

Delisa Xarepe

**A reinvenção dos jardins xerófilos no Algarve  
com recurso às suculentas xeromórficas**



**Universidade do Algarve**  
**Faculdade de Ciências e Tecnologias**

2023

Delisa Xarepe

A reinvenção dos jardins xerófilos no Algarve com recurso às suculentas xeromórficas

# **A reinvenção dos jardins xerófilos no Algarve com recurso às suculentas xeromórficas**

**Mestrado em Arquitetura Paisagista**

**Trabalho efetuado sob a orientação de:**

Professor Doutor Ricardo Jorge Quinto Canas

Professor Doutor Carmelo Maria Musarella



**Universidade do Algarve**

**Faculdade de Ciências e Tecnologias**

2023

## **A reinvenção dos jardins xerófilos no Algarve com recurso às suculentas xeromórficas**

### **Declaração de Autoria do Trabalho**

“Declaro ser a autora deste trabalho, que é original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluída.”

---

Delisa Xarepe

Copyright © Delisa Fani Adrião da Hora Xarepe

“A Universidade do Algarve reserva para si o direito, em conformidade com o disposto no Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos, de arquivar, reproduzir e publicar a obra, independentemente do meio utilizado, bem como de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição para fins meramente educacionais ou de investigação e não comerciais, conquanto seja dado o devido crédito ao autor e editor respetivos”

## Agradecimentos

*“Vou ensinar-te e mostrar-te o caminho que deves seguir;  
guiar-te-ei sem te perder de vista”  
Salmos 32:8*

A presente dissertação foi o culminar de uma aventura académica bastante desafiante, mas muito enriquecedora, que não teria sido possível terminar sem o apoio, por quem, aqui, expresso o meu profundo e sincero agradecimento.

Agradeço aos meus orientadores, o Prof. Doutor Ricardo Quinto Canas e o Prof. Doutor Carmelo Maria Musarella, por terem aceitado orientar-me ao longo desta dissertação. Agradeço também pelos seus ensinamentos, sugestões e críticas que promoveram a minha evolução, crescimento e aprendizagem profissional e académica. Agradeço por toda a exigência e rigor científico que acompanharam esta dissertação e pela oportunidade em participar no *XV International Seminar Biodiversity Management and Conservation Plant ecology and conservation in the Mediterranean area, 2023*, Linguaglossa (Etna, Italy) e por toda a confiança e empatia que se criou ao longo deste tempo. Agradeço em especial ao Prof. Doutor Ricardo Quinto Canas pela sua forma apaixonante e contagiante de transmitir conhecimentos sobre flora e vegetação, que muito contribuiu para que eu enveredasse por este caminho.

Agradeço ao meu esposo, Miguel Xarepe, pelo seu apoio e suporte incondicional, tendo sido um alicerce emocional fundamental para mim, imprescindível na gestão simultânea familiar, académica e profissional.

Agradeço aos meus colegas de mestrado, particularmente ao Tiago Mendonça e Henrique Ribeiro, pelas boas discussões e pela alegria que muitas vezes se instalava.

Agradeço ainda à minha amiga e Arquiteta Paisagista Catarina Silva pela sua paciência e dedicação em me ensinar a trabalhar com os programas de desenho, tendo esta preparação sido fundamental para o meu desempenho ao longo deste mestrado.

Por último, agradeço ainda a todo o corpo docente do mestrado em Arquitetura Paisagista da Universidade do Algarve, em especial à professora doutora Ana Paula Gomes da Silva, que com empenho e profissionalismo excepcional partilharam conhecimento e estimularam os alunos a alcançar mais e melhor, formando assim profissionais de excelência na área da Arquitetura Paisagista portuguesa.

O meu sincero agradecimento a todos!

## Resumo

Considerando a atual conjuntura climática, é um consenso de que os espaços verdes nas grandes machas urbanas contemporâneas devem ser cada vez mais numerosos e simultaneamente mais sustentáveis, estando adaptados às condições edafoclimáticas do local e com custos de manutenção reduzidos. No caso do Algarve, onde a investigação desta dissertação se centra, a disponibilidade hídrica atual e futura, assume um papel preponderante na conceção de espaços verdes, onde as exigências acima mencionadas só poderão ser concretizadas se nos desviarmos de práticas paisagistas convencionais e desenvolvermos estratégias holísticas de gestão e conceção dos espaços verdes que integrem diferentes áreas do conhecimento e não meramente as questões estéticas. Neste contexto, esta dissertação tem como objetivo resgatar práticas paisagistas mais adaptadas e resilientes às condições climáticas do Algarve, reinventando assim o conceito de jardim nesta região de Portugal.

Nesta dissertação apresentam-se dois projetos de jardins xerófilos, em conjunturas distintas (privada e pública). Porém, ambos os projetos consideram espécies vegetais perfeitamente adaptadas a longos períodos de seca climática, que, segundo as previsões de modelos climáticos recentes, terá tendência a se agravar na região do Algarve. Assim, será de sobremaneira importante desenvolver projetos mais sustentáveis, resilientes e tolerantes ao agravamento das condições ecológicas, particularmente às limitações associadas à disponibilidade hídrica.

As suculentas xeromórficas constituem um grupo de plantas, com mecanismos de tolerância ao *stress* hídrico e com características bem específicas, sendo a suculência uma das mais relevantes. Estudos sobre estes mecanismos são cada vez mais frequentes, o que poderá se mostrar bastante vantajoso na nossa adaptação aos desafios climáticos futuros. Além disso, o seu potencial ornamental é enorme, uma vez que as suas formas arrojadadas e panóplia de cores são uma verdadeira explosão sensorial, que aliada às suas características morfológicas e fisiológicas as torna efetivamente espécies de eleição na reconversão ou criação de jardins xerófilos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Jardins xerófilos; Suculentas xeromórficas; Secura; Adaptação; Resiliência; Algarve.

## **Abstract**

Considering the current climate conjuncture, it is a consensus that green spaces in large contemporary urban areas should be increasingly more numerous and simultaneously more sustainable, being adapted to the edaphoclimatic conditions of the site, and with reduced maintenance costs. In the case of Algarve, where the research of this dissertation is focused, the current and future water availability, assumes a preponderant role in the design of green spaces, where the demands mentioned above can only be achieved if we deviate from conventional landscape practices and develop holistic strategies of management and design of green spaces that integrate different areas of knowledge and not merely aesthetic issues. In this context, this research aims to develop landscaping practices more adapted and resilient to the current and future climatic conditions of the Algarve, thus reinventing the concept of landscaping in the south of Portugal.

In this work we present, two different approaches of xerophytic landscaping projects (private and public). However, both projects consider species perfectly adapted to long periods of drought, which, according to the predictions of recent climatic models, will tend to worsen in the Algarve. Thus, it will be of paramount importance to develop more sustainable, resilient and tolerant projects to worsening ecological conditions, particularly limitations associated with water availability.

The xeromorphic succulents are a group of plants with mechanisms of tolerance to water stress and with very specific characteristics, being succulence one of the most relevant. Studies on these mechanisms are increasingly frequent, which may prove to be very advantageous in our adaptation to future climatic challenges. In addition, their ornamental potential is enormous, since their bold forms and panoply of colours are a veritable sensory explosion, which, combined with their morphological and physiological characteristics, make them the species of choice in the reconversion or creation of xerophilous gardens.

**Keywords:** Xerophilous gardens; Xeromorphic succulents; Drought; Adaptation; Resilience; Algarve

## Índice

|  |     |
|--|-----|
| Agradecimentos .....   | i   |
| Resumo .....   | ii  |
| Abstract.....  | iii |
| Índice de figuras .....  | vi  |
| Índice de tabelas .....  | x   |
| Introdução.....  | 1   |
| I. Jardins xerófilos .....                                       | 6   |
| 1.1. Características edafoclimáticas dos ambientes xéricos ..... | 8   |
| 1.1.1 Solos.....   | 8   |
| 1.1.2 Água .....   | 9   |
| 1.1.3 Radiação .....   | 10  |
| 1.1.4 Temperatura .....  | 11  |
| 1.1.5 Nutrição e fertilidade.....                                | 12  |
| 1.1.6 O papel fundamental dos inertes .....                      | 13  |
| 1.1.7 Tipos de jardins xerófilos .....                           | 15  |
| II. As suculentas xeromórficas .....                             | 16  |
| 2.1. História, origens e evolução.....                           | 16  |
| 2.2. Morfologia e fisiologia .....                               | 20  |
| 2.3. Potencial invasor.....                                      | 23  |
| 2.4. Fichas técnicas de espécies .....                           | 26  |
| 2.4.1. <i>Aeonium arboreum</i> .....                             | 26  |
| 2.4.2. <i>Agave attenuata</i> .....                              | 28  |
| 2.4.3. <i>Aloe vera</i> .....                                    | 30  |
| 2.4.4. <i>Beaucarnea recurvata</i> .....                         | 31  |
| 2.4.5. <i>Crassula ovata</i> .....                               | 32  |

|  |    |
|--|----|
| A reinvenção dos jardins xerófilos no Algarve com recurso às suculentas xeromórficas                       |    |
| 2.4.6. <i>Dracaena draco</i> .....   | 34 |
| 2.4.7. <i>Echinocactus grusonii</i> .....  | 35 |
| 2.4.8. <i>Euphorbia ingens</i> .....   | 36 |
| III. Jardins xerófilos em contexto de baixa disponibilidade hídrica.....                                   | 38 |
| 3.1. Bioclimatologia mediterrânica.....  | 38 |
| 3.2. Os principais desafios climáticos no Sul de Portugal .....  | 39 |
| 3.3. As suculentas como corta-fogos .....  | 45 |
| IV. Construção de jardins xerófilos com suculentas xeromórficas .....                                      | 49 |
| 4.1. Preparação do local .....   | 53 |
| 4.2. Seleção de plantas e plantação .....  | 55 |
| 4.3. Plano de manutenção .....   | 58 |
| V. Caso de estudo .....  | 60 |
| VI. Proposta de reconversão do jardim do Parque Subterrâneo do Levante, Olhão .....                        | 64 |
| Conclusões.....  | 84 |
| Referências bibliográficas .....   | 86 |
| Anexo 1 – Peças desenhadas Caso de estudo (Capítulo V).....  | 93 |
| Anexo 2 – Proposta de reconversão do jardim do Parque Subterrâneo do Levante, Olhão<br>(Capítulo VI) ..... | 98 |
| Anexo 3 – Nomes científicos das espécies com os respetivos classificadores.....                            | 99 |

## Índice de figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1.1: Elemento central num jardim xerófilo, em Quelfes (Algarve), onde se recorreu à reciclagem de vários elementos pré-existentes, como este antigo troco, e se combinaram suculentas em função das suas cores e forma (Fonte: Delisa Xarepe). 2            |    |
| Figura 1.2: Jardim de suculentas, São Diego, EUA, projetado por Michael Buckner (Fonte: debraleebaldwin.com).....  | 7  |
| Figura 1.3: Corte de uma folha de <i>Aloe vera</i> , onde é possível observar de forma evidente a mucilagem (Fonte: Delisa Xarepe).....  | 9  |
| Figura 1.4: Estiolamento num espécime de <i>Echeveria</i> sp. (Fonte: Delisa Xarepe). .....  | 10 |
| Figura 1.5: Mapa de zonas de rusticidade europeias (Map of Winter Hardiness Zones - WHZ), 1951-1980, criado por Heinze e Schreiber (Fonte: Gloning et al., 2013)...  | 11 |
| Figura 1.6: <i>Sempervivum arachnoideum</i> , nativo de regiões alpinas (Fonte: worldofsucculents.com) .....   | 12 |
| Figura 1.7: Utilização de diferentes granulometrias de inertes, de forma a enfatizar os elementos vegetais verticais, Estoi, Algarve (Fonte: Delisa Xarepe). .....   | 14 |
| Figura 2.1: Sacrifícios humanos realizados pelos Astecas e pelos astecas sobre <i>Echinocactus grusonii</i> (Fonte: Codex Boturini, p.4). .....  | 17 |
| Figura 2.2: Distribuição mundial dos maiores centros de diversidade de suculentas (Fonte: Males, (2017)). .....  | 18 |
| Figura 2.3: Exemplo de evolução convergente, na espécie <i>Euphorbia obesa</i> (à esquerda), nativa da África do Sul e a cactácea <i>Astrophytum asterias</i> (à direita), nativa do México (Fonte: à esquerda worldofsucculents.com; à direita llifle.com). ..... | 19 |
| Figura 2.4: A panóplia de cores, formas e texturas que se verifica nas suculentas são resultado da sua adaptação ao meio onde se inserem (Fonte: Delisa Xarepe). .....   | 20 |
| Figura 2.5: Espinhos ( <i>Melocactus multiceps</i> ), pêlos ( <i>Kalanchoe tomentosa</i> ) e ceras ( <i>Echeveria</i> 'Purple Pearl') (Fonte: Delisa Xarepe) .....   | 21 |
| Figura 2.6: Folhas destacadas de um espécime de <i>Echeveria</i> sp., que deram origem a dois novos indivíduos, por meio de reprodução assexuada (Fonte: Delisa Xarepe).. ....   | 21 |
| Figura 2.7: Aréolas num exemplar de <i>Cereus</i> sp. (Fonte: Delisa Xarepe). .....  | 22 |
| Figura 2.8: <i>Opuntia subulata</i> , espécie suculenta invasora em Portugal (Fonte: Delisa Xarepe). .....   | 22 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 2.9: As cinco espécies suculentas invasoras em Portugal continental: (a) <i>Agave americana</i> , (b) <i>Carpobrotus edulis</i> , (c) <i>Opuntia elata</i> , (d) <i>Opuntia subulata</i> e (e) <i>Opuntia ficus-indica</i> (Fonte: Delisa Xarepe, greenteach.es, llifle.com). .....                | 24 |
| Figura 2.10: O tingimento com vermelho carmim, de tecidos, pelos Astecas, que posteriormente foi transformado numa indústria monopolizada pelo Império Espanhol (Fonte: Hewitt, 1993). .....  | 25 |
| Figura 2.11: <i>Aeonium arboreum</i> (Fonte: Delisa Xarepe). .....  | 26 |
| Figura 2.12: <i>Agave attenuata</i> (Fonte: Delisa Xarepe). .....   | 28 |
| Figura 2.13: <i>Aloe vera</i> (Fonte: Delisa Xarepe). .....   | 30 |
| Figura 2.14: <i>Beaucarnea recurvata</i> (Fonte: Delisa Xarepe). .....  | 31 |
| Figura 2.15: <i>Crassula ovata</i> (Fonte: Delisa Xarepe). .....  | 32 |
| Figura 2.16: <i>Dracaena draco</i> (Fonte: Delisa Xarepe). .....  | 34 |
| Figura 2.17: <i>Echinocactus grusonii</i> (Fonte: Delisa Xarepe). .....   | 35 |
| Figura 2.18: <i>Euphorbia ingens</i> (Fonte: Delisa Xarepe). .....  | 36 |
| Figura 3.1: Mapa dos macrobioclimas em Portugal continental (Fonte: Rivas-Martínez et al., 2011). .....   | 39 |
| Figura 3.2: Mapa da potencial vulnerabilidade às alterações climáticas na Europa (Fonte: ESPON, 2013). .....  | 41 |
| Figura 3.3: Distribuição do PDSI (Palmer Drought Severity Index –Palmer, 1965) em Portugal. Médias das décadas de 1961-70, 1971-1980, 1981-1990 e 1991-2000 (Fonte: Miranda et al., 2006). .....  | 42 |
| Figura 3.4: Área ardida na Europa entre 2000 e 2015, verificando-se que os grandes fogos florestais têm maior incidência na Península Ibérica, porém todos os países da Bacia do Mediterrâneo são afetados. Fonte: de Rigo et al., 2017). .....   | 45 |
| Figura 3.5: Efeito corta-fogo proporcionado pelas suculentas xeromórficas, numa habitação no sul da Califórnia, EUA (Fonte: debraleebaldwin.com). .....   | 47 |
| Figura 4.1: Plano Geral, da fase de estudo prévio, do projeto de reabilitação da Quinta do Palácio da Fonte da Pipa (Loulé), no âmbito da unidade curricular Projeto de Paisagem Metropolitana, do 2º ano do Mestrado em Arquitetura Paisagista, na Universidade do Algarve (Fonte: Delisa Xarepe). ..... | 49 |
| Figura 4.2: Equilíbrio simétrico, em cima, e equilíbrio assimétrico em baixo, em dois jardins diferentes no Algarve (Fonte: Delisa Xarepe) Xarepe). .....   | 50 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 4.3: A forma assimétrica como as plantas estão dispostas bem como o espelho de água à entrada da casa, reforça o ponto de enfoque, a entrada da casa (Fonte: gdsdesigns.com).....  | 51 |
| Figura 4.4: A repetição dos elementos do percurso, como a repetição das espécies ( <i>Buxus sempervirens</i> e <i>Lantana montevidensis</i> ) conferem ritmo ao jardim (Fonte: Jardim-vista.com).....   | 51 |
| Figura 4.5: Desenho superior - pouco simples, uma vez que existem demasiadas curvas sem qualquer equilíbrio entre si; Desenho centro - embora mais simples, o traçado muito rígido não confere naturalidade; Desenho inferior - desenho bem concebido em termos de simplicidade, pela sua meandrização suave (Fonte: Ingels, 2009)...   | 52 |
| Figura 4.6: Levantamento topográfico e modelação geral do terreno do projeto Parque Urbano da Penha, no âmbito da unidade curricular do 1º ano do Mestrado em Arquitetura Paisagista, na Universidade do Algarve (Fonte: Delisa Xarepe).....  | 53 |
| Figura 4.7: Os tons de azul do <i>Senecio serpens</i> dão continuidade ao azul das ombreiras das janelas e portas da casa (Fonte: Baldwin, 2007).....   | 56 |
| Figura 4.8: Taxas de humidade em solos com revestimento e sem revestimento, verificando uma maior percentagem e menores variações de humidade no solo, em solos revestidos so que em solos sem qualquer tipo de cobertura (Fonte: Wade et al., 2007).....   | 57 |
| Figura 5.1: Área de intervenção do projeto (antigo relvado, em avançado estado de degradação, e e resultado, após a execução do projeto (Fonte: Delisa Xarepe). ....  | 60 |
| Figura 5.2: Localização da moradia unifamiliar onde o projeto deste jardim xerófilo foi executado (Fonte: Delisa Xarepe - Adaptado no software QGIS).....   | 60 |
| Figura 5.3: Elenco florístico utilizado neste projeto (da esquerda para a direita: <i>Aeonium arboreum</i> ‘atropurpureum’, <i>Aloe ferox</i> , <i>Aloe vera</i> , <i>Dracaena draco</i> , <i>Crassula ovata</i> ‘gollum’, <i>Echeveria</i> ‘purple pearl’, <i>Euphorbia ingens</i> , <i>Sedum nussbaumerianum</i> , <i>Sedum palmeri</i> e <i>Senecio serpens</i> ) (Fonte: Delisa Xarepe e worldofsucculents.com).<br>..... | 63 |
| Figura 6.1: Localização do Parque subterrâneo do Levante, Olhão, onde se propõe a reconversão do seu jardim para um jardim xerófilo (Fonte: Delisa Xarepe - Adaptado no software QGIS). ....  | 64 |
| Figura 6.2: Esquício de apoio à elaboração do plano de plantação (Fonte: Delisa Xarepe).<br>.....   | 65 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 6.3: Prado degradado no Parque Subterrâneo do Levante, Olhão (Fonte: Delisa Xarepe).....   | 66 |
| Figura 6.4: Delimitação da Unidade de Intervenção 2 (6,98ha), inserida no Programa Estratégico de Reabilitação Urbana de Olhão (Fonte: Município de Olhão 2020). 67 |    |
| Figura 6.5: Perspetiva de um de um dos canteiros reconvertidos (Fonte: Delisa Xarepe).<br>.....   | 70 |
| Figura 6.6: Perspetivas de alguns dos canteiros após a reconversão (Fonte: Delisa Xarepe).....  | 71 |
| Figura 6.7: Corte esquemático de um dos canteiros (Fonte: Delisa Xarepe). ....  | 72 |

## **Índice de tabelas**

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1: Cronograma com os trabalhos de manutenção do jardim xerófilo desértico ao longo do ano..... | 59 |
| Tabela 2: Listagem do material vegetal para o jardim xerófilo do Parque Subterrâneo do Levante.....   | 74 |

## Introdução

*If we don't begin by imagining the perfect society, how shall we create one?*

Isabel Allende

Foi a imaginação que levou o Homem a alcançar grandes feitos, imortalizados na História em diferentes marcos, desde a revolução agrícola à revolução industrial e mais recentemente à revolução científica. Este nosso sentimento de se criar uma sociedade cada vez mais complexa e evoluída, provocou grandes modificações na paisagem, conduzindo a um distanciamento cada vez maior do meio natural. Nesta perspetiva, torna-se relevante, para além da consolidação das infraestruturas verdes nos centros urbanos, a adaptação das mesmas às condições edafoclimáticas locais, prática ancestral dos jardins na bacia do Mediterrâneo, onde, numa época onde a tecnologia em nada se aproximava à atualidade, os povos da altura procuravam este lugar de serenidade e beleza natural, com vegetação adaptada ao clima mediterrânico, tendo os Romanos iniciado o processo de introdução das primeiras exóticas (Giot, 2016).

Ao longo da História os jardins têm vindo a refletir as diferentes etapas culturais das diferentes sociedades, constituindo assim um reflexo do passado e um registo da memória coletiva (Giot, 2016). Porém, o valor e a função de um espaço verde vai mais além da estética ou beleza, pois proporcionam direta e indiretamente múltiplos benefícios para a saúde e bem-estar humano, denominados de serviços de ecossistema, como a purificação do ar ou a redução das “ilhas de calor” nos meios urbanos (Webster et al., 2017).

Entre outros fatores, a disponibilidade hídrica representa uma forte condicionante à implantação de qualquer jardim. Contudo, existe um determinado estilo de jardim, o jardim xerófilo, que simultaneamente cumpre as funções estéticas e de sustentabilidade inerentes a qualquer espaço verde bem concebido. O jardim xerófilo integra um conjunto de plantas cuja morfologia e mecanismos fisiológicos, possibilita a sua sobrevivência em condições estivais rigorosas, como é o caso da flora mediterrânica ou, em casos de aridez extrema, as suculentas xeromórficas, cuja especialização às condições de secura do habitat, no que se refere à capacidade de armazenamento de água, não têm par no mundo vegetal.

Um dos maiores problemas com que nos deparamos no século XXI é a questão da seca, que será agravada pelas alterações climáticas (Pörtner & Roberts, 2022), sendo que uma das potenciais soluções passa pela aplicação de estratégias sustentáveis, que

promovam a resiliência, como a escolha de espécies vegetais em função das necessidades edafoclimáticas do local, um dos princípios fundamentais da Arquitetura Paisagista, que, infelizmente, pode afirmar-se que ainda é muitas vezes negligenciado. Esta é uma realidade ainda muito pouco expressiva na região do Algarve, onde o modelo concetual de paisagismo atual não conforma claramente a promoção destes dois conceitos (sustentabilidade e resiliência) essenciais, sendo que a maioria da vegetação aplicada em espaços verdes, públicos ou privados, não reflete a realidade climática local. Assim, este é um paradigma, que, num contexto de adaptação às alterações climáticas terá obrigatoriamente de ser ultrapassado, uma vez que a água será um recurso cada vez mais escasso, sendo a introdução das suculentas xeromórficas nos jardins xerófilos uma opção equilibrada e sustentável.

A vegetação é um dos elementos mais marcantes na conceção de um espaço verde, pois não só o enriquece como também o dinamiza, promovendo a sua coerência estética/funcional e diversidade. Assim, torna-se necessário um conhecimento profundo da vegetação a aplicar, combinando espécies com diferentes formas, dimensões, texturas e cores, aliada a uma perspetiva de sustentabilidade ambiental, fundamental para a promoção da resiliência climática do território (Figura 1.1). Neste contexto de sustentabilidade, para além dos recursos hídricos é também necessário ter em conta os recursos pedológicos, pois as alterações climáticas tendem a agravar a desertificação, tornando os solos mais pobres e áridos. Tendo em conta que as suculentas xeromórficas estão perfeitamente adaptadas a estes solos, típicos das regiões áridas e semiáridas (Hartshorne, 1995) e considerando que a aridez do Algarve será agravada pelas alterações



**Figura 1.1:** Elemento central num jardim xerófilo, em Quelfes (Algarve), onde se recorreu à reciclagem de vários elementos pré-existent, como este antigo troco, e se combinaram suculentas em função das suas cores e forma (Fonte: Delisa Xarepe).

climáticas (AMAL, 2019), devem ser consideradas como uma opção legítima para cobrir estes solos empobrecidos.

Na bibliografia de âmbito nacional consultada, não ocorre um termo específico para esta tipologia de construção de jardins com baixas necessidades hídricas. Vulgarmente, são denominados de jardins secos ou jardins desérticos, por recriarem uma paisagem tipicamente associada a meios áridos, marcada pela vegetação xérica. Todavia, no contexto internacional, surgiu no início dos anos 80, do século passado, na cidade de Denver (Colorado, EUA) o termo *Xeriscape*, que combina a palavra grega “xeros”, que significa árido, com a palavra inglesa “landscape”, que significa paisagem (Çetin et al., 2018). Este termo, surgiu na necessidade de alertar a população para um uso mais eficiente da água, oferecendo uma visão holística, principalmente fundamentado no uso eficiente da água e em técnicas de projeto sustentáveis, seleção de plantas e manutenção sustentável, com múltiplos benefícios ao nível ecológico, económico e estético (Çetin et al., 2018). De acordo com Wade et al. (2007), o *Xeriscape* é baseado em sete princípios básicos, nomeadamente:

- 1) **Desenvolvimento de projetos paisagistas sustentáveis**, iniciando qualquer projeto com uma análise biofísica detalhada ao local. Nesta análise devem ser considerados fatores como características fisiográficas, disponibilidade hídrica e quais as funções que o jardim vai desempenhar (estéticas, recreativas, entre outras);
- 2) **Preparação adequada do solo**, devendo-se determinar qual a estrutura e textura do solo, taxas de drenagem, níveis nutricionais e de pH. Caso seja necessário deve-se proceder a técnicas de melhoramento e arejamento do solo;
- 3) **Seleção de vegetação adaptada ao local**, ou seja, plantas tolerantes ao *stress* hídrico, temperatura e radiação solar. Para além destas características essenciais, a seleção da vegetação deve também ser apoiada nas taxas de crescimento vegetal, tamanho e forma, cor, textura e uso;
- 4) **Redução das áreas com elevadas necessidades hídricas**, como é o caso das zonas arrelvadas. Apesar dos relvados constituírem uma excelente cobertura de solo, muitas vezes ocupam áreas significativas e, na maioria dos casos, não são utilizadas espécies adequadas, nem práticas de manutenção apropriadas, o que se reflete num enorme consumo hídrico. Espécies pertencentes à família *Poaceae* (*Gramineae*) como a Bermuda *Tifway419* (*Cynodon dactylon*) ou a Raleigh St.

Augustine (*Stenotaphrum secundatum*) apresentam elevada tolerância à seca e um uso muito eficiente de água;

- 5) **Sistemas de rega eficientes e boas práticas de rega**, devendo-se agrupar as plantas, ao longo do jardim, em função das suas necessidades hídricas. Sistemas de rega automáticos e do tipo gota-a-gota, devem ser privilegiados uma vez que a sua eficiência é de 95% (Cudell, 2000), enquanto os sistemas por aspersão apresentam apenas uma eficiência de 75% (Cudell, 2000). Fatores como a frequência, a dotação e o período do dia em que a rega é efetuada, devem também ser considerados;
- 6) **Utilização de coberturas de solo**, de modo a reduzir as perdas de água por evaporação, diminuir a incidência de vegetação infestante, além da proteção do solo contra a erosão. Em termos estéticos, as coberturas de solo, como a casca de pinheiro ou os seixos rolados, possibilitam a criação de contrastes cromáticos no jardim, melhorando significativamente o seu impacto visual;
- 7) **Criação de planos de manutenção que conservem a integridade do projeto e que promovam uma afetação eficiente dos recursos**. Uma manutenção rigorosa e eficaz dos jardins xerófilos, tal como sucede noutros jardins, traduz-se numa poupança significativa dos recursos hídricos, na diminuição dos custos e numa menor incidência de problemas fitossanitários.

Apesar das espécies suculentas xeromórficas apresentadas nesta dissertação - como uma opção legítima - em termos edafoclimáticos para os espaços verdes no Algarve, é necessário, obviamente, atender ao seu potencial invasor, pois são espécies exóticas com potencial para competir com a flora autóctone, podendo colocar em causa a biodiversidade nativa de um local, quando aplicadas sem um planeamento rigoroso, incluindo o conhecimento/verificação científica do seu potencial invasor. Mais uma vez, um conhecimento profundo sobre a vegetação, por parte de quem a implanta no terreno, sejam arquitetos paisagistas ou agrónomos, é fundamental, para não se voltarem a repetir erros passados com vegetação exótica/ornamental.

Os conteúdos desta dissertação resultaram duma revisão bibliográfica sistemática, em diferentes línguas, sobretudo focada para a região mediterrânica. Contudo, uma vez que exerço atividade na área dos espaços verdes, em especial na região do Algarve, verificou-se a necessidade de partilha dessa experiência com um caráter mais empírico, nesta dissertação, de forma a enriquecer o seu conteúdo.

Esta dissertação tem como objetivo evidenciar a legitimidade da opção por espécies suculentas xeromórficas na conceção e reconversão de espaços verdes, públicos ou privados, reinventado, assim, as práticas paisagistas na região do Algarve, contribuindo para a sua adaptação e resiliência ao fenómeno das alterações climáticas. Pretende-se ainda eliminar o estigma inerente aos jardins xerófilos, sobretudo por parte da população, sendo necessário um esforço conjunto por parte da comunidade científica e decisores do território para a valorização dos benefícios e potencialidades dos jardins xerófilos na mitigação das alterações climáticas.

## I. Jardins xerófilos

De acordo com Rivas-Martinez (2007), xerófilo, *la.*, adj. significa “que tem afinidade para os ambientes secos ou que pode viver em climas de baixa precipitação. Plantas ou comunidades vegetais adaptadas a meios secos, tanto aqueles criados pelo clima como pelas condições edáficas (cat. Xerófita)”. Assim, pode-se definir um jardim xerófilo como um jardim composto por vegetação perfeitamente adaptada às condições de aridez, ou seja, plantas xerófitas adaptadas à baixa disponibilidade hídrica e elevada radiação solar. Em meio natural estes jardins surgem em zonas rochosas e/ou declivosas, em condições edafoclimáticas extremas, com climas secos e baixos níveis de nutrientes no solo, como é o caso do clima mediterrânico (Gildemeister, 2004).

