	<i>Nigella damascena</i>	<i>Ranunculaceae</i>	Terófito	Mar. - Jun.	Azul
	<i>Cichorium intybus</i>	<i>Asteraceae</i>	Hemicriptófito	Jan. -Set.	Azul
	<i>Euphorbia segetalis</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	Terófito	Jan. - Ag.	Amarela
	<i>Chrysanthemum coronarium</i>	<i>Asteraceae</i>	Terófito	Jan. - Jul.	Branca
	<i>Foeniculum vulgare</i>	<i>Apiaceae</i>	Hemicriptófito	Jun. - Set.	Amarela
	<i>Achillea ageratum</i>	<i>Asteraceae</i>	Caméfito	Abr. - Set.	Amarela
	<i>Lavandula stoechas</i>	<i>Lamiaceae</i>	Caméfito	Jan. - Set.	Roxa
<i>Sedum sediforme</i>	<i>Crassulaceae</i>	Caméfito	Jul. - Set.	Branca/Amarela	
4	<i>Plantago lanceolata</i>	<i>Plantaginaceae</i>	Hemicriptófito	Mar. - Set.	Branca
	<i>Ecballium elatirum</i>	<i>Cucurbitaceae</i>	Hemicriptófito	Jan. - Set.	Branca/Amarela
	<i>Anthyllis vulneraria</i>	<i>Fabaceae</i>	Hemicriptófito	Jan. - Ag.	Branco/Rosa
	<i>Scabiosa atropurpurea</i>	<i>Dipsacaceae</i>	Hemicriptófito	Jan. - Set.	Roxa
	<i>Lavatera trimestris</i>	<i>Malvaceae</i>	Terófito	Mar. - Jun.	Rosa
	<i>Foeniculum vulgare</i>	<i>Apiaceae</i>	Hemicriptófito	Jun. - Set.	Amarela
	<i>Achillea ageratum</i>	<i>Asteraceae</i>	Caméfito	Abr. - Set.	Amarela
	<i>Lavandula stoechas</i>	<i>Lamiaceae</i>	Caméfito	Jan. - Set.	Roxa
	<i>Sedum sediforme</i>	<i>Crassulaceae</i>	Caméfito	Jul. - Set.	Branca/Amarela

Criaram-se assim 4 misturas, com as seguintes características:

- Mistura 1: flores vermelhas, brancas, amarelas e verdes; floração pode ir de Janeiro a Setembro;
- Mistura 2: flores rosa, vermelhas e brancas; floração pode ir de Janeiro a Setembro;
- Mistura 3: flores azuis, roxas, amarelas e brancas; floração Janeiro a Setembro;

- Mistura 4: flores roxas, rosas, brancas e amarelas; floração de Janeiro a Setembro.

Sendo que parte significativa das espécies apresentam floração branca ou amarela, estas foram divididas pelas misturas consoante a data de floração, de forma que o tapete apresente floração o máximo de tempo possível.

A espécie *Sedum sediforme* foi incluída em todas as misturas, uma vez que tem vindo a ser testada em coberturas verdes e tem apresentado resultados satisfatórios em termos de sobrevivência (Heim & Lundholm, 2014; Martins, 2018).

As espécies *Foeniculum vulgare*, *Achillea ageratum* e *Lavandula stoechas* foram selecionadas para as misturas 3 e 4, não só pela capacidade de se adaptarem ao ecossistema, mas também pelo seu interesse enquanto plantas edíveis.

### **3.2.2 Composição relativa das misturas de sementes**

Uma vez compostas as misturas, definiram-se as quantidades de cada constituinte, isto é, cada mistura apresenta diferente percentagem de cada um dos seus constituintes, considerando: i) o peso das sementes, ii) o interesse estético de cada espécie e iii) o espaço que ocupam quando atingem um desenvolvimento pleno. Assim obteve-se (Quadro 3):

Quadro 3 - Constituintes e respectivas concentrações na mistura.

<b>Mistura 1</b>	<b>Mistura 2</b>
32% <i>Trifolium incarnatum</i>	13% <i>Centranthus ruber</i>
32% <i>Briza maxima</i>	29% <i>Sanguisorba verrucosa</i>
12% <i>Stachys germanica</i>	29% <i>Papaver rhoeas</i>
22% <i>Teucrium scorodonia</i>	25% <i>Capsella bursa-pastoris</i>
2% <i>Sedum sediforme</i>	4% <i>Sedum sediforme</i>

<b>Mistura 3</b>	<b>Mistura 4</b>
15% <i>Anagallis arvensis</i>	20% <i>Plantago lanceolata</i>
15% <i>Cerintho major</i>	20% <i>Ecballium elaterium</i>
20% <i>Nigella damascena</i>	20% <i>Anthyllis vulneraria</i>
20% <i>Cichorium intybus</i>	20% <i>Scabiosa atropurpurea</i>
15% <i>Euphorbia segetalis</i>	15% <i>Lavatera trimestris</i>
10% <i>Chrysanthemum coronarium</i>	2% <i>Foeniculum vulgare</i>
2% <i>Foeniculum vulgare</i>	1% <i>Achillea ageratum</i>
1% <i>Achillea ageratum</i>	1% <i>Lavandula stoechas</i>
1% <i>Lavandula stoechas</i>	1% <i>Sedum sediforme</i>
1% <i>Sedum sediforme</i>	

### 3.2.3 Pesagens

Para obter as misturas prontas a semear fizeram-se as pesagens de todos os constituintes, considerando:

- Concentrações obtidas no ponto anterior (Quadro 2).
- Densidade de sementeira sugerida pelo fornecedor das sementes ('Sementes de Portugal') – 7 g/m<sup>2</sup>.
- Área ocupada por mistura – cada tapete tem 2,5 m<sup>2</sup> e foram semeados 3 tapetes com cada mistura.

Para cada tapete são necessárias 17,5 g e, assim sendo, com recurso a uma balança digital foram pesadas 17,5 g de cada mistura três vezes. As misturas foram individualizadas em sacos e devidamente etiquetadas.

### 3.3 Sementeira das misturas

### 3.3.1 Preparação do espaço e sistema de rega

Os tapetes foram pré-cultivados nas 'Casas de Sombra' do Instituto Superior de Agronomia, numa parcela com área de aproximadamente 48 m<sup>2</sup> (12 m x 4 m). As 'Casas de Sombra' consistem num espaço vedado e com uma estrutura superior em rede, que veda a entrada de pássaros e outros animais de porte similar ou superior.

Depois de selecionada uma parcela no interior desta estrutura, limpou-se toda a vegetação que estava a ocupar a mesma. Posteriormente colocou-se uma tela anti-raízes em toda a área, não só para controlar o repovoamento da parcela pelas plantas removidas, mas também para servir de base aos tapetes, impedindo as raízes de se infiltrarem no solo, dificultado a sua remoção.

Tendo a parcela preparada, instalou-se o sistema de rega com o apoio de um funcionário dos Viveiros Florestais do ISA. Este sistema é constituído por 6 pulverizadores, dispostos como mostra a Figura 37, e um programador ligado à fonte de água mais próxima, uma torneira no fundo da parcela. Dos 6 pulverizadores utilizados, os quatro dispostos nos vértices da parcela têm um angulo de rega de 90° e caudal de 40 l/h, os outros 2, dispostos a meio das laterais, têm um angulo de rega de 180° e caudal 80 l/h. A rega é controlada pelo programador '*Rainbird WPX Battery – Operated Controller*', programador que permite definir um máximo de 6 intervalos de rega, com escala de minuto.

Definiu-se previamente um valor para a dotação de rega, 4 mm/d, tendo em conta as condições meteorológicas e as necessidades hídricas das plantas observadas para condições semelhantes (Martins, 2019) e optou-se por uma rega em seis momentos ao longo do dia (6 h, 9 h, 12 h, 15 h, 18 h e 21 h), de forma a prevenir a dessecação das sementes.

Dadas as seguintes condições da parcela e do sistema de rega, o valor da dotação foi ajustado:

- área total ocupada por tapetes (48 m<sup>2</sup>);
- caudal debitado pelos pulverizadores 320 L/h;

Assim chegou-se à dotação utilizada durante o período de produção dos tapetes, 4,0 mm d<sup>1</sup>, debitada em 6 intervalos de 6 minutos, o que perfaz um gasto total de água de cerca de 7,2 m<sup>3</sup> para a produção de 12 tapetes (30 m<sup>2</sup>). Dada a precipitação verificada durante o período de produção, a dotação aplicada foi ajustada de acordo.

