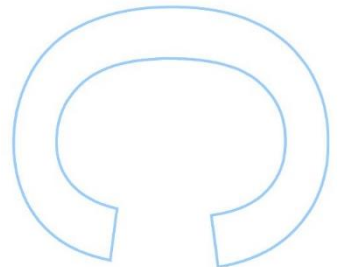
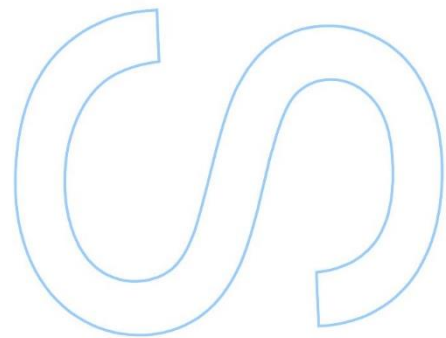
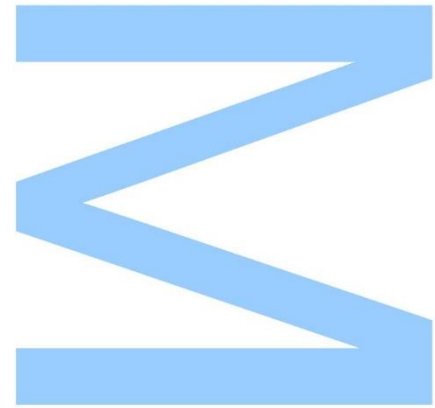


# PROJETO DE REGA SUSTENTÁVEL DOS ESPAÇOS VERDES URBANOS

## PLANO PARA O JARDIM BOTÂNICO DO PORTO



**Miguel Barbosa**

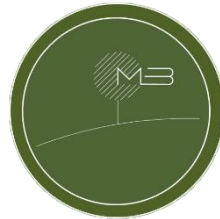
Mestrado Arquitetura Paisagista  
Departamento de Geociência, Ambiente e Ordenamento do Território  
2015

**Orientador**

Paulo Farinha Marques, Professor Arquiteto, Faculdade de Ciências

**Coorientador**

Ana Lindeza, Arquiteta, Cudell Outdoor Solutions



**Miguel Pinto Camelo Cavadas Barbosa**

**Nº 200601193**

## **Agradecimentos,**

Aos meus pais por estarem sempre comigo e fazerem de mim quem sou.

Aos meus irmãos que me desafiam desde pequenino.

Aos meus avós que são a minha inspiração todos os dias, o meu exemplo a seguir.

À minha orientadora de local de estágio por todo o apoio prestado, motivação e formação dada ao longo do estágio e na concretização desta tese.

Ao meu orientador, um agradecimento especial por todos os ensinamentos, conhecimentos e métodos lecionados ao longo de todo o percurso académico e por toda a atenção dedicada na realização do acompanhamento do estágio e realização de tese.

## **Resumo**

Ao longo do estágio, cuja duração é de 7 meses de trabalho e formação contínuos, adquiri conhecimentos de hidráulica especialmente aplicada na condução de água sob pressão para projeção de sistemas de Rega de Espaços Verdes e Agrícolas. Proponho-me então, com este relatório, fazer uma reflexão relativamente à necessidade de rega em Espaços Verdes Urbanos, a sustentabilidade desses mesmos sistemas e a sua aplicação num dos mais complexos Espaço Verdes Urbanos do Porto, o Jardim Botânico do Porto.

Um Plano de Rega Sustentável para o Jardim Botânico do Porto passa pela identificação das características biofísicas do espaço: o tipo de solo, a composição vegetal do jardim e sua organização, condução de água, ventos predominantes, exposição solar, bem como o levantamento atual do estado de conservação do jardim, mais concretamente o sistema de rega. Através da análise da composição vegetal e das respetivas necessidades hídricas, é fundamental organizar as mesmas em hidro-zonas (onde espécies originárias de habitats semelhantes, necessitam dos mesmos requisitos hídricos se organizam para receber um tipo de rega) para uma aplicação adequada do sistema de rega—de acordo com a criação de sistemas de abastecimento alternativos de energia e água sustentáveis que deem a resposta necessária ao funcionamento pleno e constante de todo o sistema de rega.

Faz também parte da proposta desenvolvida um sistema de rega para as estufas, em prol de um plano de rega completo para o jardim botânico.

É por objetivo final que este relatório possa servir como um modelo de plano de rega sustentável em espaços verdes urbanos (EVU), sendo que para cada EVU é necessária uma análise cuidada, e adaptativa; e é essencial que cada sistema projetado tenha uma capacidade resiliente de resposta às situações climáticas inesperadas.

Nos tempos de hoje, onde a preocupação ambiental com a sustentabilidade dos sistemas vivos assume proporções mundiais, é importante que se aplique toda a tecnologia existente na procura de obter sistemas mais fiáveis e eficazes. É necessário que o sistema de rega reaja com uma resposta autónoma para que garanta uma constante eficácia sem desperdícios, assegurando a sustentabilidade do sistema.

## **Palavras-Chave**

**Vegetação, Necessidades Hídricas, Sistemas de Rega, Espaços Verdes Urbanos, Sustentabilidade.**

## **Abstract**

Throughout the internship, which one last for seven months of continuous work and training, i acquired knowledge of hydraulics especially applied in water pressurized conducting for projection of Green Spaces and Agricultural Irrigation

systems, proposing myself with this report to reflect in relation to the need of irrigation in Urban Green Spaces and the sustainability of the irrigation systems, applied to one very complex Urban Green Space, the Botanical Garden of Porto.