Regra geral, a maior parte da população associa aos ambientes áridos ou desérticos, a ausência de vida (Mbembe, 2001). Este talvez seja o maior estereótipo associado aos jardins xerófilos, pois, sobretudo na sociedade ocidental as paisagens áridas são frequentemente representadas pelo “vazio”, sem qualquer vestígio de vegetação. A ausência total do conhecimento acerca da existência de vegetação xérica, quer seja por esta não cumprir os padrões de “beleza verde luxuriante”, altamente disseminados, especialmente em regiões onde tal nunca deveria ter acontecido, como no Algarve, Califórnia, Perth (Austrália), Andaluzia (Espanha), entre outros, regiões que atualmente experienciam períodos de seca severos.

Aliado a este estereótipo de que os jardins xerófilos são jardins sem vida foram-se construindo alguns considerandos, que necessitam de uma análise contraditória, de modo a promover a aceitação do público em geral. Alguns dos considerandos mais comuns são:

- **“As paisagens áridas são monótonas, sem cor e sem vida”** (Figura 1.2) (Serman, 2018). As suculentas típicas destas paisagens possuem uma panóplia de cores vibrantes, que quando combinadas num jardim, criam um ambiente deslumbrante e muito apelativo aos sentidos humanos. Esta diversidade de cores deve-se aos pigmentos antocianinas (responsáveis pelas diferentes tonalidades de roxos, azuis ou pretos) (Delpech, 2000) e carotenoides (conferem às plantas tonalidades amarelas e laranja), cuja função é a proteção dos tecidos da planta

contra o excesso de radiação, desempenhando também um papel importante na polinização. Esta é a razão pela qual no verão as suculentas são mais coloridas e no inverno mais verdes, pois há maior produção de clorofila para uma captação de radiação solar mais eficiente (Xarepe, 2021).



**Figura 1.2:** Jardim de suculentas, São Diego, EUA, projetado por Michael Buckner (Fonte: [debraleebaldwin.com](http://debraleebaldwin.com)).

- **“Os jardins de baixo consumo hídrico são “matos bravios”, sem qualquer exuberância”** (Serman, 2018). Através de uma seleção cuidadosa das plantas, tendo em conta características como a cor, forma ou tamanho, o projetista de um jardim consegue criar um ambiente equilibrado, vibrante e luxuriante;
- **“Os jardins xerófilos resumem-se às rochas a deserto”** (Serman, 2018). Tal afirmação remete para a ideia generalizada da não existência de vida em ambientes xéricos. Quando combinados com a vegetação, os elementos inertes, como as pedras, que assumem uma postura escultural no jardim, ou os seixos, utilizados como cobertura de solo, tornam todo o jardim mais natural.

Quando se aborda a temática dos jardins xerófilos estamos perante condições extremas e desafiantes relativamente à sua construção e manutenção, pois fatores como as elevadas temperaturas e a baixa precipitação (Lake, 1996) são condições determinantes no desenvolvimento vegetal. Ainda assim, a conceção de um jardim xerófilo não é uma tarefa hercúlea, pois estes apresentam várias vantagens, muitas delas compatíveis com o estilo de vida contemporâneo, tais como: a redução da dotação hídrica, que de acordo com um estudo conduzido em Madrid, Espanha, casas com jardins consomem entre 2,5 a 4,5 vezes mais água do que casas sem área ajardinada (Fernández-Cañero et al., 2011); baixa necessidade de manutenção, reduzindo os custos e energia para mais de metade (Ringleb et al., 2016); e uma menor incidência de problemas fitossanitários (Lake, 1996), que por sua vez reduz significativamente a pegada ecológica do jardim.

Para que um jardim possa prosperar, em condições de secura extrema, é necessário não só um conhecimento aprofundado do local, mas também da vegetação que será utilizada, ao nível fitoecológico, morfológico e fisiológico, promovendo assim a sustentabilidade do jardim e mitigando a delapidação célere dos recursos naturais,

especialmente da água. No caso dos jardins xerófilos, as espécies com mecanismos morfofisiológicos, que lhes permite o armazenamento de água por longos períodos, são a escolha de eleição (Gildemeister, 2004), pois diminuem significativamente a necessidade de rega.

### **1.1. Características edafoclimáticas dos ambientes xéricos**

*“Quando plantamos devemos também pensar qual a paisagem em que o vamos fazer. Hoje pretende-se que as plantações se integrem no ambiente que as rodeia. Não se devem por isso escolher espécies exóticas e de aspeto raro, por mais belas que nos pareçam. Devemos pedir às árvores o mesmo que deseja qualquer pessoa educada: não dar nas vistas!”* (Cabral & Telles, 2022). Tal princípio, remete-nos para o conceito de *Genius loci*, ou seja, quando qualquer projeto explica ou revela a identidade ou o carácter próprio do local onde se insere, promovendo a sua beleza e harmonia, que estão diretamente dependentes das características ecológicas e culturais do local (Xavier, 2007). Assim, avaliar as características edafoclimáticas de um determinado local, durante a conceção de um espaço verde, é fundamental para o sucesso do jardim. Estas características irão determinar o sucesso da instalação das espécies vegetais, bem como a afetação dos recursos necessário na sua manutenção.

#### **1.1.1 Solos**

As características pedológicas são determinantes para o sucesso de uma espécie, ou seja, a estrutura (organização das partículas do solo) e textura (granulometria das partículas no solo) do solo (da Costa, 2011), irá condicionar o desenvolvimento de uma determinada espécie vegetal.

A identificação da textura do solo é um dos primeiros parâmetros analisados, pois em função dela será possível determinar as taxas de drenagem e de acumulação de água no solo (Hartshorne, 1995). Solos arenosos, ou seja, de textura leve, são constituídos por partículas de 0,02 a 2mm (da Costa, 2011) e caracterizam-se pela baixa capacidade de armazenamento de água e baixa concentração de nutrientes e matéria orgânica, uma vez que a drenagem é elevada, com taxas de infiltração  $\leq 30$  mm/hora (Brouwer et al., 1986) verificando-se uma maior lixiviação de nutrientes, tornando-os em solos pobres e com pH mais ácido, uma vez que têm menor capacidade para reter o cálcio. Já os solos

argilosos, ou seja, de textura pesada, são constituídos por partículas inferiores a 0,002mm (da Costa, 2011), caracterizando-se pela elevada capacidade de retenção de água, o que conduz a problemas de drenagem, visto que a infiltração da água ocorre muito lentamente, entre 1 a 5 mm/hora (Brouwer et al., 1986). As suculentas estão adaptadas a solos pobres e arenosos, com pH entre os 5,5 e os 6,5 (Xarepe, 2021), com elevadas taxas de drenagem, condições estas que devem ser replicadas na execução do projeto de um jardim xerófilo desértico. Proporcionar às suculentas xeromórficas condições de drenagem eficientes é um fator crucial para o seu desenvolvimento e instalação no terreno, pois uma drenagem deficiente promove podridões radiculares (Xarepe, 2021) entre outras doenças de origem micológica.

### 1.1.2 Água

Em ambiente xéricos, os recursos hídricos provêm essencialmente da precipitação, que ocorre de forma esporádica, e de águas subterrâneas, recarregadas por esses episódios de precipitação. Nestes ambientes áridos a humidade relativa média é 10% com precipitações médias que não ultrapassam os 300 mm anuais (Weinstein, 1999). Como resultado das suas adaptações a climas áridos, as suculentas xeromórficas possuem necessidades hídricas bastante reduzidas, com estratégias fisiológicas que minimizam as perdas por evapotranspiração, através da mobilização água armazenada nas células do hidrênquima para o clorênquima, durante os períodos estivais (Griffiths & Males, 2017). Este armazenamento de água pode ser promovido pela secreção de polissacáridos para os espaços extracelulares, aumentando a capacidade de retenção de água no apoplasto, formando uma substância gelatinosa, a mucilagem (Figura 1.3) (Griffiths & Males, 2017).



**Figura 1.3:** Corte de uma folha de *Aloe vera*, onde é possível observar de forma evidente a mucilagem (Fonte: Delisa Xarepe).

Uma vez que os períodos de seca, na região mediterrânica, são cada vez mais extensos, verifica-se a necessidade de regas esporádicas, e por conseguinte a instalação de uma sistema de rega (Xarepe, 2021). Este deve ser automático e do tipo gota-a-gota, pois esta é a tipologia que promove o uso mais eficiente da água (95%) (Cudell, 2000). As regas devem ser efetuadas nos períodos de menor calor (início da manhã ou final da

tarde) (Xarepe, 2021). De acordo com um estudo conduzido em Israel, em 2014, chegou-se à conclusão de que as suculentas xeromórficas num telhado verde deveriam ser regadas com 1,3 a 3,1 mm/dia, nos meses mais quentes do ano (Van Mechelen et al., 2015).

Outra forma mais expedita e empírica, que deriva essencialmente da experiência profissional adquirida, quanto à perceção de eventual necessidade de rega, relaciona-se com a espessura das folhas, e a capacidade dos seus tecidos armazenarem água, ou seja, na maioria dos casos, quanto mais espessa for a folha da suculenta, menor será a sua necessidade hídrica (Xarepe, 2021).

### 1.1.3 Radiação

Em áreas mais áridas a radiação solar incidente é quase toda ela refletida, pois, ao contrário das zonas mais húmidas, não existe um estrato de nuvens para impedir essa reflexão, o que propicia amplitudes térmicas maiores (Weinstein, 1999).

A exposição à radiação solar é fundamental para o sucesso de um jardim xerófilo. A maioria das xerófitas necessita no mínimo 4 horas diárias de luz solar (Xarepe, 2021). A exposição a Norte deve ser evitada, uma vez que a luminosidade não é suficiente para grande parte das suculentas xeromórficas, verificando-se estiolamento (Figura 1.4) (Xarepe, 2021).

Por vezes, associado à elevada temperatura, pode acontecer que a planta esteja a receber radiação em excesso, o que promove o potencial para provocar danos nos tecidos fotossintéticos, facilmente observáveis como necroses (Xarepe, 2021).

A luminosidade tem um grande impacte na floração, ou seja, a floração apenas ocorre quando são acumuladas uma certa quantidade de hora de luz por dia. Nalgumas espécies como as dos género *Crassula* L. ou *Schlumbergera* Lem., a floração apenas ocorre se a luz diária for inferior a 12 horas (Hewitt, 1993), isto é, são plantas de dias curtos. O fotoperíodo também tem impacte na absorção de CO<sub>2</sub>, em plantas CAM, verificando-se uma tendência para uma maior acumulação em condições de radiação mais intensa e prolongada e em temperaturas que oscilem entre os 10 e os 22°C (Lee et al., 2006). De acordo com um estudo conduzido por Lee et al. (2006), a taxa máxima de



**Figura 1.4:** Estiolamento num espécime de *Echeveria* sp. (Fonte: Delisa Xarepe).

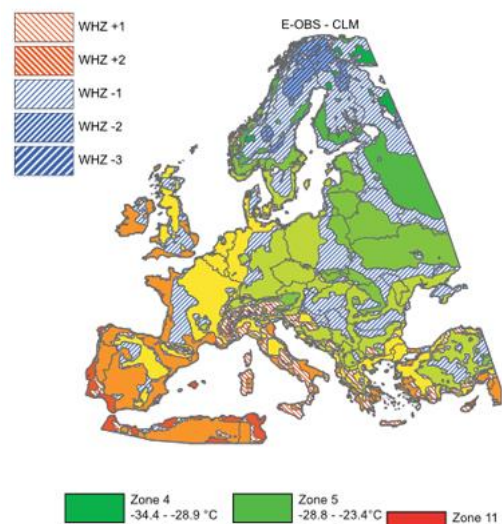
absorção de CO<sub>2</sub> em cactáceas ocorreu para um fotoperíodo de 16/8 horas dia/noite (D/N), temperatura de 30/20°C (D/N) e radiação 300 mmolm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>(Lee et al., 2006).

Adicionalmente, a radiação solar também influencia o armazenamento de nutrientes, sendo que este é maior em condições de maior radiação (Weinstein, 1999) e no arranjo das células vegetais, onde as espécies exposta a condições de maior radiação tendem a possuir folhas mais pequenas e compactas (Weinstein, 1999).

### 1.1.4 Temperatura

O fator temperatura está intrinsecamente ligado à radiação solar, pois quanto maior a intensidade luminosa maior a temperatura. Juntamente com a latitude, estes fatores determinam maioritariamente a distribuição da vegetação em zonas de rusticidade ou no inglês *Plant Hardiness Zone* (Weinstein, 1999), ou seja, a temperatura mínima da zona define a capacidade de sobrevivência de determina espécie. Este tipo de informação é essencial para a produção agrícola e de ornamentais, pois determina a viabilidade económica de se produzir em viveiro determinada espécie. Assim, uma vez que o impacte económico e social deste parâmetro é elevado, Heinze e Schreiber criaram em 1984, um mapa de zonas de rusticidade europeias (Map of Winter Hardiness Zones -WHZ), inspirado no seu homónimo norte-americano de 1960 (Figura 1.5) (Gloning et al., 2013). É possível aferir que Portugal continental possui duas zonas distintas, nomeadamente:

- **Zona Rusticidade 9** – engloba o Norte Alentejano e todo o interior das beiras, bem como toda a faixa litoral até ao Cabo Carvoeiro. As temperaturas mínimas possíveis oscilam entre os -6,6°C e os -1,2°C. Zona pouco indicada para suculentas xeromórficas.
- **Zona Rusticidade 10** – engloba todo o Algarve, litoral alentejano e toda a costa de Lisboa até ao Cabo Carvoeiro. As temperaturas mínimas possíveis oscilam entre os -1,1°C e



**Figura 1.5:** Mapa de zonas de rusticidade europeias (Map of Winter Hardiness Zones - WHZ), 1951-1980, criado por Heinze e Schreiber (Fonte: Gloning *et al.*, 2013).

os 4,4°C. Embora não seja a zona ideal para as suculentas xeromórficas, o seu cultivo é possível.

Embora as suculentas estejam preparadas morfologicamente para suportar situações de aridez e de temperaturas extremas, verificou-se que se desenvolvem melhor entre os 10 e os 32 °C (Hewitt, 1993). Porém, em casos onde as temperaturas diminuem abaixo dos 0°C, durante a noite, as suculentas apresentam um conjunto de adaptações morfológicas, como a pubescência, e bioquímicas, como a produção de compostos antioxidante fenólicos (muito comuns em suculentas alpinas) (Figura 1.6), que evitam danos causados pelo frio (Males, 2017).



Uma vez que a grande maioria das xerófitas de ambientes áridos não tolera geadas, é necessário tomar algumas medidas, caso estejam localizadas numa zona de risco, sendo a estratégia mais frequente a sua cobertura com

manta geotérmica (Hartshorne, 1995). Espécies pertencentes ao género *Sempervivum* L., *Sedum* L. ou *Rosularia* DC., encontram-se frequentemente em zonas de altitudes elevadas e baixas temperaturas, sendo comumente denominadas de suculentas alpinas, são tolerantes a temperaturas negativas, conjecturando-se que os mecanismos bioquímicos desenvolvidos contra o frio e radiação intensa, tenham provavelmente evoluído a partir dos mecanismos de tolerância à seca (Griffiths & Males, 2017).

**Figura 1.6:** *Sempervivum arachnoideum*, nativo de regiões alpinas (Fonte: worldofsucculents.com)

A temperatura desempenha ainda outro papel fundamental na abertura dos estomas em plantas CAM, tendo sido demonstrado que uma atividade ótima para temperaturas noturnas ocorre entre os 15 e os 25°C (Males & Griffiths, 2017). Esta estratégia fisiológica, é mais uma das evidências das adaptações das suculentas xeromórficas a meios de aridez extrema, onde o objetivo principal será sempre uma eficiência máxima em conservar água.

### 1.1.5 Nutrição e fertilidade

As adaptações fisiológicas das suculentas xeromórficas conferem-lhes elevada capacidade de sobrevivência em condições edafoclimáticas extremas. No entanto, e decorrente de tal capacidade, as suas necessidades nutricionais não são exigentes, sendo

conveniente adubar durante a época de crescimento, pois constitui um impulso ao desenvolvimento da planta, tornando-a não só mais luxuriosa, mas também mais sã e, por conseguinte, mais bem preparada para resistir a pragas e doenças (Lake, 1996).

Solos arenosos são os mais apropriados para as suculentas xeromórficas, estando assim mais suscetíveis à lixiviação de nutrientes e consequentemente mais vulneráveis a deficiências nutricionais. Além disso, plantas que se desenvolvem em climas mais quentes têm maior dificuldade em absorver os nutrientes do solo, por isso, as adubações, sobretudo as químicas, devem sempre ser moderadas, caso contrário verifica-se o risco de fototoxicidade (Lake, 1996). Ademais, verifica-se, no caso dos adubos azotados, um crescimento desproporcional, o que torna a planta mais débil e mais suscetível a pragas e doença (Xarepe, 2021). Adubos de libertação lenta constituem a opção mais apropriada nestes casos, uma vez que, tal como o seu nome indica, verifica-se uma libertação gradual dos nutrientes. Após qualquer adubação, dever-se-á efetuar uma rega abundante, não só para facilitar a absorção do adubo, mas também para evitar danos radiculares.

Outra situação a atender nas adubações em suculentas é o seu sistema radicular e a textura do solo. Um sistema radicular bem desenvolvido, significa que a planta absorve água de forma mais eficiente do solo. Assim, uma adubação rica em Fósforo (P), pelo menos uma vez por ano, é vantajosa, tendo presente que este nutriente estimula o desenvolvimento radicular (Xarepe, 2021). Relativamente à textura do solo, como foi referido anteriormente, em solos arenosos o Cálcio (Ca) tem maior tendência a lixiviar, logo, uma adubação rica em Ca também é conveniente. Uma vez que as condições edáficas preferenciais das suculentas propiciam a lixiviação de nutrientes, é preferível optar-se pelas adubações foliares, que mostra uma eficácia até 100 vezes maior (Mocellin, 2004), do que as típicas adubações no solo.

É importante nunca realizar as adubações durante o período de dormência das plantas, pois o adubo acaba por promover o crescimento durante o período de repouso, que no fundo é um mecanismo de defesa da própria planta contra condições adversas (Xarepe, 2021).

### **1.1.6 O papel fundamental dos inertes**

As vicissitudes inerentes aos materiais utilizados num projeto de Arquitetura Paisagista, material vegetal ou inertes, decorre essencialmente de duas ações, a biológica e a geológica (Hutton, 2019). Tanto a ação geológica como a biológica contribuem para

a transformação da paisagem, porém o Homem pode acelerar, direta ou indiretamente esse processo (Hutton, 2019). De acordo com Caldeira Cabral (1993), “*as plantas constituem o nosso material por excelência (...) e são elas que tornam viva, e por isso, mutável a nossa obra*”(Santos, 2017). Porém, quando combinados com os materiais inertes, as plantas asseguram a funcionalidade do espaço, valorizando-o e, simultaneamente, contribuindo para a estruturação e organização formal e espacial do espaço projetado (Santos, 2017). Numa perspetiva mais sustentável, a escolha dos materiais tem grande impacto na pegada ecológica do projeto, pois recorrendo a materiais locais, não se verifica a necessidade de transporte longo, logo existe os gastos energéticos são menores (Dee, 2001).

A combinação entre materiais vivos e inertes num jardim é fundamental para um produto final equilibrado e com elevado valor estético. A escolha do material vegetal apoia-se no conhecimento científico e técnico, como as características ecológicas, biológicas ou pedológicas, inerentes às espécies vegetais (Santos, 2017). Assim como um artista usa os seus pincéis, o arquiteto paisagista usa as plantas para conceber a sua obra de arte, tornando-se imperativo o conhecimento aprofundado sobre vegetação. A seleção do material inerte apoia-se no conhecimento das suas características e técnicas construtivas. Os materiais inertes mais utilizados são as pedras naturais, as madeiras, as argilas e os elementos cerâmicos, estando presentes como elementos decorativos, estruturais e funcionais (Santos, 2017). A escolha destes materiais deve ser criteriosa, pois a sua extração e transformação tem impacto sobre a paisagem e sobre o ambiente, devendo o arquiteto paisagista ter um conhecimento rigoroso das propriedades, comportamentos e técnicas construtivas destes materiais (Dee, 2001). Além disso, a escolha de inertes deve ter em consideração as características geológicas/litológicas onde o projeto se insere, para que o produto final seja harmonioso.

A inclusão de rochas, nos jardins xerófilos desérticos também é relevante, pela simples razão de que simulam o habitat natural das suculentas.



**Figura 1.7:** Utilização de diferentes granulometrias de inertes, de forma a enfatizar os elementos vegetais verticais, Estoi, Algarve (Fonte: Delisa Xarepe).

Outra das vantagens da utilização de inertes prende-se com as coberturas de solo, pois para além de prevenirem a erosão do solo e o aparecimento de infestantes, desempenham um papel importante na conservação da humidade do solo, diminuindo assim a dotação e frequência de regas. A utilização de diferentes granulometrias de seixos permite criar linhas fluídas e dinâmicas na intervenção, podendo-se enfatizar determinados pontos focais (Figura 1.7).

### 1.1.7 Tipos de jardins xerófilos

De uma forma genérica podem-se dividir os jardins xerófilos em dois estilos distintos: o desértico e o mediterrânico. Ambos os estilos partilham um denominador comum, vegetação com elevada tolerância à secura. Nesta dissertação são abordados os jardins xerófilos de estilo desértico, que pretendem efetivamente reproduzir uma paisagem árida, sendo caracterizados principalmente pela presença de plantas suculentas xeromórficas. Este grupo de espécies vegetais, com formas peculiares e cores vibrantes, caracterizam marcadamente esta tipologia de intervenção paisagista. Solos pobres e arenosos são outra das características distintas deste tipo de jardim, sendo este um dos requisitos fundamentais para a instalação de suculentas xeromórficas.

As características bioclimáticas mediterrânicas, conferem ao elenco florístico desta região determinadas adaptações, que lhes permitem suportar longos períodos de seca e temperaturas elevadas. A dormência estival, onde a sua atividade metabólica é reduzida, com a retoma do crescimento vegetativo no Outono, e a floração no inverno e primavera, são algumas das características que distinguem as espécies mediterrânicas de outras (Gildemeister, 2002). Além disso, estas espécies são detentoras de mecanismos preparados para resistir ao fogo, como é o caso da cortiça do Sobreiro (*Quercus suber*) ou o facto de muitas sementes, sobretudo da família *Cistaceae* (*Cistus* sp.), apresentarem taxas de germinação significativas quando sujeitas a elevadas temperaturas, colocando-as em vantagem após grandes incêndios (Gildemeister, 2004).

No contexto desta dissertação optou-se pelo jardim xerófilo desértico, não só por ir ao encontro das necessidades de mitigação dos efeitos das alterações climáticas ao nível dos espaços verdes, mas também para quebrar o preconceito que envolve a utilização das suculentas xeromórficas nas intervenções paisagistas na região do Algarve.

## II. As suculentas xeromórficas

O termo “suculenta” tem origem na palavra latina *sucus*, que significa, “suco” ou “seiva” (Online Etymology Dictionary, 2023) algo que deriva das características dos seus tecidos carnudos, com elevada capacidade de armazenamento de água. Este termo tem sofrido poucas alterações desde que foi primeiramente empregue, em 1619 por Johann Bauhin, porém a definição atualmente aceite é a de von Willert et al., (1992) que as define como: “*plantas que possuem pelo menos um tecido suculento. Um tecido suculento é um tecido vivo que, para além de outras tarefas possíveis, serve e garante o armazenamento temporário de água, o que torna a planta temporariamente independente do abastecimento externo de água quando as condições da água do solo se deterioraram de tal forma que a raiz já não é capaz de fornecer a água necessária a partir do solo*” (Oldfield, 1997).

### 2.1. História, origens e evolução

A primeira referência documentada das suculentas, mais concretamente da aplicação do termo suculência, foi efetuada pelo botânico suíço Johann Bauhin, em 1619, na sua obra *Historiae plantarum universalis*, identificando um determinado número de plantas, dos género *Agave* L., *Aloe* L., *Portulaca* L., *Sedum* L., *Crassula* L. e *Rhodiola* L. com características incomuns, como “*folhas carnudas, cobertas por uma membrana, através da qual a humidade não evapora facilmente, permitindo-lhes permanecer em lugares secos*” (Eggli & Nyffeler, 2009). Estas plantas com “*uma capacidade única de sobreviver e crescer, mesmo quando o seu sistema radicular é removido*” (Eggli & Nyffeler, 2009), foram agrupadas num grupo denominado de *Succulentae*, ou seja, suculentas. Assim, o termo suculenta resulta da combinação de três fatores: os morfológicos, onde se considera o armazenamento de água em diversos tecidos; os ecológicos, onde se consideram as condições de aridez; e os fisiológicos, onde se consideram todos os mecanismos fisiológicos como o crescimento vegetativo, a fotossíntese ou a floração durante a época estival (Eggli & Nyffeler, 2009).

Contudo, apesar deste termo ter sido definido apenas no século XVII, as suculentas fazem parte do quotidiano humano desde tempos remotos, tendo algumas sido vistas como vetores de comunicação com o mundo espiritual, como é o caso da

*Lophophora williamsii*, cujos efeitos psicoativos são semelhantes aos do LSD, tendo o seu uso sido proibido pela Igreja Católica, aquando da conquista do México pelos espanhóis. Já durante o Império Romano a suculenta *Sempervivum tectorum*, estava envolta em simbolismo, sendo usada nos telhados das casas, pois a população acreditava que a protegia do azar e da morte. O caso da *Crassula ovata*, que ainda hoje é símbolo de boa sorte e riqueza na China ou a *Euphorbia milii*, que se acredita ter sido a planta utilizada para fazer a coroa de espinhos usada por Jesus Cristo (Bruno & Bruno, 2017).

As espécies da família *Cactaceae*, uma das muitas famílias incluídas no grupo das suculentas, faziam parte do quotidiano dos Astecas, sendo alguns deles utilizados em cerimónias religiosas, como o *Echinocactus grusonii*, sobre o qual se faziam sacrifícios humanos como oferta



**Figura 2.1:** Sacrifícios humanos realizados pelos Astecas e pelos astecas sobre *Echinocactus grusonii* (Fonte: Codex Boturini, p.4).

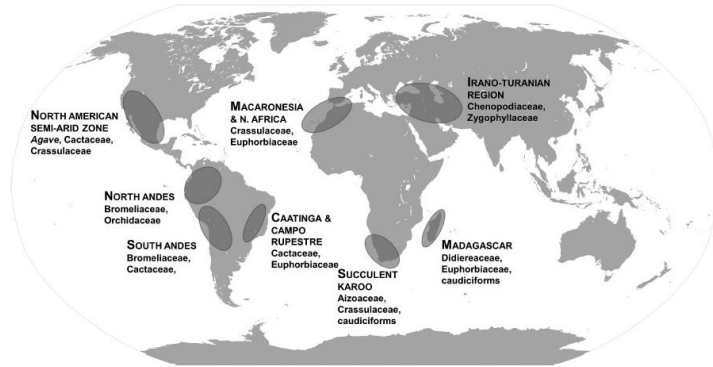
aos deuses (Xarepe, 2021) (Figura 2.1). A ligação deste povo com as suculentas era de tal forma forte que, ainda nos dias de hoje podemos testemunhá-la num dos principais símbolos nacionais mexicanos. De acordo com a lenda, o deus do Sol, Huitzilopochtli, ordenou aos Astecas que construíssem uma nova capital, no local onde vissem uma águia, empoleirada num cato e carregando uma serpente viva. A construção da capital, Tenochtitlan, iniciou-se em 1325, e mais tarde tornou-se na atual Cidade do México, sendo que o símbolo da águia no cato ainda faz parte da bandeira do país (Hewitt, 1993).

Já no final do século XV, devido às explorações europeias do Novo Mundo, as suculentas tornaram-se símbolos de estatuto para as elites europeias, pois faziam parte dos tesouros recém-descobertos. Os géneros *Opuntia* Mill. e *Melocactus* Link & Otto, foram dos primeiros a chegar ao Velho continente, pela mão do explorador Cristóvão Colombo, que os presenteou à rainha Isabel de Espanha (Hewitt, 1993). Também os navegadores portugueses contribuíram para a divulgação das suculentas pelo mundo, durante as suas viagens, especialmente Bartolomeu Dias, que nos deu a conhecer os géneros *Aloe* L. e *Gastaria* Duval, do sudoeste africano, e Vasco da Gama, durante as suas viagens pelo sudeste de África e Índia, os géneros *Haworthiopsis* G.D.Rowley e *Euphorbia* L. (Xarepe, 2021).

Todo este fascínio em torno das suculentas, fomentou uma grande procura por parte de jardins botânicos e colecionadores privados por toda a Europa, isto numa época

onde poucas ou nenhuma preocupação existem sobre a conservação de espécies, gerou o declínio de muitas espécies, sobretudo de cactáceas das Américas, que ainda hoje constam na vasta lista de espécies em vias de extinção, atualmente protegidos pela Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Fauna e da Flora Silvestres Ameaçadas de Extinção (CITES) (WCMC, 2021).

A história evolutiva das suculentas começou há milhões de anos atrás e representa, de forma muito marcante, a extraordinária capacidade adaptativa deste grupo de plantas, na



**Figura 2.2:** Distribuição mundial dos maiores centros de diversidade de suculentas (Fonte: Males, (2017)).

conquista de biomas extremos. Até à data, não foi identificado o ancestral comum, a partir do qual as suculentas evoluíram, pois não existem vestígios fósseis (Speirs, 1980). Porém, de acordo com Speirs (1980), elas não poderão ter evoluído há mais de 135 milhões de anos, época em que as primeiras angiospérmicas surgiram, sendo que atualmente as suculentas representam entre 3 a 5% de todas as espécies pertencentes a esta divisão botânica (Griffiths & Males, 2017), conhecendo-se cerca de 20 000 espécies, distribuídas por 60 famílias (Mahr, 2017), das quais se destacam: *Crassulaceae*, *Euphorbiaceae*, *Orchidaceae*, *Asphodelaceae*, *Asparagaceae*, *Aizoaceae*, *Cactaceae* e *Apocynaceae*. A sua distribuição ocorre em todos os continentes (Figura 2.2), à exceção da Antártida, embora os maiores centros de diversidade se encontrem no continente americano e africano (Males, 2017).

Contudo, um estudo conduzido por investigadores da Universidade de Brown, nos EUA, descobriu que, há cerca de 5 a 10 milhões de anos atrás, verificou-se um processo de especiação acentuado no grupo das suculentas, despoletado pelas mudanças drásticas no ambiente, marcadas pelo aumento da aridez, pela descida da temperatura e um decréscimo na concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera (Arakaki et al., 2011). Assim, com o decréscimo da precipitação verificou-se um aumento da aridez, que conduziu a que aquelas plantas preadaptadas com mecanismos de resistência à secura, como a suculência, se expandissem rapidamente pelo território.

A evolução no Reino Vegetal está intimamente ligada com os recursos e variáveis ambientais, onde a ação da seleção natural, enquanto mecanismo de mudança evolutiva,

modelou a evolução do genótipo e do fenótipo de espécies que acumularam características (adaptações – morfológicas ou fisiológicas) que lhes conferem vantagens seletivas face às novas condições de xericidade. Esta é apontada como a causa mais provável para a especiação de plantas suculentas – característica positivamente selecionada – em resposta à redução da disponibilidade hídrica do meio. De acordo com Speirs (1980), o principal mecanismo de evolução das suculentas passa pela pré adaptação ao meio, ou seja, plantas que se adaptem a habitats áridos, rochosos ou solos com défice nutricional, vão estar melhor preparadas para outros habitats, como é o caso do género *Sempervivum* L., que se pensa ser originalmente um mesófito da tundra antes de se tornar um xerófito.