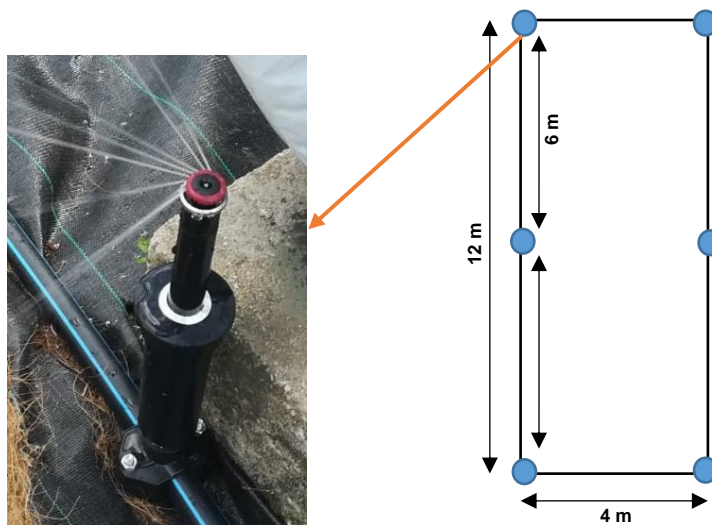


Figura 37 - Pulverizadores utilizados e esquema representativo do sistema de rega por aspersão, sendo que os círculos representam os pulverizadores.

### 3.3.2 Pré-sementeira

Um dos objetivos dos tapetes de vegetação pré-cultivados é serem fáceis de transplantar e de instalar. Para isso utilizou-se, como base, uma manta geotêxtil 100% fibra de coco, reforçada com uma rede sintética, comercializada pela empresa Ecosalix®. A manta foi cortada em retângulos com as dimensões 1 m × 2,5 m e foram dispostos em filas de 3, como demonstrado na Figura 38.

Posteriormente colocou-se o substrato, cerca de 1 cm de altura, cobrindo a manta, tendo-se deixado uma margem nas laterais, para evitar perdas na transferência dos tapetes. O substrato que se utilizou tem a denominação comercial 'Siro Roof' (fabricado pela empresa Leal & Soares, S.A., EAN: 5607226800435) que é elaborado especificamente para coberturas verdes, sendo a sua constituição base húmus e turfas loiras.



Figura 38 - Dispositivo experimental instalado nas Casas de Sombra, onde se observa a organização dos tapetes e a sua preparação com a manta geotêxtil e o substrato.

### 3.3.3 Sementeira

No dia 4 de Abril de 2019 realizou-se a sementeira direta nos tapetes. As sementes foram atiradas a lanço, de forma homogênea sobre toda a superfície do substrato. Depois o substrato foi ligeiramente mexido, para misturar as sementes. Cada mistura foi semeada em 3 tapetes, perfazendo um total de 12 tapetes. Finalmente foi feita uma rega de 3 minutos (aproximadamente 0,09 mm) para hidratação das sementes e do substrato.

## 3.4 Transferência dos tapetes

### 3.4.1 Dispositivo experimental na cobertura

Após a germinação das sementes, cerca de duas semanas depois da sementeira, e o desenvolvimento de raízes, estas têm que ser visíveis na parte inferior da manta (cerca de dois meses após sementeira), para que as plantas consigam aceder aos recursos do solo, quando são transferidas. Os tapetes seriam transplantados em parte para os tabuleiros experimentais na cobertura do Herbário Professor João Carvalho Vasconcelos, no Instituto Superior de Agronomia (<https://www.facebook.com/thegreenrooflab/>) e os restantes para uma estrutura específica a instalar num outro local, na cobertura de um edifício, dentro do campus do ISA.

O dispositivo experimental na cobertura do Herbário do ISA, consistiu em 12 tabuleiros (Figura 39) com 2,5 m<sup>2</sup> de área (1 m x 2,5 m), com aproximadamente 20 cm de profundidade e com inclinação de 2,5 %, garantindo a sua drenagem, assegurada pelo tubo de queda no ponto mais baixo. As beiras do

telhado são delimitadas por um muro. Assim, para reduzir as interferências na vegetação (corta-vento e ensombramento), os tabuleiros estavam elevados cerca de 1 m acima da cobertura.

Os tabuleiros foram revestidos pelos componentes normalmente utilizados na construção de coberturas verdes, objetivando simular as condições da forma mais precisa possível. Assim sendo, na base tinham uma manta de proteção e retenção (SSM45 – Neoturf), seguida pelo elemento de drenagem (alvéolos Floradrain® FD 25-E) e o filtro drenante SF. Acima do filtro encontra-se a camada de substrato (Siro Roof, também utilizado nos tapetes pré-cultivados) com uma altura de cerca de 11 cm. Cada tabuleiro tem um sistema de rega, constituído por 21 gotejadores, divididos por 3 linhas, que debitam 2.3 l/h. Cada tabuleiro incluía um sistema de rega, constituído por 21 gotejadores, divididos por 3 linhas, que debitam 2.3 l/h. A rega praticada durante o período em que os tabuleiros foram utilizados variou entre 2,6 mm d<sup>-1</sup> (Maio) e 2,9 mm d<sup>-1</sup> (Junho), correspondendo a cerca de 60% da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), de acordo com resultados experimentais anteriores (Anico, 2016; Martins, 2018).



Figura 39 – Imagem panorâmica dos tabuleiros de metal localizados na cobertura do Herbário do ISA, na qual também se pode observar o sistema de rega (Martins, 2018).

### 3.4.2 Transplantação dos tapetes pré-cultivados

Selecionou-se um dos tapetes da mistura 2 para transplantação para o dispositivo experimental da cobertura do Herbário, pois era um dos que se encontrava mais desenvolvido, no que diz respeito às raízes, e com vegetação mais homogênea (Figura 40). Enrolou-se e transportou-se o tapete até ao herbário. Antes de o instalar, retiraram-se todas as infestantes do tabuleiro e remexeu-se a superfície do substrato, para que fosse mais fácil as plantas instalarem as raízes. Uma vez preparado, retiraram-se os tubos da rega e desenrolou-se o tapete sobre o tabuleiro, no final voltou a colocar-se a rega e fez-se uma rega superficial, para reduzir o *stress* a que as plantas foram sujeitas. A instalação realizou-se no dia 24 de Maio e, no período que se seguiu, o tapete foi observado diariamente. A 5 de Junho, observou-se que o tapete apresentava plantas que não recuperaram da transplantação. Assim sendo, registaram-se as plantas que sobreviveram e removeu-se o tapete.



Figura 40 – Imagem da parte inferior do tapete com a mistura 2, onde se observa o estado das raízes, e do tabuleiro já com o tapete.

No dia seguinte, 6 de Junho, transplantou-se outro tapete, desta vez da mistura 1, tendo sido os procedimentos de transplantação os mesmos. Considerando as temperaturas elevadas, foi administrada diariamente uma rega superficial suplementar, com a quantidade de 2 litros. Novamente ao fim de 12 dias foram feitas as contagens das espécies que sobreviveram e manteve-se o tapete no tabuleiro (Figura 41).



Figura 41 - Imagem do segundo tapete transplantado, mistura de plantas 1, ao fim de 12 dias.

Para os restantes 10 tapetes, consideraram-se outras opções de instalação, nomeadamente construir canteiros semelhantes aos tabuleiros na cobertura do Herbário, mas num local diferente. Surgiram duas opções, a cobertura do edifício anexo da entrada do Jardim Botânico da Ajuda e a Biblioteca do Instituto Superior de Agronomia. A primeira opção mostrou-se inviável, pois após fazer os cálculos do peso do material e consultar o Gabinete do Património e Infraestruturas do ISA concluiu-se que o edifício não suportaria o peso da instalação. Quanto à Biblioteca, também não foi possível utilizar devido à ausência de fonte de água para a instalação do sistema de rega e às implicações que o transporte dos materiais traria ao bom funcionamento do edifício. Assim sendo, restou apenas a cobertura do herbário, que apesar de apresentar mais dificuldade para a construção de novas estruturas, tinha capacidade para suportar a carga prevista e tinha fonte de água. Contudo, não se

chegou a transferir os tapetes uma vez que quando os materiais de construção chegaram as plantas já se encontravam num estado de desenvolvimento demasiado avançado para possibilitar a transferência (Figura 42).



Figura 42 - Fotos representativas do estado de desenvolvimento avançado.