A Sustainable Irrigation Plan for the Botanical Garden of Porto involves the identification of bio-physical characteristics of the space, the type of soil, the vegetable garden composition and organization, water conduction, wind exposure, sun exposure, as well as the current survey status garden conservation, the current state of the irrigation system, through the analysis of plant composition and its water needs, organize the same in hydro-zones (where species from similar habitats, who need the same water requirements are organized to receive one type of irrigation) for proper implementation of the irrigation system, and an exact idea of the existing drainage on the ground, and the creation of alternative energy and water supply and that give the necessary response to the full and constant operation throughout the watering system.

It is also part of the proposal the development of an irrigation system for the greenhouses, in favor of a complete watering plan for the botanical garden.

It is ultimately intended that this report can serve as a sustainable watering schedule model in urban green spaces, and for each UGS careful and adaptive analysis is needed, and it is essential that each designed system has a resilient capacity to respond to climax unexpected situations and the pressure to which every UGS is under, itself a sustainable system.

In today's times, whose environmental concern about the sustainability of living systems takes on global proportions, it's too important to apply all existing technology in the search for more reliable and efficient systems. Automation is essential to ensure the sustainability of such a demanding system, but the sensing of it is essential to ensure the necessary resilience. At times whose normal operating conditions of the irrigation system is changed it is necessary that the system can react with an autonomous response to guarantee a constant efficiency without waste, ensuring the system sustainability.

### **Keywords**

**Vegetation , Water Needs , Irrigation Systems , Urban Green Spaces , Sustainability**

## Índice

Resumo.....	4
Palavras-Chave.....	4
Abstract.....	4
Keywords.....	5
<b>Apresentação do tema</b> .....	<b>12</b>
<b>Âmbito</b> .....	<b>13</b>
<b>Problemática</b> .....	<b>14</b>
<b>Objetivos</b> .....	<b>15</b>
<b>Metodologia e Estrutura</b> .....	<b>16</b>
<b>Enquadramento teórico</b> .....	<b>18</b>
<b>Espaços Verdes Urbanos</b> .....	<b>18</b>
<b>Sistemas de Rega</b> .....	<b>19</b>
<b>O Jardim Botânico do Porto</b> .....	<b>20</b>
<b>Análise</b> .....	<b>20</b>
<b>Espaços exteriores do Jardim</b> .....	<b>21</b>
<b>Estufas</b> .....	<b>33</b>
<b>Sistema de abastecimento de água e eletricidade</b> .....	<b>35</b>
<b>Condução de água pressurizada</b> .....	<b>36</b>
<b>Seccionamento e válvulas de seccionamento</b> .....	<b>36</b>
<b>Elementos de distribuição de água</b> .....	<b>36</b>
<b>Acessórios de ligação</b> .....	<b>36</b>
<b>Síntese (Informação complementar ver Anexos – S0)</b> .....	<b>37</b>
<b>Espaços Exteriores</b> .....	<b>37</b>
<b>Estufas</b> .....	<b>39</b>
<b>Sistema de abastecimento de água e eletricidade</b> .....	<b>39</b>
<b>Condução de água pressurizada</b> .....	<b>39</b>
<b>Seccionamento e válvulas de seccionamento</b> .....	<b>39</b>
<b>Elementos de distribuição de água</b> .....	<b>40</b>
<b>Proposta de um Sistema de Rega Sustentável para o Jardim Botânico do Porto: (Informação complementar ver Anexos – P0)</b> .....	<b>40</b>
<b>Sistemas alternativos de Abastecimento de Energia</b> .....	<b>40</b>
<b>Plano de Rega (Condução de Água pressurizada)</b> .....	<b>41</b>
<b>Espaços Existentes</b> .....	<b>42</b>

<b>Estufas</b> .....	46
<b>Seccionamento e válvulas de seccionamento manuais</b> .....	47
<b>Plano de Monitorização e Manutenção</b> .....	48
<b>Discussão de resultados</b> .....	49
<b>Bibliografia</b> .....	51

## Anexos

### Reflexões Teóricas:

**Espaços Verdes Urbanos**

**Sistemas de Rega**

**O Jardim Botânico do Porto**

**Análise – A0**

**Síntese – A0**

**Proposta – P0**

### Índice de Figuras (todas em anexo)

**Análise – A0**

Figura 1 - Procura de água por sector

Figura 2 - Ineficiência nacional do uso da água por sector

Figura 3 - Classificação climática de Portugal continental segundo Köppen-Geiger

Figura 4 - Planta de Modelação e Topografia

Figura 5 - Planta da Drenagem Existente

Figura 6 - Planta da Vegetação Arbórea e Arbustiva

Figura 7 - Planta do Sistema de Rega Existente

**Bosques da Entrada – A1**

Figura 8 - Fotos Levantamento Fotográfico A1

Figura 9 - Levantamento do Sistema Atual de Rega A1

Figura 10 - Levantamento do Sistema Existente de Drenagem A1

Figura 11 - Levantamento da Vegetação Existente A1

**Jardim do Rapaz de Bronze – A2**

Figura 12 - Fotos Levantamento Fotográfico A2

Figura 13 - Levantamento Sistema Atual de Rega A2

Figura 14 - Levantamento Sistema Existente de Drenagem A2

Figura 15 - Levantamento Vegetação Existente A2

**Jardim dos Anões – A3**

Figura 16 - Fotos Levantamento Fotográfico A3

Figura 17 - Levantamento Sistema Atual de Rega A3

Figura 18 - Levantamento Sistema Existente de Drenagem A3

Figura 19 - Levantamento Vegetação Existente A3

**Jardim do Xisto – A4**

Figura 20 - Fotos Levantamento Fotográfico A4  
Figura 21 - Levantamento Sistema Atual de Rega A4  
Figura 22 - Levantamento Sistema Existente de Drenagem A4  
Figura 23 - Levantamento Vegetação Existente A4  
Jardim do Peixe – A5