Quando se aborda a temática da linha evolutiva das suculentas é necessário abordar o fenómeno de evolução



convergente, isto é, o processo através do

**Figura 2.3:** Exemplo de evolução convergente, na espécie *Euphorbia obesa* (à esquerda), nativa da África do Sul e a cactácea *Astrophytum asterias* (à direita), nativa do México (Fonte: à esquerda worldofsucculents.com; à direita llifle.com).

qual duas espécies diferentes, sem qualquer relação entre si ou com um ancestral comum muito distante, apresentam características semelhantes (Alvarado-Cárdenas et al., 2013). Este fenómeno é muito frequente nas suculentas. Por exemplo, a espécie *Euphorbia obesa*, nativa da África do Sul e pertencente à família *Euphorbiaceae*, é morfologicamente semelhante à espécie da família *Cactaceae* - *Astrophytum asterias*, nativa do México, embora não possuam qualquer relação familiar (Figura 2.3). Estas semelhanças ocorrem por ação do ambiente seletivo e da seleção natural, quando são geradas adaptações que conferem vantagens a determinado ambiente, cujas condições ecológicas são similares.

Entre 5 a 10 milhões de anos atrás, a paisagem terrestre sofreu mudanças dramáticas, marcadas pelo aumento da aridez, pela descida da temperatura e um decréscimo na concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera (Edwards, 2011). Estas alterações despoletaram uma verdadeira explosão na diversidade de catos e outras suculentas, o que levou a um processo de especiação, ou seja, o surgimento de novas espécies. Assim, com o decréscimo da precipitação verificou-se um aumento da aridez, que conduziu a que aquelas plantas preadaptadas com mecanismos de resistência à seca, como a suculência,

se expandissem rapidamente pelo território. A história evolutiva das suculentas ainda não se encontra totalmente esclarecida, não se conhecendo o ancestral comum, pois a sua origem data de vários episódios em famílias diferentes e em tempos diferentes, ao longo dos éones. Ainda assim, sabe-se que estas plantas existem há milhões de anos, sendo que nos últimos 5 a 10 milhões de anos começaram a deixar a sua marca na Terra, no período do Mioceno, da era geológica Cenozoica (Edwards, 2011).

## 2.2. Morfologia e fisiologia

Como já foi referido anteriormente, as oscilações no ambiente impulsionam a evolução das espécies, pois a ausência de adaptação às novas condições do meio conduziram, em alguns casos, ao aceleração das taxas de extinção. Muitos dos mecanismos fisiológicos e morfológicos das suculentas, resultaram dessa adaptação, sendo a suculência a característica que mais se destacou, pois, possibilitou o armazenamento e a disponibilidade



interna de água por longos períodos estivais. A suculência não é exclusiva das folhas, podendo ocorrer noutros órgãos como nos caules, nas raízes ou em bolbos (Grace, 2019). A panóplia de formas, cores e tamanhos das suculentas são também um resultado direto da sua adaptação ao meio que as rodeia, proporcionando-lhes por vezes fenótipos bastante peculiares, que espelham a sua evolução ao longo de milhões de anos (Figura 2.4) (Landrum, 2002).

**Figura 2.4:** A panóplia de cores, formas e texturas que se verifica nas suculentas são resultado da sua adaptação ao meio onde se inserem (Fonte: Delisa Xarepe).

Toda a morfologia das suculentas é altamente especializada, preparando a planta para superar condições desfavoráveis do meio envolvente. De forma sintética podem-se distinguir três características comuns e fundamentais em todas as suculentas, nomeadamente (Griffiths & Males, 2017):

- Baixa relação da área de superfície foliar com o volume (SA:V), permitindo minimizar as perdas por transpiração e simultaneamente manter um volume máximo para o armazenamento de água;

- Capacidade de armazenamento de água nas células do Hidrênquima, podendo atingir os 90-95%. Esta água é frequentemente armazenada na forma de mucilagem, substância gomosa, rica em polissacarídeos. Nos espécimes de *Aloe vera* é possível aferir de forma evidente esta substância;
- Grande variedade de apêndices na epiderme, tais como, espinhos, tricomas ou pruínas (ceras), que evitam a perda de água por evaporação (Figura 2.5).

Outra característica que importa destacar prende-se com a elevada capacidade térmica, o que lhes permite libertar gradualmente a radiação, na forma de calor, durante a noite, assegurando a proteção dos tecidos contra as



**Figura 2.5:** Espinhos (*Melocactus multiceps*), pêlos (*Kalanchoe tomentosa*) e ceras (*Echeveria 'Purple Pearl'*) (Fonte: Delisa Xarepe).

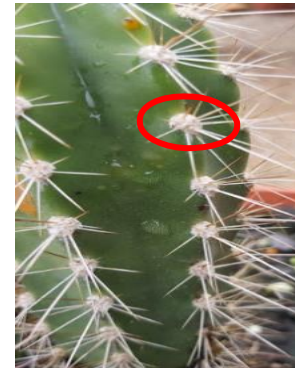
baixas temperaturas noturnas (Griffiths & Males, 2017). A reprodução assexuada é outro dos mecanismos que possibilita a sobrevivência das suculentas em meios agrestes, sobretudo por meio de estaca, podendo desenvolver raízes adventícias a partir de pequenos fragmentos destacados da plantas, quer seja pela ação de potenciais predadores ou por fatores ambientais (Figura 2.6) (Males, 2017).



**Figura 2.6:** Folhas destacadas de um espécime de *Echeveria* sp., que deram origem a dois novos indivíduos, por meio de reprodução assexuada (Fonte: Delisa Xarepe).

A fotossíntese CAM (*Crassulacean acid metabolism*) é o mecanismo fisiológico mais importante na adaptação das suculentas a ambientes áridos. Na fotossíntese CAM o CO<sub>2</sub> é absorvido e armazenado durante a noite e apenas no período diurno, com radiação, é transformado em açúcares. Esta estratégia permite à planta reduzir significativamente as perdas de água (um recurso bastante limitado no seu meio) por transpiração, aquando na abertura dos estomas, para a absorção de CO<sub>2</sub> (Heyduk, 2021). Assim, ao abrirem os estomas apenas durante o período noturno, quando a temperatura é mais baixa e a humidade relativa maior, reduzem-se significativamente as perdas excessivas de água.

Regra geral, nas suculentas xeromórficas, a floração é abundante e de curta duração, onde cada flor dura apenas algumas horas (Kramer, 1977). Tal como se verifica nas restantes angiospérmicas, as flores evoluíram de forma a atrair os polinizadores e em muitos casos verifica-se uma desproporcionalidade entre o tamanho da planta e o da flor, garantindo assim a sua visibilidade. A morfologia destas flores, bem como o seu período de floração são ditados pelo tipo agente polinizador. Por exemplo flores que abrem durante a noite têm como polinizadores os morcegos ou traças.



**Figura 2.7:** Aréolas num exemplar de *Cereus* sp. (Fonte: Delisa Xarepe).

As cactáceas são das maiores famílias dentro do grupo das suculentas, representado cerca de 20% do total, com 2000 espécies conhecidas atualmente (Oldfield, 1997). Importa falar nesta família em particular, pois é frequente considerar que todas as suculentas pertencem à família *Cactaceae*, algo que não corresponde à realidade, pois todos os catos são suculentas, mas nem todas as suculentas são catos. Uma das características fundamentais que distingue os catos das restantes suculentas são as aréolas (Figura 2.7) (Hewitt, 1993) (pequenas concavidades ou saliências, onde se encontram os apêndices epidérmicos, como espinhos, tricomas, etc.), que apenas se verificam na família das cactáceas. Sobretudo exemplares do género *Euphorbia* L., são tidos como catos por apresentarem espinhos, pois pelo fenómeno de evolução convergente são morfologicamente semelhantes, contudo não o são pois, não apresentam aréolas.

Os catos eram originalmente exclusivos do continente americano, embora atualmente estejam disseminados globalmente, revelando-se que algumas espécies foram classificadas como invasoras, como por exemplo a *Opuntia subulata* (Figura 2.8), classificada como espécie invasora em Portugal (Decreto-Lei n.º 92/2019, de 10 de julho, 2019). Apresentam folhas modificadas, os espinhos, uma adaptação engenhosa que permite reduzir drasticamente a quantidade de água que a planta perde



**Figura 2.8:** *Opuntia subulata*, espécie suculenta invasora em Portugal (Fonte: Delisa Xarepe).

por transpiração, pois a superfície de contacto é muito reduzida (Willert et al., 1990). Além disso, funcionam como pontos de captação de condensação, a chamada precipitação oculta (orvalho e nevoeiro), em gotas que escorrem ou caem ao solo, e que serão

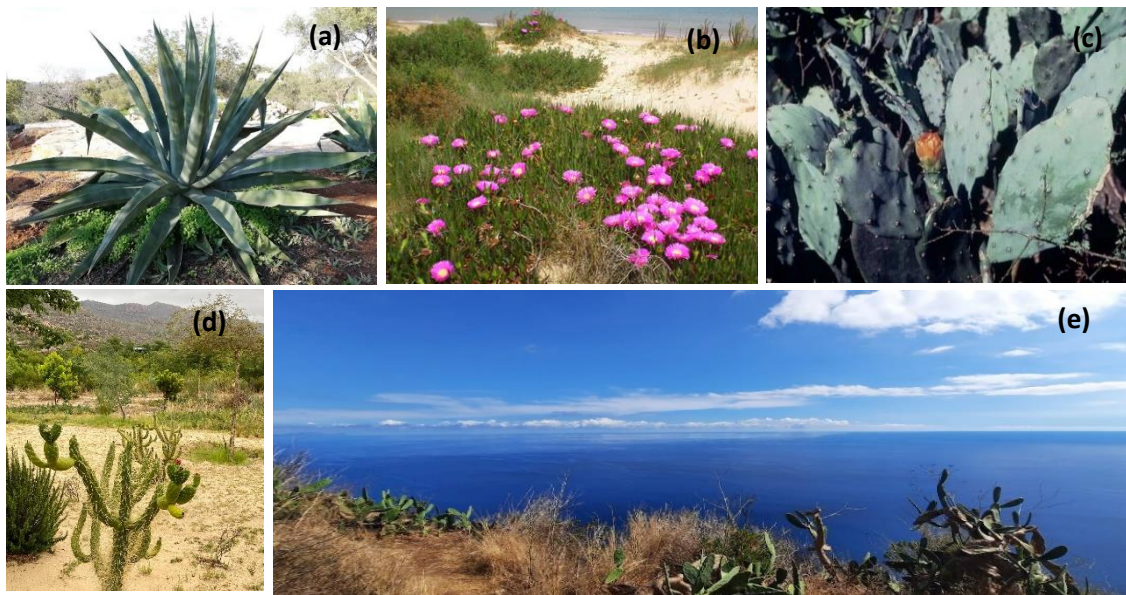
absorvidas pelas suas raízes superficiais, que possibilitam uma maior área de absorção de água e uma maior probabilidade de a captar mais eficientemente, caso contrário desaparecerá em profundidade, percolada nos solos porosos do deserto (Xarepe, 2021).

### 2.3. Potencial invasor

Nesta revisão as suculentas xeromórficas são apresentadas como uma opção legítima às atuais práticas paisagistas, tendo como objetivo potenciar o desenvolvimento de intervenções mais sustentáveis, na região do Algarve, atendendo, principalmente, ao acentuar da escassez hídrica na região. Contudo, como a grande maioria são espécies exóticas, é necessário alertar para o seu potencial invasor. De acordo com o Regulamento EU 1143/2014 (Regulamento (UE) n.º 1143/2014 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 22 de outubro de 2014, relativo à prevenção e gestão da introdução e propagação de espécies exóticas invasoras, 2014), “*as espécies invasoras exóticas constituem qualquer espécime vivo de uma espécie, subespécie ou táxon inferior de animais, plantas, fungos ou microrganismos introduzidos fora de seu habitat natural; inclui qualquer parte, gametas, sementes, ovos ou propágulos de tais espécies, bem como quaisquer híbridos, variedades ou raças que podem sobreviver e posteriormente se reproduzir.*” Estas espécies constituem uma das principais ameaças à biodiversidade, a nível global, podendo impactar de modo significativo o nosso quotidiano, com consequências ecológicas e económicas importantes, estimando-se prejuízos na ordem dos 12,5 mil milhões €/ano associados a espécies invasoras na Europa (Kettunen et al., 2008). A distribuição das espécies invasoras está essencialmente relacionada com os seus mecanismos de dispersão, taxas de desenvolvimento e de reprodução e com as características do habitat invadido, uma vez que habitat fragilizados apresentam menor resistência à invasão. Apesar das espécies invasoras serem bastante distintas e diversas é possível reunir algumas características comuns, tais como (Marchante et al., 2014):

- Crescimento rápido e/ou grande capacidade de dispersão;
- Maior eficiência na competição pelos recursos do que as espécies nativas;
- Grande eficiência na produção de sementes, cuja viabilidade é duradoura no tempo, podendo ser dispersas a grandes distâncias;
- Reprodução vegetativa bastante eficaz;
- Sem predadores naturais nos locais onde são invasoras;

A introdução de espécies em Portugal não é um fenómeno recente, tendo ganho maior expressão nos últimos 200 anos, com uma intensidade maior nas últimas décadas. Atualmente contam-se em Portugal continental 670 espécies exóticas vegetais (espécies casuais, naturalizadas e invasoras), o que corresponde a cerca de 18% da flora nativa (de Almeida & Freitas, 2012). Atualmente existem em Portugal continental cinco espécies de suculentas que são consideradas invasoras: *Agave americana*, *Carpobrotus edulis*, *Opuntia elata*, *Opuntia subulata* e *Opuntia ficus-indica* (Figura 2.9) (Marchante et al., 2014).



**Figura 2.9:** As cinco espécies suculentas invasoras em Portugal continental: (a) *Agave americana*, (b) *Carpobrotus edulis*, (c) *Opuntia elata*, (d) *Opuntia subulata* e (e) *Opuntia ficus-indica* (Fonte: Delisa Xarepe, greenteach.es, llifle.com).

Um dos casos mais conhecido em Portugal, mas também noutras regiões do globo é o caso do *Carpobrotus edulis*, vulgarmente conhecido como chorão-da-praia, nativo da região do Cabo, na África do Sul, que foi introduzido com o propósito de fixar dunas e taludes e para fins ornamentais. Atualmente, esta espécie está registada como invasora desde 1999, em Portugal (Marchante et al., 2014). A sua reprodução eficiente, tanto vegetativa como por via seminal (um só fruto contém entre 1 000 e 1 800 sementes), reduz drasticamente a capacidade competição da flora nativa. Este seu carácter invasivo constitui um grave problema na conservação das espécies autóctones, pois elimina o seu habitat, além de competirem diretamente por nutrientes, água, luz e espaço, ameaçando a flora autóctone. Esta invasora constitui uma ameaça direta aos seguintes habitats das Rede Natura 2000: 1230, 1240, 2120, 2130, 2150, 2170, 2190, 2230, 2250, 2260, 2270, 2330, 5140, 5410. Além disso, promove a acidificação do solo, o que, por conseguinte, facilita

o seu desenvolvimento. Os custos elevados associados ao controlo desta espécie torna ainda mais difícil a sua eliminação. Este controlo pode ser feito de forma manual, através do arranque da planta pela raiz, devendo-se garantir que não ficam quaisquer fragmentos, uma vez que pode ocorrer reprodução assexuada por esta via. Apesar do controlo manual ser preferível, o controlo químico também é possível, com recurso a herbicidas. Não obstante, o controlo desta espécie invasora requer uma gestão bem organizada, onde se determinem as áreas invadidas, as causas da invasão, a avaliação dos impactos, a definição das prioridades de intervenção, e, posteriormente, se apliquem planos de monitorização da eficácia das metodologias adotadas e da recuperação da área intervencionada (Marchante et al., 2014).

Outra suculenta, também considerada invasora em Portugal é a *Opuntia ficus-indica* (figueira-da-índia), cuja razão para a sua introdução na Europa remota ao ano de 1519, quando o exército espanhol, liderado por Cortés, entraram pela primeira vez na capital asteca Tenochtitlán (Hewitt, 1993) (Figura 2.10). Dos muitos produtos, nunca antes testemunhados pelos olhos das gentes europeias, destacavam-se os fardos de algodão tingidos com uma soberba cor vermelha. Os espanhóis ficaram fascinados por esta cor e rapidamente importaram a sua produção para a Europa, criando um monopólio de tingimento que duraria pelo menos dois séculos e meio. O império inglês, a grande potência concorrente, não ficou satisfeita pelo facto deste segredo ser guardado pelo império espanhol, e, no final do século XVIII, acabaram por descobrir que o tão desejado tom vermelho provinha das cochonilhas-do-carmim, uma praga da figueira-da-índia. Rapidamente os ingleses começaram a produção massiva desta espécie suculenta, na Austrália, um dos territórios ultramarinos do império, cujo clima favorecia o seu crescimento rápido. Contudo, onde as figueiras-da-índia prosperaram, o mesmo não se verificou com as cochonilhas-do-carmim, pois as condições climáticas não eram propícias ao seu desenvolvimento. Sem as cochonilhas, as figueiras-da-índia tornaram-se inúteis e por isso foram abandonadas, o que levou à invasão dum território, que não oferecia concorrência ou predadores naturais (Xarepe, 2021).



**Figura 2.10:** O tingimento com vermelho carmim, de tecidos, pelos Astecas, que posteriormente foi transformado numa indústria monopolizada pelo Império Espanhol (Fonte: Hewitt, 1993).

Tanto no caso do *Carpobrotus edulis*, em Portugal, como no caso da *Opuntia ficus-indica*, na Austrália, as razões para a sua introdução foram legítimas. Contudo, uma

vez que não foi realizada uma correta avaliação de todos os factores, ambas as espécies rapidamente se tornaram invasoras, provocando sérios prejuízos económicos e ecológicos. Assim, antes de se instalar qualquer espécie num projeto paisagista, especialmente se recorrer a plantas não nativas, é peremptório um conhecimento científico aprofundado e o necessário cumprimento da legislação aplicável e em vigor, de forma a não provocar futuros desequilíbrios nos ecossistemas e na biodiversidade, com graves consequências ecológicas e económicas significativas.

## 2.4. Fichas técnicas de espécies

Como já foi referido anteriormente, existem milhares de espécies de suculentas. Porém, podem-se destacar algumas que são utilizadas com mais frequência em projetos de espaços verdes, quer seja pela sua ornamentalidade, quer seja pela sua facilidade em serem adquiridas em viveiro. Neste subcapítulo serão apresentadas 10 espécies de suculentas, que são frequentemente empregues em projetos paisagistas, na forma de fichas de caracterização de espécies. Estas fichas têm como objetivo reunir uma série de informações relativas à taxonomia, distribuição geográfica, ecologia, história, conservação e proteção. Esta caracterização é acompanhada por uma imagem da espécie fazendo-se ainda referência ao nome científico e nome comum, aos cuidados de manutenção, alguns factos de interesse relacionados com a espécie.

### 2.4.1. *Aeonium arboreum*

(Figura 2.11)

(Jardim botânico da UTAD, 2023)

**Nome científico:** *Aeonium arboreum*

**Nome comum:** Saião, Saião-maior, Sempre-viva, sempre-viva-maior

**Descritor:** Webb & Berthel

**Género:** *Aeonium*

**Família:** *Crassulaceae*

**Ordem:** *Saxifragales*

**Classe:** *Magnoliopsida*



**Figura 2.11:** *Aeonium arboreum* (Fonte: Delisa Xarepe).

**Divisão:** *Spermatophyta*

**Tipo fisionómico:** nanofanerófito

**Distribuição geral:** originária das Ilha Canárias.

**Habitat/Ecologia:** ruderal, ornamental, área litorais

**Etimologia:** nome deriva do grego *aionos*, que significa “sem idade” (Xarepe, 2021).

**Descrição:**

Suculenta de crescimento rápido cuja aparência confere-lhe o aspeto de a uma pequena árvore, o que motivou o epíteto de *arboreum*. Podem atingir entre 1 e 2 metros de altura (Llifle - the encyclopedia of succulents, 2023). Os caules terminam em rosetas, verdes-claros ou roxo-escuro. As suas folhas côncavas podem atingir os 15 cm de comprimento e os 3 mm de espessura (World of succulents, 2023).

A época de floração ocorre entre dezembro e fevereiro, com flores pequenas e amarelas que surgem a partir do centro da roseta, que entra em senescência após este período (Llifle - the encyclopedia of succulents, 2023).

Normalmente ocorre a altitudes inferiores a 100 m em solos pobres e bem drenados, sendo tolerante às condições de salinidade das áreas costeiras. Espécie tolerante ao frio seco, podendo tolerar até -2°C, por curtos períodos. Na época estival verifica-se uma desaceleração do metabolismo, entrando em dormência. Requer exposição solar plena caso contrário verifica-se estiolamento, com a queda prematura das folhas, verificando-se interrupções nas rosetas. A sua propagação ocorre maioritariamente pela via assexuada, através de estas das rosetas, que devem ser efetuadas durante a época de crescimento ativo, entre abril e julho (Llifle - the encyclopedia of succulents, 2023).

Esta espécie, bem como as suas cultivares são principalmente cultivadas pela sua ornamentalidade. Contudo, tem sido utilizado na medicina tradicional pelas suas propriedade diuréticas, antiinflamatórias, litolíticas, antipirético e antihemorroidal (Affes et al., 2021)

As principais pragas que atingem esta espécie são os afídios, cochonilha e tripses. Relativamente às doenças, predominam as podridões radiculares, quando se verificam condições de fraca drenagem do solo ou encharcamento (Llifle - the encyclopedia of succulents, 2023).

#### 2.4.2. *Agave attenuata*

(Figura 2.12)

(Jardim botânico da UTAD, 2023)

**Nome científico:** *Agave attenuata*

**Nome comum:** Agave-dragão, pescoço-de-cisne.

**Descritor:** Salm-Dyck

**Género:** *Agave*

**Família:** *Agavaceae*

**Ordem:** *Iridales*

**Classe:** *Liliatae*

**Divisão:** *Spermatophyta*

**Tipo fisionómico:** microfanerófito

**Distribuição geral:** originária do México (América Central) é atualmente subspontânea na Macaronésia e Norte de África.

**Habitat/Ecologia:** Espécie utilizada como ornamental, ocorrendo, no seu biótipo natural, em penhascos de rocha vulcânica no interior de florestas de pinheiros e zonas de transição de tipos de florestas tropicais secas e temperadas em montanhas no México (García-Mendoza et al., 2018)

**Etimologia:** nome deriva do grego *agauos*, que significa “nobre” ou “admirável, numa alusão ao escape floral do género. Já o epíteto *attenuata* deriva do latim e significa “diminuir” ou “fino”, remetendo para a diminuição gradual das folhas até ao ápice acuminado (Plant file - the ultimate guide to plants, 2023) .

#### **Descrição:**

Esta espécie de *Agave* ocorre em altitudes entre os 400 e os 2500 m, em pequenas colónias dispersas, sendo estas ocorrências raras no seu habitat natural (García-Mendoza et al., 2018). No seu habitat natural ocorrem conjuntamente com outras espécies de suculentas como a *Mammillaria scrippsiana*, a *Mammillaria meyranii*, *Agave lechuguilla* e *Agave filifera* (Llifle - the encyclopedia of succulents, 2023).

Esta espécie forma grande roseta, que podem atingir os 1,20 metros de altura, com folhas grandes (até 70 cm de comprimento) com tonalidade verde-acinzentado, conferida pelas ceras que cobrem todo este órgão (World of succulents, 2023). As suas flores surgem inseridas num caule floral de grandes dimensões, que pode atingir os 3 metros de comprimento e, contrariamente a outras espécies de *Agave* sp., não possuem espinhos. A



**Figura 2.12:** *Agave attenuata* (Fonte: Delisa Xarepe).

floração ocorre na Primavera e pode ocorrer até 10 anos de idade (Llifle - the encyclopedia of succulents, 2023). Contudo, após o período de floração a roseta entra em senescência, promovendo o desenvolvimento dos bolbilhos que se formam na base do caule.

O tipo de solo ideal para esta espécie é arenoso ou pedregoso, bem drenado e ligeiramente ácido (pH 6,0 a 7,5) ou solos ligeiramente argilosos (Plant file - the ultimate guide to plants, 2023). Para um desenvolvimento vegetativo equilibrado é necessária uma boa exposição solar, embora tolere condições de meia-sombra. Contudo é altamente sensível a geadas, resultando em necroses foliares (Campus arboretum - University of Arizona, 2023), com danos severos para temperaturas inferiores a -2°C.

Tal como se verifica noutras espécies de *Agave* sp., esta espécie possui propriedades antibacterianas e anti-inflamatórias, utilizadas na medicina tradicional (García-Germán et al., 2017).

As pragas mais comuns são os caracóis, que podem provocar graves danos na planta. Em termos de doenças, prevalecem as podridões, sobretudo pelos fungos do género *Botrytis* sp. e as manchas que decorrem da ação dos fungos dos géneros *Colletotrichum* sp. e *Aspergillus* sp. (Caetano & Ramos, 2009). É importante realçar o escaravelho-do-agave (*Scyphophorus acupunctatus*), que constitui atualmente a principal praga desta espécie em Portugal, tendo sido detetado pela primeira vez no Algarve, em duas regiões: Patação (Faro), em 2019 e em Quarteira, em 2020 (Naves & Boavida, 2021). Este inseto especializado em espécies da família *Asparagaceae*, subfamília *Agavoideae*, provoca sérios danos nos seus hospedeiros, essencialmente pela ação das suas formas larvares, que se alimentam na base da roseta foliar, levando à destruição do meristema apical e consequentemente à morte da planta. O seu controlo é difícil, pois os ataques só são detetados após a planta entrar em declínio irreversível. A melhor estratégia passa pela monitorização regular das plantas, sendo que também se verificou que a aplicação de inseticidas sistémicos é eficaz.

### 2.4.3. *Aloe vera*

(Figura 2.13)

(Jardim botânico da UTAD, 2023)

**Nome científico:** *Aloe vera*

**Nome comum:** Babosa, Cato-aloe, sábila.

**Descritor:** (L.) Burm. F.

**Género:** *Aloe*

**Família:** *Asphodelaceae*

**Ordem:** *Iridales*

**Classe:** *Liliatae*

**Divisão:** *Spermatophyta*

**Tipo fisionómico:** nanofanerófito

**Distribuição geral:** Américas, Ásia, Europa, África e Austrália, embora se pense que seja nativa do Norte de África (Llifle - the encyclopedia of succulents, 2023).

**Habitat/Ecologia:** espécie utilizada como ornamental ocorrendo, no seu biótipo natural, em zonas arenosas de sol pleno. Tal como noutros géneros de *Aloe* forma micorrizas, uma simbiose que permite melhorar a absorção de nutrientes no solo (Llifle - the encyclopedia of succulents, 2023)

**Etimologia:** o nome do género deriva do árabe *alloeh* que significa “substância amarga e brilhante”. Já o epíteto específico *vera* vem do latim *verus* que significa “verdade” (Guo & Mei, 2016)

#### **Descrição:**

A *Aloe vera* é uma suculenta xeromórfica perene, sem caule, que pode atingir 1 metro de altura, e cujas folhas alongadas se inserem numa roseta compacta com acúleos nas suas margens (Llifle - the encyclopedia of succulents, 2023). É precisamente nas células do hidrênquima das folhas, cobertas por uma cutícula grossa, que esta espécie armazena a maior parte da água, correspondendo a cerca de 20-30% do peso da folha (Guo & Mei, 2016). A água armazenada na forma de gel (mucilagem) apresenta propriedades medicinais, sendo utilizado desde as civilizações ancestrais (tais como, egípcias, gregas ou romanas), em casos de queimaduras, psoríase, úlceras internas ou externas, diabetes, obstipação, entre outros (Guo & Mei, 2016). Ademais, o amplo cultivo mundial de *Aloe vera* deve-se sobretudo à indústria cosmética e alimentar, sendo utilizada como suplemento em ambos os sectores (Guo & Mei, 2016). Contudo, pela sua



**Figura 2.13:** *Aloe vera* (Fonte: Delisa Xarepe).

ornamentalidade e fácil manutenção é uma das suculentas mais utilizadas em jardins xéricos um pouco por todo o mundo.

Tolera solos pobres e secos, com taxas de drenagem elevadas, evitando-se assim problemas de podridões radiculares. É também tolerante aos ventos salinos, tornando-se ideal para jardins em zonas costeiras. Embora necessite de uma boa exposição solar, quando a radiação é excessiva a planta apresenta uma tonalidade roxa, resultante da produção do pigmento antocianina, que protege contra possíveis danos causados pelo excesso de radiação. A floração pode ocorrer ao longo de todo ano, em função das condições climáticas, porém é mais frequente na primavera ou início do verão (Llifle - the encyclopedia of succulents, 2023). Normalmente as suas flores são amarelas, contudo algumas variedades podem produzir flores cor-de-laranja.

#### **2.4.4. *Beaucarnea recurvata***

(Figura 2.14)

(E. Martínez Salas et al., 2019)

**Nome científico:** *Beaucarnea recurvata*

**Nome comum:** Pata-de-Elefante, Nolina.

**Descritor:** Lem.

**Género:** *Beaucarnea*

**Família:** *Asparagaceae*

**Ordem:** *Asparagales*

**Classe:** *Liliopsida*

**Divisão:** *Spermatophyta*

**Tipo fisionómico:** mesofanerófito

**Distribuição geral:** nativa do México (América Central)

(Royal Botanic Gardens Kew - plants of the world online, 2023)

**Habitat/Ecologia:** Ornamental.

**Etimologia:** o nome do género *Beaucarnea* Lem. foi atribuído em honra do botânico amador belga Jean-Baptiste Beaucarne. Já o epíteto *recurvata* remeta para as suas folhas que enrolam para dentro (Campus arboretum - University of Arizona, 2023)

**Descrição:**

Esta espécie, de crescimento lento, pode atingir os 15 metros de altura e ocorre naturalmente em solos pedregosos entre os 200 e os 420 metro de altitude. Atualmente, a sua população encontra-se em declínio, tendo-se verificado uma redução de 80% nas



**Figura 2.14:** *Beaucarnea recurvata* (Fonte: Delisa Xarepe).

últimas três gerações, devido a pressões antrópicas sobre o seu habitat natural. Por conseguinte, trata-se de uma espécie que se encontra classificada como criticamente em perigo, segundo as categorias de ameaça definidas pelo IUCN Red List of Threatened Species (Martínez Salas et al., 2019). No seu habitat natural ocorre conjuntamente com as espécies *Mammillaria vallensis*, *Mammillaria anniana*, e *Neobuxbaumia euphorbioides* (Llifle - the encyclopedia of succulents, 2023).