### 3.5 Crescimento vegetativo e área verde

#### 3.5.1 Quadrantes

Para fazer a contagem das plantas em cada tapete, utilizaram-se quadrantes, uma técnica base de análise de vegetação em ecologia. Esta consiste na contagem de organismos incluídos numa área conhecida. Para o efeito, dividiu-se cada tapete em quadros de 0,50 m de lado, ou seja 10 quadros por tapete, desses 10 escolheram-se 5, como demonstrado na Figura 43, e contaram-se todas as plantas de cada espécie dentro ou sobre as linhas do quadrante. Além do número de plantas, foi também contabilizada a área que cada uma ocupa no quadrante.

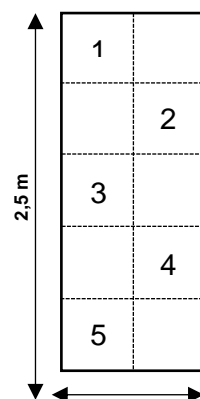


Figura 43 - Esquema da divisão dos tapetes em quadrantes.

As contagens foram feitas a 13 de Julho, cerca de 12 semanas após o início da germinação. Com os dados obtidos, somaram-se os valores de cada um dos quadrantes (de 1 a 5) e multiplicou-se por dois, uma vez que a área total dos tapetes é o dobro da área analisada. Assim, obteve-se o valor aproximado de exemplares de cada espécie no total do tapete. Desta forma é possível comparar tapetes com a mesma mistura.

### 3.5.1.1 Taxa de germinação

Para o cálculo da taxa de germinação determinou-se o número médio de exemplares de uma espécie, em todos os tapetes de cada mistura. Posteriormente, a quantidade de sementes de cada espécie depositada em cada tapete, foi obtida através dos catálogos fornecidos pela empresa Sementes de Portugal ou por contagens, tendo-se assim chegado ao número de sementes por grama e, conseqüentemente, ao número de sementes por tapete (Quadro 1 em anexo). Calculou-se a taxa de germinação de acordo com a equação seguinte:

$$\text{Taxa de germinação} = \frac{N^{\circ} \text{ médio de plantas por tapete}}{N^{\circ} \text{ médio de sementes por tapete}} * 100$$

Os resultados obtidos foram apresentados em percentagem, por isso considera-se o máximo 100%, ainda que haja espécies a apresentar percentagens superiores. Assim sempre que uma espécie, por algum motivo, apresentou taxa de germinação superior a este máximo, arredondou-se para 100%, exceto no Quadro 2 em anexo. A taxa de germinação superior a 100% pode dever-se à propagação da espécie ou ao facto de as contagens terem sido feitas em parcelas.

### 3.5.1.2 Área verde

A contabilização da área verde foi feita tendo em conta dois fatores:

- Homogeneidade da mancha verde na totalidade do tapete - observada e registada através de fotografias;
- Percentagem total do espaço ocupado por cada espécie – observou-se e registou-se a área que cada espécie ocupa dentro dos quadrantes, calculou-se o valor médio das percentagens e, assim, obteve-se a área média ocupada por cada espécie no tapete.

Desta forma conseguiu-se perceber se a cobertura dos tapetes é satisfatória e o desenvolvimento das plantas, bem como a capacidade de cada espécie de cobrir a superfície.

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1 Tapetes pré-cultivados

A sementeira dos tapetes foi realizada diretamente sobre o substrato que cobre o tapete geotêxtil, como explicado em 3.3.3, no dia 4 de Abril. Após uma semana, a 12 de Abril, verificou-se que as sementes começaram a germinar, ainda que não de forma homogénea (Figura 44). Sendo que, entre 4 e 12 de Abril, ocorreram chuvas intensas e que o terreno nas 'Casas de sombra' possui uma ligeira inclinação, o facto de se observar germinação garante que pelo menos parte das sementes não foram removidas pela água, demonstrando a aderência das mesmas ao tapete. Contudo não se pode excluir a possibilidade de parte das sementes ter sido arrastada ou de a sua germinação ter sido inviabilizada.



Figura 44 - Germinação das plantas a 12 de Abril.

Com o desenvolvimento das plantas percebeu-se que a sua distribuição no tapete não era homogénea (Figura 45), principalmente porque em algumas zonas o substrato foi arrastado, criando áreas em que a fibra de coco ficou exposta e onde, conseqüentemente, não se desenvolveu vegetação. É também de considerar a presença de pequenas aves que podem ter consumido sementes.



Figura 45 - Desenvolvimento da vegetação a 10 de Maio. No plano mais próximo estão os tapetes da mistura 1, seguindo por ordem até à mistura 4 no plano mais afastado.

Foi possível observar diferenças entre as misturas (Figura 46), seja na distribuição no tapete, seja no desenvolvimento ou mesmo na densidade de plantas. Foi notório que as misturas 2 e 3 eram as que apresentavam maior cobertura do tapete, cerca de 75%, e que os 3 tapetes com a mesma mistura eram semelhantes. Já com as misturas 1 e 4 o mesmo não se verificou: possuíam menos área verde, 50% e 20%, respetivamente, e existiam notórias diferenças entre os tapetes da mesma mistura.



Figura 46 - Diferentes estados das misturas (1, 2, 3 e 4, respetivamente) à mesma data (10 de Maio).

Para garantir que os tapetes pudessem ser transplantados foi necessário confirmar que as plantas aderiram à manta. Para o efeito levantou-se parte do tapete e verificou-se se as raízes se tinham desenvolvido, perfurando a fibra de coco ou, em alguns casos, alastrando-se pela rede que a une (Figura 47). No decorrer deste processo parte da camada de substrato é por vezes perdida e algumas raízes podem ser danificadas.



Figura 47 – Desenvolvimento radicular um mês após a sementeira.

#### 4.2 Transplantação dos tapetes

Para facilitar a transferência, os tapetes foram enrolados sobre si próprios e neste processo percebeu-se que algumas das plantas com raízes mais apumadas partem a raiz, enquanto nas plantas com raiz fasciculada tal não se verifica (Figura 48). Este fator pode comprometer a sobrevivência das plantas na cobertura. As raízes fasciculadas distribuem-se melhor na manta, ficando retidas na rede que a constitui, mantendo-se intactas, mais-valia deste tipo de plantas para a produção de tapetes pré-cultivados.



Figura 48 - Raízes de um dos tapetes transferidos a 24 de Maio.

Verificou-se que os tapetes se enrolam facilmente, como era de esperar, sendo parte do substrato removido da manta durante o processo, como já referido, ainda que esteja humedecido e seja uma camada fina. Dado o estado de desenvolvimento avançado das plantas, elas ficaram relativamente danificadas após o desenrolamento do tapete (Figura 49), alguns dos caules e folhas ficaram partidos e as plantas ficaram prostradas. Assim, a transplantação dos tapetes deverá ocorrer num estado mais jovem das plantas, por exemplo um mês após a sementeira, uma vez que as plantas já apresentam desenvolvimento radicular e aderência à manta.

O primeiro tipo de tapete a ser transplantado foi um tapete com a mistura 2. As plantas não sobreviveram, murcharam e não recuperaram (Figura 50). Para este resultado contribuíram vários factores: além do stress causado pelo transplante, as temperaturas altas que se fizeram sentir nessa

semana podem ter comprometido a viabilidade das plantas, uma vez que rondaram os 40 °C vários dias seguidos. Ainda que algumas plantas tenham sobrevivido, optou-se pela substituição deste tapete por um novo, dado o tempo para a realização do projeto, de forma a permitir recolher mais informação sobre a capacidade de sobrevivência das plantas na cobertura. Assim, o tapete foi removido e substituído, tal como descrito em 3.4.2.



Figura 49 - Estado das plantas após o desenrolamento do tapete.



Figura 50 - Tapete com a mistura 2, 12 dias após a transplantação.

O segundo tapete a ser transferido foi com a mistura 1, tendo-se repetido o processo de enrolamento e transplantação, e verificado a ocorrência dos mesmos problemas. Neste segundo tapete, já se obteve mais sucesso, uma vez que várias plantas sobreviveram, como se observa na Figura 51. Estas espécies são: *Trifolium incarnatum*, *Briza maxima*, *Teucrium scorodonia*, *Sedum sediforme* e uma espécie invasora nos tapetes do género *Serratula*, ou seja apenas *Stachys germanica* não apresentou nenhuma planta sobrevivente. Quando comparados os valores médios de plantas de cada espécie num tapete com as espécies sobreviventes, obtém-se o gráfico da Figura 52. Analisando o gráfico podemos concluir que a espécie que apresentou maior percentagem de sobrevivência, cerca de 18%, foi *Trifolium incarnatum*.