Figura 24 - Fotos Levantamento Fotográfico A5  
Figura 25 - Levantamento Sistema Atual de Rega A5  
Figura 26 - Levantamento Sistema Existente de Drenagem  
Figura 27 - Levantamento Vegetação Existente A5  
Jardim do Roseiral – A6

Figura 28 - Fotos Levantamento Fotográfico A6  
Figura 29 - Levantamento Sistema Atual de Rega A6  
Figura 30 - Levantamento Sistema Existente de Drenagem A6  
Figura 31 - Levantamento Vegetação Existente A6  
Jardim dos Jotas – A7

Figura 32 - Fotos Levantamento Fotográfico A7  
Figura 33 - Levantamento Sistema Atual de Rega A7  
Figura 34 - Levantamento Sistema Existente de Drenagem A7  
Figura 35 - Levantamento Vegetação Existente A7  
Jardim do Liquidâmbar – A8

Figura 36 - Fotos Levantamento Fotográfico A8  
Figura 37 - Levantamento Sistema Atual de Rega A8  
Figura 38 - Levantamento Sistema Existente de Drenagem A8  
Figura 39 - Levantamento Vegetação Existente A8  
Jardim dos Cactos e Suculentas– A9

Figura 40 - Fotos Levantamento Fotográfico A9  
Figura 41 - Levantamento Sistema Atual de Rega A9  
Figura 42 - Levantamento Sistema Existente de Drenagem A9  
Figura 43 - Levantamento Vegetação Existente A9  
Jardim dos Lagos– A10

Figura 44 - Fotos Levantamento Fotográfico A10  
Figura 45 - Levantamento Sistema Atual de Rega A10  
Figura 46 - Levantamento Sistema Existente de Drenagem A10  
Figura 47 - Levantamento Vegetação Existente A10  
Arboreto– A11

Figura 48 - Fotos Levantamento Fotográfico A11  
Figura 49 - Levantamento Sistema Atual de Rega A11  
Figura 50 - Levantamento Sistema Existente de Drenagem A11  
Figura 51 - Levantamento Vegetação Existente A11  
Jardim envolvente da Casa Andresen– A12



- Figura 52 - Fotos Levantamento Fotográfico A12  
Figura 53 - Levantamento Sistema Atual de Rega A12  
Figura 54 - Levantamento Sistema Existente de Drenagem A12  
Figura 55 - Levantamento Vegetação Existente A12  
Canteiros em volta dos jardins formais – A13  
Figura 56 - Fotos Levantamento Fotográfico A13  
Figura 57 - Levantamento Sistema Atual de Rega A13  
Figura 58 - Levantamento Sistema Existente de Drenagem A13  
Figura 59 - Levantamento Vegetação Existente A13  
Jardim envolvente da Casa Salabert – A14  
Figura 60 - Fotos Levantamento Fotográfico A14  
Figura 61 - Levantamento Sistema Atual de Rega A14  
Figura 62 - Levantamento Sistema Existente de Drenagem A14  
Figura 63 - Levantamento Vegetação Existente A14  
Estufas Frias– A15  
Figura 64 - Fotos Levantamento Fotográfico A15  
Figura 65 - Levantamento Sistema Atual de Rega A15  
Figura 66 - Levantamento Sistema Existente de Drenagem A15  
Figura 67 - Levantamento Vegetação Existente A15  
Estufa Tropical– A16  
Figura 68 - Fotos Levantamento Fotográfico A16  
Figura 69 - Levantamento Sistema Atual de Rega A16  
Figura 70 - Levantamento Sistema Existente de Drenagem A16  
Figura 71 - Levantamento Vegetação Existente A16  
Estufa Desértica– A17  
Figura 72 - Fotos Levantamento Fotográfico A17  
Figura 73 - Levantamento Sistema Atual de Rega A17  
Figura 74 - Levantamento Sistema Existente de Drenagem A17  
Figura 75 - Levantamento Vegetação Existente A17  
Síntese – S0  
Figura 76 - Planta de Hidrozonamento  
Bosques da Entrada – S1  
Figura 77 - Hidro-zonas S1  
Jardim do Rapaz de Bronze – S2  
Figura 78 -Hidro-zonas S2  
Jardim dos Anões – S3  
Figura 79 - Hidro-zonas S3  
Jardim do Xisto– S4  
Figura 80 - Hidro-zonas S4  
Jardim do Peixe – S5