Uma das características fenotípicas que mais se destaca nesta espécie é a base do seu caule volumosa que afunila em direção à copa, densamente composta por folhas finas e recurvadas. Este caule tem capacidade para armazenar água até um ano. A floração ocorre, regra geral após 20 anos, com grandes inflorescências em panículas piramidais, que podem atingir 1,10 metros, com flores brancas dispostas em cacho, as quais normalmente florescem na primavera e verão (Llifle - the encyclopedia of succulents, 2023).

Em termos de rusticidade, esta espécie tem maior resistência a temperaturas negativas, do que outras suculentas xeromórficas, tolerando temperaturas até  $-7^{\circ}\text{C}$ . As principais pragas que atingem esta espécie são as cochonilhas, especialmente a cochonilha-algodão e os afídeos (Llifle - the encyclopedia of succulents, 2023).

#### 2.4.5. *Crassula ovata*

(Figura 2.15)

(Jardim botânico da UTAD, 2023)

**Nome científico:** *Cassula ovata*

**Nome comum:** Planta-Jade, árvore-da-amizade, árvore-do-dinheiro, planta-da-sorte

**Descritor:** (Mill.) Druce

**Género:** *Crassula*

**Família:** *Crassulaceae*

**Ordem:** *Saxifragales*

**Classe:** *Magnoliopsida*

**Divisão:** *Spermatophyta*

**Tipo fisionómico:** nanofanerófito

**Distribuição geral:** nativa do Sudeste africano. Localmente subspontânea ou naturalizada. Cultivada como ornamental nos dois hemisférios.



**Figura 2.15:** *Crassula ovata* (Fonte: Delisa Xarepe).

**Habitat/Ecologia:** Ornamental, rupícola, matagais pedregosos.

**Etimologia:** o seu nome deriva das palavras latinas *crassus*, que significa “espesso” e o *ovatus* que significa “ovalada” ou “em forma de ovo”, remetendo para as suas folhas espessas e oblongas (World of succulents, 2023)

**Descrição:**

Esta suculenta forma um pequeno arbusto, que pode atingir os 1,50 m de altura, é umas das crassuláceas mais cultivadas, tendo várias cultivares associadas como a *Crassula ovata* ‘hobbit’ ou a *Crassula ovata* ‘obliqua’ (Llifle - the encyclopedia of succulents, 2023). Para além da sua aplicação em jardins, é muito utilizada como planta de interior, na forma de bonsai. As suas folhas são espessas e ovadas, podendo atingir os 5 cm de comprimento e 3 cm de largura. Regra geral a margem foliar possui uma tonalidade vermelha-alaranjada, sendo este tom mais intenso em função da sua exposição solar. A floração ocorre no inverno, em inflorescências com flores brancas ou ligeiramente rosadas (Llifle - the encyclopedia of succulents, 2023).

Solos bem drenados são fundamentais para o desenvolvimento desta espécie, sendo bastante suscetível a podridões radiculares, causadas por condições de encharcamento do solo. Tolerar temperaturas até os 5° C por curtos períodos, sendo temperaturas inferiores ou iguais a -6° C letais. Tolerar condições de meia sombra, porém necessita de pelo menos 4 a 6 horas de luz solar, caso contrário verifica-se o seu estiolamento (World of succulents, 2023).

É particularmente suscetível à cochonilha e afídeos, especialmente cochonilha-algodão, que tende a provocar maiores infestações na floração. Em casos mais severos, seguem-se infeções de fumagina, resultantes das substâncias exsudadas pelas cochonilhas ou pulgões (Llifle - the encyclopedia of succulents, 2023).

#### 2.4.6. *Dracaena draco*

(Figura 2.16)

(Jardim botânico da UTAD, 2023)

**Nome científico:** *Dracaena draco*

**Nome comum:** Dragoeiro, sangue-de-dragão

**Descritor:** L.

**Género:** *Dracaena*

**Família:** *Asparagaceae*

**Ordem:** *Asparagales*

**Classe:** *Liliatae*

**Divisão:** *Spermatophyta*

**Tipo fisionómico:** mesofanerófito

**Distribuição geral:** nativa da Macaronésia (Ilhas Canárias, Madeira e Cabo Verde) e Oeste de Marrocos. Naturalizada nos Açores.

**Habitat/Ecologia:** Espécie utilizada como ornamental, ocorrendo no seu biótipo em terrenos incultos e matagais xerofíticos.

**Etimologia:** *Dracaena* deriva do latim *dracaena*, que por sua vez deriva do grego *drákaina*, que significa “dragão feminino”, uma alusão à cor vermelha da sua seiva, conhecida como “Sangue-de-Dragão”. *Draco* vem do latim *draconis*, que vem do grego “Drakon”, que significa “dragão” ou “cobra fabulosa”.

#### **Descrição:**

Esta espécie está classificada como Ameaçada, como consequência da perda de habitat pela ocupação antrópica, que resulta na sua fragmentação e do declínio contínuo na qualidade e área do habitat, estimando-se que existam apenas 1135 indivíduos na Europa (Silva et al., 2021).

Trata-se de uma espécie de crescimento lento que atinge a maturidade aos 30 anos, coexistindo com outras espécies, das quais se destacam: *Juniperus turbinata* subsp. *canariensis*, *Pistacia atlantica*, *Olea cerasiformis*, *Maytenus canariensis*, *Heberdenia excelsa*, *Rhamnus crenulata*, *Jasminum odoratissimum* ou *Rubia fruticosa* (Silva et al., 2021). Pode atingir os 15 metros de altura, com um único caule durante a fase juvenil da planta, que acaba por se ramificar em vários caules após atingir a maturidade. A floração ocorre a cada 10-15 anos, ramificando-se após este período, marcando a paragem do crescimento desse caule (Krawczynszyn & Krawczynszyn, 2016). Assim, esta é uma das



**Figura 2.16:** *Dracaena draco* (Fonte: Delisa Xarepe).

formas de determinar a idade dos espécimes, uma vez que, tratando-se de uma monocotiledónea, não possui anéis de crescimento. As suas folhas são lanceoladas e sésseis, de tonalidade verde-prateada, podendo atingir os 1,10 m de comprimento (Llifle - the encyclopedia of succulents, 2023)

A seiva avermelhada obtida a partir do caule quando é utilizada para conferir distintas tonalidades em carpintaria e ornamentar instrumentos musicais, donde se destacam os famosos violinos ‘*Stradivarius*’. Porém, também tem aplicação na medicina tradicional, sendo utilizada pelas suas propriedades anti-inflamatórias e cicatrizante (Llifle - the encyclopedia of succulents, 2023).

#### **2.4.7. *Echinocactus grusonii***

(Figura 2.17)

(Jardim botânico da UTAD, 2023)

**Nome científico:** *Echinocactus grusonii*

**Nome comum:** Cato-barril-dourado, bola-de-ouro, assento-da-sogra.

**Descritor:** Hildm.

**Género:** *Echinocactus*

**Família:** *Cactaceae*

**Ordem:** *Caryophyllales*

**Classe:** *Magnoliopsida*

**Divisão:** *Spermatophyta*

**Tipo fisionómico:** nanofanerófito

**Distribuição geral:** nativa do centro do México.

**Habitat/Ecologia:** Espécie utilizada como ornamental ocorrendo, no seu biótipo natural em matagais xerofíticos.

**Etimologia:** o nome do género deriva da palavra grega *echinos*, que quer dizer “ouriço”. Já o epíteto foi atribuído em honra ao colecionador de plantas alemão do século XIX, Hermann Gruson.

**Descrição:**

No seu habitat natural é raro e está atualmente classificado como severamente ameaçado por pressões antrópicas sobre o seu habitat, mas sobretudo pela coleção ilegal de espécimes. Estima-se que existam menos do que 1000 exemplares em meio natural,



**Figura 2.17:** *Echinocactus grusonii* (Fonte: Delisa Xarepe).

localizado em Querétaro, México, estando a sua população em declínio (Guadalupe Martínez et al., 2009)

Esta cactácea globular solitária, cuja taxa de crescimento é muito lenta, atingindo os 25 cm de diâmetro após os 10 anos de idade (Xarepe, 2021). Pode desenvolver-se até 1 metro de altura e de diâmetro, o que lhe confere o seu típico aspeto de barril. O caule é verde e esférico, com costelas marcadas, pontuadas por numerosas aréolas, de onde longos espinhos radiais de cor amarela emergem. A floração ocorre aproximadamente após os 20 anos, já quando a planta se encontra na sua maturidade, no verão e no topo da planta, com flores amarelas, com cerca de 5-6 cm de altura (World of succulents, 2023).

Exemplares mais antigos tendem a assumir uma forma mais oblonga com a idade, inclinando-se para Sul ou Sudoeste, de forma que os espinhos possam proteger melhor o caule das condições abrasadoras do deserto. Assim, pode ser utilizado como bússola, por quem viaja pelo deserto (Llifle - the encyclopedia of succulents, 2023).

#### **2.4.8. *Euphorbia ingens***

(Figura 2.18)

(Jardim botânico da UTAD, 2023)

**Nome científico:** *Euphorbia ingens*

**Nome comum:** Árvore-candelabro, Candelabro, Mandacaruzinho, Cerca-viva

**Descritor:** E.Mey. ex Boiss.

**Género:** *Euphorbia*

**Família:** *Euphorbiaceae*

**Ordem:** *Malpighiales*

**Classe:** *Magnoliopsida*

**Divisão:** *Spermatophyta*

**Tipo fisionómico:** mesofanerófito

**Distribuição geral:** nativa do Sudão. Cultivada como ornamental nos dois hemisférios.

**Habitat/Ecologia:** Espécie utilizada como ornamental ocorrendo, no seu biótipo natural em matagais xerofíticos.

**Etimologia:** O epíteto específico *candelabrum*, deriva do latim e significa “candelabro”, numa referência à estrutura da planta, que possui vários caules ramificados.



**Figura 2.18:** *Euphorbia ingens* (Fonte: Delisa Xarepe).

**Descrição:**

É frequentemente confundida com as espécies *Euphorbia abyssinica* var. *erythraeae*, pois partilham caracteres morfológicos similares, o que dificulta a sua identificação no campo. Esta espécie é um dos casos típicos de evolução convergente, o que a leva a ser, muitas vezes, confundida como uma cactácea (Xarepe, 2021).

Esta espécie pode atingir os 15 m de altura, com caules que podem possuir 4 a 5 costelas, onduladas, a partir das quais se formam várias ramificações. Nas margens dos caules costados surgem espinhos pequenos e triangulares. A floração ocorre no inverno, com flores pequenas e arredondadas, de tonalidade amarelo-esverdeado (Llifle - the encyclopedia of succulents, 2023).

Apesar de apresentar algum nível de toxicidade, a sua seiva era misturada com mel e utilizada na medicina tradicional etíope, como um purgativo para curar sífilis. No Zimbabué, esta seiva era queimada e inalada, como forma de tratamento da asma e bronquite (Llifle - the encyclopedia of succulents, 2023). Pelo seu porte escultural, é utilizada com frequência no âmbito paisagista, produzindo no jardim uma elegância minimalista e abstrata.

### **III. Jardins xerófilos em contexto de baixa disponibilidade hídrica**

Em última análise, os jardins são refúgios criados pelo Homem, constituindo locais de serenidade, paz e lazer, que ilustram a relação humana com a natureza, ao longo de milhares de anos. Integram a memória das diferentes culturas e dos valores da sociedade ao longo do tempo, sendo uma peça fundamental em qualquer comunidade (Giot, 2016). Assim, e tendo em conta o impacto das alterações climáticas, esta arte de fazer jardins tem obrigatoriamente de ser apoiada pela sustentabilidade, resiliência e adaptação, indo ao encontro do clima da área onde vão ser implementados.

Os jardins, públicos e privados, devem de ser reconhecidos como uma peça chave na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas (Webster et al., 2017). Isto pode ocorrer por meio da gestão de redução das emissões dos gases de efeito estufa ou de atividades que auxiliem no sequestro (fixação) do carbono atmosférico. Na verdade, os jardins privados poderão ser abrangidos por políticas e processos legislativos que impõem a transição para uma sustentabilidade ambiental (Webster et al., 2017).

De forma a se compreender este problema complexo do efeito das alterações climáticas sobre os nossos espaços verdes é preciso primeiramente compreender a realidade bioclimática da área estudada. Assim, neste capítulo será efetuada uma breve introdução à bioclimatologia mediterrânica, de acordo com a metodologia desenvolvida por Rivas-Martínez (1981, 1982, 1987, 1996, 2005, 2007, 2008) e Rivas-Martínez et al. (1988, 1991, 1997, 2004). Com o conhecimento aprofundado da realidade bioclimática do local, será possível avaliar melhor os desafios que as alterações climáticas acarretam, especialmente ao nível da baixa disponibilidade hídrica.

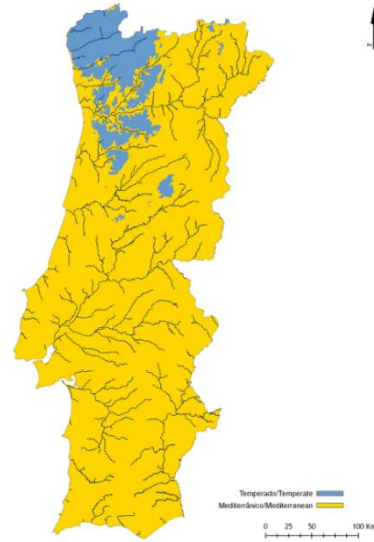
#### **3.1. Bioclimatologia mediterrânica**

A bioclimatologia é uma ciência ecológica que estabelece modelos de correlação entre o clima e a distribuição dos seres-vivos (Rivas-Martínez, 2005). Esta ciência também denominada de Fitoclimatologia, relaciona as comunidades vegetais com os valores climáticos, através de índices e unidades, o que permite evidenciar as profundas relações entre os padrões vegetativos e os valores climáticos, podendo, simultaneamente, ser aplicada no estudo da conservação da biodiversidade e previsão de recursos agrícolas e florestais, dado o seu alto valor preditivo (Rivas-Martínez, 2005). De todas as

metodologias bioclimáticas, a Classificação Bioclimática da Terra, desenvolvida por Rivas-Martínez (1981, 1982, 1987, 1996, 2005, 2007, 2008) e Rivas-Martínez et al. (1988, 1991, 1997, 2004), constitui a metodologia específica de referência para análise bioclimática da área estudada. Esta classificação tem por base a relação entre os valores termométricos e pluviométricos com a distribuição das espécies florísticas e as suas comunidades vegetais.

Os cinco macrobioclimas definidos são: Tropical, Mediterrânico, Temperado, Polar e Boreal, sendo que para esta dissertação importa o macrobioclimas Mediterrânico, onde a região do Algarve se encontra inserida (Figura 3.1) (Rivas-Martínez et al., 2011).

O macrobioclima mediterrânico caracteriza-se por pelo menos dois meses consecutivos de aridez durante o período mais quente do ano, ou seja, em que o valor médio da precipitação (mm) média do período de dois meses mais quente do trimestre de verão é menos que o dobro (Rivas-Martínez et al., 2011), que no caso da região algarvia coincide com os meses mais quentes (julho a setembro). Caracteriza-se ainda por uma temperatura anual média de 18,3°C e precipitação



**Figura 3.1:** Mapa dos macrobioclimas em Portugal continental (Fonte: Rivas-Martínez et al., 2011)

anual média de 600 mm (Rivas-Martínez et al., 2011), maioritariamente entre novembro e março. Esta precipitação distribui-se de forma bastante irregular no território e no tempo, alternando entre anos de seca severa e precipitação em abundância. Com o conhecimento destes factores e considerando os cenários climáticos futuros para a região, o Algarve reúne as condições edafoclimáticas necessárias para se reinventar em termos paisagistas, privilegiando os jardins xerófilos em detrimento da predominância do jardim anglo-saxónico (Fernández-Cañero et al., 2011), cujos consumos hídricos e manutenção, os tornam incompatíveis com as previsões climáticas.

### 3.2. Os principais desafios climáticos no Sul de Portugal

Os efeitos das alterações climáticas deixaram de ser uma suposição do passado e passaram a ser uma realidade bem presente no nosso quotidiano. As suas consequências fazem-se sentir por todo o mundo, através de eventos climáticos extremos como ondas de

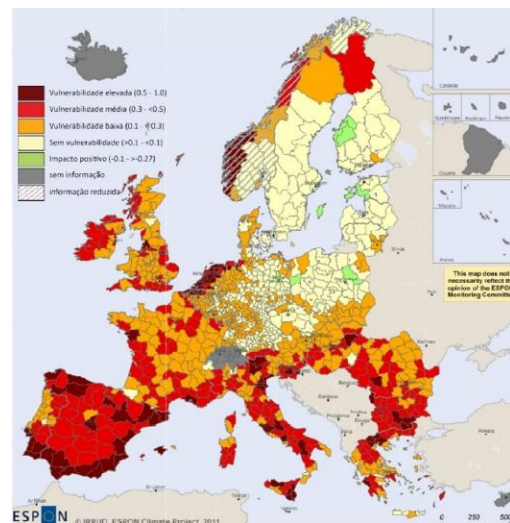
calor, violentos incêndios, cheias, entre outros, que têm impacto direto sobre os diferentes sistemas: ecológicos, sociais e económicos. A forma como encaramos este problema enquanto sociedade irá ditar a nossa capacidade de adaptação e de resiliência a estes fenómenos climáticos, que vão determinar a forma como ordenamos o território e como projetamos os espaços verdes. No caso particular desta dissertação, o factor que irá determinar a forma como concebemos espaços exteriores, nomeadamente jardins públicos ou privados, é a disponibilidade hídrica, que atualmente é considerada um dos principais desafios decorrentes das alterações climáticas para a região Sul de Portugal.

No modelo económico tradicional, os recursos naturais sempre foram explorados de forma a alcançar a maximização do lucro, não se verificando, durante largas décadas qualquer intenção da sua preservação ou conservação. Contudo, os recursos naturais são efetivamente finitos e, quando a sua afetação não é gerida de forma racional e eficiente, verificam-se desequilíbrios. Atualmente a água, enquanto recurso essencial para a vida e para o desenvolvimento de atividades humanas, bem como para a regulação dos ecossistemas, é um recurso escasso no Algarve, bem como um pouco por toda a bacia mediterrânica, sendo esta uma problemática enfatizada pelas alterações climáticas. Assim, tendo em conta as alterações climáticas, os recursos hídricos devem ser alvo de um planeamento e gestão multidisciplinar, algo que tem vindo a ser desenvolvido no âmbito europeu, nomeadamente através do projeto PESETA II, onde se dividiu o continente Europeu em cinco regiões e de projetaram-se os principais impactes sectoriais das alterações climáticas, sendo que para o Sul europeu (Portugal, Espanha, Grécia, Itália e Bulgária), identificaram-se 8 impactes sectoriais para o cenário de referência, onde a temperatura média global sobe 3,5°C (2071-2100) (Santos et al., 2015):

- 1) **Agricultura** – decréscimo de 20% do rendimento global das culturas;
- 2) **Energia** – aumento de 8% da procura de energia, devido à maior necessidade de arrefecimento;
- 3) **Cheias e inundações (fluviais)** – duplicação dos danos resultantes das cheias e inundações de origem fluvial, em 2080, podendo atingir cerca de 1,3 mil milhões de euros/ano;
- 4) **Incêndios florestais** – duplicação da área queimada podendo atingir os 800.000 ha;
- 5) **Saúde humana** – duplicação do número de mortes relacionadas com o calor por ano;

- 6) **Secas** – aumento do número de pessoa afetadas pela seca, podendo atingir os 153 milhões de pessoas/ano, o que corresponde a metade da população total afetada na EU. Projeta-se um aumento em 7 vezes na área agrícola da UE afetada por secas, atingindo 700.000 km<sup>2</sup>/ano (cenário de referência), sendo que o maior aumento na área exposta à seca será nesta região Sul, chegando a quase 60% da área total afetada da EU;
- 7) **Zonas costeiras** – aumento de 600% dos danos associados às inundações marítimas, podendo atingir os 17 mil milhões de euros/ano;

A subida da temperatura média até ao final do século XXI é uma verdade incontornável, demonstrada por todos os modelos e cenários climáticos realizados até à data. Para Portugal continental prevê-se um aumento da temperatura máxima no Verão de 3°C nas zonas costeiras e 7°C no interior, acompanhados por uma maior frequência e intensidade de ondas de calor (Figura 3.2) (Miranda et al., 2006). Relativamente à precipitação, os cenários mostram uma diminuição da precipitação anual de 20% a 40%, sendo este um dos impactes mais severos das alterações climáticas, sobretudo para o



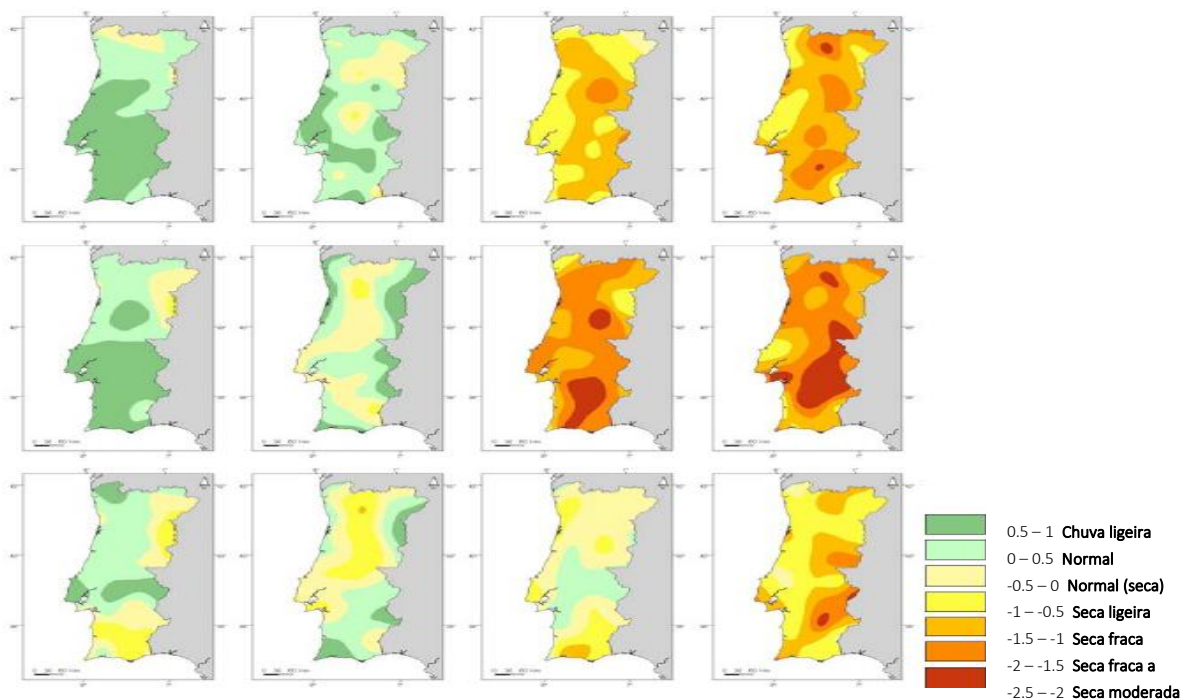
**Figura 3.2:** Mapa da potencial vulnerabilidade às alterações climáticas na Europa (Fonte: ESPON, 2013).

sudeste da Península Ibérica, onde se antecipa uma maior frequência e severidade de episódios de seca (Leal et al., 2020).

De acordo com os dados do último relatório do IPCC (2022), Portugal continental, assim como toda a bacia mediterrânica, está especialmente vulnerável aos efeitos das alterações climáticas, não só ao nível ecológico e hídrico, mas também ao nível económico e social (Pörtner & Roberts, 2022). Na região do Algarve, atualmente já com algum grau de aridez e de secura e com padrões de precipitação cada vez mais irregulares e menores, desde o ano 2000 (Leal & et al., 2020), observar-se-á um agravamento destas, prevendo-se uma diminuição de 40% da precipitação (Miranda et al., 2006) e aumentos da temperatura média de 3,6°C (AMAL, 2019). No período noturno em que a temperatura mínima é superior a 20°C, ou seja, as noites tropicais, oscilam atualmente entre os 9 e 16 dias, prevendo-se um aumento superior a 66 dias, de acordo com o cenário mais pessimista (cenário RCP8.5), até ao final do século XXI (AMAL, 2019). Quanto às ondas

de calor, prevê-se que o seu efeito seja mais devastador no interior algarvio, podendo vir a ocorrer até 200 destes eventos climáticos extremos, em comparação com as atuais 2 a 13 ondas de calor, para o período 2071-2100 (RCP8.5) (AMAL, 2019). Relativamente à precipitação, pode-se afirmar que o Algarve é uma “ilha”, ou seja, o único *input* de água é por meio da precipitação, cujos padrões de distribuição ao longo da região apresentam uma elevada variabilidade em função da altitude, com valores mais elevados na Serra ( $\approx 1500\text{mm/ano}$ ) e significativamente mais baixos no Litoral ( $\approx 500\text{mm/ano}$ ) (AMAL, 2019). Associado ao decréscimo da precipitação e aumento da temperatura, surge a redução da recarga dos aquíferos, a principal reserva de água subterrânea da região, que podem ainda ser alvo de intrusão de água salgada, pelo aumento do nível médio das águas do mar (Pörtner & Roberts, 2022). Além disso prevê-se que o aumento da frequência, intensidade e da duração das secas.

Estima-se que, em Portugal, os impactes territoriais e sectoriais, relacionados com eventos climáticos extremos, possam oscilar até entre os 60 e os 140 milhões de euros/ano para os incêndios florestais e os 290 milhões de euros/ano para a seca (tendo por referência a seca de 2005, a mais grave até à data) (Santos et al., 2015). É precisamente no fenómeno de seca que reside um dos principais desafios climáticos para o Algarve, cujas principais ameaças pairam sobre o abastecimento agrícola e público. Tal como é possível aferir na figura 3.3, os índices de seca têm se tornando mais pronunciados ao



**Figura 3.3:** Distribuição do PDSI (Palmer Drought Severity Index –Palmer, 1965) em Portugal. Médias das décadas de 1961-70, 1971-1980, 1981-1990 e 1991-2000 (Fonte: Miranda et al., 2006).

longo das últimas décadas, com uma maior manifestação dos episódios de seca severa (Miranda et al., 2006).

A seca é entendida como uma “*condição física transitória associada a períodos mais ou menos longos de reduzida precipitação, com repercussões negativas nos ecossistemas e nas atividades socioeconómicas*” (Santos et al., 2015). Este conceito é variável em função da região onde ocorre e depende da relação entre os sistemas naturais e antrópicos, ambos sujeitos às flutuações climáticas. Em função da vulnerabilidade considerada, este fenómeno pode-se distinguir quatro tipos de seca, nomeadamente (Leal & et al., 2020):

- **Seca meteorológica** surge associada à não ocorrência de precipitação. Está intrinsecamente relacionada com as condições da região em causa, pois depende de outros fatores como a velocidade do vento, a temperatura, a humidade relativa do ar e a insolação;
- **Seca agrometeorológica** resulta da conjugação da seca meteorológica com a seca agrícola, ou seja, a seca induzida pelo desequilíbrio entre a água disponível no solo, as necessidades hídricas das culturas e as suas taxas de transpiração. Isto significa que disparidades entre a precipitação e a evaporação conduzem a consequências diretas sobre a disponibilidade de água no solo e, por conseguinte, nas necessidades hídricas das diferentes culturas;
- **Hidrológica** surge associada ao armazenamento superficial e subterrâneo de água, ou seja, o armazenamento em albufeira, lagoas, aquíferos e da generalidade das linhas de água. Quase sempre este tipo de seca não se manifesta simultaneamente com a seca meteorológica, uma vez que os efeitos da baixa precipitação não se manifestam de forma imediata.
- **Seca económica** ocorre quando a disponibilidade de água é de tal forma reduzida, que começam a afetar de forma negativa as atividades económicas. No Barlavento algarvio, a barragem da Bravura, encontrava-se, em janeiro de 2023, com a sua capacidade apenas a 12,6%, impossibilitando a extração de água para o regadio (SNIRH, 2023)

Assim, a linha de novos projetos, bem como a adaptação dos espaços verdes já existentes nesta região de Portugal, deverá passar pela implementação de jardins xerófilos, limitando a utilização de recursos hídricos e contrariando a prevalência do modelo atual de jardins com elevado consumo hídrico. Nos jardins xerófilos, as

suculentas xeromórficas surgem como uma opção de aplicação de vegetação mais sustentável e equilibrada com as novas condições ambientais, proporcionando simultaneamente o valor estético que se pretende num jardim, porém com gastos hídricos, energéticos e de manutenção menores.

A região do Algarve, em particular, encontra-se exposta a várias vulnerabilidades climáticas, que serão agravadas em circunstâncias de alterações climáticas. Os impactos dessas alterações serão grandes e afetarão diferentes áreas e setores socioeconómicos da região. Nos últimos anos, a região do Algarve tem-se debatido com situações resultantes de eventos climáticos extremos como as ondas de calor, os incêndios florestais, as inundações, as cheias rápidas e a erosão costeira. A diminuição da disponibilidade hídrica e a subida no nível médio das águas do mar são as principais ameaças, decorrentes das alterações climáticas, no Algarve (AMAL, 2019). Assim, de acordo com o Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Algarve (PIAAC-AMAL), no âmbito da disponibilidade hídrica definiram-se as seguintes medidas de adaptação a curto, médio e longo prazo:

- Reforma das políticas atuais, através melhoria da eficiência das infraestruturas de rega, de forma a mitigar as perdas de água ao longo da rede de abastecimento e reduzir as necessidades hídricas dos espaços verdes urbanos, recorrendo a espécies adaptadas às condições edafoclimáticas do Algarve;
- Aplicação de estratégias de retenção de água, como as bacias de retenção, açudes e reservatórios;
- Reutilização de águas residuais para fins agrícolas e de rega dos espaços verdes públicos;
- Construção de uma barragem, de forma a reduzir a pressão sobre as atuais barragens na região;
- Implementação de uma central de dessalinização;
- Promoção de ações de formação e sensibilização ambiental, uma vez que as medidas só podem produzir efeitos plenos com uma população bem informada sobre o problema em causa e sobre as suas potenciais soluções.