É importante referir que as plantas *Teucrium scorodonia* e *Sedum sediforme*, aquando da transplantação, ainda estavam na fase inicial do seu desenvolvimento. Quando o tapete foi enrolado as plântulas podem ter sido removidas com o substrato, uma vez que o seu sistema radicular ainda não apresentava aderência à manta. Ainda assim sobreviveram 11% e 1,6% das plantas, respetivamente.

Quando os tapetes são transplantados, muitas das suas plantas sofrem danos e parte delas não recuperam, como já foi referido. Seria assim interessante transplantar as plantas num estado vegetativo mais inicial. Dado o maior sucesso da segunda transferência, a rega adicional pode ter sido um fator positivo, que ajudou as plantas a recuperar, aumentando a possibilidade de sobrevivência.



Figura 51 - Segundo tapete transplantado, com a mistura 1, 12 dias após estar na cobertura.

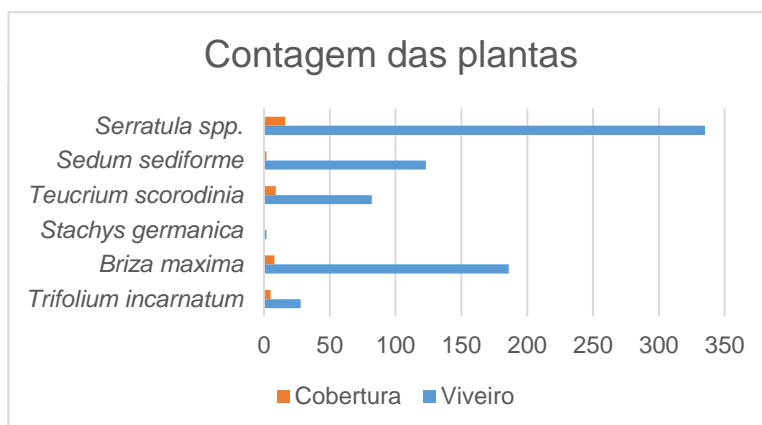


Figura 52 - Comparação do número médio de plantas de cada espécie, em viveiro (azul) e em cobertura (laranja).

### 4.3 Taxa de germinação

Para calcular a taxa de germinação utilizou-se a equação referida em 3.5.1.1. O objetivo visava, dentro de cada mistura (1, 2, 3 e 4), perceber quais as espécies que melhor germinaram. Os números médios de espécies em cada tapete, obtido pelo métodos dos quadrantes, encontram-se discriminados no Quadro 4.

Quadro 4 – Taxa de germinação, em percentagem, das espécies em cada uma das 4 misturas.

Mistura	Espécies	Taxa de germinação (%)
1	<i>Trifolium incarnatum</i>	1,7
	<i>Briza maxima</i>	7,4
	<i>Stachys germanica</i>	1,6
	<i>Teucrium scorodonia</i>	1,8
	<i>Sedum sediforme</i>	1,4
2	<i>Centranthus ruber</i>	0,0
	<i>Sanguisorba verrucosa</i>	0,0
	<i>Papaver rhoeas</i>	37,6
	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	0,5
	<i>Sedum sediforme</i>	0,0
3	<i>Anagallis arvensis</i>	0,0
	<i>Cerintho major</i>	1,5
	<i>Nigella damascena</i>	0,0
	<i>Cichorium intybus</i>	36,1
	<i>Euphorbia segetalis</i>	0,0
	<i>Chrysanthemum coronarium</i>	117,7
	<i>Sedum sediforme</i>	0,0
	<i>Foeniculum vulgare</i>	40,7

	<i>Achillea ageratum</i>	0,0
	<i>Lavandula stoechas</i>	0,0
4	<i>Plantago lanceolata</i>	1,5
	<i>Ecballium elatirum</i>	0,0
	<i>Anthyllis vulneraria</i>	0,0
	<i>Scabiosa atropurpurea</i>	28,3
	<i>Lavatera trimestris</i>	4,6
	<i>Sedum sediforme</i>	0,0
	<i>Foeniculum vulgare</i>	94,4
	<i>Achillea ageratum</i>	0,0
	<i>Lavandula stoechas</i>	0,0

No caso da mistura 1, todas as espécies germinaram, contudo as taxas mostraram-se relativamente baixas, sendo a mais alta referente à espécie *Briza maxima* (7,4%). As restantes estão entre 1,4% e 1,8%. Salienta-se que as espécies *Teucrium scorodinia* e *Sedum seiforme*, à data da contagem, ainda se encontravam pouco desenvolvidas, isto é, as plantas tinham germinado há pouco tempo, como se pode observar na Figura 53, portanto, é possível que nem todas as sementes tenham germinado até esta data.



Figura 53 - *Sedum sediforme* e *Teucrium scorodinia* num estado ainda jovem (13 Julho).

Na mistura 2, a espécie que mostrou maior taxa de germinação foi *Papaver rhoeas*, sendo que 37,4% das sementes deram origem a plantas, significando que em cada tapete existiam, em média, 254 papoilas. *Capsella bursa-pastoris* mostrou uma taxa de germinação baixa (0,5%). No entanto, esta reduzida percentagem corresponde a uma média de 150 plantas por tapete, um número bastante significativo. As restantes espécies (*Centranthus ruber*, *Sanguisorba verrucosa* e *Sedum sediforme*) apresentaram taxas de germinação de 0% ou muito próximo, *Sedum sediforme* mostrou-se presente, com uma média de 6 plantas por tapete, no entanto foram depositadas 25000 sementes.

As espécies *Cichorium intybus*, *Chrysanthemum coronarium* e *Foeniculum vulgare* são as mais presentes nos tapetes com a mistura 3, com taxas de germinação de 36,1%, 100% e 40,7%, respetivamente. É de notar que no caso de *Chrysanthemum coronarium* germinaram mais plantas do que as sementes depositadas, sendo que esta planta apresentou floração e aquando das contagens

havia diversas plantas ainda jovens, isto pode significar que a espécie produziu semente e se dispersou ou pode dever-se ao facto de as contagens terem sido feitas por parcelas. Em termos de cobertura verde esta capacidade de ressementeira é um dos objetivos principais, tendo sido esta a única espécie em que verificámos este comportamento.

*Foeniculum vulgare* apresentou valores significativos de germinação, não só para a mistura 3, mas também na 4. Esta espécie é interessante pela sua possível utilização na alimentação, pelo aroma que liberta e pela sua capacidade de cobertura e persistência no terreno. Dados os bons resultados, seria interessante verificar a sua adaptação em cobertura verde.

A mistura 4 apenas apresentou 4 espécies germinadas: *Plantago lanceolata* (1,5%), *Scabiosa atropurpurea* (28,3%), *Lavatera trimestris* (4,6%) e *Foeniculum vulgare* (94,4%). Nestes tapetes, das espécies que germinaram, é de salientar o interesse de *Plantago lanceolata*, planta herbácea cujas folhas se dispõem em rosetas densas, pelo que apresenta uma boa cobertura do solo. *Scabiosa atropurpurea* é também uma espécie interessante dado que possui uma flor esteticamente muito apreciada. *Lavatera trimestris*, ainda que apresente uma floração muito bonita, a longo prazo pode requerer mais manutenção sendo uma planta volumosa e que pode atingir vários metros de altura.

*Lavandula stoechas* e *Sedum sediforme* foram duas espécies utilizadas noutros projetos (Anico, 2016; Martins, 2018), nos quais mostraram bons resultados. O mesmo não se verificou neste projeto, salienta-se que nestes estudos, os métodos de sementeira e transplantação utilizados não foram os mesmos, assim, ainda que as espécies sejam as mesmas existem diversas variáveis a considerar. Quanto a *Sedum sediforme*, verificou-se que iniciou a germinação, podendo assumir-se que, se o estudo se prolongasse, esta espécie iria apresentar melhores resultados. *Lavandula stoechas*, bem como as restantes espécies que não germinaram, podem vir a fazê-lo no próximo ano, uma vez que podem não se ter reunido as condições para quebrar a dormência das sementes.

Em todos os tapetes, há uma grande presença do género *Serratula*, comumente chamada de serralva. Neste caso, esta espécie comportou-se como uma infestante nos tapetes, sendo uma contaminação do meio exterior. Não tendo sido semeada, pode ter chegado aos tapetes, possivelmente, por ação do vento.