**Figura 81 - Hidro-zonas S5**

Jardim do Roseiral – S6

**Figura 82 - Hidro-zonas S6**

Jardim dos Jotas – S7

**Figura 83 - Hidro-zonas S7**

Jardim do Liquidâmbar – S8

**Figura 84 - Hidro-zonas S8**

Jardim dos Cactos e Suculentas– S9

**Figura 85 - Hidro-zonas S9**

Jardim dos Lagos– s10

**Figura 86 - Hidro-zonas S10**

Arboreto– S11

**Figura 87 - Hidro-zonas S11**

Jardim envolvente da Casa Andresen– S12

**Figura 88 - Hidro-zonas S12**

Canteiros em volta dos jardins formais – S13

**Figura 89 - Hidro-zonas S13**

Jardim envolvente da Casa Salabert – S14

**Figura 90 - Hidro-zonas S14**

Estufas Frias– S15

**Figura 91 - Hidro-zonas S15**

Estufa Tropical– S16

**Figura 92 - Hidro-zonas S16**

Estufa Desértica– S17

**Figura 93 - Hidro-zonas S17**

Proposta – P0

**Figura 94 - Planta Condução de Água Despressurizada**

**Figura 95 - Planta de Rega ( condução de água pressurizada)**

Bosques da Entrada – P1

**Figura 96 - Plano de Condução de Água despressurizada P1**

**Figura 97 - Plano de Rega (Condução de Água Pressurizada) P1**

Jardim do Rapaz de Bronze – P2

**Figura 98 - Plano de Condução de Água despressurizada P2**

**Figura 99 - Plano de Rega (Condução de Água Pressurizada) P2**

Jardim dos Anões – P3

**Figura 100 - Plano de Condução de Água despressurizada P3**

**Figura 101 - Plano de Rega (Condução de Água Pressurizada) P3**

Jardim do Xisto– P4

**Figura 102 - Plano de Condução de Água despressurizada P4**

Figura 103 - Plano de Rega (Condução de Água Pressurizada) P4  
Jardim do Peixe – P5

Figura 104 - Plano de Condução de Água despressurizada P5

Figura 105 - Plano de Rega (Condução de Água Pressurizada) P5  
Jardim do Roseiral – P6

Figura 106 - Plano de Condução de Água despressurizada P6

Figura 107 - Plano de Rega (Condução de Água Pressurizada) P6  
Jardim dos Jotas – P7

Figura 108 - Plano de Condução de Água despressurizada P7

Figura 109 - Plano de Rega (Condução de Água Pressurizada) P7  
Jardim do Liquidâmbar – P8

Figura 110 - Plano de Condução de Água despressurizada P8

Figura 111 - Plano de Rega (Condução de Água Pressurizada) P8  
Jardim dos Cactos e Suculentas– P9

Figura 112 - Plano de Condução de Água despressurizada P9

Figura 113 - Plano de Rega (Condução de Água Pressurizada) P9  
Jardim dos Lagos– P10

Figura 114 - Plano de Condução de Água despressurizada P10

Figura 115 - Plano de Rega (Condução de Água Pressurizada) P10  
Arboreto– P11

Figura 116 - Plano de Condução de Água despressurizada P11

Figura 117 - Plano de Rega (Condução de Água Pressurizada) P11  
Jardim envolvente da Casa Andresen– P12

Figura 118 - Plano de Condução de Água despressurizada P12

Figura 119 - Plano de Rega (Condução de Água Pressurizada) P12  
Canteiros em volta dos jardins formais – P13

Figura 120 - Plano de Condução de Água despressurizada P13

Figura 121 - Plano de Rega (Condução de Água Pressurizada) P13  
Jardim envolvente da Casa Salabert – P14

Figura 122 - Plano de Condução de Água despressurizada P14

Figura 123 - Plano de Rega (Condução de Água Pressurizada) P14  
Estufas Frias– P15

Figura 124 - Plano de Condução de Água despressurizada P15

Figura 125 - Plano de Rega (Condução de Água Pressurizada) P15  
Estufa Tropical– P16

Figura 126 - Plano de Condução de Água despressurizada P16

Figura 127 - Plano de Rega (Condução de Água Pressurizada) P16  
Estufa Desértica– P17

Figura 128 - Plano de Condução de Água despressurizada P17

Figura 129 - Plano de Rega (Condução de Água Pressurizada) P17

## **Apresentação do tema**

O desperdício e o gasto de fundos económicos com sistemas que criam desperdício e não são eficazes, ou sustentáveis é cada vez menos aceite pela sociedade, como tal, para a estabilidade e crescimento, proliferação e sobrevivência, a eficiência e autonomia dos sistemas devem ser garantidas. Quando desse mesmo sistema dependem um ou múltiplos ecossistemas (subsistemas), a sua valorização e eficácia, tornam-se uma preocupação maior, pois com o seu colapso, podem perder-se nichos ecológicos únicos.

A população dos países desenvolvidos concentra-se hoje, na sua grande maioria, em Centros Urbanos, na procura de oportunidades de maior crescimento pessoal e profissional. Os grandes centros urbanos oferecem todo o tipo de serviços necessários á sua população, esses serviços fazem parte de um sistema complexo, que garante a sobrevivência da democracia e da sociedade como a conhecemos.

Face á consciência ecológica, económica e social que hoje em dia já se tem sobre os caminhos que a nossa sociedade tem de tomar, a atenção dos decisores, vira-se para a Estrutura Verde das cidades, procurando respostas de mitigação do modo de vida Urbano, através da compensação no investimento ambiental e ecológico.

Os espaços verdes em meio urbano que até então destacavam funções principalmente estéticas e sociais, começam a ser observados num novo prisma, o ambiental, ecológico, estético e social. Estes estão sujeitos a uma grande pressão, pois são constantemente agredidos, quer pela carga humana a que estão sujeitos, quer pelas condições ambientais que os envolvem. São espaços que, na sua maioria, estão associados grandes custos de manutenção, caso contrário teriam dificuldade em sobreviver a um ambiente tão hostil como é o Urbano.