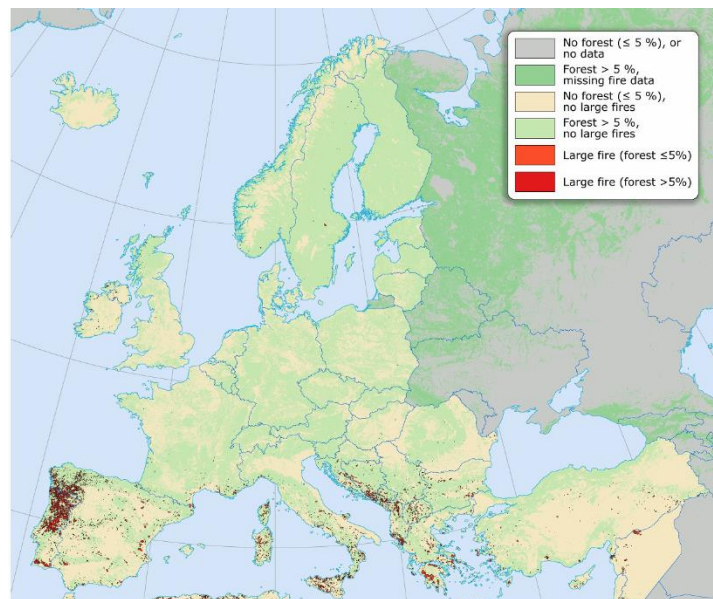
Assim, o conjunto de abordagens ao problema da baixa disponibilidade hídrica no Algarve, deve passar por um conjunto de medidas de adaptação, mas também de medidas estruturais que promovam a resiliência de todo o sistema. Deve-se, portanto, antecipar o problema e procurar reunir um conjunto de estratégias e medidas que procurem adaptar o

território à realidade climática futura. No caso desta dissertação, uma das hipóteses que poderá oferecer melhores resultados poderá passar pela reconversão dos espaços verdes atuais, adaptando-os a condições de baixa disponibilidade hídrica. Uma vez que os cenários apontam um aumento da aridez no Algarve, as suculentas podem efetivamente ser aplicadas na reconversão de espaços verdes, bem como na conceção de novos espaços, uma vez que estão perfeitamente adaptadas a tais condições.

### 3.3. As suculentas como corta-fogos

Pelas suas condições climáticas muito específicas, como foi mencionado anteriormente, toda a bacia do Mediterrâneo constitui uma área altamente suscetível a fogos florestais, que com as alterações climáticas se vão tornar mais frequentes e intensos (Pörtner & Roberts, 2022). Os impactos destes fogos sobre a biodiversidade e sobre as vidas humanas, nas suas diferentes vertentes, desde as atividades económicas às habitações, são imensos.

Assim, esforços têm vindo a ser feitos, por parte da EU, de forma a mitigar os efeitos nefastos. Neste, contexto as suculentas podem surgir como uma possível solução, no que diz respeito à desaceleração dos fogos no perímetro das habitações, ou seja, uma moradia ladeada por um jardim com espécies suculentas pode promover um efeito corta-fogo (Bachinger et al., 2016). Noutros países também assolados pelos fogos florestais, como nos EUA ou na África do Sul, têm sido desenvolvidos estudos para evidenciar o quão efetivas estas paisagens corta-fogo poderão ser. Contudo, na Europa, especialmente nos países do Sul (Figura 3.4) (Itália, França, Espanha, Portugal e Grécia) onde entre os anos 2000 e 2009 ocorreram 57 000 incêndios florestais, com uma área ardida de 430 000 ha (Ager et al., 2014; de Rigo et al., 2017), não foram publicados quaisquer estudos sobre esta matéria.



**Figura 3.4:** Área ardida na europa entre 2000 e 2015, verificando-se que os grandes fogos florestais têm maior incidência na Península Ibérica, porém todos os países de Bacia do Mediterrâneo são afetados. Fonte: de Rigo *et al.*, 2017).

Os mecanismos adaptativos de muitas espécies para resistir e se regenerar após incêndios florestais, evidenciam que os incêndios na bacia do Mediterrâneo são frequentes e recorrentes, pelo menos desde o final do Quaternário (Pausas et al., 2008). Apesar destes fogos serem naturais nesta região do globo, estudos recentes têm evidenciado que as grandes dimensões que têm vindo a ganhar estão a produzir mudanças graves e abruptas nas comunidades, especialmente nas humanas. Para este facto contribuem uma série de factores, como o êxodo rural, que promoveu o abandono do de parte do território, induzindo estados mais precoces das sucessões ecológicas, constituídas por espécies muito inflamáveis (Pausas et al., 2008). Se aliarmos estas condições a um cenário de alterações climáticas, são produzidas mudanças nos padrões dos fogos e da própria paisagem.

A vegetação por si só não pode parar um fogo florestal. Contudo, quando se substitui vegetação altamente inflamável devido às suas características químicas, como os géneros *Pinus* L., *Eucalyptus* L'Hér. ou *Cupressus* L., por vegetação com elevada capacidade de armazenamento de água, como as suculentas, é possível obter uma maior potencial efeito retardador do fogo (Gildemeister, 2004). Além disso este tipo de vegetação reduz não só a intensidade do fogo, uma vez que a temperatura produzida é menor, mas também o tamanho e capacidade de propagação das chamas (Twaronite, 2007), o que por sua vez reduz o risco de incêndio de infraestruturas, contidas dentro deste perímetro de ignição (30 metros), tornando o espaço verde que ladeia a habitação um factor vital para a sobrevivência da infraestrutura (Kuhns, 2012).

Para se entender como a vegetação pode auxiliar na interrupção da propagação de fogos, promovendo a salvaguarda de infraestruturas humanas, é necessário entender o comportamento destes fogos. Um incêndio resulta de uma reacção em cadeia, onde são necessários 3 factores essenciais: combustível, ou seja, qualquer material passível de inflamar; oxigénio, essencial na ignição e propagação do fogo; calor, ou seja, a energia que possibilita o fogo, podendo ser uma faísca, uma chama ou um superaquecimento de determinados materiais. Após a deflagração do incêndio surgem outros factores que influenciam a propagação do fogo, tais como (Prestemon et al., 2013):

- **Vento**, fornece oxigénio e quanto mais forte for o vento, mais calor é gerado e mais rapidamente o fogo se propaga. Determina a direcção do fogo, pois é o vetor de transferência de calor através do transporte de centelhas, que são a principal causa de ignição em habitações, durante os fogos florestais;

- **Topografia**, uma vez que o ar quente é menos denso a sua tendência é de ascensão, pelo que a propagação de fogos em encostas é muito rápida. Assim o material combustível acima do fogo, são pré-aquecidos e transportados pelos ventos para outros pontos de ignição;
- **Humidade** que ao absorver o calor torna o material combustível mais difícil de inflamar. Assim, vegetação com elevado teor de humidade, como as suculentas, promovem a desaceleração do fogo;
- **Temperatura** elevadas juntamente com a humidade relativa baixa, propiciam as condições necessárias para ocorrência de fogos, pois aproximam os materiais combustíveis do seu ponto de ignição;
- **Combustível**, que no caso dos incêndios florestais surge na forma de matéria vegetal morta e seca, altamente inflamável. Nos casos em que se verifica uma má gestão da manutenção dos terrenos, proporciona-se uma continuidade dos combustíveis, o que, juntamente com outros factores, permite o incêndio deflagrar.

Como foi possível verificar anteriormente, a propagação de um fogo florestal depende de vários factores, porém a criação de espaços verdes corta-fogos em redor de habitações, especialmente aquelas em áreas onde os fogos florestais são recorrentes, podem mitigar os danos causados. Tendo em conta que as



**Figura 3.5:** Efeito corta-fogo proporcionado pelas suculentas xeromórficas, numa habitação no sul da Califórnia, EUA (Fonte: debraleebaldwin.com).

suculentas estão perfeitamente adaptadas às condições atuais e futuras da região algarvia e que a sua capacidade de armazenamento de água pode atingir os 90%, a sua aplicação em espaços verdes é uma possibilidade a ser estudada de forma mais aprofundada, particularmente em locais sujeitos a incêndios recorrentes (Figura 3.5).

Com algumas exceções, a maioria das comunidades de suculentas, são nativas de áreas com uma propensão natural para a ocorrência de incêndios. Contudo, ainda assim, estas comunidades continuam a persistir. Uma das razões pelas quais este facto ocorre reside na proteção merismática, ou seja, o meristema apical encontra-se bem protegido pelos tecidos adjacentes (Thomas, 1991), não como uma adaptação ao fogo, mas sim ao ambiente hostil a que estão sujeitas. Nos casos de incêndios de alta intensidade, onde a

probabilidade de o meristema apical ser destruído é maior, algumas espécies, especialmente dos géneros *Agave* L. e *Aloe* L., têm capacidade de sobreviver mediante a produção de novos tecidos através dos meristemas laterais. Além disso, muitas espécies de suculentas possuem sementes que necessitam de estimulação por altas temperaturas, para germinarem, como é o caso das sementes dos cactos *Mammillaria gumifera*, *Echinocereus triglochidiatus*, *Coryphantha scheeri* e *Escobaria orcuuii*, que germinam após serem sujeitas a 100°C durante 3 minutos (Thomas, 1991).

## IV. Construção de jardins xerófilos com suculentas xeromórficas

O processo de conceção de um jardim é constituído por uma série etapas, interrelacionadas, que dependem da componente artística inerente ao profissional responsável, mas também a um conjunto de componentes técnicas associadas ao processo, que deverá ser analisado de forma holística. Tendo em consideração as especificidades no âmbito do projeto e do cliente, podem-se definir 4 fases (Sharky, 2016):

- **Estudo prévio** que consiste sobretudo numa fase de pesquisa e enquadramento do projeto, bem como a elaboração de um plano geral esquemático (Figura 4.1), ou seja, um primeiro desenho do jardim, que representa um conjunto de soluções que melhor se adaptem ao local e às necessidades do cliente. São tidas em consideração as diferentes condicionantes



**Figura 4.1:** Plano Geral, da fase de estudo prévio, do projeto de reabilitação da Quinta do Palácio da Fonte da Pipa (Loulé), no âmbito da unidade curricular Projeto de Paisagem Metropolitana, do 2º ano do Mestrado em Arquitetura Paisagista, na Universidade do Algarve (Fonte: Delisa Xarepe).

biofísicas (e.g. topografia, exposição de encostas, ventos, vegetação, entre outras), legais (de natureza

- jurídica associada a servidões e restrições de utilidade pública, e.g. Reserva Ecológica Nacional, Reserva Agrícola Nacional, Domínio Hídrico, Conservação da Natureza, entre outras) e histórico-patrimoniais (salvaguarda do património cultural). Nesta fase é também apresentada uma proposta orçamental genérica;
- **Anteprojecto**, após a aprovação do estudo prévio pelo Dono da obra, as ideias definidas nessa fase são agora exploradas, através de desenhos mais detalhados e corte esquemáticos, como o: Plano Geral, Plano de Plantação, Plano de Pavimentos e Inertes, Plano de Rega, entre outros planos que possam ser

necessários. O projeto é submetido à apreciação das diferentes autoridades de licenciamento da obra;

- **Projeto de execução** constituído por peças desenhadas e escritas (memória descritiva), constitui a última fase do projeto de arquitetura paisagista. O projeto de execução faz-se acompanhar pelo mapa de quantidades, estimativa orçamental, plano de pormenores construtivos e caderno de encargos (especificações técnicas);
- **Acompanhamento da obra**, ou seja, a supervisão da execução do jardim, nas suas diferentes vertentes, resolvendo eventuais questões que possam surgir.

Desta combinação de arte com a ciência resultam espaços belos e funcionais, que acabam por ilustrar a subjetividade de quem os idealiza. Contudo, tal como se verifica noutras áreas das artes, é necessário seguir alguns princípios básicos na conceção de jardins, que justificam as opções do projetista, conferindo assim objetividade a um trabalho que acaba por ser muito pessoal, pois reflete a visão de quem o projetou. A cor, o traçado, a forma, a textura e a escala são ferramentas, que, quando combinadas, ajustam o desenho aos sete princípios do desenho (Ingels, 2009):

- **Equilíbrio** refere-se à equidade visual, ou seja, a forma como o espaço está organizado e as sensações que produz em quem o visualiza. Existem dois tipos de equilíbrios: o simétrico, onde um dos lados espelha o outro. Este tipo de equilíbrio é muito frequente em jardins mais formais, com padrões geométricos rígidos e bem marcados, como por exemplo o jardim francês; o assimétrico, que produz um desenho mais natural, mais informal, onde não se observa a mimica do equilíbrio simétrico (Figura 4.2). Do ponto de vista do observador o equilíbrio assimétrico é mais interessante, pois existem dois lados distintos para ver e explorar, isto é, verifica-se um fluxo visual da paisagem;



**Figura 4.2:** Equilíbrio simétrico, em cima, e equilíbrio assimétrico em baixo, em dois jardins diferentes no Algarve (Fonte: Delisa Xarepe Xarepe).

- **Uniformidade** é alcançada através da utilização eficaz de elementos, que exprimem uma ideia principal, através de um estilo consistente. Esta consistência pode ser conseguida através da plantação em massa e da repetição. No fundo a uniformidade exprime a coesão da paisagem, onde todos os elementos estão em perfeitas harmonia, sendo o desenho visto como um Todo e não a mera soma das suas partes;

- **Enfoque**, ou seja, a forma como se destaca determinado elemento ou característica do espaço, afastando a atenção do observador para uma particularidade que se queira destacar, como a entrada de uma casa (Figura 4.3);



**Figura 4.3:** A forma assimétrica como as plantas estão dispostas bem como o espelho de água à entrada da casa, reforça o ponto de enfoque, a entrada da casa (Fonte: gdsdesigns.com).

- **Proporção**, ou seja, a relação, vertical e horizontal, entre as dimensões dos diferentes elementos no desenho. Normalmente, no âmbito da arquitetura paisagista, prende-se com as pessoas a as atividades que estas desenvolvem no espaço;

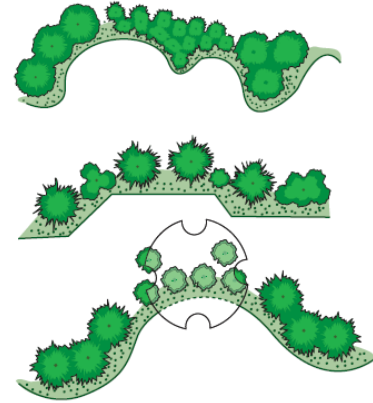
- **Ritmo**, juntamente com o traçado, através de um padrão, como por exemplo grupos de plantas, percursos ou mobiliário de jardim, impõe movimento na paisagem, conduzindo o observador a percorrê-la. O ritmo quebra o caos que possa existir no desenho. Pode ser conseguido através da repetição de esquemas de cores, traçados e



**Figura 4.4:** A repetição dos elementos do percurso, como a repetição das espécies (*Buxus sempervirens* e *Lantana montevidensis*) conferem ritmo ao jardim (Fonte: Jardim-vista.com).

formas (Figura 4.4). Na transição deve ser tida em conta a composição tridimensional e não apenas o plano a duas dimensões;

- **Repetição**, ou seja, o uso recorrente de determinadas formas, texturas, cores ou traçados, produzindo ênfase e ritmo. Porém, a repetição deve ser utilizada com cautela, pois em excesso poderá produzir paisagens monótonas;
- **Simplicidade**, à semelhança do equilíbrio, a sua função é deixar o observador confortável com a paisagem. Para evitar uma perceção visual caótica, são utilizadas apenas algumas espécies, cores texturas ou formas. A simplicidade vai ainda influenciar os custos futuros da manutenção do espaço, pois quanto mais complexo o desenho, maiores os custos de manutenção (Figura 4.5).



**Figura 4.5:** Desenho superior - pouco simples, uma vez que existem demasiadas curvas sem qualquer equilíbrio entre si; Desenho centro - embora mais simples, o traçado muito rígido não confere naturalidade; Desenho inferior - desenho bem concebido em termos de simplicidade, pela sua meandrização suave (Fonte: Ingels, 2009).

Tal como se verifica para qualquer jardim, também a conceção de um jardim xerófilo com suculentas deve obedecer aos princípios acima mencionados, por forma a se criar uma paisagem harmoniosa, funcional e bela. Como tem sido evidenciado ao longo desta dissertação, apesar de a baixa disponibilidade hídrica constituir na maioria das vezes, o principal agente propulsor para a criação de um jardim xerófilo, não há necessidade de colocar em causa a beleza em prol da conservação de água. Ao se projetar um jardim com suculentas as cores intensas, bem com a grande panóplia de formas são o principal aliado do projetista, que ao exercer um maior controlo sobre estes fatores, consegue criar um espaço mais equilibrado, distanciando-o do caos visual. A criação de espaços neutros, ou seja, áreas que quebrem as cores intensas, que acabam por assumir uma posição de enfoque, devem ser tidos em conta, pois produzem um efeito de equilíbrio no jardim (Sterman, 2018). Neste caso, deve-se tomar partido dos materiais inertes, sobretudo os seixos, ou das formas geométricas das próprias suculentas, como *Aloe polyphylla* com a sua forma espiralada, ou, *Echinopsis pachanoi* com a sua imponente forma colunar, causam impacto no jardim.

#### 4.1. Preparação do local

Em fase pretérita à conceção do plano geral, o projetista deslocar-se-á ao local que irá dar origem ao jardim, apelando assim ao *Genius loci*, ou seja, são tidas em conta todas as características do local, desde as edafoclimáticas às culturais, com o objetivo de criar um espaço verde em harmonia com as condições naturais e culturais da sua envolvência, que busca fundamentalmente a sustentabilidade. A visita ao local deve ser acompanhada por uma pesquisa profunda sobre o local de intervenção, bem como o seu enquadramento, onde se reúne a seguinte informação (Newbury, 1999):

- A função do jardim, ou seja, quem vai utilizar o jardim e qual o seu propósito;
- Definição de um conceito de intervenção, com base em ideias desenvolvidas pelo projetista e requisitos específicos do Dono da obra;
- Análise biofísica do local, onde são avaliados os diferentes componentes abióticos e bióticos da área de intervenção, tais como, topografia, tipo de solo, vegetação existente, entre outras (Figura 4.6);
- Identificação de elementos presentes no local que vão ser mantidos no futuro jardim;
- Conceção de um plano geral preliminar que será apresentado ao Dono de obra, para aprovação. Caso o mesmo esteja em condições de merecer acolhimento, o projeto segue para a fase seguinte onde se elaboram os diferentes planos, de forma mais detalhada.

Quando o projeto é aprovado e passa para a fase de execução, inicia-se o processo com a limpeza do local de intervenção, eliminando-se todos os elementos que não fazem parte do projeto, devidamente encaminhados para operador licenciado. Toda a vegetação a conservar no futuro espaço deve ser devidamente identificada e delimitada, de modo a não sofrer danos durante o processo de construção do jardim. Detalhes como pequenas mobilizações do terreno,



**Figura 4.6:** Levantamento topográfico e modelação geral do terreno do projeto Parque Urbano da Penha, no âmbito da unidade curricular do 1º ano do Mestrado em Arquitetura Paisagista, na Universidade do Algarve (Fonte: Delisa Xarepe).

para formar zonas elevadas ou de depressão, vão reproduzir as paisagens onde as suculentas naturalmente ocorrem, tornando o jardim mais natural e realista, mas também irão promover a drenagem do solo.

A inclusão de rochas, proporciona sobretudo textura ao jardim, tornando-o mais sofisticado e belo. As diferentes zonas do jardim são definidas e implementadas, tais como os percursos e zonas de estadia. Fundamentalmente, todas as infraestruturas do jardim são construídas antes dos trabalhos de plantação, de forma a evitar danos na vegetação. Outro pormenor interessante é criar a ilusão da presença de água, mediante um traçado meandrado com recurso a seixos, dispostos na forma sinuosa de uma linha de água.

O sucesso de um jardim com suculentas encontra-se no tipo de solo e na luminosidade. A luminosidade está diretamente relacionada com a localização. Portanto estes jardins devem preferencialmente ser instalados em locais com exposição a Sul ou a Oeste. Apesar de a grande maioria das suculentas necessitar de sol pleno, algumas espécies, como os *Aeonium* sp. ou *Echeveria* sp. são mais sensíveis à radiação direta durante o verão. Por isso, pode haver a necessidade de se criar nos jardins zonas de meia sombra, para que estas suculentas possam ser contempladas na intervenção, principalmente em locais com verões quentes e tórridos (Sterman, 2018). O solo deve essencialmente oferecer uma drenagem adequada, evitando-se zonas de encharcamento, que estão na origem da grande maioria das doenças em suculentas (Xarepe, 2021). Qualquer operação de melhoramento do solo, essencialmente, com vista a melhorar a drenagem, deve ser realizada nesta fase de preparação.

Nas áreas de plantação a superfície deverá ser mobilizada por meio de uma lavoura, até ao máximo de 0,30 m de profundidade nas áreas destinadas a suculentas de pequenas dimensões e 1 m de profundidade nas áreas destinadas à plantação de espécimes de porte arbóreo, com posterior gradagem de forma a uniformizar. Estes trabalhos de mobilização terão como objetivo conseguir uma boa estrutura do solo, de modo a promover o desenvolvimento radicular das espécies vegetais. Atendendo que o objetivo é a promoção do desenvolvimento das espécies em estudo, será necessário espalhar uma camada mínima com uma espessura de cerca de 0,30 m de substrato vegetal de qualidade e de textura arenosa (comumente denominado de areia de jardim), livre de infestantes, em todas as zonas verdes destinadas às plantações. Já para os espécimes de maior porte esta espessura será compatível com a profundidade das covas de plantação, ou seja, 1 m de substrato vegetal, com as características referidas anteriormente. Concluídas as

operações de modelação do terreno, proceder-se-á de imediato às operações de plantação e sementeira.

## 4.2. Seleção de plantas e plantação

Na conceção de qualquer jardim a vegetação é a principal ferramenta de qualquer projetista, pois, tal como um pintor utiliza os seus pincéis e cores para criar obras de arte, o arquiteto paisagista tira partido das características da vegetação e do conhecimento científico, para criar espaços verdes. Assim torna-se essencial não só conhecer de forma aprofundada as espécies empregues, mas todo o habitat onde estão inseridas, pois esta informação constitui um importante instrumento na tomada de decisões mais sustentáveis e mais adaptadas ao contexto do projeto. Embora o agrupamento de plantas, em função das suas necessidades seja uma das regras fundamentais, na projeção de jardins, no caso das suculentas, a conjugação de cores ganha um destaque especial (Serman, 2018).

As suculentas oferecem uma grande diversidade de escolha, aquando da sua seleção para um plano de plantação. Assim, é necessário a escolha de alguns critérios para justificar a seleção de determinadas espécies, tais como (Ingels, 2009): a **função** que irá desempenhar no jardim, como por exemplo se vai cumprir funções de cobertura de solo ou de ponto central; **factores climáticos**, no caso das suculentas prende-se essencialmente pela ocorrência de geadas, uma vez que a grande maioria é bastante suscetível; **Morfologia vegetal**, ou seja, características fenotípicas das espécies que podem ou não condicionar a sua aplicação, como por exemplo os espinhos dos catos, podem ser uma condicionante, caso o jardim seja utilizado por crianças; **factores culturais**, isto é, as exigências culturais de cada espécie, que no caso das suculentas está sobretudo relacionado com a drenagem do solo, radiação e incidência de pragas e doenças.

São tidas em conta as proporções e escala do jardim, dando-se prioridade a elementos de maior dimensão, como por exemplo as *Yucca* sp. ou *Agave* sp., em áreas mais amplas e elementos menores como os *Sedum* sp. ou *Echeveria* sp. em áreas mais pequenas (Baldwin, 2007). Tendo em conta as pré-existências do local, como por exemplo as características da própria habitação, as suculentas oferecem a possibilidade de repetição, ou seja, proporcionar a continuidade de uma determinada característica exterior ao jardim através da forma, textura ou cor da própria suculenta (Figura 4.7). O contraste é outro elemento importante num jardim com suculentas, pois vai quebrar a

monotonia da repetição, quer seja através de cores vibrantes que seja através das formas esculturais das próprias suculentas. Quando se recorre ao contraste de cores, utilizam-se cores contrastantes, como laranja e azul, amarelo e violeta ou verde e vermelho, produzindo-se assim um efeito de realce. Certos elementos, sejam eles naturais ou inertes, têm a capacidade de criar pontos focais no jardim, conferindo algum destaque àquela área. Aqui as formas, muitas vezes peculiares ou arquitetónicas das suculentas assumem um papel preponderante.

Os trabalhos de plantação deverão ser executados segundo o Plano de Plantação podendo,

excecionalmente, ocorrer algumas alterações menores durante a sua execução, desde que sejam aprovadas pelo projetista ou técnico que acompanha a obra. Todos os exemplares vegetais presentes no plano de plantação deverão vir em vaso ou raiz nua, com etiqueta indissipável e acompanhados dos respetivos passaportes fitossanitários, que comprovem a sua origem e qualidade. Durante a plantação, o material vegetal deverá ser unicamente manipulado pelo torrão e nunca pela parte aérea, de modo a evitar danos e consequentes perdas. Durante o transporte, o material vegetal deve estar protegido de condições atmosféricas adversas. Chegada à obra o material vegetal deverá vir acompanhado pela respetiva guia de transporte, devendo esta ser verificada pelo responsável do projeto e pela fiscalização. Após a descarga no local da obra do material vegetal, este deve ser inspecionado pelo responsável do projeto e pela fiscalização, de modo a verificar a sua conformidade com as especificações que constam no projeto. Caso, por alguma razão, de qualquer natureza, este responsável ou o fiscalizador considerem que o material vegetal não apresenta as devidas condições fitossanitárias, este deverá ser imediatamente rejeitado, devendo ser substituído pelo viveiro fornecedor, sem qualquer custo adicional.

Todos os elementos do elenco florístico deverão estar bem conformados e ramificados, com um sistema radicular bem desenvolvido, estendido e não espiralado. Os locais de plantação de cada espécie estão identificados nas peças desenhadas, bem como o respetivo compasso de plantação. A distribuição dos elementos pelo espaço deverá ser acompanhada pelo projetista, ou equivalente, devendo o plano de plantação ser



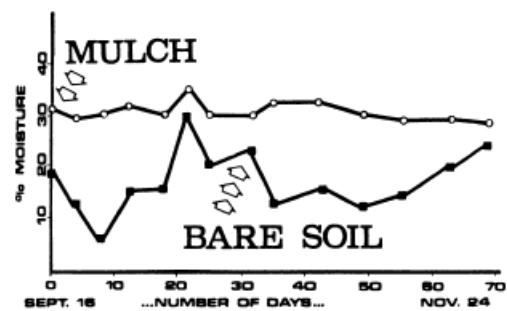
**Figura 4.7:** Os tons de azul do *Senecio serpens* dão continuidade ao azul das ombreiras das janelas e portas da casa (Fonte: Baldwin, 2007).

escrupulosamente respeitado, salvo alguma correção devidamente fundamentada por parte do projetista.

Todos os trabalhos de plantações devem decorrer em condições atmosféricas favoráveis, sem excesso de calor ou frio, minimizando assim o *stress* provocado no material vegetal pela operação de plantação. Aquando das operações de plantação deverá ser efetuada simultaneamente uma adubação de fundo, nas covas de plantação, com adubo composto NPK à razão de 1:1:1, promovendo assim um impulso adicional ao desenvolvimento das diferentes espécies.

Após os trabalhos de plantação iniciam-se os trabalhos de revestimento do solo, ou seja, o recurso a materiais inertes como seixos, madeiras, pedras naturais, entre outros. Regra geral, a espessura destes revestimentos varia entre os 0,05 e os 0,10 m. Para além

da sua função estética, estes revestimentos têm ainda a função de conservar a humidade no solo (Figura 4.8), evitando-se perdas de água por evaporação, o que posteriormente se revelará importante na gestão da rega, uma vez que reduz a sua frequência e dotação (Wade et al., 2007). De notar que antes da aplicação dos diferentes tipos de revestimentos, é aplicada uma tela anti-infestantes, em polipropileno, que reduz significativamente o aparecimento



**Figura 4.8:** Taxas de humidade em solos com revestimento e sem revestimento, verificando uma maior percentagem e menores variações de humidade no solo, em solos revestidos so que em solos sem qualquer tipo de cobertura (Fonte: Wade et al., 2007).

de espécies infestantes, reduzindo-se assim a necessidade de aplicação de herbicidas químicos. Os materiais de revestimento deverão ser sujeitos ao parecer da Fiscalização previamente à sua utilização.

Como forma de garantia, até à receção provisória, o empreiteiro deverá apresentar as telas finais do projeto de arranjos exteriores, ficando registadas todas as alterações decorrentes em obra relativamente ao projeto inicial.

Apesar de as necessidades hídricas das suculentas serem reduzidas, ocasionalmente, será necessário efetuar algumas regas, especialmente durante os meses de Verão, garantindo assim a manutenção das plantas. De forma a se conseguir uma maior eficiência, estes sistemas devem ser automáticos, preferencialmente conectados a sensores de humidade do solo, e do tipo gota-a-gota, garantindo-se assim que apenas a zona radicular das plantas recebe água. A rega é efetuada por meio de gotejadores,

altamente eficientes (95%) (Cudell, 2000), que funcionam a baixa pressão e cujo o caudal, no caso das suculentas, não deverá ultrapassar os 4L/h (Van Mechelen et al., 2015).

### 4.3. Plano de manutenção

O sucesso da construção de um espaço verde vai mais além que a instalação das plantas. Depende efetivamente de três fases importantes (projeto, construção e manutenção) que garantem o seu êxito e perpetuação no tempo. Todas estas fases estão relacionadas entre si, influenciando-se mutuamente, pois se o desenho do plano de plantação for elaborado com base em critério científicos, além dos estéticos, e a instalação das plantas em obra decorrer conforme o descrito na memória descritiva e justificativa do projeto, é possível minimizar os custos de manutenção posterior do espaço. É a manutenção do jardim que garante o valor ambiental, estético e social do jardim, onde um correto planeamento e execução das operações culturais demonstram ser essenciais para garantir o sucesso do jardim.

A manutenção de um jardim corresponde ao conjunto das operações culturais necessárias para o garantir o estado de conservação e o desenvolvimento adequando do material vegetal. Um plano de manutenção adequado garante que a afetação dos recursos é realizada de forma eficiente e sustentável, garantindo a continuidade do espaço verde. De acordo com Lousan, 1996, os principais fatores que influenciam a manutenção dos espaços verdes são:

- **Os climáticos** (temperatura, precipitação, vento, horas de sol, amplitude da estação de crescimento, evapotranspiração), determinam a frequência das operações de manutenção;
- **Os físicos** (topografia, relevo, altitude, condições edáficas, disponibilidade hídrica, diversidade dos espaços) determinam o grau de manutenção necessária;
- **A capacidade de carga** corresponde a um conjunto de factores não controláveis, de difícil previsão, tais como densidades de uso, detritos, atos de vandalismo, estacionamento ou a utilização do espaço por animais;
- **As técnicas de manutenção** (escolha das máquinas de corte, tratamentos fitossanitários, fertilizações, correções do solo, rega), estão sobretudo dependentes do rigor de manutenção exigido, estando por isso dependente do orçamento disponível.

Imediatamente após os trabalhos de plantação, dever-se-á efetuar uma rega localizada e abundante nas espécies vegetais. Todas as espécies plantadas que não vinguem ou apresentem desenvolvimento vegetativo deficiente, deverão ser substituídas na época própria por espécies idênticas de bom porte e características sãs.

Na tabela 1 é apresentado um cronograma, onde se recomenda a execução dos diferentes tipos de trabalhos inerentes à manutenção de um jardim xerófilo com suculentas (Hewitt, 1993). Contudo os períodos de execução apresentados poderão apresentar alguma flexibilidade, uma vez que se encontram dependentes das condições climáticas e da fase do ciclo vegetativo em que o material se encontra.