A partir destes dados podemos concluir que, em geral, o viveiro cumpriu o objetivo de permitir que as sementes nos tapetes germinassem e dessem origem a plantas desenvolvidas. As informações recolhidas poderão ajudar a selecionar novas misturas utilizando as plantas que apresentam taxa de germinação satisfatória.

#### 4.4 Área verde

Relativamente ao grau de cobertura do substrato pela vegetação, ou, de forma mais simples, a mancha verde nos tapetes, é importante considerar 2 pontos: homogeneidade e área que cada espécie

ocupa. Este segundo ponto está relacionado com o número de plantas e o seu estado de desenvolvimento.

#### 4.4.1 Homogeneidade da vegetação

Na Figura 54 observamos o estado de cada tapete, todas as fotos foram tiradas no dia 13 de Julho. Os tapetes com as misturas 1, 2 e 3 apresentavam cobertura vegetal significativa. As plantas cujo crescimento vegetativo dominante ocorre em altura e não em largura acabam por expor mais a superfície do tapete. Isto acontece, nomeadamente, com a espécie *Chrysanthemum coronarium*. No entanto, estas falhas acabam por ser compensadas, quer por plantas mais jovens da mesma espécie, quer por outras espécies mais rasteiras. Assim sendo, atingiu-se o objectivo de a mancha verde acupar toda a área dos tapetes .

Nos tapetes com a mistura 4 observamos que a distribuição de plantas não homogénea. Ocorreram aglomerados de vegetação em zonas em que o tapete está exposto. Isto pode, em parte, ser consequência das chuvas intensas que se verificaram, associadas ao declive do terreno. Ainda assim, o facto de área verde ser reduzida pode ser explicado pelas espécies presentes no tapete, isto é, estes tapetes apresentam menor número de plantas germinadas. As que germinaram ainda se encontravam pouco desenvolvidas, ocupando uma área reduzida, criando assim muitas zonas desprovidas de vegetação. Numa fase posterior, seria interessante perceber se o funcho (*Foeniculum vulgare*) e a malva (*Lavatera trimestris*), que são plantas que se propagam rapidamente formando grandes e volumosos tufos, acabam por completar o espaço disponível.



Figura 54 - Fotos das misturas 1, 2, 3 e 4, respetivamente, onde se observa a mancha verde nos tapetes.

#### 4.4.2 Área verde ocupada pelas espécies

Quando se procedeu às contagens, no dia 13 de Julho, utilizando quadrantes, analisou-se também a área que as plantas ocupavam dentro do quadrante, permitindo chegar aos valores médios que se apresentam nos gráficos da Figura 55. É importante realçar que a soma das percentagens pode ser

superior a 100% (Quadro 5), uma vez que a vegetação se desenvolve em estratos podendo haver sobreposição. *Serratula* sp. contribui de forma significativa para a área verde de todos os tapetes.

Os tapetes da mistura 1, tem 100% da sua área coberta por vegetação, havendo ainda sobreposição, sendo as serralvas as plantas que atingem alturas mais elevadas e sendo as restantes espécies mais rasteiras. A maior parte da mancha verde é devida a esta espécie infestante nos tapetes. A espécie *Briza maxima* preenche uma área de aproximadamente 14%, ainda que esta percentagem não seja elevada, esta gramínea mostra-se bastante presente (cerca de 186 plantas, Quadro 2 em anexo), mas as suas folhas finas, ainda que abundantes, não ocupam muito espaço. Também *Sedum sediforme* é abundante nos tapetes, todavia a área que ocupa é próxima de zero, visto que, como já foi referido, apenas se encontram plantas numa fase inicial posterior à emergência.

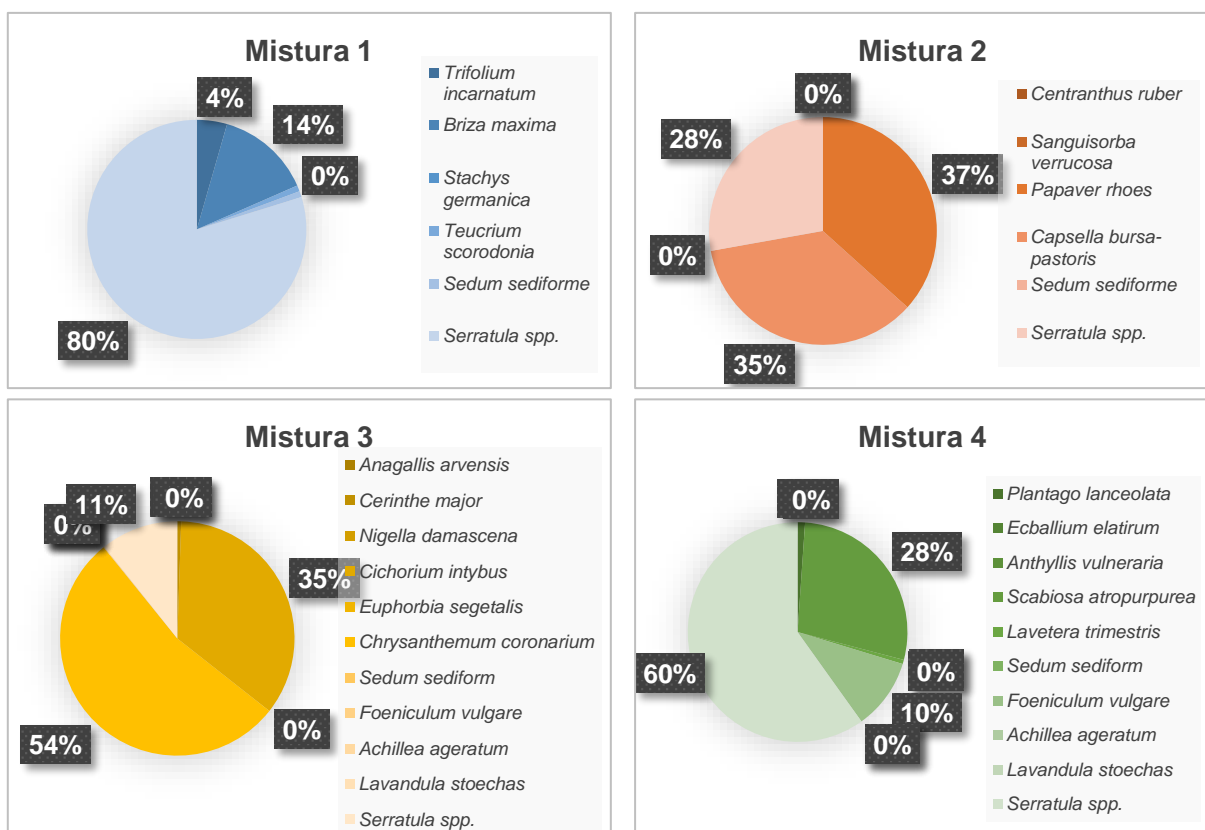


Figura 55 - Percentagem média da área total dos tapetes que cada espécie ocupa.

Quadro 5 - Média do total de plantas contadas, independentemente da espécie, em cada mistura e o total da área verde ocupada pelas mesmas.

	Nº de plantas	% de área ocupada
Mistura 1	756	112
Mistura 2	578	94
Mistura 3	479	187
Mistura 4	197	64

Para a mistura 2, mais uma vez o género *Serratula* representa uma grande percentagem da área, bem com as papoilas (*Papaver rhoeas*) e as bolsas-de-pastor (*Capsella bursa-pastoris*). No caso destas duas espécies, a elevada percentagem é explicada pela abundância de plantas das mesmas, sendo espécies herbáceas cujas folhas se dispõem em roseta. Cada planta apenas ocupa um raio reduzido, todavia das 578 plantas que existem em cada tapete (Quadro 5), cerca de 254 são papoilas e 150 são bolsas-de-pastor (Quadro 2 em anexo). Além do bom resultado de taxa de germinação, abundância de exemplares e área verde ocupada, estas duas espécies apresentam também interesse estético, na medida em que as suas flores e/ou frutos são bastante apelativos visualmente e em conjunto tornam o tapete agradável do ponto de vista estético (Figura 56). Assim sendo, seria interessante reformular esta mistura, retirando as espécies *Centranthus ruber* e *Sanguisorba verrucosa*.



Figura 56 - Fotografias das espécies *Papaver rhoeas* e *Capsella bursa-pastoris*.