Surge então necessidade de continuar a valorizar estes espaços, não só na sua vertente estética e social, mas também, na vertente ambiental e ecológica, pois existe a vontade de que estes assumam cada vez mais um papel fulcral no sistema complexo urbano, com métodos de controlo, gestão e manutenção eficazes, que permitam o contínuo investimento de forma sustentada, em prol da salubridade da vida da população e do meio ambiente.

Os sistemas de rega são um elemento fundamental para a manutenção destes espaços verdes em centros urbanos. Estes garantem a sobrevivência das espécies vegetais e uma capacidade de carga tipológica mínima necessária aos espaços durante todo o ano, permitindo que as funções: ambiental, ecológica, estética e social se mantenham presentes mesmo nos momentos climáticos mais rigorosos do ano.

Em climas Mediterrânicos, o período de maior radiação é favorável ao crescimento das plantas, mas coincide com o de maior escassez de precipitação natural, por isso, a rega é uma necessidade. A utilização de um recurso escasso como a água exige o desenvolvimento de sistemas tecnologicamente evoluídos, capazes de utilizar este recurso com eficiência. (Luis Leopoldo Silva, *“Energias Renováveis e Eficiência Energética” Universidade de Évora, 31 de Maio de 2010*).

O Jardim Botânico do Porto é uma referência dos espaços verdes da Cidade do Porto, tipologicamente este é um Jardim de Acesso Público com funções essencialmente de conservação e de recreio.

O Jardim divide-se em vários espaços de diferente carácter, formando jardins formais e informais compostos por vegetação de diferentes origens, cujas condições climáticas são muito distintas e como tal as suas necessidades hídricas também. O elevado grau de diversidade da composição dos espaços, exige uma elevada manutenção dos mesmos, bem como uma grande adaptação da rega instalada a cada espaço, e a sua interação com os elementos de água existentes.

Atualmente este representa, para além de um jardim botânico, um jardim histórico exemplar das Quintas de Recreio do séc. XIX do Porto, e um símbolo da literatura, dado que os seus jardins são referências de obras da reconhecida poetisa Portuguesa Sophia de Mello Breyner Andresen e de seu primo Ruben Alfredo Andresen Leitão, também ele escritor, os quais viveram na antiga Casa Andresen, atual Museu do Jardim Botânico.

Em prol da sustentabilidade do espaço, e da saúde de todos os ecossistemas presentes neste jardim, irei propor a reabilitação e conversão do atual sistema de rega do jardim botânico. É essencial uma boa definição das necessidades hídricas, um aproveitamento e gestão exemplares dos recursos existentes e implementação de sistemas alternativos de abastecimento energético e hidrológico, a definição de hidrozonas adequando o sistema de rega a cada espaço e a aplicação de novas tecnologias na gestão, monitorização e manutenção, a fim de reduzir ao máximo os consumos e desperdícios do sistema. Pretende-se que este sistema de rega volte a ser pioneiro no Porto, a fim de se tornar um exemplo a seguir na aplicação de sistemas de rega em espaços verdes urbanos.

## **Âmbito**

Esta proposta insere-se no âmbito do Mestrado de Arquitetura Paisagista da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. O estágio curricular realiza-se sob a orientação da Arquiteta Paisagista Ana Lindeza ao abrigo da Cudell - Outdoor Solutions, S.A., uma empresa Portuguesa fundada em 1954, com reputação em Portugal e no Estrangeiro pela sua competência e capacidade de inovação.

A Cudell – OS comercializa soluções para áreas exteriores, destacando-se os sistemas de rega de espaços verdes e de rega agrícola, piscinas e bombas.

O conhecimento das necessidades hídricas em função das espécies vegetais, da taxa de precipitação e do tipo de solo, é determinante para obter um consumo eficiente de água. Um sistema de rega eficiente tem como base o planeamento e gestão de água de modo a evitar desperdícios, pelo que, é importante incluir tanto as necessidades hídricas das plantas, como as especificações técnicas de um sistema de rega.

A proposta de estágio baseia-se na análise e aplicação de técnicas que permitam tornar o sistema de rega do Jardim Botânico do Porto mais autónomo e cujo funcionamento seja mais sustentável através do

reaproveitamento de recursos e redução dos desperdícios, tornando-se um exemplo de referência de Rega Sustentável em Espaços Verdes Urbanos.

A eficiente gestão da água na rega, pode ser alcançada através da implementação de métodos adequados de distribuição, que permitam fornecer às plantas exatamente a quantidade de água correspondente às suas necessidades, métodos adequados de aproveitamento do ciclo hidrológico natural com controlo total das escorrências superficiais e drenagens pluviais, tendo em vista a sua orientação, tratamento e armazenamento, contribuindo para um reaproveitamento dos recursos existentes, criação de um sistema alternativo de abastecimento, bem como importantes funções ecológicas associadas ao mesmo.

A criação de um sistema de rega para as Estufas, que atualmente são regadas manualmente, será também um princípio de poupança a vários níveis: o sistema de rega para além de fornecer às plantas a quantidade de água que elas necessitam também funcionará como sistema de arrefecimento. A quantidade de água introduzida será controlada por sensores em função da evapotranspiração e da humidade do solo. Para além de toda a gestão da rega em função das necessidades hídricas, o facto de a mesma ser automática, permitirá libertar os jardineiros, horas outrora dedicadas à rega para outras operações.

A Automatização de todo o sistema de rega vai permitir um ajuste automático ao clima e uma poupança máxima de água de acordo com as necessidades hídricas.