**Tabela 1:** Cronograma com os trabalhos de manutenção do jardim xerófilo desértico ao longo do ano.

| Operações culturais         | Mês |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                             | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ |
| Retanchas                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Rega                        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Adubação                    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Sacha                       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Poda                        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Tratamentos fitossanitários |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Corte                       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Limpeza diversa             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

De notar que o cronograma apresentado não é algo intransigente, isto é, deve ser lido como uma espécie de linha orientadora das operações de trabalho, uma vez que há certas operações, como por exemplo os tratamentos fitossanitários ou as adubações, que podem ser realizadas noutras épocas do ano, além das apresentadas. A rega é outro exemplo clássico desta flexibilização, pois sempre que se verificarem sintomas de emurchecimento ou encharcamento, esta deverá ser ajustada na sua dotação e frequência, independentemente da altura do ano.

## V. Caso de estudo

De forma a evidenciar de uma forma mais pragmática tudo o que tem sido descrito ao longo desta dissertação, passará a ser apresentado um caso de estudo de um jardim xerófilo com suculentas xeromórficas, numa moradia unifamiliar privada, desenhado e construído pela autora desta dissertação em 2022. Neste pequeno jardim privado, a pedido do cliente, não se utilizou qualquer cactácea, uma vez que o jardim era frequentado por crianças.

O objetivo deste projeto passou pela reconversão de um antigo relvado (Figura 5.1), muito degradado, por questões relacionadas com a ineficiência do sistema de rega. Além disso, a questão da redução das necessidades hídricas e de manutenção do jardim foi outro factor que conduziu à conceção deste jardim xerófilo.

A pedido do cliente, esta proposta teve por base o conceito de contraste cromático, que estimulasse os sentidos através das diferentes cores. Era pretendido a recriação de uma paisagem árida, mas com recurso a um esquema variado de cores. Além disso, o jardim deveria contemplar uma zona de acesso à casa das máquinas de apoio à unidade de sauna e jacúzi.

A área de intervenção situa-se no sul de Portugal, na região do Algarve, no Sítio da Queijeira (Pechão), concelho de Olhão (Figura 5.2). A área alvo de intervenção tinha 153 m<sup>2</sup>, onde 51 m<sup>2</sup> correspondem a área edificada, nomeadamente uma unidade de sauna e casa de máquinas de apoio, de arquitetura tradicional algarvia. Com a crescente incidência de fenómenos climáticos extremos, consequência direta das alterações climáticas, esta, tal como toda a



**Figura 5.1:** Área de intervenção do projeto (antigo relvado, em avançado estado de degradação, e o resultado, após a execução do projeto (Fonte: Delisa Xarepe).



**Figura 5.2:** Localização da moradia unifamiliar onde o projeto deste jardim xerófilo foi executado (Fonte: Delisa Xarepe - Adaptado no software QGIS).

região algarvia, é uma área com tendência para um crescente índice de aridez e para o acentuar da escassez hídrica. Assim, era absolutamente fundamental, que esta proposta proporcionasse todas as condições para que a manutenção do espaço fosse adequada às condições climáticas do local.

A área de intervenção encontra-se limitada a Norte por outra propriedade unifamiliar, a Poente e a por uma estrada secundária (Caminho Belmonte de Cima) e a Nascente e sul por terrenos vizinhos com pomares de citrinos. Em termos legais, a área de intervenção não se encontra condicionada relativamente à Reserva Agrícola Nacional (RAN) e Reserva Ecológica Nacional (REN).

A área encontra-se sobre o aquífero M 10 – São João da Venda Quelfes, existindo um furo artesiano na propriedade, e a sua geologia caracteriza-se pela presença de Cambissolos crómicos calcários (SNIRH, 2023). Em termos pedológicos, predominam os solos Vct, ou seja, Solos Calcários vermelhos normais, de arenitos calcários (Kopp, 1989). Contudo, uma vez que a área de intervenção constituía um relvado, o tipo de solo já se encontra profundamente alterado, sendo à altura da obra, um solo franco, rico em matéria orgânica. Em termos pluviométricos, a área de intervenção caracteriza-se por uma precipitação anual média de 400 mm (IPMA, 2023), onde durante pelo menos três meses do ano verifica-se ausência de precipitação e temperaturas elevadas. Situa-se a 49 metros acima do nível medio das águas do mar, com relevo suave, encontrando-se entre as cotas 40 e 50 (Topographic map Portugal, 2023).

Ao longo desta propriedade é ainda possível observar o remanescente carácter agrícola, com algumas espécies do pomar de sequeiro algarvio, dispersas pelo terreno, como alfarrobeiras (*Ceratonia siliqua*), amendoeiras (*Prunus dulcis*), Oliveira (*Olea europaea*) e Figueira (*Ficus carica*), que ainda marca de forma predominante toda a paisagem envolvente.

Antes dos trabalhos de limpeza da área de intervenção identificaram-se os elementos vegetais presentes no local, nomeadamente 7 exemplares Bougainvilleas (*Bougainvillea spectabilis*), 1 exemplar de Nespereira (*Eriobotrya japonica*), 1 exemplar de Amendoeira (*Prunus dulcis*), 1 exemplar de Palmeira-moinho-de-vento-chinesa (*Trachycarpus fortunei*) e 2 exemplares de Cycas (*Cyca revoluta*). Também se procedeu à eliminação do sistema de rega por aspersão que existia no local, tendo sido encaminhado para operador licenciado. Não foi necessário qualquer tipo de modelação do terreno, nem qualquer operação de melhoramento do solo. Os trabalhos de limpeza foram essencialmente a remoção mecânica do relvado existente, com recurso a um

motocultivador, tendo estes sobrantes verdes sido encaminhados para operador licenciado.

Posteriormente toda a área de intervenção foi mobilizada por meio de uma lavoura, com recurso a um motocultivador, a uma profundidade de 0,30 m, com posterior uniformização de todo o terreno. Assim, foi possível melhorar a estrutura do solo, promovendo a sua descompactação e, por conseguinte, melhorar o desenvolvimento radicular. As covas de plantação foram cobertas como uma camada de 0,30m de substrato vegetal de qualidade, isento de infestantes e com adubo de libertação lenta (1:1:1).

Para o revestimento do solo utilizou-se seixo rolado do rio, nº 2 (15-30mm), bem lavado e isento de outros tipos de detritos, com uma espessura de 0,05 m. De notar que antes da aplicação dos diferentes tipos de revestimentos, foi aplicada uma tela anti-infestantes, em polipropileno, que reduz significativamente o aparecimento de espécies infestantes, reduzindo-se assim a necessidade de manutenção bem como da aplicação de herbicidas químicos. Para a delimitação da área de intervenção, conforme assinalados na planta de revestimentos e elementos construídos, foram executados perfis em aço corten. As chapas de aço corten com largura de 0,10m, espessura de 0,03m e comprimento variável, foram sujeitas ao um processo de oxidação, que lhes conferiu a sua cor típica castanha/avermelhada.

As plantações foram executadas segundo o Plano de Plantação (Anexo 1), tendo todo o material vegetal sido proveniente de um viveiro certificado. Todos os exemplares vegetais presentes no plano de plantação vieram em vaso, bem identificados e acompanhados dos respetivos passaportes fitossanitários, que comprovaram a sua origem e qualidade. No plano de plantação constam as seguintes espécies: *Aeonium arboreum* 'atropurpureum', *Aloe ferox*, *Aloe vera*, *Dracaena draco*, *Crassula ovata* 'gollum', *Echeveria* 'purple pearl', *Euphorbia ingens*, *Sedum nussbaumerianum*, *Sedum palmeri* e *Senecio serpens* (Figura 5.3). Tanto a *Dracaena draco* como a *Euphorbia ingens* foram utilizadas como elementos de enfoque, destacando-se no jardim pela sua forma escultural. Já as espécies de cobertura (*Sedum nussbaumerianum*, *Sedum palmeri* e *Senecio serpens*, impuseram ritmo no jardim, através dos blocos monoespecíficos que formaram.

A reinvenção dos jardins xerófilos no Algarve com recurso às suculentas xeromórficas

Em anexo (Anexo 1) encontram-se os diferentes planos técnicos deste projeto.



**Figura 5.3:** Elenco florístico utilizado neste projeto (da esquerda para a direita: *Aeonium arboreum* 'atropurpureum', *Aloe ferox*, *Aloe vera*, *Dracaena draco*, *Crassula ovata* 'gollum', *Echeveria* 'purple pearl', *Euphorbia ingens*, *Sedum nussbaumerianum*, *Sedum palmeri* e *Senecio serpens*) (Fonte: Delisa Xarepe e worldofsucculents.com).

## VI. Proposta de reconversão do jardim do Parque Subterrâneo do Levante, Olhão

Tal qual sucedeu com o caso de estudo apresentado nesta dissertação, o projeto agora apresentado, no âmbito da reconversão um espaço verde público urbano (Jardim do Parque Subterrâneo do Levante), no Município de Olhão, (Figura 6.1) numa fase de estudo prévio, visa evidenciar todos os conceitos e princípios teóricos expostos ao longo desta dissertação sobre jardins com suculentas. O projeto apresentado vai ao encontro das necessidades paisagistas do município de Olhão, inseridas no PIAAC-AMAL, sendo constituído pelas diferentes peças desenhadas inerentes à fase de estudo prévio, embora o maior foco resida no plano



**Figura 6.1:** Localização do Parque subterrâneo do Levante, Olhão, onde se propõe a reconversão do seu jardim para um jardim xerófilo (Fonte: Delisa Xarepe - Adaptado no software QGIS).

de plantação, pois o objetivo do município é a substituição das atuais áreas de prado por espécies de baixo consumo hídrico. Este projeto pretende apelar à grande potencialidade das suculentas na atual e futura conjuntura climática do Algarve, demonstrando as suas grandes vantagens estéticas e bioclimáticas. Apesar desta dissertação ser sobretudo teórica e de revisão bibliográfica, optou-se pela elaboração deste projeto, que, ao ser executado, será pioneiro ao nível nacional, pois pretende-se evidenciar de forma clara e pragmática tudo o que foi descrito e evidenciado ao longo da presente dissertação sobre jardins xerófilos com suculentas xeromórficas.

Este projeto foi inspirado no projeto *The Healing Gardens for Cedars-Sinai Medical Center*, em Los Angeles Califórnia (EUA), desenvolvido pelo gabinete de Arquitetura Paisagista *AHBE Landscape Architects*, cujo objetivo passava pela promoção de ambientes serenos para os pacientes desta unidade hospitalar, auxiliando assim na sua recuperação e, simultaneamente, recorrendo a vegetação bem adaptada às condições áridas do sul da Califórnia, estimando-se uma poupança anual de aproximadamente 106 000 m<sup>3</sup> de água (AHBE Landscape Architects, 2023).

Para além do objetivo principal de sustentabilidade hídrica, esta proposta de reconversão do jardim do Parque Subterrâneo do Levante tem como objetivo a desmistificação de ideias pré-concebidas sobre os jardins xerófilos com suculentas associadas à falta cor e de “vida” (Figura 6.2).



**Figura 6.2:** Esquiço de apoio à elaboração do plano de plantação (Fonte: Delisa Xarepe).

Através da sua implantação num projeto de âmbito público é possível dar a conhecer à população a versatilidade destas plantas, cujas cores e texturas despertam os sentidos dos utilizadores do espaço, bem como o seu interesse pelo usufruto do espaço. Além disso, a execução deste tipo de projeto constitui uma forma de educação ambiental para a população, alertando-a para a escassez hídrica que a região algarvia atravessa, evidenciando-se que é possível a presença de espaços verdes públicos de qualidade e simultaneamente ambientalmente sustentáveis. Como forma de demonstrar que as suculentas podem ser utilizadas em conjunto com outras espécies, compatíveis com as práticas de *Xeriscape*, serão também propostas outras espécies, como é o caso das Poáceas, conhecidas pelas pela sua capacidade de sobrevivência a condições extremas.

O presente projeto vai ao encontro do Plano Estratégico de Reabilitação Urbana de Olhão, cujo objetivo definido passa pela promoção da sustentabilidade do município, a longo prazo, através de um conjunto de medidas que envolvam os diferentes agentes económicos, sociais e ambientais (Município de Olhão, 2020), bem como com o Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Algarve, onde um dos objetivos é a “*diminuição das necessidades de água nos espaços verdes urbanos, através de vegetação mais adaptada*” (AMAL, 2019). No caso da cidade de Olhão, 10% de toda a água municipal é alocada para a rega de espaços verdes, um gasto que se pretende diminuir.

### **Enquadramento e estratégia de intervenção**

O Parque Subterrâneo do Levante assume uma posição central na cidade de Olhão, uma vez que se encontra perto da zona ribeirinha da cidade e centro histórico, ambos importantes pontos turísticos. O facto de constituir um estacionamento subterrâneo, numa

das zonas mais movimentadas da cidade, e de se localizar paralelamente a uma zona comercial (Supermercado Pingo-Doce), faz com que a sua afluência seja constante, o que, por conseguinte, confere especial importância ao jardim, situado no seu topo, dividido em oito zonas verdes e uma zona de cafetaria. Assim, este espaço verde constitui uma área de estadia e lazer de grande importância no contexto urbano. Contudo, atualmente este espaço verde, constituído maioritariamente por zonas de relvado (com usufruição reduzida), apresenta alguma degradação

(Figura 6.3), na sequência da ativação do plano de contingência para água, onde se cessou a rega dos espaços verdes públicos a partir do dia 15 de julho de 2022. Visto que, de acordo com vários cenários climáticos, anteriormente indicados, estes episódios de seca vão ser cada vez mais frequentes e severos. Assim, esta proposta visa a reconversão deste espaço verde, mantendo a



**Figura 6.3:** Prado degradado no Parque Subterrâneo do Levante, Olhão (Fonte: Delisa Xarepe).

sua importante função de zona de estadia e lazer à população, porém numa visão mais sustentável, com vegetação adaptada a condições de aridez extrema, como é o caso das suculentas, que por sua vez vai ao encontro das medidas definidas no PIAAC-AMAL. Por forma a conferir coerência a esta proposta, com as restantes áreas verdes adjacentes, objeto de ações de renovação urbana, tomou-se por princípio orientador o Programa Estratégico de Reabilitação Urbana de Olhão, a base da requalificação desses espaços verdes, recuperando-se parte do desenho e materiais empregues, embora adaptando-os e interpretando-os face às necessidades atuais.

Para a estratégia de requalificação deste espaço estabelecem-se as seguintes premissas, critérios e objetivos:

- Abordagem holística ao espaço, enquanto parte integrante da cidade, com novos valores, conferidos pelos projetos na envolvência, contribuindo para a valorização global;
- Recuperação do espaço (vegetação e cobertura de solo) tendo em conta a identidade do lugar e o projeto original, promovendo uma adaptação às necessidades atuais, através de uma reinterpretação das intenções e utilização de materiais compatíveis com os existentes;

A reinvenção dos jardins xerófilos no Algarve com recurso às suculentas xeromórficas

- Promoção da adaptação dos espaços verdes públicos do município de Olhão às alterações climáticas;
- Promoção da educação ambiental, sensibilizando a população para a problemática da escassez hídrica no Algarve, através de vegetação alternativa, mais sustentável, nos espaços verdes da cidade.

### **Evolução histórica e situação atual**

A área de intervenção deste projeto corresponde à “Unidade de Intervenção 2” (Figura 6.4), do Programa Estratégico de Reabilitação Urbana de Olhão, tendo surgido no início do século XX, dando lugar à zona húmida existente, na sequência da expansão industrial da época. A sua localização estratégica estabelecia a ligação entre a zona ribeirinha e do porto de pesca, com a área contígua ao centro histórico.

Na periferia desta área de intervenção encontram-se importantes equipamentos da cidade, como o auditório municipal, o conservatório de Olhão, a autoridade marítima e polícia marítima, a GNR, zonas comerciais e o único parque de estacionamento subterrâneo na cidade. Além disso, ocorrem ainda na envolvente próxima, inúmeras antigas fábricas, que evidenciam a memória da antiga indústria conserveira de Olhão.



**Figura 6.4:** Delimitação da Unidade de Intervenção 2 (6,98ha), inserida no Programa Estratégico de Reabilitação Urbana de Olhão (Fonte: Município de Olhão 2020).

### **Análise biofísica, cultural e legal**

Esta área de intervenção (Anexo 2 - Peça desenhada nº1) encontra-se delimitada a Nascente pela Rua da Conserveira, a Poente pela Rua Manuel Tomé Viegas Vaz, a Norte pela Rua Francisco Menezes e a Sul pela superfície comercial.

A área de intervenção situa-se no sul de Portugal, na região do Algarve, na cidade de Olhão, concelho de Olhão, abrangendo uma área de 6389,54 m<sup>2</sup>, onde 1780,88 m<sup>2</sup> correspondem à zona verde arrelvada, estando inserida numa unidade de estacionamento subterrâneo municipal e unidade comercial.

Em termos pedológicos, a presente área de intervenção encontra-se sobre uma antiga zona húmida dominada por solo Halomórficos, alvo de operações de aterro, no início do século passado, que conduziram à criação de cerca de 20 ha de zona urbana, maioritariamente ocupadas pela indústria da pesca (Município de Olhão, 2020). Em termos pluviométricos, a área de intervenção caracteriza-se por uma precipitação anual média de 400 mm (IPMA, 2023), onde durante pelo menos três meses do ano verifica-se ausência de precipitação e temperaturas elevadas. Situa-se a 3 metros acima do nível médio das águas do mar, com relevo suave, encontrando-se entre as cotas 0 e 10 (Topographic map Portugal, 2023). O declive é suave (0%-2%), à exceção da entrada para o estacionamento, onde o declive é de 12%. Os ventos dominantes nesta área são provenientes do Sudoeste e Oeste, entre março e setembro, carregando brisas frescas provenientes do mar. Já entre outubro e fevereiro, predominam os ventos do Norte caracterizados por serem particularmente fortes, frios e húmidos (IPMA, 2023)

Em termos de Capacidade de Uso do Solo verifica-se apenas a existência da classe E, ou seja, a sua capacidade de uso é muito baixa, com limitações muito severas, riscos de erosão muito elevados, não suscetível de uso agrícola (DGADDR, 1974).

A vegetação presente no local é apenas ornamental, contando com elementos arbóreos (*Celtis australis*), palmáceas (*Chamaerops humilis*) e prados permanentes de 80% *Festuca arundinacea* com 20% *Poa pratensis* (situação que não corresponde à realidade atual, tendo presente o domínio de infestantes).

Relativamente às condicionantes legais, esta área encontra-se classificada como Espaço Urbano Estruturante, ou seja, malhas urbanas com ocupação edificada consistente, dispondo de infraestruturas urbanísticas e de equipamentos e serviços com fins predominantemente habitacionais, podendo integrar outras funções, como atividades terciárias, indústria ou turismo, desde que, pelas suas características, sejam compatíveis com a função habitacional (Município de Olhão, 2020).

### **Plano de medidas cautelares**

A peça desenhada nº 3 – Planta de Medidas Cautelares (Anexo 2) permite a verificação de todas as medidas cautelares e trabalhos preparatórios. Na base dos trabalhos preparatórios está o pressuposto de que a intervenção neste espaço deve ser efetuada de forma a salvaguardar todos os elementos válidos presentes no local, discriminados na peça desenhada nº 3 (Anexo 2).

As medidas cautelares incluem a vedação da área de intervenção, de forma a garantir a não intrusão de pessoal não autorizado na obra, a delimitação da zona de estaleiro, de forma a guardar todos os materiais e maquinaria no decorrer da obra e a proteção de toda a vegetação a manter, efetuando podas de limpeza, quando necessário, de forma a permitir a circulação de máquinas e equipamentos no decorrer da obra, além de estarem definidas as zonas de passagem de maquinaria. O prado permanente presente será eliminado e posteriormente preparado para os trabalhos de plantação.

### **Proposta**

De acordo com Baljon, (1992) o desenho, antes de representar o projeto final corresponde, genericamente, a uma superfície constituída por várias unidades, que correspondem a pontos, linhas e planos. A presente proposta parte das existências presentes no local de intervenção, mantendo as linhas gerais do desenho original, porém recorre a uma abordagem mais sustentável ao nível da vegetação, propondo as suculentas xeromórficas como opção mais adaptada às condições climáticas presentes e futuras do local. O desenho original representa claramente uma abordagem formal, com linhas e eixos bem marcados e definidos, remetendo para a arquitetura cubista, que muito caracteriza a cidade de Olhão. Nesta proposta de reconversão deste espaço verde optou-se por uma conceção mais informal, utilizando-se a própria vegetação para a criação de um traçado mais orgânico, com linhas sinuosas e algum relevo, através de pequenas modelações no terreno. A criação destas zonas de relevo não só confere mais naturalidade ao projeto, como também faz alusão ao sistema dunar, característico das ilhas do concelho, reconhecendo-se assim a identidade do espaço. Além disso, a génese do desenho do traçado orgânico desta proposta são os pequenos ilhéus da Ria Formosa, em Olhão, que foram delimitados e posteriormente transportados para o desenho, através da visualização de ortofotomapas. Esta base não só é muito similar ao ambiente natural das suculentas, como também busca procurar a identidade do lugar.

A abordagem considerada neste desenho teve também em conta a análise dos diferentes pontos de vista, uma vez que esta área verde pode ser observada tanto ao nível do solo, por transeuntes, como ao nível superior, pelos moradores dos prédios paralelos ao local. Assim, analisaram-se os diferentes pontos de vistas através dos quais o projeto pode ser observado, nomeadamente:

A reinvenção dos jardins xerófilos no Algarve com recurso às suculentas xeromórficas

- **Ângulo de observação ao nível do solo** – é possível observar diferentes padrões, cores e formas ao nível do conjunto de plantas selecionadas. Espécies com cores vivas e formas arrojadas são particularmente fáceis de identificar neste ângulo;
- **Ângulo de observação superior** – padrões, formas arrojadas e grandes grupos de plantas. É possível observar a narrativa do espaço.

Para se obter uma paisagem complexa e valorizada, mas simultaneamente coerente de fácil compreensão, recorreu-se à combinação de espécies, em blocos monoespecíficos, pois em espaço urbano este tipo de combinação contrasta positivamente com o edificado, criando impacto visual (Figura 6.5). Também se recorreu à formação de blocos de espécies de cobertura, de forma a criar a ilusão de prado. As suculentas de cobertura, como por exemplo os *Sedum* sp. são uma opção mais sustentável para substituir os prados ornamentais, cujo uso extensivo em países de clima mediterrânico muito suscetíveis aos efeitos das alterações climáticas, como Portugal, tem de gradualmente diminuir.



**Figura 6.5:** Perspetiva de um de um dos canteiros reconvertidos (Fonte: Delisa Xarepe).

A vegetação xerófila (suculentas xeromórficas) é a fundamentação de toda esta proposta, uma vez que o objetivo é a obtenção de um espaço verde público mais sustentável, resiliente e adaptado às alterações climáticas (Figura 6.6).

Para além deste objetivo estar em consonância com as medidas estipuladas pelo PIAAC, vai ainda ao encontro dos interesses da Câmara Municipal de Olhão em reduzir os gastos com a manutenção dos espaços verdes públicos. Utilizando a metodologia



**Figura 6.6:** Perspetivas de alguns dos canteiros após a reconversão (Fonte: Delisa Xarepe).

desenvolvida por Piet Oudolf (Oudolf & Kingsbury, 2005) o processo inicia-se com a elaboração de um plano de plantação coerente, através da seleção de todas as espécies não invasoras possíveis de integrar o plano de plantação, provenientes de livros de referência e catálogos de viveiros certificados, para que o projetista possa ser confrontado com espécies que poderia não ter em consideração, o que por conseguinte fomenta a sua criatividade. Posteriormente, a partir desta primeira lista, criaram-se duas outras listas, mais reduzidas, em função de critérios ecológicos e critérios estéticos, sendo que os critérios ecológicos devem ser elaborados sem primeiro lugar, uma vez que são as necessidades ecológicas que determinam o sucesso da plantação no longo prazo. Esta abordagem permite ao nível do projeto (Oudolf & Kingsbury, 2005):

- Prever se estes estarão de acordo com a utilização do lugar e as expectativas do público;
- Planear combinações de cor;
- Antever o tipo de estrutura que a plantação terá.

Como tem sido referido ao longo desta dissertação, as características fenotípicas das suculentas permitem a combinação de plantas em função da sua estrutura, textura e cor, criando-se um equilíbrio entre o contraste, que gera estímulo visual, e a harmonia, que gera sentimentos de calma (Oudolf & Kingsbury, 2005). Neste caso em concreto, na escolha da vegetação, para além do indicador ecológico “tolerância ao *stress hídrico*” recorreu-se aos seguintes indicadores:

- Formas peculiares que pela sua natureza podem criar interesse paisagístico, tais como o *Cereus forbesii* 'spiralis', com a sua forma espiralada, ou o *Myrtillocactus geometrizans* 'cistatus', que forma uma crista arquitetónica em forma de leque;

A reinvenção dos jardins xerófilos no Algarve com recurso às suculentas xeromórficas

- Formas verticais, cuja principal função é despertar a atenção através das interrupções que promovem, tais como as formas colunares dos catos *Pilosocereus azureus* ou *Echinopsis pachanoi*;
- Formas características, como as rosetas das *Yucca* sp., dos *Sedum* sp. ou das *Echeveria* sp., que conferem algum dramatismo cénico;
- Formas arredondadas, que criam uma sensação de calma, sobretudo se repetidas, como é o caso do *Graptopetalum amethystinum* ou *Echinopsis subdenudata*;

O desenho deste plano de plantação (Anexo 2 – Peça desenhada nº 7) iniciou-se com as plantas estruturantes (que sustentam interesse durante a maior parte da estação de crescimento sem competirem umas com as outras, devido às suas características fenotípicas), que quando repetidas irregularmente proporcionam uma plantação naturalista, com ritmo e coerência, trabalhando-se posteriormente as plantas de preenchimento (a cor é a sua maior contribuição para a caracterização do espaço) e de dispersão (normalmente são mais eficazes quando usadas extensivamente) (Figura 6.7).









**Figura 6.7:** Corte esquemático de um dos canteiros (Fonte: Delisa Xarepe).

Para além das suculentas, optou-se por considerar igualmente algumas espécies de Poáceas neste projeto, pois estas, pela suas cores e texturas suaves são muito úteis a unir grupos de plantas, além de fazer uma ligação direta com o Jardim Patrão Joaquim







Lopes, próximo do local e recentemente alvo de renovação (Anexo 2 – Peça desenhada nº 7). Na Tabela 2, é possível aferir o elenco florístico selecionado para este projeto, bem como alguns dados relevantes dessas espécies. Outro detalhe também relevante na conceção deste desenho foram as cores, optando-se pela utilização de cores complementares (i.g. azul e laranja), análogas (i.g. laranja e vermelho) e em combinação tríades (i.g. azul, verde e laranja). De acordo com a teoria da psicologia das cores quentes remetem para sensações de entusiasmo e alegria, enquanto as cores frias remetem para sensações de tranquilidade e equilíbrio (Elliot, 2015). Assim, tendo em conta este factor, tal como é possível aferir na peça desenhada nº 7 (Plano de plantação) nas zonas de estadia, como é o caso da esplanada do café presente no local, optou-se pela combinação de cores análogas frias, de forma a promover um ambiente tranquilo de estadia. Já nas zonas de passagem, procurou-se a utilização de cores complementares em combinadas em tríade, sobretudo quentes, de forma a promover a curiosidade dos transeuntes e utilizadores do espaço.