A mistura 3, ainda que possua uma mancha verde que cobre na totalidade o tapete (187%), apresenta algumas falhas, ainda que pequenas e pouco notórias. *Chrysanthemum coronarium* ocupa 54% da área, sendo em parte esta área ocupada por plantas desenvolvidas, já em floração mas, ao nível do substrato também as plantas mais jovens são responsáveis por parte da mancha verde. *Cichorium intybus* ocupa uma vasta área, as suas folhas compridas e largas aumentando a área ocupada por cada planta. Outras espécies germinaram, contudo em termos de área ocupada não apresentam percentagem de ocupação significativa.

À mistura 4 é a que apresenta menor grau de cobertura, sendo grande parte garantida pelas serralvas. Além das hipóteses anteriormente apresentadas para explicar este facto, é importante notar que nestes tapetes as plantas ainda não se encontravam muito desenvolvidas, por isso a vegetação encontrava-se toda ao nível do solo, não havendo estratificação como nos tapetes anteriores.

#### 4.5 Diferentes estados vegetativos das plantas

Para o caso dos tapetes que não foram transferidos, a disponibilidade de solo e nutrientes era limitada. Por este motivo, seria de esperar que as plantas conseguissem germinar, mas que não fossem muito além do estado de plântula. Com o avançar do tempo, percebemos que as plantas não só se desenvolveram como, em alguns casos, conseguiram completar o seu ciclo até à floração e fruto (Figura 57). Ainda que as limitações e condições ambientais não sejam as mesmas que numa cobertura verde, observou-se que apesar de existirem factores limitantes, as plantas conseguiram garantir a sua reprodução.



Figura 57 - Diferentes fases do ciclo de vida da espécie *Papaver rhoeas*.

Também se verificou que existiam plantas em estados vegetativos muito diferentes, dado que algumas espécies começavam a germinar enquanto outras já estavam em floração (Figura 58). Isto significa que as espécies que germinaram posteriormente conseguiram os recursos necessários para garantir a sobrevivência das plântulas.

Uma vez que não foi administrado qualquer tipo de fertilização e que as plantas estavam limitadas ao substrato depositado na manta aquando da sementeira, os tapetes mostraram possuir alguma capacidade de se auto-sustentarem durante um certo período de tempo.



Figura 58 - Plantas nos estados iniciais do desenvolvimento vegetativo e outras em floração, espécie *Chrysanthemum coronarium*.

#### 4.6 Biodiversidade

Tal como referido na revisão bibliográfica, vários foram os estudos e autores que lembraram a importância das coberturas verdes não só como *habitat* de espécies vegetais, mas também como abrigo e fonte de alimentação para a fauna, de destacar pássaros e insetos. No decorrer do projeto, nas fotos que foram feitas para monitorização, podemos encontrar diversos insetos (Figura 59). É importante na seleção das espécies incluir plantas que de alguma forma sejam atrativas ou beneficiem a fauna envolvente, garantido ao máximo que todo o potencial das coberturas é aproveitado. Dentro das espécies que se encontravam nas nossas misturas, as que se mostraram mais vistadas foram: *Chrysanthemum coronarium*, *Papaver rhoes*, *Capsella bursa-pastoris* e *Serratula* sp..



Figura 59 - Insetos encontrados nas plantas dos tapetes pré-cultivados.

## 5. Conclusões

Neste estudo foi testada a viabilidade do desenvolvimento de vegetação em tapetes pré-cultivados, para posterior instalação em coberturas verdes. Sendo o objetivo dos tapetes pré-cultivados o serem transplantados para cobertura, a escolha da sua vegetação foi essencial. Para o efeito, testaram-se algumas plantas autóctones, características de zonas hostis (muros, telhados, bermas de estrada, escarpas, etc.) e da região da Estremadura (também se podem encontrar noutras regiões do país). A utilização deste tipo de espécies, extremamente adaptadas ao clima exigente e às condições limitantes do meio, minimiza potencialmente as necessidades de manutenção e de rega.

Através da análise e discussão dos resultados, foi possível elencar as seguintes conclusões:

- as condições proporcionadas às plantas em viveiro permitiram, de um modo geral, a sua germinação. A dotação de rega diária (4,3 mm) e a camada de substrato (1 cm de substrato comercial para coberturas verdes), mostraram ser suficientes para que parte das plantas conseguissem as condições necessárias para germinar;
- numa fase inicial, verificámos que a vegetação não estava homogeneamente distribuída, uma vez que a sementeira foi feita a lanço; contudo, com o crescimento da vegetação estas falhas acabaram por ser colmatadas;
- quando se levantaram os tapetes, verificou-se a aderência das plantas que, não só germinaram e desenvolveram a parte aérea, como também desenvolveram raízes por baixo da manta gêo-textil. Contudo, as raízes aprumadas partiam, dado que passaram a fibra de coco e começaram a perfurar a manta anti-raízes; já as raízes fasciculadas, como apresentam maior dispersão lateral, espalharam-se pela rede que constitui a base dos tapetes; sendo o sistema radicular responsável pela absorção de água e nutrientes, estes danos comprometem a sobrevivência da planta quando é transplantada, aumentando, por exemplo, o stress hídrico da planta (Eshel & Beeckman, 2013); este problema pode ser atenuado se a transplantação for numa fase mais inicial do desenvolvimento vegetativo e radicular; o enrolamento dos tapetes foi um processo relativamente fácil, mas onde parte do substrato se perdeu, ainda que nenhuma planta tenha sido arrancada;
- as plantas foram transplantadas cerca de 8 semanas após a sementeira, por isso já se encontravam num estado de desenvolvimento avançado; quando foram enroladas no tapete, ficaram muito danificadas, com caules e folhas partidos; estes danos, associados ao stress da transplantação, dificultam a adaptação e sobrevivência das plantas; assim, recomenda-se que a transplantação seja feita numa fase mais inicial, por exemplo um mês após a sementeira, fase em que as plantas já se encontram desenvolvidas, mas a sua altura ainda é reduzida;
- ainda que não se possam generalizar os resultados da transplantação, verificámos que a espécie *Stachys germanica* não demonstrou capacidade de sobrevivência em cobertura;
- o primeiro tapete transplantado não demonstrou sucesso, provavelmente devido à ocorrência simultânea de vários factores desfavoráveis; de salientar, o mau estado das plantas causado

pelo enrolamento dos tapetes, levando a um *stress* acrescido, e temperaturas muito altas; no segundo tapete, para compensar o *stress* induzido por aqueles danos mecânicos e pela temperatura, foi feita uma rega de superfície adicional, que pareceu ajudar na adaptação do tapete. Portanto, sugere-se que na fase seguinte à transplantação se faça uma rega suplementar.

- a capacidade germinativa das plantas autóctones em tapetes com uma altura de substrato tão reduzida era uma incógnita, dado que não se sabia até que ponto estas plantas, que geralmente apenas se encontram na Natureza, se comportariam em ambientes artificiais; com base nas taxas de germinação, conseguimos obter um conjunto de plantas com capacidade germinativa neste tipo de sistema: *Trifolium incarnatum*, *Briza maxima*, *Stachys germanica*, *Teucrium scorodonia*, *Sedum sediforme*, *Papaver rhoes*, *Cichorium intybus*, *Chrysanthemum coronarium*, *Foeniculum vulgare*, *Anagallis arvensis*, *Cerinth major*, *Plantago lanceolata*, *Scabiosa atropurpurea* e *Lavatera trimestris*. Os valores de taxa de germinação podem ter sido condicionados pela ciclos anuais das plantas ou pelo facto de existirem zonas nos tapetes que recebiam maior quantidade de água, dada a distribuição espacial dos adoptada.
- ainda que não tenha sido semeada, *Serratula sp.* demonstrou grande capacidade de colonizar os tapetes; sendo uma planta muito rude, o seu interesse estético é questionável, contudo seria interessante testar posteriormente a sua adaptabilidade em coberturas verdes.
- a maioria dos tapetes apresentou boa cobertura vegetal da área respectiva, apresentando uma mancha verde que cobre quase a totalidade dessa área, excepto no caso da mistura 4, em que a vegetação se encontrava em aglomerados, por oposição a zonas em que a fibra de coco estava exposta; é de realçar que este viveiro teve lugar nas Casas de Sombra, não em estufa, portanto todo o dispositivo experimental estava exposto às condições exteriores e a precipitação intensa que se verificou no período posterior à sementeira pode ter causado o arrastamento das sementes e das partículas de solo; por outro lado, nestes tapetes, verificámos que as plantas ainda não estavam completamente desenvolvidas quando terminámos o trabalho experimental, assim a mancha verde pode aumentar; nas restantes misturas, percebeu-se que o facto de a vegetação ser estratificada (incluir plantas com alturas diferentes) aumenta a área verde, acabando as plantas por se sobrepor, formando uma mancha muito mais homogénea; o facto de estarem presentes plantas com crescimento diferente também complementa esta homogeneidade, no sentido em que as plantas em roseta ocupam mais área no solo, completando as falhas deixadas pelas plantas com crescimento mais apurado;
- a área verde dos tapetes é um factor importante e, neste sentido, analisaram-se as plantas que mais espaço ocupam, chegando às espécies: *Serratula sp.*, *Briza maxima*, *Papaver rhoes*, *Capsella bursa-pastoris*, *Chrysanthemum coronarium* e *Cichorium intybus*; assim, confirmou-se que a área ocupada por uma espécie não é diretamente proporcional à abundância, uma vez que tivemos espécies muito abundantes, como é o caso do *Sedum*

*sediforme*, mas que ocupam áreas reduzidas. Estas espécies são interessantes por si só, ou para a utilização em misturas para garantir uma boa cobertura.