## **Problemática**

A sustentabilidade de um sistema de rega é possível, através de sistemas de recolha de águas pluviais, tratamento de águas residuais, utilização de sistemas alternativos de energia, gestão e monitorização. Como complemento, a instalação de um sistema tecnologicamente evoluído envolve sempre, para além de um investimento inicial avultado, o acompanhamento do mesmo através de uma manutenção regular para garantir o equilíbrio e bom funcionamento do mesmo, o que também envolve custos.

Mas a sustentabilidade só é garantida quando os benefícios superam os desperdícios e os gastos. Um projeto de rega sustentável vai garantir que as necessidades hídricas da vegetação que compõem o espaço vão ser sempre supridas, e como tal, vamos incrementar a capacidade de carga do espaço, bem como a sua capacidade resiliente de responder a eventos anormais do seu ciclo de vida natural. Este vai também aumentar a qualidade estética do espaço, a fitossanidade da vegetação e dos restantes ecossistemas associados, incrementando as funções ecológicas do espaço.

É um facto que a melhoria das condições de crescimento da vegetação vai levar a um mais vigoroso crescimento da mesma, que por consequência implicará uma maior investimento na manutenção dos espaços. A sustentabilidade está sempre próxima de uma utopia, para a qual a rega não foge à regra. Com a crescente consciência social e valor recreativo, ambiental, económico e ecológico dos espaços verdes especialmente os urbanos e dada a necessidade de utilização da água para a sua sobrevivência, é demais

importante que esta tenha a aplicação mais eficiente e que respeite as melhores práticas de gestão do ciclo hidrológico natural com resultados ambientais, ecológicos e sociais de valor incalculável.

Podemos pois concluir que sim, podemos criar um sistema de rega que funcione de forma sustentável, através da utilização dos recursos de forma equilibrada para que o seu funcionamento possa ser considerado economicamente viável.

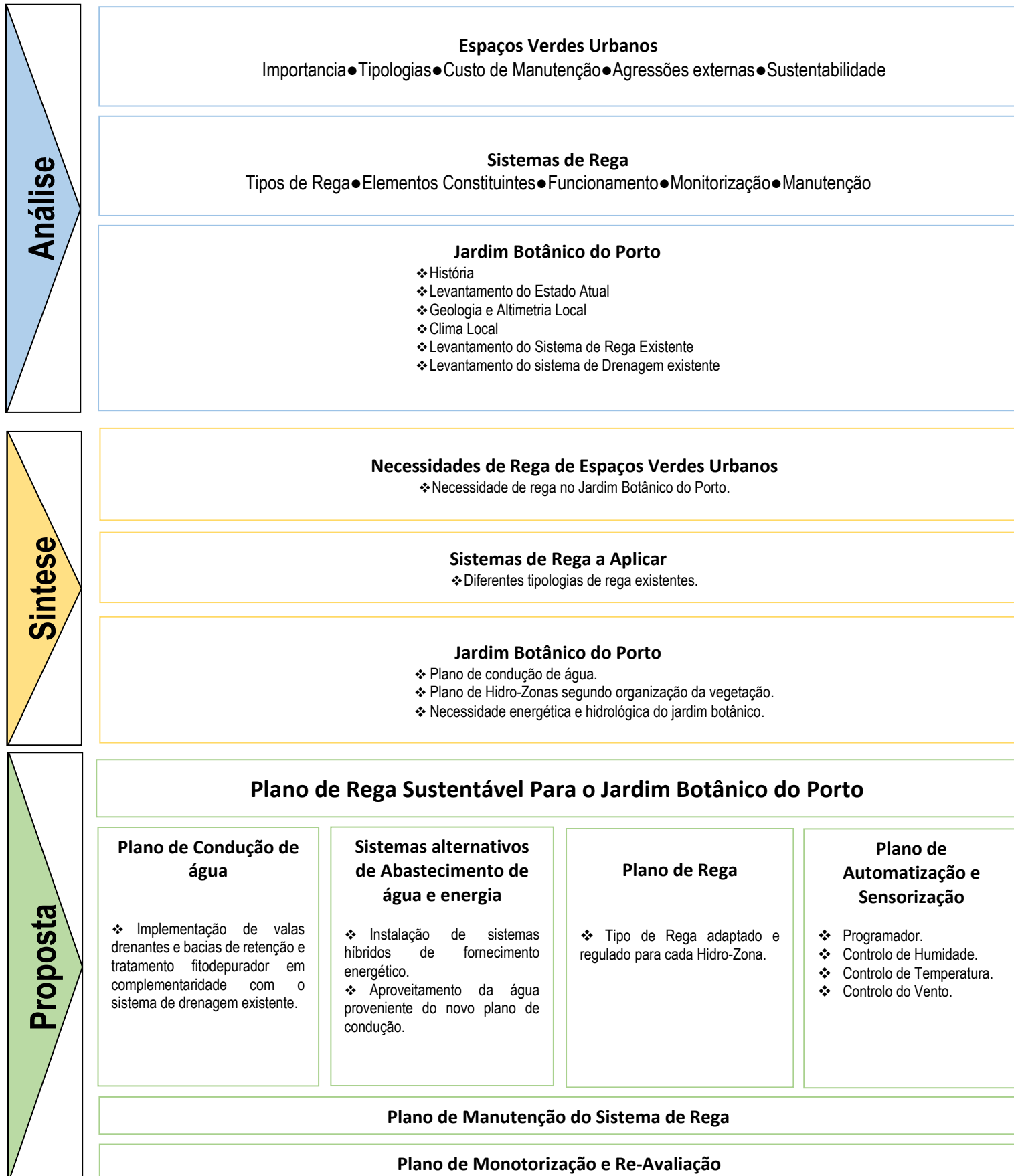
## **Objetivos**

Tendo em conta a problemática apresentada, os objetivos desta proposta passam pela elaboração de um plano de rega sustentável que contribua para a qualidade botânica, estética e ambiental do Jardim. Este incluirá:

- Plano de Condução de Água (Livre e Sob Pressão)
- Novo Plano de Rega adequado a cada Hidro-Zona, incluindo as Estufas
- Sistemas alternativos de abastecimento de água e energia
- Plano de Automatização e Sensorização
- Plano de Manutenção, Monitorização e Reavaliação do sistema

Pretende-se que esta proposta possa servir de exemplo para a aplicação de sistemas de rega sustentável em espaços verdes urbanos, sendo que o sistema só é corretamente aplicado se for adaptado a cada caso, seguindo pressupostos de sustentabilidade.