A reinvenção dos jardins xerófilos no Algarve com recurso às suculentas xeromórficas







**Tabela 2:** Listagem do material vegetal para o jardim xerófilo do Parque Subterrâneo do Levante.

| Imagem  | Nome científico / nome comum                                   | Origem         | Altura (H) /diâmetro (Ø) | Solos                                   | Luminosidade            | Observações  |
|---|--|----------------|--------------------------|---|-------------------------|--|
|    | <i>Aeonium arboreum</i> 'atropurpureum'<br>(Aeonium-negro)     | Ilhas Canárias | H. 2,00m<br>Ø 1,50m      | Solos pobres e bem drenados             | Sol pleno / meia sombra | . Temperatura até 5 – 38°C;<br>. Tolerância a ventos salinos;        |
|    | <i>Aeonium canariensis</i><br>(Bejeque)                        | Ilhas Canárias | H. 0,70m<br>Ø 0,35m      | Solos pobres e bem drenados             | Sol pleno / meia sombra | . Temperatura até 5 – 38°C;<br>. Tolerância a ventos salinos;        |
|    | <i>Agave attenuata</i><br>(Agave-dragão)                       | México         | H. 1,20m<br>Ø 1,00m      | Solos bem drenados, ligeiramente ácidos | Sol pleno /meia sombra  | . Não tolera temperaturas inferiores a – 2°C;                        |
|    | <i>Agave desmettiana</i> 'variegata'<br>(Agave-liso variegado) | México         | H. 1,20m<br>Ø 1,00m      | Solos bem drenados, ligeiramente ácidos | Sol pleno /meia sombra  | . Não tolera temperaturas inferiores a – 6°C;                        |
|   | <i>Agave parryi</i><br>(Agave-parri)                           | México         | H. 0,60m<br>Ø 1,00m      | Solos bem drenados e pedregosos         | Sol pleno /meia sombra  | . É a mais rústica das agaváceas, tolerando temperaturas até – 20°C; |
|  | <i>Agave victoriae-reginae</i><br>(Agave-da-Rainha-Vitória)    | México         | H. 0,30m<br>Ø 0,50m      | Solos bem drenados e pedregosos         | Sol pleno /meia sombra  | . Não tolera temperaturas inferiores a – 10°C;                       |







A reinvenção dos jardins xerófilos no Algarve com recurso às suculentas xeromórficas

| Imagem  | Nome científico / nome comum                 | Origem                              | Altura (H) /diâmetro (Ø) | Solos                                   | Luminosidade           | Observações  |
|---|--|-------------------------------------|--------------------------|---|------------------------|--|
|    | <i>Aloe ferox</i><br>(Aloé-do Cabo)          | África do Sul                       | H. 3,00m<br>Ø 1,00m      | Solos bem drenados, ligeiramente ácidos | Sol pleno              | . Não tolera geadas;   |
|    | <i>Aloe peglerae</i><br>(Fez-aloeé)          | África do Sul                       | H. 0,40m<br>Ø 0,40m      | Solos bem drenados, ligeiramente ácidos | Sol pleno              | . Não tolera geadas;   |
|    | <i>Aloe polyphylla</i><br>(Aloé-espiral)     | África do Sul                       | H. 0,30m<br>Ø 0,60m      | Solos bem drenados, ligeiramente ácidos | Sol pleno              | . Tolerar temperaturas até -12°C no estado adulto;<br>. A forma espiralada tende a desaparecer em condições de sombra; |
|    | <i>Aloe striata</i><br>(Aloé-coral)          | África do Sul                       | H. 0,45m<br>Ø 1,00m      | Solos bem drenados, ligeiramente ácidos | Sol pleno              | Não tolera geadas;   |
|   | <i>Aloe vera</i><br>(Babosa)                 | Norte de África                     | H. 0,60m<br>Ø 1,00m      | Solos bem drenados, ligeiramente ácidos | Sol pleno /meia sombra | Não tolera geadas;   |
|  | <i>Aloidendron barberae</i><br>(Aloé-aljava) | África do Sul e Norte de Moçambique | H. 18,0m<br>Ø 3,00m      | Solos bem drenados, ligeiramente ácidos | Sol pleno              | . Não tolera geadas;<br>. Crescimento de até 30cm/ano, sob condições favoráveis;                                       |

A reinvenção dos jardins xerófilos no Algarve com recurso às suculentas xeromórficas

| Imagem  | Nome científico / nome comum                      | Origem        | Altura (H) /diâmetro (Ø)        | Solos                                   | Luminosidade            | Observações   |
|---|---|---------------|---------------------------------|---|-------------------------|---|
|    | <i>Beaucarnea recurvata</i><br>(Pata-de-elefante) | México        | H. 15,0m<br>Ø 3,00m             | Solos bem drenados                      | Sol pleno / meia sombra | . Crescimento lento;<br>. Não tolera temperaturas inferiores a – 7°C; |
|    | <i>Cereus spiralis</i><br>(Cato-espiral)          | Perú          | H. 4,00m<br>Ø 0,15m             | Solos pobres e bem drenados             | Sol pleno               | . Não tolera temperaturas inferiores a – 2°C;                         |
|    | <i>Crassula marnieriana</i><br>(Colar-de-jade)    | África do Sul | H. 0,25m<br>Ø 0,40m             | Solos bem drenados, ligeiramente ácidos | Sol pleno               | . Não tolera temperaturas inferiores a – 5°C;                         |
|    | <i>Crassula ovata</i><br>(Jade)                   | África do Sul | H. 2,50m<br>Ø 1,50m             | Solos bem drenados,                     | Sol pleno               | . Não tolera temperaturas inferiores a – 6°C;                         |
|   | <i>Dasylirion acrotrichum</i><br>(Rabo-de-dragão) | México        | H. 0,40 - 1,80<br>Ø 0,40 – 0,60 | Solos bem drenados e pedregosos         | Sol pleno               | . Tolerar temperaturas entre os - 6° e os 50°C;                       |
|  | <i>Dracaena draco</i><br>(Dragoeiro)              | Macaronésia   | H. 15,0m<br>Ø 3,00m             | Solos bem drenados                      | Sol pleno               | . Crescimento lento;<br>. Não tolera temperaturas inferiores a – 5°C; |







A reinvenção dos jardins xerófilos no Algarve com recurso às suculentas xeromórficas

| Imagem  | Nome científico / nome comum                            | Origem   | Altura (H) /diâmetro (Ø) | Solos                           | Luminosidade            | Observações                                   |
|---|---|--|--------------------------|---------------------------------|-------------------------|---|
|    | <i>Echeveria</i> 'can can'<br>(Bola-de-neve-mexicana)   | Híbrido  | H. 0,20m<br>Ø 0,30m      | Solos bem drenados              | Sol pleno / meia sombra | . Não tolera geadas;                          |
|    | <i>Echeveria</i> 'mandala'<br>(Mandala)                 | Mutação de <i>Echeveria gibiflora</i> 'metálica' | H. 0,30m<br>Ø 0,20m      | Solos bem drenados              | Sol pleno / meia sombra | . Não tolera geadas;                          |
|    | <i>Echeveria</i> 'pearle von nurnberg'<br>(Pérola-roxa) | Híbrido  | H. 0,20m<br>Ø 0,30m      | Solos bem drenados              | Sol pleno               | . Não tolera geadas;                          |
|    | <i>Echeveria agavoides</i><br>(Rosa-de-pedra-estrela)   | México   | H. 0,20m<br>Ø 0,30m      | Solos bem drenados              | Sol pleno               | . Não tolera geadas;                          |
|   | <i>Echeveria elegans</i><br>(Rosa-de-pedra)             | México   | H. 0,30m<br>Ø 0,20m      | Solos bem drenados              | Sol pleno /meia sobra   | . Não tolera temperaturas inferiores a – 3°C; |
|  | <i>Echinocactus grusonii</i><br>(Cadeira-de-sogra)      | México   | H. 1,00m<br>Ø 1,00m      | Solos bem drenados e pedregosos | Sol pleno               | . Crescimento lento;                          |







A reinvenção dos jardins xerófilos no Algarve com recurso às suculentas xeromórficas

| Imagem  | Nome científico / nome comum                             | Origem  | Altura (H) /diâmetro (Ø) | Solos                                 | Luminosidade               | Observações                                    |
|---|--|---|--------------------------|---------------------------------------|----------------------------|--|
|    | <i>Echinopsis pachanoi</i><br>(Cato-São-Pedro)           | Argentina,<br>Bolívia,<br>Chile,<br>Equador e<br>Perú | H. 3,00m<br>Ø 0,15m      | Solos bem<br>drenados e<br>pedregosos | Sol pleno                  | . Não tolera temperaturas inferiores a – 12°C; |
|    | <i>Echinopsis subdenudata</i><br>(Lírio-da-Páscoa)       | Bolívia   | H. 0,10m<br>Ø 0,20m      | Solos bem<br>drenados e<br>pedregosos | Sol pleno                  | . Não tolera temperaturas inferiores a – 7°C;  |
|    | <i>Espostoa lanata</i><br>(Velho-peruviano)              | Sul Equador e<br>do Norte Perú                        | H. 7,00m<br>Ø 0,20m      | Solos bem<br>drenados e<br>pedregosos | Sol pleno                  | . Não tolera temperaturas inferiores a – 12°C; |
|    | <i>Euphorbia resinifera</i><br>(Erva-de-Santa-Luzia)     | Marrocos  | H. 0,60m<br>Ø 2,00m      | Solos bem<br>drenados                 | Sol pleno                  | . Não tolera geadas;                           |
|   | <i>Euphorbia tirucalli</i><br>(Dedo-do-diabo)            | Continente<br>africano                                | H. 5,00m<br>Ø 2,00m      | Solos bem<br>drenados                 | Sol pleno / meia<br>sombra | . Tolerante a ventos salinos;                  |
|  | <i>Graptopetalum amethystinum</i><br>(Dedo-de-moça-rosa) | México  | H. 0,15m<br>Ø 0,30m      | Solos bem<br>drenados                 | Sol pleno / meia<br>sombra | . Excelente planta de<br>cobertura;            |







A reinvenção dos jardins xerófilos no Algarve com recurso às suculentas xeromórficas

| Imagem  | Nome científico / nome comum   | Origem   | Altura (H) /diâmetro (ø) | Solos                                 | Luminosidade               | Observações                                      |
|---|--|--|--------------------------|---------------------------------------|----------------------------|--|
|    | <i>Kalanchoe luciae</i><br>(Folha-da-fortuna)                              | África do Sul,<br>Moçambique,<br>Zimbabué e<br>Suazilândia | H. 0,60m<br>Ø 0,30m      | Solos bem<br>drenados                 | Sol pleno / meia<br>sombra | . Não tolera temperaturas<br>inferiores a – 2°C; |
|    | <i>Marginatocereus marginatus</i><br>(Mandacaru-de-pérola)                 | México   | H. 4,00m<br>Ø 0,20m      | Solos bem<br>drenados                 | Sol pleno / meia<br>sombra | . Não tolera temperaturas<br>inferiores a – 4°C; |
|    | <i>Myrtillocactus geometrizans</i> 'cristatus'<br>(Cato-mirtilo-monstroso) | Híbrido  | H. 4,50m<br>Ø 5,00 m     | Solos bem<br>drenados                 | Sol pleno                  | . Não tolera temperaturas<br>inferiores a 0°C;   |
|    | <i>Notocactus magnificus</i><br>(Cato-parodia)                             | Sul do Brasil  | H. 0,20m<br>Ø 0,20m      | Solos<br>pedregosos e<br>bem drenados | Sol pleno                  | . Não tolera geadas;                             |
|   | <i>Opuntia microdasys</i> 'albata'<br>(Orelhas-de-coelho)                  | México   | H. 0,60m<br>Ø 1,50m      | Solos bem<br>drenados                 | Sol pleno                  | . Não tolera temperaturas<br>inferiores a - 5°C; |
|  | <i>Pilosocereus azureus</i><br>(Cato-azul)                                 | Sul do Brasil  | H. 4,50m<br>Ø 0,20m      | Solos bem<br>drenados                 | Sol pleno                  | . Não tolera temperaturas<br>inferiores a - 4°C; |

A reinvenção dos jardins xerófilos no Algarve com recurso às suculentas xeromórficas

| Imagem  | Nome científico / nome comum   | Origem                         | Altura (H) /diâmetro (Ø) | Solos                       | Luminosidade            | Observações  |
|---|--|--------------------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------|--|
|    | <i>Portulacaria Afra</i><br>(Arbusto-elefante)                       | África do Sul                  | H. 5,00m<br>Ø 2,00m      | Solos bem drenados          | Sol pleno / meia sombra | . Não tolera geadas;                                     |
|    | <i>Portulacaria afra</i> 'variegata'<br>(Arbusto-elefante variegado) | África do Sul                  | H. 0,40m<br>Ø 2,00m      | Solos bem drenados          | Sol pleno / meia sombra | . Não tolera geadas;<br>. Excelente planta de cobertura; |
|    | <i>Sansevieria cylindrica</i><br>(Lança-de-São-Jorge)                | Angola,<br>Zâmbia,<br>Zimbabué | H. 1,50m<br>Ø 0,50m      | Solos bem drenados          | Sol pleno / meia sombra | . Não tolera geadas;                                     |
|    | <i>Sedum burritum</i><br>(Rabo-de-burro)                             | México                         | H. 0,20m<br>Ø 0,90m      | Solos bem drenados          | Sol pleno               | . Não tolera geadas;<br>. Excelente planta de cobertura; |
|   | <i>Sedum clavatum</i><br>(Sedum-azul)                                | México                         | H. 0,20m<br>Ø 0,60m      | Solos bem drenados          | Sol pleno               | . Não tolera geadas;<br>. Excelente planta de cobertura; |
|  | <i>Sedum multiceps</i><br>(Suculenta-pompom)                         | Argélia                        | H. 0,20m<br>Ø 0,60m      | Solos pobres e bem drenados | Sol pleno               | . Não tolera geadas;<br>. Excelente planta de cobertura; |

A reinvenção dos jardins xerófilos no Algarve com recurso às suculentas xeromórficas

| Imagem  | Nome científico / nome comum                                   | Origem                               | Altura (H) /diâmetro (Ø) | Solos                           | Luminosidade | Observações  |
|---|--|--------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------|--|
|    | <i>Sedum nussbaumerianum</i><br>(Sedum-cobre)                  | México                               | H. 0,20m<br>Ø 0,60m      | Solos bem drenados              | Sol pleno    | . Não tolera geadas;<br>. Excelente planta de cobertura;                   |
|    | <i>Sedum rubrotinctum</i><br>(Sedum-rubro)                     | México                               | H. 0,20 m<br>Ø 0,60 m    | Solos bem drenados              | Sol pleno    | . Não tolera geadas;<br>. Excelente planta de cobertura;                   |
|    | <i>Senecio serpens</i><br>(Giz-azul)                           | África do Sul                        | H. 0,20m<br>Ø 0,80m      | Solos bem drenados              | Sol pleno    | . Não tolera geadas;<br>. Excelente planta de cobertura;                   |
|    | <i>Yucca elephantipes</i><br>(Pata-de-elefante)                | América Central                      | H. 10,0m<br>Ø 4,50m      | Solos pobres e bem drenados     | Sol pleno    | . Tolerante a ventos salinos;<br>. Não tolera temperaturas inferiores 0°C; |
|   | <i>Yucca filamentosa</i><br>'color guard'<br>(Aguilha-de-Adão) | Sul e sudeste dos EUA                | H. 3,00m<br>Ø 1,50m      | Solos bem drenados              | Sol pleno    | . Tolerante a ventos salinos;  |
|  | <i>Yucca rostrata</i><br>(Yuca-palemira)                       | Norte do México,<br>Sudoeste dos EUA | H. 4,50m<br>Ø 1,00m      | Solos pedregosos e bem drenados | Sol pleno    | . Não tolera temperaturas inferiores -18°C;                                |

Para o revestimento dos canteiros está indicada a utilização de brita nº 1 (9,5-19mm), bem lavada e isente de outros tipos de detritos e casca de pinheiro 25/40 mm para o revestimento do solo de 0,05 m de espessura (Anexo 2- Peça desenhada nº 6). Para além da sua função estética, que reproduzem sobretudo a paisagem tipicamente associada às suculentas, estes revestimentos têm ainda a função de conservar a humidade no solo, o que posteriormente se revelará importante na gestão hídrica do espaço verde. De notar que antes da aplicação dos diferentes tipos de revestimentos, será aplicada uma tela anti-infestantes, em polipropileno, que impede significativamente o aparecimento de espécies infestantes, reduzindo a necessidade de manutenção e de aplicação de herbicidas. É também proposto a colocação de pedras decorativas da região (rocha calcária) horizontalmente, conferindo um cenário mais natural ao espaço.

De modo a apelar carácter pedagógico deste projeto, é proposta a colocação estratégica de painéis informativos, em cada um dos 7 canteiros, bem como nas 4 caldeiras elevadas, com a descrição sumária de cada uma das espécies de suculentas ali presentes. Assim, é possível para qualquer indivíduo disfrutar e apreender simultaneamente, os objetivos inerentes à conceção deste espaço verde.

Relativamente à questão da iluminação, existe no local iluminação pública. Porém, são propostos focos de luz estrategicamente direcionados para zonas de maior interesse, como por exemplo os espécimes de maior porte *Dracaena draco* L. e *Beaucarnea recurvata* Lem., promovendo a sua visibilidade durante a noite (Anexo 2 - Peça desenhada nº 6).

Relativamente à segurança no jardim, é proposta a colocação de várias placas dissuasoras de atos de vandalismo. Ainda que tenha sido tido em conta a não colocação de espécies passíveis de causar danos, junto às zonas de circulação e de não ser permitida a circulação dentro dos canteiros, a colocação destas placas é imprescindível, pois vão dissuadir os visitantes de se aproximarem de espécies com espinhos, bem como dissuadir de possíveis atos de vandalismo.

Apesar das suculentas estarem perfeitamente adaptadas a condições de aridez e de teoricamente não necessitarem de rega, a necessidade hídrica é um aspeto a considerar, principalmente, na fase de estabelecimento, aquando da plantação, sendo necessário uma rega abundante que mantenha a humidade no solo e promova o desenvolvimento radicular. Neste caso em concreto, a rega funciona como medida adicional de segurança, de carácter esporádico, efetuadas sobretudo nos meses estivais, de forma a manter o vigor

A reinvenção dos jardins xerófilos no Algarve com recurso às suculentas xeromórficas

e aspeto luxuriante das plantas. Como tal, é proposto um sistema de rega automático do tipo gota-a-gota, dividida em 7 sectores, com gotejadores de 2L/h.

Em anexo (Anexo 2) encontram-se todas as peças desenhadas deste projeto, nomeadamente:

- 01 - Planta de Localização;
- 02 - Planta Geral de Intervenção;
- 03 - Planta de Medidas Cautelares;
- 04 - Planta de Modelação do terreno, Altimetria e Drenagem;
- 05 - Planta de Planimetria;
- 06 - Plana de revestimentos;
- 07 - Planta de Plantação;
- 08 - Pormenorização construtiva;

## Conclusões

As alterações climáticas estão a promover uma mudança de paradigma nas intervenções paisagistas, tornando-se imperativo a conceção de espaços verdes adaptados ao local, apelando ao *Genius loci*, e não o contrário, algo que infelizmente se tem verificado não só na região do Algarve, mas um pouco por toda a bacia mediterrânea. Uma gestão sustentável dos recursos hídricos, é algo que terá forçosamente de ser aprimorado no curto prazo de forma a garantir a sua manutenção para as gerações vindouras. Dentro do rol de diferentes agentes que podem intervir nesta área, o arquiteto paisagista assume uma posição bastante relevante, uma vez que a sua intervenção irá influenciar de forma direta todo o processo, desde o planeamento e conceção até à manutenção dos espaços verdes. Assim, a intervenção do arquiteto paisagista deve ser fundamentada na sustentabilidade e adaptabilidade do lugar, ou seja, garantir uma afetação dos recursos de modo que gerações futuras possam também usufruir deles e garantir a capacidade de resposta do espaço a novas circunstâncias.

Os jardins xerófilos com recurso às suculentas xeromórficas, constituem uma opção compatível com os cenários de alterações climáticas para o Algarve. O reconhecimento deste grupo de plantas na mitigação às alterações climáticas irá promover não só uma maior investigação ao nível académico, como também a sua disseminação nos projetos de arquitetura paisagista. As suculentas xeromórficas, com os seus mecanismos de armazenamento de água, são um recurso potencialmente relevante para a gestão dos recursos hídricos ao nível dos espaços verdes, podendo ser utilizadas na reconversão xerófila desses espaços, promovendo assim a sua adaptação a um clima mais seco e com episódios de secas mais frequentes e prolongadas.

As suculentas constituem uma adição valiosa às práticas paisagistas atuais e futuras no Algarve, sendo possível reconhecer o seu potencial na criação de espaços esteticamente satisfatórios e mais sustentáveis ao nível da gestão dos recursos hídricos, tendo presente que a água será um recurso cada vez mais escasso. Apesar de ainda existir alguma relutância por parte dos profissionais da área na utilização das suculentas nos seus projetos, bem como algumas ideias estigmatizadas, na generalidade da população, é muito provável que a aceitação destas espécies, no Algarve, melhore gradualmente, à medida que este tipo de projetos paisagistas se tornem mais comuns. A falta de conhecimento, tanto científico como técnico, é um dos principais fatores para que este grupo de plantas

ainda se encontre manifestamente marginalizado na conceção de espaços verdes. Assim, para que esta abordagem xerófita mereça o acolhimento no âmbito das intervenções paisagistas, no Algarve, (perante o atual e futuro cenário climático) é necessário:

- Reinventar as formas de conceber jardins, priorizando-se os jardins xerófilos, mais adaptados às condições climáticas da região, com novas estratégias de desenho e gestão da vegetação nos espaços públicos e privados;
- Aprofundar o conhecimento sobre a ecologia das suculentas;
- Melhorar a compreensão das qualidades ornamentais das suculentas;
- Promover a educação e sensibilização dos clientes, profissionais da área e da população em geral, sobre as vantagens e potenciais das suculentas, através de projetos pioneiros como o que foi apresentado nesta dissertação (Capítulo 6);

Promover apoios à intervenção no âmbito da temática da aplicação das suculentas xeromórficas em jardins xerófilos, poderá revelar-se essencial para o sucesso da sua utilização, e, conseqüentemente para a sustentabilidade dos espaços verdes. A aplicação crescente deste tipo de vegetação irá certamente diminuir os gastos hídricos ao nível dos espaços verdes, bem como a manutenção requerida, o que conseqüentemente acaba por reduzir a pegada de carbono associada.

## Referências bibliográficas

- Affes, S., Ben Younes, A., Frikha, D., Allouche, N., Treilhou, M., Tene, N. & Mezghani-Jarraya, R. (2021). ESI-MS/MS Analysis of Phenolic Compounds from *Aeonium arborescens* Leaf Extracts and Evaluation of their Antioxidant and Antimicrobial Activities. *Molecules*, 26(14), 4338. <https://doi.org/10.3390/molecules26144338>
- Ager, A. A., Preisler, H. K., Arca, B., Spano, D. & Salis, M. (2014). Wildfire risk estimation in the Mediterranean area: Mediterranean Wildfire Risk Estimation. *Environmetrics*, 25(6), 384–396. <https://doi.org/10.1002/env.2269>
- AHBE Landscape Architects (2023). *Healing Through Beauty - Cedars-Sinai Plaza Healing Garden*. <https://www.migcom.com/work/cedars-sinai-plaza-healing-garden>
- Alvarado-Cárdenas, L. O., Martínez-Meyer, E., Ferial, T. P., Eguiarte, L. E., Hernández, H. M., Midgley, G. & Olson, M. E. (2013). To converge or not to converge in environmental space: Testing for similar environments between analogous succulent plants of North America and Africa. *Annals of Botany*, 111(6), 1125–1138. <https://doi.org/10.1093/aob/mct078>
- AMAL (2019). *Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas da CI-AMAL*. Faro: AMAL.
- Arakaki, M., Christin, P.-A., Nyffeler, R., Lendel, A., Eggli, U., Ogburn, R. M., Spriggs, E., Moore, M. J. & Edwards, E. J. (2011). Contemporaneous and recent radiations of the world's major succulent plant lineages. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(20), 8379–8384. <https://doi.org/10.1073/pnas.1100628108>
- Bachinger, L. M., Brown, L. R. & van Rooyen, M. W. (2016). The effects of fire-breaks on plant diversity and species composition in the grasslands of the Loskop Dam Nature Reserve, South Africa. *African Journal of Range & Forage Science*, 33(1), 21–32. <https://doi.org/10.2989/10220119.2015.1088574>
- Baldwin, D. L. (2007). *Designing with Succulents*. Portland, EUA: Timber Press, Inc.
- Baljon, L. (1992). *Designing Parks. An examination of contemporary approaches to design in landscape architecture*. Amesterdão, Holanda: Architectura & Natura Press.
- Brouwer, C., Prins, K., Kay, M. & Heibloem, M. (1986). *Irrigation Water Management: Irrigation Methods*. Roma, Itália: FAO.
- Bruno, D. & Bruno, G. (2017). Religion, spiritual meaning and traditions associated with succulents. *Cactus and Succulent Journal* 35(3):203-208. <https://www.jstor.org/stable/26533053>
- Cabral, F. C. & Telles, G. R. (2022). *A Árvore em Portugal* (2.<sup>a</sup> ed.). Lisboa: APAP.
- Caetano, M. F. & Ramos, A. P. (2009). Pragas e doenças das plantas suculentas. *Mundo das plantas & Jardinagem* 5: 46-48. [https://www.isa.lisboa.pt/MundodasPlantaseJardinagem\\_N6\\_AGO2009](https://www.isa.lisboa.pt/MundodasPlantaseJardinagem_N6_AGO2009)
- University of Arizona (2023). *Campus arboretum*. <https://apps.cals.arizona.edu/arboretum/browse.aspx>

- Çetin, N., Mansuroğlu, S. & Önaç, A. (2018). Xeriscaping Feasibility as an Urban Adaptation Method for Global Warming: A Case Study from Turkey. *Polish Journal of Environmental Studies*, 27(3), 1009–1018. <https://doi.org/10.15244/pjoes/76678>
- Cudell, G. (2000). *Manual de Instalação de Rega*. Lisboa: Gustavo Cudell, LDA..
- da Costa, J. (2011). *Caracterização e constituição do solo*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- de Almeida, J. D. & Freitas, H. (2012). Exotic flora of continental Portugal – a new assessment. *Bocconea* 24: 231–237 <https://www.researchgate.net/publication/235457718>
- de Rigo, D., Libertà, G., Houston Durrant, T., Artés Vivancos, T. & San-Miguel-Ayanz, J. (2017). Forest fire danger extremes in Europe under climate change: Variability and uncertainty. Bruxelas: UE. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/13180>
- Decreto-Lei n.º 92/2019 do Ministério do Ambiente e da Transição Energética. (2019). Diário da República: I série, nº130. <https://diariodarepublica.pt/dr/legislacao-consolidada/decreto-lei/2019-124568069-124572112>
- Dee, C. (2001). *Form and Fabric in Landscape Architecture—A visual Introduction*. Londres, Reino Unido: Spon Press.
- Delpech, R. (2000). The importance of red pigments to plant life: Experiments with anthocyanins. *Journal of Biological Education*, 34(4), 206–210. <https://doi.org/10.1080/00219266.2000.9655719>
- Cardoso, J.C, Bessa, M.T & Marado, M.B. (1974). Capacidade de Uso do Solo (Cartografia). Lisboa: Direção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural.
- Edwards, E. (2011). Succulent plants waited for cool, dry Earth to make their mark. Providence, EUA: Brown University. <https://phys.org/news/2011-05-succulent-cool-earth.html>
- Eggli, U. & Nyffeler, R. (2009). Living under temporarily arid conditions—Succulence as an adaptive strategy. *Bradleya*, 27(27), 13–36. <https://doi.org/10.25223/brad.n27.2009.a10>
- Elliot, A. J. (2015). Color and psychological functioning: A review of theoretical and empirical work. *Frontiers in Psychology*, 6:368. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00368>
- Fernández-Cañero, R., Ordovás, J. & Herrera Machuca, M. Á. (2011). Domestic Gardens as Water-wise Landscapes: A Case Study in Southwestern Europe. *HortTechnology*, 21(5), 616–623. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.21.5.616>
- García-Germán, J., López, M., Campa, R., Carrero, M., Dias, M., Roldán, M., Gutierrez, A., Álvarez, V., Lizcano, P., Gil, A. & Sánchez, C. (2017). Desert City. Madrid: Garciagerman arquitectos.
- García-Mendoza, A. J., Sandoval-Gutiérrez, D., Torres-García, I. & Linares, J. (2018). *Agave attenuata*. *International Union for Conservation of Nature - Red List Threatened Species* 2020. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T114936958A114963376.en>
- Gildemeister, H. (2004). *Gardening the Mediterranean way*. Nova Iorque, EUA. H.N. Abrams.

- Giroto, C. (2016). *The Course of Landscape Architecture*. Londres, Reino Unido. Thames & Hudson.
- Grace, O. M. (2019). Succulent plant diversity as natural capital. *Plants, People, Planet* 1(4), 336-345. <https://doi.org/10.1002/ppp3.25>
- Gloning, P., Estrella, N. & Menzel, A. (2013). The impacts of climate change on the winter hardiness zones of woody plants in Europe. *Theoretical and Applied Climatology*, 113(3–4), 683–695. <https://doi.org/10.1007/s00704-012-0817-5>
- Griffiths, H. & Males, J. (2017). Succulent plants. *Current Biology*, 27(17), R890–R896. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.03.021>
- Guadalupe Martínez, J., Sánchez, E. & Gómez-Hinostrosa, C. (2009). *Echinocactus grusonii*. *International Union for Conservation of Nature* 2020. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T40962A2947851.en>
- Guo, X. & Mei, N. (2016). *Aloe vera*: A review of toxicity and adverse clinical effects. *Journal of Environmental Science and Health, Part C*, 34(2), 77–96. <https://doi.org/10.1080/10590501.2016.1166826>
- Hartshorne, H. (1995). *Dry Gardens*. Londres, Reino Unido: Allen & Unwin.
- Hewitt, T. (1993). *The Complete Book of Cacti and Succulents*. Londres, Reino Unido: Dorling Kindersley Publishing, Incorporated.
- Heyduk, K. (2021). The genetic control of succulent leaf development. *Current Opinion in Plant Biology*, 59, 101978. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2020.11.003>
- Hutton, J. (2019). *Reciprocal Landscapes Stories of Material Movements*. Oxfordshire, Reino Unido: Taylor & Francis.
- Ingels, J. E. (2009). *Landscaping Principles & Practices*. Boston, EUA: Delmar - Cengage Learning.
- Instituto Português do Mar e Atmosfera (IPMA). (2023). *Atlas Climático Ibérico*. [https://www.ipma.pt/resources.www/docs/publicacoes.site/atlas\\_clima\\_iberico.pdf](https://www.ipma.pt/resources.www/docs/publicacoes.site/atlas_clima_iberico.pdf)
- Jardim botânico da UTAD (2023). *Flora digital de Portugal*. <https://www.jb.utad.pt/flora>
- Kettunen, M., Genovesi, P., Gollasch, S., Pagad, S. & Starfinger, U. (2008). Technical support to EU strategy on invasive species (IAS)—Assessment of the impacts of IAS in Europe and the EU IEEP. Bruxelas: UE.
- Kopp, E. (1989). *Os Solos do Algarve e as suas características*. Faro: Direção Regional de Agricultura do Algarve.
- Kramer, J. (1977). *Cacti and other succulents*. Nova Iorque, EUA: Abrams.
- Krawczynszyn, J. & Krawczynszyn, T. (2016). Photomorphogenesis in *Dracaena draco*. *Trees*, 30(3), 647–664. <https://doi.org/10.1007/s00468-015-1307-z>
- Kuhns, M. R. (2012). *Firewise Landscaping for Utah*. Utah, EUA: Utah State University.
- Lake, J. (1996). *Gardening in a Hot Climate*. Sydney, Austrália: Lothian books.

- Landrum, J. V. (2002). Four Succulent Families and 40 Million Years of Evolution and Adaptation to Xeric Environments: What Can Stem and Leaf Anatomical Characters Tell Us about Their Phylogeny? *Taxon*, 51(3), 463. <https://doi.org/10.2307/1554859>
- Leal, G. de F. & et al. (2020). *Bases do Plano Regional de Eficiência Hídrica - Região do Algarve*. Lisboa: APA.
- Lee, S. D., Kim, S. J., Jung, S. I., Son, K.-C. & Kays, S. J. (2006). Diurnal CO<sub>2</sub> Assimilation Patterns in Nine Species of CAM-Type Succulent Plants. *HortScience*, 41(6), 1373–1376. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.41.6.1373>
- Llifle Encyclopedias. (2023). *The encyclopedia of succulents*. <http://www.llifle.com/Encyclopedia/SUCCULENTS/>
- Lousan, J. (1996). *Estudo sobre Manutenção de Espaços Verdes. Abordagem aos Jardins do Palácio de Estói em Faro*. Relatório de Trabalho de Fim de Curso de Arquitectura Paisagista. Universidade Técnica de Lisboa, Instituto superior de Agronomia.
- Mahr, D. L. (2017). Some Major Families and Genera OF Succulent Plants. University of Wisconsin-Madison <https://fyi.extension.wisc.edu/>
- Males, J. (2017). Secrets of succulence. *Journal of Experimental Botany*, 68(9), 2121–2134. <https://doi.org/10.1093/jxb/erx096>
- Males, J. & Griffiths, H. (2017). Stomatal Biology of CAM Plants. *Plant Physiology*, 174(2), 550–560. <https://doi.org/10.1104/pp.17.00114>
- Marchante, H., Morais, M., Freitas, H. & Marchante, E. (2014). *Guia prático para a identificação de plantas invasoras em Portugal* (1.<sup>a</sup> ed.). Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra. <https://doi.org/10.14195/978-989-26-0786-3>
- Martínez Salas, E., Samain, M. S. & Fuentes, A. C. D. (2019). *Beaucarnea recurvata*. *International Union for Conservation of Nature - Red List Threatened Species* 2020. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-1.RLTS.T136808293A137376209.en>
- Mbembe, A. (2001). *On the Postcolony*. California: University of California Press. <https://www.jstor.org/stable/10.1525/j.ctt1ppkxs>
- Miranda, P. M. A., Valente, M. A., Tomé, A. & Trigo, R. (2006). Alterações Climáticas em Portugal—Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação—Projecto SIAM\_II. Lisboa: Gradiva. <https://www.researchgate.net/publication/258839031>
- Mocellin, R. S. P. (2004). *Princípios da Adubação Foliar*. Porto Alegre: Omega Fertilizantes.
- Município de Olhão (2020). *Programa Estratégico de Reabilitação Urbana*. Olhão: Câmara Municipal de Olhão. <https://www2.cm-olhao.pt/municipio/documentos/category/389-ar-uo-levante>
- Naves, P. & Boavida, C. (2021). O escaravelho-do-agave, *Scyphophorus acupunctatus*, uma nova espécie exótica em Portugal. *Vida rural* 1866: 70-76. [https://www.inia.vpt/images/publicacoes/2021/Escaravelho\\_Scyphophorus.pdf](https://www.inia.vpt/images/publicacoes/2021/Escaravelho_Scyphophorus.pdf)
- Newbury, T. (1999). *Garden design made easy*. Londres, Reino Unido: Ward Lock & Co.