- relativamente aos tapetes que não foram transferidos, não foi administrado qualquer tipo de fertilização e o acesso a nutrientes de outra fonte estava impedido pela manta anti-raízes; assim, seria de esperar que as plantas esgotassem os recursos fornecidos pelo solo, não se conseguindo desenvolver; contrariando esta teoria, verificámos que as espécies seguintes completaram os seus ciclos de vida, pelo menos até à floração: *Serratula sp*, *Papaver rhoes*, *Capsella bursa-pastoris* e *Chrysanthemum*; enquanto estas espécies estavam em floração, *Sedum sediforme* e *Teucrium scorodonia* iniciavam a sua germinação. Todos os nutrientes que as plantas necessitavam durante estas fases foram fornecidos pelo substrato ou por outras plantas facilitadoras;
- as coberturas verdes têm surgido na bibliográfica como medidas de incremento da biodiversidade vegetal, mas também animal; ao longo do ensaio, vários foram os insetos e pássaros que foram sendo encontrados na parcela, alguns à procura de alimento, outros de abrigo, confirmando o interesse que estas plantas têm para a fauna local.

Em suma, percebemos que as plantas autóctones, normalmente associadas a crescimentos espontâneos em zonas hostis, podem ser semeadas e cultivadas em viveiro. Conseguimos obter um conjunto de plantas com capacidade germinativa em tapetes, que depois podem ser trasplantados. De entre estas espécies, as misturas podem ser feitas de diversas formas, consoante as características que se pretendem para a cobertura, por exemplo no que diz respeito às épocas de floração e coloração das flores.

Verificamos que a mistura 1 é uma boa hipótese, bem como a 2, esta pode ser reformulada, retirando *Centranthus ruber* e *Sanguisorba verrucosa*. As mistura 2 e 3 em termos de aspeto visual foram as mais apelativas.

Os tapetes de vegetação pré-cultivados, além das vantagens que representam, principalmente nas nossas condições, demonstraram permitir a aderência deste tipo de plantas. Mostraram também ser um método de fácil transplantação e instalação.

Seria relevante dar seguimento a este projeto, continuando o estudo relativo à adaptação das plantas às condições de coberturas verdes, depois de transplantados os tapetes, para perceber a sua sobrevivência e as necessidades hídricas, de fertilização e de manutenção. Também seria interessante aprofundar o estudo das consociações que se poderiam fazer com estas espécies ou testar outras.

## 6. Referências bibliográficas

- ANCV – Associação Nacional de Coberturas Verdes. (2019). *Coberturas Verdes - Guia Técnico para projeto, construção e manutenção de coberturas verdes*. Porto: ANCV.
- Anico, A. (2016). *Plantas autóctones em coberturas verdes: avaliação do desenvolvimento e valor estético vs. rega e tipo de substrato*. Instituto Superior de Agronomia. Retrieved from [https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/13399/1/Plantas autóctones em coberturas verdes - Adriana Anico.pdf](https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/13399/1/Plantas%20aut%C3%B3ctones%20em%20coberturas%20verdes%20-%20Adriana%20Anico.pdf)
- Barrio, E. P. Del. (1998). Analysis of the green roofs cooling potential in buildings. *Energy and Buildings*, 27(2), 179–193. [https://doi.org/10.1016/s0378-7788\(97\)00029-7](https://doi.org/10.1016/s0378-7788(97)00029-7)
- Bianchini, F., & Hewage, K. (2012). How “green” are the green roofs? Lifecycle analysis of green roof materials. *Building and Environment*, 48(1), 57–65. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.08.019>
- Brandão, C., Cameira, M. do R., Valente, F., Cruz de Carvalho, R., & Paço, T. A. (2017). Wet season hydrological performance of green roofs using native species under Mediterranean climate. *Ecological Engineering*, 102, 596–611. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLENG.2017.02.025>
- Butler, C., Butler, E., & Orians, C. M. (2012). Native plant enthusiasm reaches new heights: Perceptions, evidence, and the future of green roofs. *Urban Forestry & Urban Greening*, 11(1), 1–10. <https://doi.org/10.1016/J.UFUG.2011.11.002>
- Carbone, M., Garofalo, G., Nigro, G., & Piro, P. (2015). Green Roofs in the Mediterranean Area: Interaction between Native Plant Species and Sub-Surface Runoff. *Applied Mechanics and Materials*, 737, 749–753. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.737.749>
- Castelo-Branco, M. (2012). *Coberturas Ajardinadas: Influência dos Substratos na Gestão de Águas Pluviais*. Instituto Superior de Agronomia. Retrieved from [https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/5344/1/Coberturas Ajardinadas\\_Influência dos Substratos na Gestão de Águas Pluviais.pdf](https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/5344/1/Coberturas%20Ajardinadas_%20Influ%C3%ancia%20dos%20Substratos%20na%20Gest%C3%A3o%20de%20%C3%81guas%20Pluviais.pdf)
- Corden, Y. (2011). Efficacy of Green Roof Technology in Colder Climates. *Earth Common Journal*, 1(1). <https://doi.org/10.31542/j.ecj.25>
- Costa, L. M. L. (2010). *Espaços Verdes Sobre Cobertura Uma Abordagem Estética e Ética*. Instituto Superior de Agronomia.
- Currie, B. A., & Bass, B. (2008). Estimates of air pollution mitigation with green plants and green roofs using the UFORE model. *Urban Ecosystems*, 11(4), 409–422. <https://doi.org/10.1007/s11252-008-0054-y>
- Eshel, A., & Beeckman, T. (Eds.). (2013). *Plant Roots: The Hidden Half*. *Plant Roots* (4ª Edição). Boca Raton: CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b14550>

- Figueiredo, A. C., Pedrol, L. G., Barrosol, J. G., Trindade, H., Sanches, J., Oliveira, C., & Correia, M. (2014). LAVANDULA LUISIERI (ROZEIRA) RIVAS-MARTÍNEZ E LAVANDULA PEDUNCULATA (MILL.) CAV. *AgroTec*, 38–41.
- Francis, R. A. (2011). Wall ecology: A frontier for urban biodiversity and ecological engineering. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 35(1), 43–63.  
<https://doi.org/10.1177/0309133310385166>
- Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J., Bai, X., & Briggs, J. M. (2008). Global change and the ecology of cities. *Science*, 319(5864), 756–760.  
<https://doi.org/10.1126/science.1150195>
- Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J., Bai, X., ... Briggs, J. M. (2008). Global Change and the Ecology of Cities SUPPLEMENTARY. *Science*, 319(5864), 756–760.  
<https://doi.org/10.1126/science.1150195>
- Heim, A., Appleby-Jones, S., & Lundholm, J. (2017). Green Roof Thermal and Stormwater Performance Comparisons Between Native and Industry-Standard Plant Species Recommended Citation Green Roof Thermal and Stormwater Performance Comparisons Between Native and Industry-Standard Plant Species. *Cities and the Environment (CATE)*, 9(1). Retrieved from <http://digitalcommons.lmu.edu/cate/vol9/iss1/6>
- Heim, A., & Lundholm, J. (2014). Species interactions in green roof vegetation suggest complementary planting mixtures. *Landscape and Urban Planning*, 130(1), 125–133.  
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.07.007>
- Jardim Botânico UTAD. (n.d.). Retrieved June 21, 2019, from <https://jb.utad.pt/>
- Lundholm, J., MacIvor, J. S., MacDougall, Z., & Ranalli, M. (2010). Plant Species and Functional Group Combinations Affect Green Roof Ecosystem Functions. *PLOS ONE*, 5(3), e9677.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0009677>
- Lundholm, J., Tran, S., & Gebert, L. (2015). Plant Functional Traits Predict Green Roof Ecosystem Services. *Environmental Science & Technology*, 49(4), 2366–2374.  
<https://doi.org/10.1021/es505426z>
- MacIvor, J. S., & Lundholm, J. (2011). Performance evaluation of native plants suited to extensive green roof conditions in a maritime climate. *Ecological Engineering*, 37(3), 407–417.  
<https://doi.org/10.1016/J.ECOLENG.2010.10.004>
- Madre, F., Vergnes, A., Machon, N., & Clergeau, P. (2014). Green roofs as habitats for wild plant species in urban landscapes: First insights from a large-scale sampling. *Landscape and Urban Planning*, 122, 100–107. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.11.012>
- Magill, J. D., Midden, K., Groninger, J., & Therrell, M. (2011). *A History and Definition of Green Roof Technology with Recommendations for Future Research*. Graduate School. Southern Illinois