## Metodologia e Estrutura





A metodologia adotada para responder aos objetivos da proposta de estágio encontra-se dividida em 3 fases: Análise, Síntese e Proposta. Inicialmente é feita uma análise dos Espaços Verdes Urbanos e da sua função, importância, custo e problemáticas para a sociedade. Esta vai enquadrar a análise do nosso espaço, com todas as pressões exteriores inerentes.

São de realçar alguns aspetos essenciais do espaço para a análise como a Modelação do local, a plantação existente, o uso de água e energia do local, bem como o clima que o afeta. Para tal além de levantamentos em planta para estudo, foi essencial realizar visitas ao local, para observar o comportamento de todo o sistema e recolher alguns testemunhos de alguns operacionais do local. A análise não termina sem analisar o sistema de rega no seu todo, identificando a instalação feita em cada zona, o seu estado e os seus consumos. Para melhor compreensão do sistema de rega em questão, previamente é feita uma análise dos sistemas de rega até aos dias de hoje.

A síntese inicia-se com a caracterização do espaço, um breve historial, e a síntese do seu estado atual. São sintetizadas Hidro-Zonas segundo as necessidades hídricas das espécies vegetais que compõem cada zona, definindo um Plano de circulação de água que complementa o sistema de drenagem construído com um plano de escoamentos superficiais orientadas, no sentido de recolher as águas em bacias de retenção que, juntamente com plantas fito-depuradoras, cumprem funções ecológicas, promovendo a biodiversidade do jardim botânico e funcionando como um sistema alternativo de armazenamento de água em momentos de maior escassez de água.

Para finalizar definiu-se um quadro de consumos, que regula os consumos de água e energia por zona e na totalidade do espaço.

Na proposta define-se um novo Plano de Rega adaptado e regulado para cada Hidro-zonas, bem como um plano de Drenagem que inclui todo um sistema de aproveitamento, tratamento e armazenamento que garante o abastecimento do sistema de rega e ainda aporta funções de maior importância ecológica. São também propostas sistemas alternativos de fornecimento de energia sustentável. Coloca-se a hipótese de relocação de algumas espécies vegetais se necessário, bem como a monitorização constante da evapotranspiração com sensores que registam a humidade no solo e no ar em cada zona, a temperatura e o vento para que o sistema possa ajustar-se em função das condições edafoclimáticas.

É essencial a criação de um plano de manutenção e monitorização para garantir o acompanhamento do bom funcionamento do sistema. Assim como será necessária uma reavaliação das necessidades hídricas de cada Hidro-zonas, para garantir a adaptação constante em resposta ao crescimento vegetal e consequente aumento de necessidades.

## **Enquadramento teórico**

### **Espaços Verdes Urbanos**

São espaços concentradores de uma grande biodiversidade, quer ao nível da flora, com grande diversidade de coberto vegetal (Arbóreo, Arbustivo, Subarbustivo, Herbáceo), bem como da fauna, onde um conjunto de seres-vivos, aves, insetos, anfíbios entre outra espécies que co habitam num mesmo ecossistema.

Estes estão sujeitos a uma grande pressão, pois são constantemente agredidos, quer pela carga humana a que estão sujeitos, quer pelas condições ambientais que os envolvem, bem como pela falta de relação entre os espaços. São espaços geralmente de áreas reduzidas aos quais estão geralmente ainda associados grandes custos de manutenção, caso contrário teriam dificuldade em sobreviver a um ambiente tão hostil como é o Urbano, ou pelo menos da forma como os conhecemos.

Surge então necessidade de continuar a valorizar estes espaços, não só na sua vertente estética e social, mas também, na vertente ambiental e ecológica, pois existe a vontade de que este assumam cada vez mais um papel fulcral no sistema complexo urbano, com métodos de controlo, gestão e manutenção eficazes, de baixo custo que permitam o contínuo investimento de forma sustentada, em prol da população e do meio ambiente.

A rega aplica-se aos Espaços Verdes de Cultivo, Parques e Jardins de Acesso Público, Praças de acesso Público, Jardins Privados, Espaços Verdes Associados a Urbanizações, Espaços Verdes Associados a Equipamentos, Ruas Arborizadas e em Cemitérios.

O Jardim Botânico do Porto é uma referência dos espaços verdes da Cidade do Porto, tipologicamente este é um Jardim de Acesso Público com funções de conservação, de recreio e educacionais.

É pois um jardim de acesso público, de carácter especial, pois a sua coleção botânica é representativa de vegetação proveniente dos mais diversos habitats, cuja exigência de manutenção se eleva em relação aos restantes espaços verdes urbanos.

É no jardim botânico que as espécies devem adquirir o seu estado de adaptação máximo crescendo em condições de sanidade, servindo de verdadeiros exemplares da sua espécie. Dados os diferentes habitats de onde provêm é necessário dar condições de adaptação diferentes a cada tipo de espécie.