Oldfield, S. (1997). *Cactus and Succulent Plants*. Gland, Suíça e Cambridge, Reino Unido: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/1997-041.pdf>

Online Etymology Dictionary (2023). <https://www.etymonline.com/>

Oudolf, P. & Kingsbury, N. (2005). *Planting design: Gardens in time and space*. Portland, EUA: Timber Press, Inc.

Pausas, J. G., Llovet, J., Rodrigo, A. & Vallejo, R. (2008). Are wildfires a disaster in the Mediterranean basin? - A review. *International Journal of Wildland Fire*, 17(6), 713. <https://doi.org/10.1071/WF07151>

Plant file—The ultimate guide to plants (2023). Cacti & Succulents. <https://plantfileonline.net/>

Pörtner, H. O. & Roberts, D. C. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Londres, Reino Unido: CDP.

Prestemon, J. P., Hawbaker, T. J., Bowden, M., Carpenter, J., Brooks, M. T., Abt, K. L., Sutphen, R. & Scranton, S. (2013). *Wildfire Ignitions: A Review of the Science and Recommendations for Empirical Modeling* (SRS-GTR-171; p. SRS-GTR-171). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. <https://doi.org/10.2737/SRS-GTR-171>

Regulamento (UE) n.º 1143/2014 do Parlamento Europeu e do Conselho, relativo à prevenção e gestão da introdução e propagação de espécies exóticas invasoras. (2014). Bruxelas, Bélgica: Jornal Oficial da União Europeia. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R1143&from=FR>

Ringleb, J., Sallwey, J. & Stefan, C. (2016). Assessment of Managed Aquifer Recharge through Modeling—A Review. *Water*, 8(12), 579. <https://doi.org/10.3390/w8120579>

Rivas-Martínez, S. (1981). Les étages bioclimatiques de la végétación de la Péninsule Ibérique. *Anal. Jard. Bot. Madrid*, 37 (2), 251-268.

Rivas-Martínez, S. (1982). Etages bioclimatiques; secteurs chorologiques et séries de végétation de l'Espagne méditerranéenne. *Ecol. Medit.*, 8 (1/12), 257-278.

Rivas-Martínez, S. (1987). Mapa de Series de Vegetación de España. ICONA, Serie Técnica Madrid, 268 p.

Rivas-Martínez, S. (1996). Geobotánica y Bioclimatología. discurso del Acto de Investidura como Doctor Honoris causa. Universidad de Granada. Granada.

Rivas-Martínez, S. (2005). *Avances en Geobotánica*. Discurso de Apertura del Curso 2005. Madrid, Espanha: Real Acad. Farmacia, 142p.

Rivas-Martínez, S. (2007). Mapa de series, geoseries y geopermaseries de vegetación de España. *Itinera Geobotanica*. AEFA, 17, 5-436

Rivas-Martínez, S. (2008). Global bioclimatics (Classificacion Bioclimatica de la Tierra). <https://biourb.net/app/download/5782396363/Clasif.+Bioclim.+de+la+Tierra.pdf>

- Rivas-Martínez, S., Sáenz, S. R. & Penas, A. (2011). Worldwide bioclimatic classification system. *Global Geobotany*, Vol. nº1 pp. 1-634. [https:// DOI: 10.5616/gg110001](https://doi.org/10.5616/gg110001)
- Rivas-Martínez, S. P. Cantó, F. Fernández González & D. Sánchez Mata (1988). Ensayo preliminar para una revisión de la clase *Quercetea ilicis* en España y Portugal. *Folia Bot. Matritensis*, 4, 1-20.
- Rivas-Martínez, S., J. C. Bascones, T. E. Díaz, F. Fernández-González & J. Loidi (1991). Vegetación del Pirineo occidental y Navarra. *Itinera Geobotanica*, 5, 5-456.
- Rivas-Martínez, S., Fernández-González & J. Loidi (1997). Syntaxonomical synopsis of the North America natural potential vegetation communities. I (compendio sintaxonómico de la vegetación natural potencial de Norteamérica, I). *Itinera Geobotanica*, 10, 5-148.
- Royal Botanic Gardens Kew (2023). *Plants of the world online* <https://powo.science.kew.org/>
- Santos, A. (2017). Teoria e prática de projecto em Arquitetura Paisagista. [Doctoral thesis, Universidade de Évora]. Repositório da Universidade de Évora. <https://dspace.uevora.pt/rdpc/handle/10174/11134>
- Santos, E., Paulino, J., dos Santos, M. J., Canaveira, P., Baptista, P. & Lourenço, T. C. (2015). ENAAC - *Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas*. Lisboa: APA.
- Sharky, B. (2016). *Thinking about Landscape Architecture*. Abingdon, Reino Unido: Routledge.
- Silva, L., Caujapé-Castells, J., Lobo, C., Casimiro, P., Moura, M., Elias, R. B., Fernandes, F., Fontinha, S. S. & Romeiras, M. M. (2021). *Dracaena draco*. International Union for Conservation of Nature - Red List Threatened Species 2020. <https://www.iucnredlist.org/species/30394/119836316>
- Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídrico (SNIRH). (2023). *Boletim de Precipitação*. <https://snirh.apambiente.pt/index.php?idMain=1&idItem=1.1>
- Speirs, D. C. (1980). The Evolution of Succulent Xerophytes. *The National Cactus and Succulent Journal*, 35(3), 56–59. <https://www.jstor.org/stable/42790941>
- Sterman, N. (2018). *Hot Color, Dry Garden*. Portland, EUA: Timber Press, Inc.
- Thomas, P. A. (1991). Response of Succulents to Fire: A review. *International Journal of Wildland Fire*, 1(1), 11. <https://doi.org/10.1071/WF9910011>
- Topographic map Portugal (2023). *Mapa topográfico de Portugal*. <https://pt-pt.topographic-map.com/map-6nmzs/Portugal/>
- Twaronite, G. (2007). Can a Cactus Save Your Home From a Wildfire? *Rural living in Arizona*, Summer 2007, 18-19. <https://cals.arizona.edu/backyards/files/p18-19.pdf>
- Van Mechelen, C., Dutoit, T. & Hermy, M. (2015). Adapting green roof irrigation practices for a sustainable future: A review. *Sustainable Cities and Society*, 19, 74–90. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2015.07.007>

von Willert, D. J., Eller, B. M., Werger, M. J. A., Brinckmann, E. & Ihlenfeldt, H. D. (1992). Life strategies of succulents in deserts. With special reference to the Namib desert. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.

Wade, G. L., Midcap T., J. (2007). *Xeriscape—A guide to developing a water-wise landscape*. Georgia, EUA: Cooperative Extension.

World Conservation Monitoring Centre (WCMC) (2021). *Index of CITES species*. Genebra, Suíça: United Nations Environment Programme. [https://sibmoz.gov.mz/content/uploads/2022/03/Index\\_of\\_CITES\\_Species\\_CUSTOM\\_2022-03-10-15\\_41.pdf](https://sibmoz.gov.mz/content/uploads/2022/03/Index_of_CITES_Species_CUSTOM_2022-03-10-15_41.pdf)

Webster, E., Cameron, R. & Culham, A. (2017). *Gardening in a Changing Climate*. Londres, Reino Unido: Royal Horticultural Society.

Weinstein, G. (1999). *Xeriscape handbook: A how-to guide to natural, resource-wise gardening*. Chicago, EUA: Chicago Review Press - Fulcrum Pub.

Willert, D. J., Eller, B. M., Werger, M. J. A. & Brinckmann, E. (1990). Desert succulents and their life strategies. *Vegetatio*, 90(2), 133–143. <https://doi.org/10.1007/BF00033023>

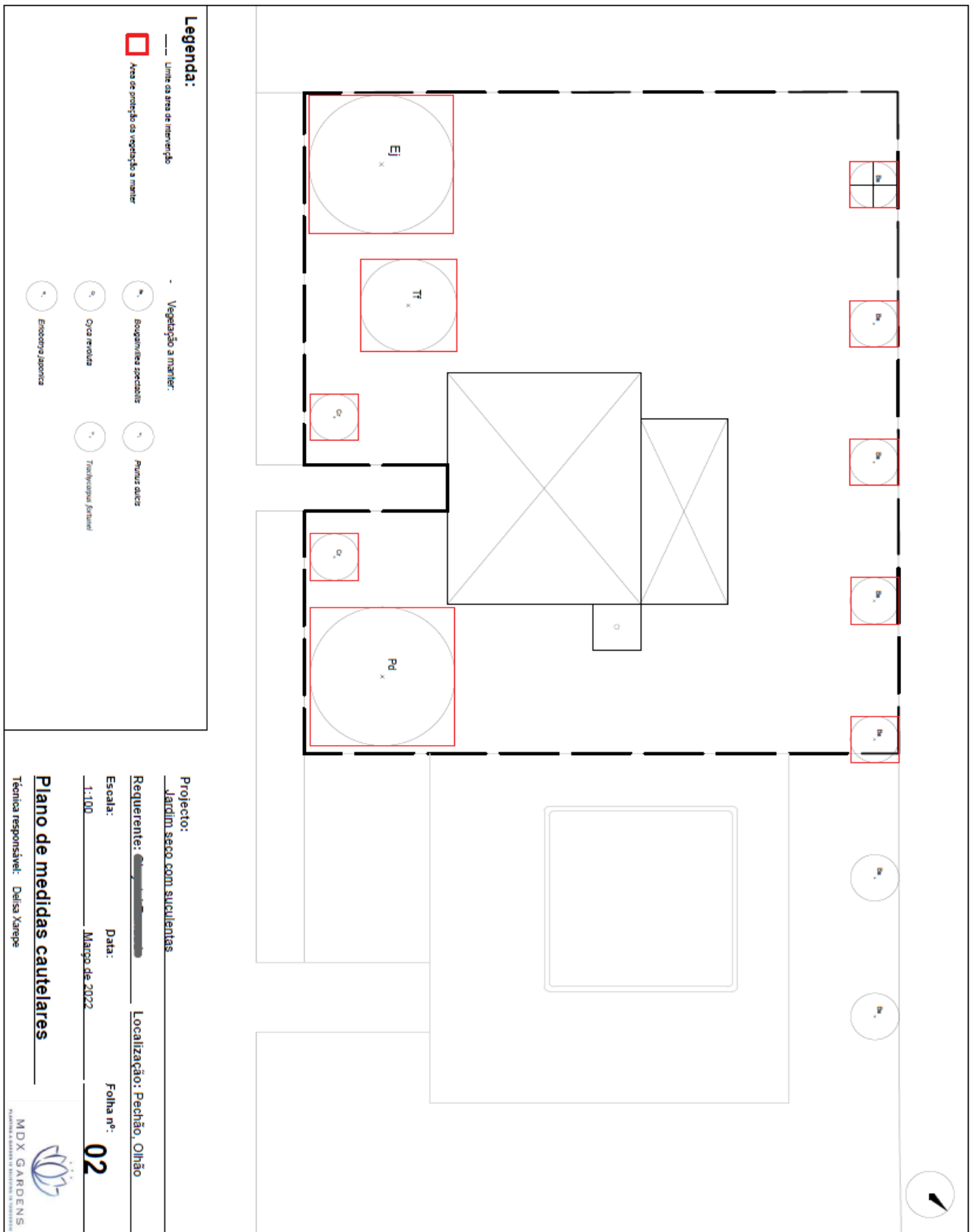
World of succulents (2023). *Succupedia*. <https://worldofsucculents.com/browse-succulents-scientific-name/>

Xarepe, D. (2021). *Sucus mei—Uma viagem pelo universo das suculentas*. Porto: Quântica Editora - Conteúdos Especializados, Lda.

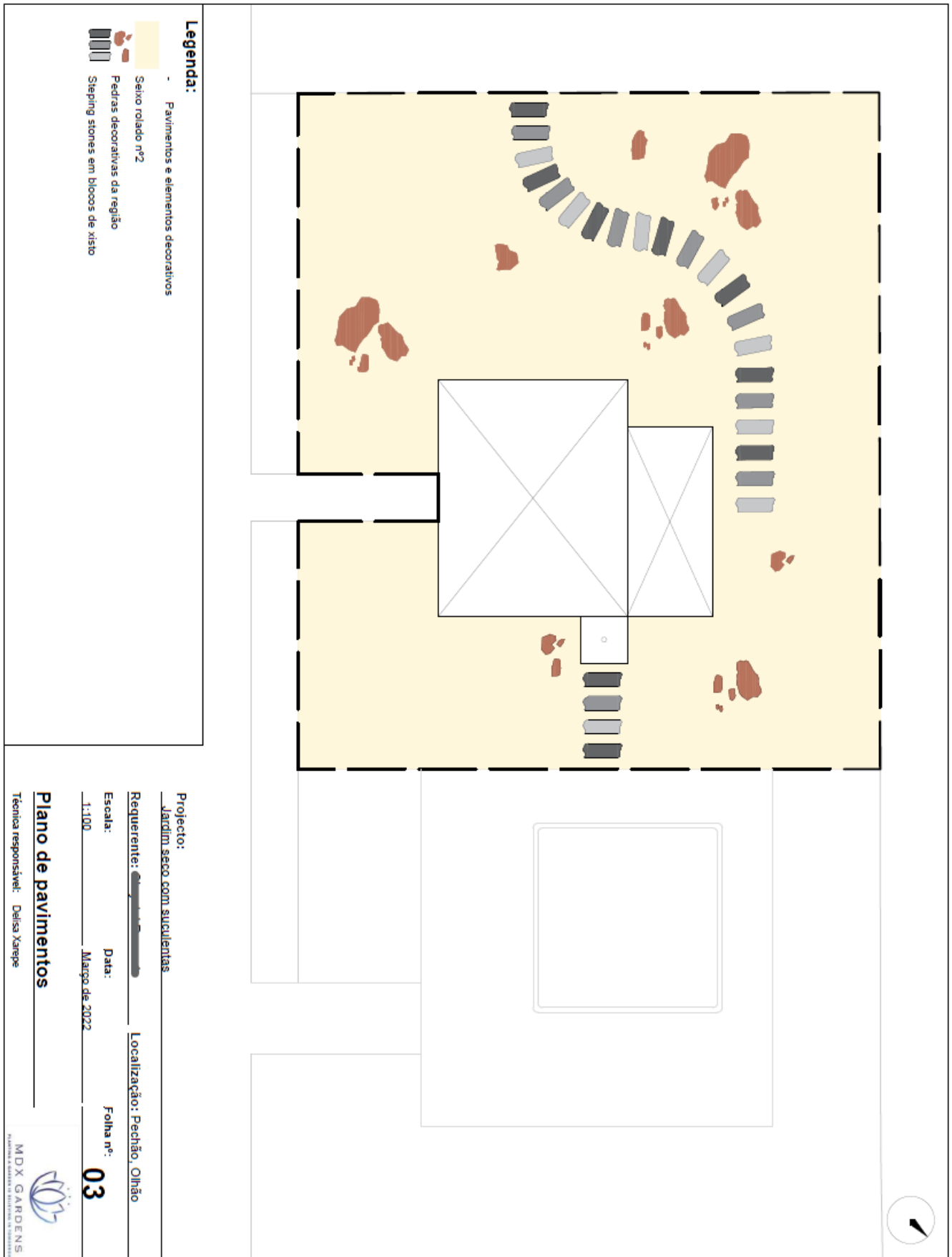
Xavier, S. (2007). Usos da ruralidade na arquitectura paisagista. *Etnografica*, vol. 11 (1), 165–188. <https://doi.org/10.4000/etnografica.1908>



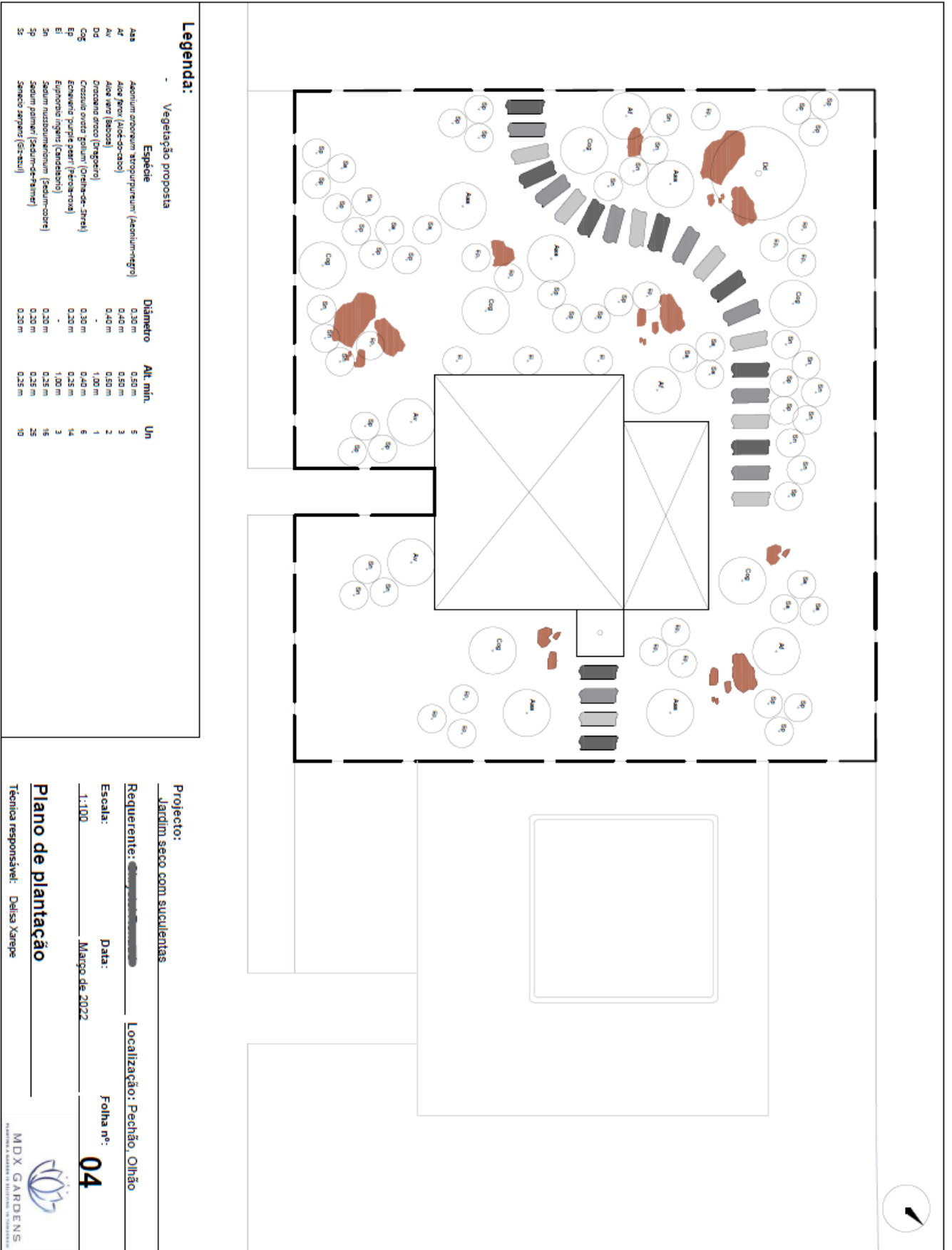
## Peça desenhada 02 – Plano de medidas cautelares



### Peça desenhada 03 – Plano de pavimentos



Peça desenhada 04 – Plano de plantação



**Legenda:**

Vegetação proposta

| Abrev. | Especie   | Dímetro | Alt. min. | Un |
|--------|---|---------|-----------|----|
| Aa     | Aeonium arborescens 'atropurpureum' (Aeonium-negro) | 0,30 m  | 0,50 m    | 5  |
| Az     | Aloe pinnatifida (Aloe-do-cabo)                     | 0,40 m  | 0,50 m    | 3  |
| Au     | Aloe vera (Aloe)                                    | 0,40 m  | 0,50 m    | 2  |
| Dc     | Drosera rotundifolia (Drosera)                      | -       | 1,00 m    | 1  |
| Cq     | Croton variegatus (Croton-de-3-tras)                | 0,30 m  | 0,40 m    | 6  |
| Ei     | Echeveria purpurea (Echeveria)                      | 0,20 m  | 0,25 m    | 14 |
| Sn     | Sedum nussbaumianum (Sedum-cobre)                   | 0,20 m  | 1,00 m    | 3  |
| Sp     | Sedum album (Sedum-de-folhas-brancas)               | 0,20 m  | 0,25 m    | 15 |
| Sp     | Sedum album (Sedum-de-folhas-brancas)               | 0,20 m  | 0,25 m    | 25 |
| Sp     | Sedum album (Sedum-de-folhas-brancas)               | 0,20 m  | 0,25 m    | 10 |

Projecto:

Jardim seco com suculentas

Requerente:

Localização: Pechão, Orlhão

Escala:

Data:

Folha nº:

1:100

Março de 2022

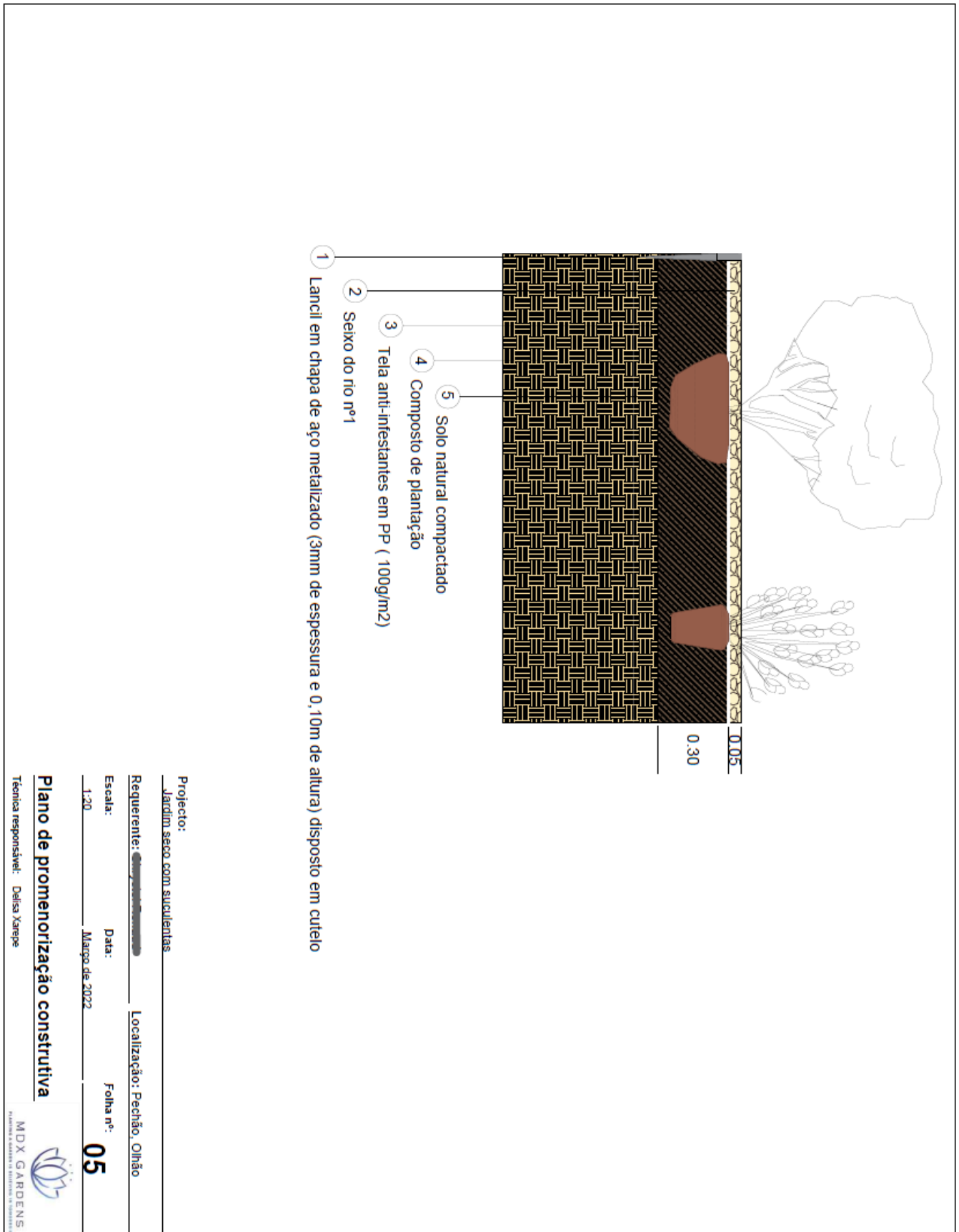
**04**

**Plano de plantação**

Técnica responsável: Delisa Xarope



## Peça desenhada 05 – Plano d Pormenorização construtiva



## **Anexo 2 – Proposta de reconversão do jardim do Parque Subterrâneo do Levante, Olhão (Capítulo VI)**

### **Peças desenhadas:**

- 00 - Índice de Peças Desenhadas
- 01 - Planta de Localização
- 02 - Planta Geral de Intervenção
- 03 - Planta de Medidas Cautelares
- 04 - Planta de Modelação do terreno, Altimetria e Drenagem
- 05 - Planta de Planimetria
- 06 - Plana de Revestimentos
- 07 - Planta de Plantação
- 08 - Pormenorização construtiva

### **Anexo 3 – Nomes científicos das espécies com os respetivos classificadores**

- *Aeonium arboreum* (L.) Webb & Berthel
- *Aeonium arboreum* ‘atropurpureum’ (L.) Webb&Berthel
- *Aeonium canariensis* (L.) Webb&Berthel
- *Agave americana* L.
- *Agave attenuata* Salm-Dyck
- *Agave desmettiana* ‘variegata’ L.
- *Agave filifera* Salm-Dyck
- *Agave lechuguilla* Torr.
- *Agave parryi* Engelm
- *Agave victoriae-reginae* T. Moore
- *Aloe ferox* Mill.
- *Aloe peglerae* Schonland
- *Aloe polyphylla* (L.) Pillans
- *Aloe striata* Haw.
- *Aloe vera* (L.) Burm. F.
- *Aloidendron barberae* (Dyer) Klopper & Gideon F. Sm
- *Astrophytum asterias* (Zucc.) Lem
- *Beaucarnea recurvata* Lem.
- *Bougainvillea spectabilis* Comm. ex Juss.
- *Buxus sempervirens* L.
- *Carpobrotus edulis* (L.) N.E. Br
- *Celtis australis* L.
- *Ceratonia siliqua* L.
- *Cereus forbesii* ‘spiralis’ Otto
- *Chamaerops humilis* L.
- *Coryphantha scheeri* (Engelm.) Lem.
- *Crassula marnieriana* H. Huber & H. Jacobsen
- *Crassula ovata* (Mill.) Druce
- *Crassula ovata* ‘gollum’ (Miller) Druce
- *Cyca revoluta* Thunb.

- *Cynodon dactylon* (L.) Pers.
- *Cynodon transvaalensis* Burt Davy
- *Dasyilirion acrotrichum* (Schiede) Zucc.
- *Dracaena draco* L.
- *Echeveria* ‘can can’ DC.
- *Echeveria* ‘mandala’ DC.
- *Echeveria* ‘pearle von nurnberg’ DC.
- *Echeveria* ‘purple pearl’ DC.
- *Echeveria agavoides* Lem.
- *Echeveria elegans* Rose
- *Echinocactus grusonii* Hildm.
- *Echinocereus triglochidiatus* Engelm.
- *Echinopsis pachanoi* (Britton and Rose) Friedrich & Rowley
- *Echinopsis subdenudata* Cárdenas
- *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl
- *Escobaria orcuuii* Rose ex Orcutt.
- *Espositoa lanata* (Kunth, 1823) Britton & Rose
- *Euphorbia abyssinica* var. *erythraeae* (A.Berger) N.E.Br.
- *Euphorbia ingens* E.Mey. ex Boiss.
- *Euphorbia milii* Des Moulins
- *Euphorbia obesa* Hook. f.
- *Euphorbia resinifera* A. Berger
- *Euphorbia tirucalli* L.
- *Festuca arundinacea* Schreb.
- *Ficus carica* L.
- *Graptopetalum amethystinum* (Rose) E. Walther
- *Heberdenia excelsa* (Ait.) Banks
- *Jasminum odoratissimum* L.
- *Juniperus turbinata* subsp. *canariensis* Guss.
- *Kalanchoe luciae* Raym-Hamet
- *Kalanchoe tomentosa* Baker
- *Lantana montevidensis* (Spreng.) Briq.

- *Lophophora williamsii* Lem. ex Salm-Dyck
- *Mammillaria anniana* Glass & R.C.Foster
- *Mammillaria gumifera* Muehlenpf.
- *Mammillaria meyranii* Bravo
- *Mammillaria scrippsiana* Britton & Rose
- *Mammillaria vallensis* Repp.
- *Marginatocereus marginatus* (DC.) S. Arias & Terrazas
- *Maytenus canariensis* (Loes.) G. Kunkel & Sunding
- *Melocactus multiceps* Vaupel
- *Myrtillocactus geometrizans* 'cistatus' (Mart.) Console
- *Neobuxbaumia euphorbioides* (Haw.) Buxb.
- *Notocactus magnificus* (F.Ritter) F.H.Brandt
- *Olea cerasiformis* Salvador Rivas Martínez & del Arco, 2002
- *Olea europaea* L.
- *Opuntia elata* Link & Otto ex Salm-Dyck
- *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.
- *Opuntia microdasys* 'albata' (Lehm.) Pfeiff.
- *Opuntia subulata* (Muehlenpf.) Backeb
- *Pilosocereus azureus* F. Ritter
- *Pistacia atlantica* Desf.
- *Poa pratensis* L.
- *Portulacaria afra* 'variegata' Jacq.
- *Portulacaria Afra* Jacq.
- *Prunus dulcis* (Mill.) D. A. Webb.
- *Quercus suber* L.
- *Rhamnus crenulata* Aiton
- *Rubia fruticosa* Aiton
- *Sansevieria cylindrica* Bojer
- *Sedum burritum* R. Morran
- *Sedum clavatum* R.T. Clausen
- *Sedum multiceps* Coss. & Durieu
- *Sedum nussbaumerianum* L.

- *Sedum palmeri* L.
- *Sedum rubrotinctum* R.T.Clausen
- *Sempervivum arachnoideum* L.
- *Sempervivum tectorum* L.
- *Senecio serpens* P.V.Heath
- *Stenotaphrum secundatum* (Walt.) Kuntze
- *Trachycarpus fortunei* (Hook.) H.Wendl.
- *Yucca elephantipes* Lem.
- *Yucca filamentosa* ‘color guard’ L.
- *Yucca rostrata* Engelm. ex Trel.