- University Carbondale. Retrieved from [http://opensiuc.lib.siu.edu/gs\\_rp/91](http://opensiuc.lib.siu.edu/gs_rp/91)
- Martins, D. (2018). *Estabelecimento de coberturas verdes com plantas autóctones na região de Lisboa*. Instituto Superior de Agronomia.
- Mentens, J., Raes, D., & Hermy, M. (2006). Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized 21st century? *Landscape and Urban Planning*, 77(3), 217–226. <https://doi.org/10.1016/J.LANDURBPLAN.2005.02.010>
- Monteiro, M., Blanuša, T., Verhoef, A., Richardson, M., Hadley, P., & Cameron, R. W. F. (2017). Functional green roofs: Importance of plant choice in maximising summertime environmental cooling and substrate insulation potential. *Energy and Buildings*, 141, 56–68. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.02.011>
- Nagase, A., & Dunnett, N. (2010). Drought tolerance in different vegetation types for extensive green roofs: Effects of watering and diversity. *Landscape and Urban Planning*, 97(4), 318–327. <https://doi.org/10.1016/J.LANDURBPLAN.2010.07.005>
- Narango, D. L., Tallamy, D. W., & Marra, P. P. (2017). Native plants improve breeding and foraging habitat for an insectivorous bird. *Biological Conservation*, 213, 42–50. <https://doi.org/10.1016/J.BIOCON.2017.06.029>
- Oberndorfer, E., Lundholm, J., Bass, B., Coffman, R. R., Doshi, H., Dunnett, N., Rowe, B. (2007). Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services. *BioScience*, 57(10), 823–833. <https://doi.org/10.1641/B571005>
- Osmundson, T. (1999). *Roof Gardens: History, Design and Construction*. New York: W.W. Norton & Company.
- Raposo, F. M. F. (2013). *MANUAL DE BOAS PRÁTICAS DE COBERTURAS VERDES*. Universidade de Lisboa.
- Rebele, F. (1994). Urban ecology and special features of urban ecosystems. *Global Ecology and Biogeography Letters*, 4(6), 173–187. <https://doi.org/10.2307/2997649>
- Sociedade Portuguesa de Botânica. (2014). Flora-On: Flora de Portugal Interactiva. Retrieved June 21, 2019, from [www.flora-on.pt](http://www.flora-on.pt)
- Sutton, R. K. (2015). *Green roof ecosystems*. USA: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-14983-7>
- Universidade de Aveiro. (n.d.). BioRede. Retrieved from [www.biorede.ua.pt](http://www.biorede.ua.pt)
- Varela, A. F. S. (2011). *A UTILIZAÇÃO DE REVESTIMENTOS DE VEGETAÇÃO INTENSIVOS E EXTENSIVOS EM PROJECTO DE ARQUITECTURA PAISAGISTA EM COBERTURA*. Instituto Superior de Agronomia.
- Wong, N. H., Chen, Y., Ong, C. L., & Sia, A. (2003). Investigation of thermal benefits of rooftop garden

in the tropical environment. *Building and Environment*, 38(2), 261–270.  
[https://doi.org/10.1016/S0360-1323\(02\)00066-5](https://doi.org/10.1016/S0360-1323(02)00066-5)

## Anexos

Quadro 1 – Composição das quatro misturas, número de gramas e de sementes de cada espécie por tapete, com base na percentagem de cada espécie e o número de sementes por grama.

	Espécies	% na mistura	Sementes/Grama	Grama/Tapete	Sementes/Tapete
<b>Mistura 1</b>	Trifolium incarnatum	32	300	5,6	1680
	Briza maxima	32	450	5,6	2520
	Stachys germanica	12	60	2,1	126
	Teucrium scorodonia	22	1200	3,85	4620
	Sedum sediforme	2	25000	0,35	8750
<b>Mistura 2</b>	Centranthus ruber	13	160	2,275	364
	Sanguisorba verrucosa	29	160	5,075	812
	Papaver rhoeas	29	133	5,075	675
	Capsella bursa-pastoris	25	7000	4,375	30625
	Sedum sediforme	4	25000	0,7	17500
<b>Mistura 3</b>	Anagallis arvensis	15	1500	2,625	3938
	Cerithe major	15	170	2,625	446
	Nigella damascena	20	107	3,5	375
	Cichorium intybus	20	150	3,5	525
	Euphorbia segetalis	15	60	2,625	158
	Chrysanthemum coronarium	10	100	1,75	175
	Sedum sediforme	2	25000	0,35	8750
	Foeniculum vulgare	1	100	0,175	18
	Achillea ageratum	1	400	0,175	70
Lavandula stoechas	1	60	0,175	11	
<b>Mistura 4</b>	Plantago lanceolata	20	100	3,5	350
	Ecballium elaterium	20	100	3,5	350
	Anthyllis vulneraria	20	100	3,5	350
	Scabiosa atropurpurea	20	80	3,5	280
	Lavatera trimestris	5	50	0,875	44
	Sedum sediforme	2	25000	0,35	8750
	Foeniculum vulgare	1	100	0,175	18
	Achillea ageratum	1	400	0,175	70
	Lavandula stoechas	1	60	0,175	11

## Anexos

Quadro 2 – Composição dos tapetes considerando o número médio de plantas e a área que as mesmas ocupam em percentagem, ambos obtidos por observação utilizando o método dos quadrantes.

	<b>Espécie</b>	<b>Nº médio de plantas por tapete</b>	<b>Área ocupada (%)</b>
<b>Mistura 1</b>	<i>Trifolium incarnatum</i>	28	5
	<i>Briza maxima</i>	186	16
	<i>Stachys germanica</i>	2	0
	<i>Teucrium scorodonia</i>	82	1
	<i>Sedum sediforme</i>	123	1
	<i>Serratula sp.</i>	335	90
<b>Mistura 2</b>	<i>Centranthus ruber</i>	0	0
	<i>Sanguisorba verrucosa</i>	0	0
	<i>Papaver rhoeas</i>	254	34
	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	150	33
	<i>Sedum sediforme</i>	6	0
	<i>Serratula sp.</i>	168	26
<b>Mistura 3</b>	<i>Anagallis arvensis</i>	1	0
	<i>Cerinthe major</i>	7	1
	<i>Nigella damascena</i>	0	0
	<i>Cichorium intybus</i>	189	66
	<i>Euphorbia segetalis</i>	0	0
	<i>Chrysanthemum coronarium</i>	206	100
	<i>Sedum sediforme</i>	1	0
	<i>Foeniculum vulgare</i>	7	0
	<i>Achillea ageratum</i>	0	0
	<i>Lavandula stoechas</i>	0	0
<i>Serratula sp.</i>	67	20	
<b>Mistura 4</b>	<i>Plantago lanceolata</i>	5	1
	<i>Ecballium elaterium</i>	0	0
	<i>Anthyllis vulneraria</i>	0	0
	<i>Scabiosa atropurpurea</i>	79	18
	<i>Lavatera trimestris</i>	2	0
	<i>Sedum sediforme</i>	0	0
	<i>Foeniculum vulgare</i>	17	7
	<i>Achillea ageratum</i>	0	0
	<i>Lavandula stoechas</i>	0	0
	<i>Serratula sp.</i>	93	39