Tamanho cuidado e exigência na manutenção aporta custos elevados, que hoje em dia não são suportáveis pela sociedade. Como tal cada vez mais é necessário reduzir os custos de manutenção sem grandes intervenções ao nível estrutural do jardim, pois é necessário acima de tudo respeitar cada espécie vegetal existente.

Essa redução pode começar pela automatização total do sistema de rega e seu novo fornecimento energético e hidrológico alternativo. O mesmo vai permitir libertar os colaboradores da manutenção do jardim de todas as operações associadas á distribuição de água, e vai garantir o aproveitamento dos

recursos hidrológicos solares e anemométricos para funcionamento automático e sustentado do sistema de rega.

## Sistemas de Rega

### Importância dos sistemas de rega

Nos tempos que correm, o uso sustentado da água é uma prioridade a nível mundial, mas particularmente acentuada nas regiões onde a água é ou se tornou escassa. O que leva a uma necessidade de assumir novas medidas de conservação dos recursos, reutilização, aproveitamento e tratamento dos mesmos em prol de um reequilíbrio ambiental, recorrendo a tecnologias apropriadas, e procurando soluções economicamente viáveis e socialmente aceitáveis.

A utilização de um recurso escasso como a água exige o desenvolvimento de sistemas tecnologicamente evoluídos, capazes de utilizar este recurso com eficiência. Mas, a evolução tecnológica dos sistemas, que conduz a equipamentos que podem ser comandados automaticamente, melhorando a sua eficiência, vai aumentar o consumo energético, que por sua vez deve ser sustentado em “energias limpas”.

A redução das necessidades energéticas dos sistemas poderá ser conseguida através de:

- i) Um melhor projeto e dimensionamento dos sistemas;
- ii) A utilização de novas tecnologias na gestão dos sistemas;
- iii) A opção por sistemas de rega que funcionem com baixa pressão.

(Silva, 2010)

Conjugando todos estes fatores será possível diminuir o consumo energético através de:

- i) Diminuição do número de horas de bombagem necessária para a rega;
- ii) Aumento da eficiência dos sistemas de transporte e aplicação da água;
- iii) Automatização e manutenção dos sistemas, permitindo a sua utilização em condições mais eficientes.

(Silva, 2010)

A irrigação é um processo de distribuição de água para fins de crescimento e nutrição de espécies vegetais, que procura complementar a precipitação natural aquando do seu défice, com a projeção de sistemas de rega que em tudo pretendem simular uma precipitação natural.

### Soluções e vantagens da Rega atual

Os sistemas de rega são elementos fundamentais para a manutenção de espaços verdes em meio urbano. Estes garantem a sobrevivência das espécies vegetais e a manutenção de uma capacidade de carga tipológica mínima dos espaços, durante todo o ano.

“A rega é também uma resposta á sociedade moderna que depende de um abundante aprovisionamento hídrico, para a sua sobrevivência. Esta procura controlar e otimizar a dosagem de água em harmonia com as necessidades das plantas, reduzindo a aplicação de água aos mínimos.” (Perestrello, 2005)

## **O Jardim Botânico do Porto**

### **História**

#### **A história do Jardim**

O primeiro Jardim Botânico no Porto foi estabelecido por decreto de Passos Manuel de 1837, sendo localizado em 1852 na cerca do extinto Convento dos Carmelitas, embora a sua criação apenas se verificasse em 1866. Com a ampliação do quartel da Guarda Municipal, o Jardim foi instalado em 1903 na Cordoaria mas por muito pouco tempo, tendo a Universidade do Porto ficado privada do seu jardim cerca de meio século.

Instalado no ano de 1951, pela Universidade do Porto, na então Quinta do Campo Alegre, com uma área á época de 12 ha, o Jardim Botânico do Porto, estava sobe a gestão do Instituto de Botânica Dr. Gonçalo Sampaio. O Professor Américo Pires de Lima, então diretor do instituto, com a colaboração do alemão Franz Koepp, procedeu á sua adaptação tirando partido do traçado de jardins e da vegetação já existentes ao gosto das quintas de recreio do Porto de finais do século XIX.

Até ao início do séc. XX seguiu-se um período de degradação, em especial das estufas e dos caminhos, seguindo-se nos anos seguintes várias obras de recuperação tanto dos jardins e equipamentos bem como da casa e das estufas.

#### **Intervenções recentes no Jardim Botânico**

Em 1983, o Jardim Botânico encerrou ao público na sequência do seu estado de degradação, tendo reaberto em 2001, após uma primeira intervenção de contenção dessa degradação. A oportunidade de uma candidatura ao Programa ON (CCDRN) permitiu renovar as redes de caminhos, rega, drenagem e elétrica e foi ainda possível realizar um conjunto de outros melhoramentos. A obra obrigou ao encerramento do jardim ao público em Julho de 2006 tornando-se possível concluir esta nova fase da intervenção em Maio de 2007 e assim proceder á sua reabertura.

### **Análise**

(Informação complementar ver Anexos – A0)

O Jardim Botânico está neste momento a finalizar a sua ultima grande intervenção, a qual incidiu na recuperação total da casa Andresen com finalidade de instalação do Museu de História Natural e Galeria

da Biodiversidade, bem como da casa Salabert e sua envolvente direta para se tornar no espaço e-learning da Universidade do Porto, á qual foram retirados dois corpos ao edifício que haviam sido acrescentados quando aqui funcionava o curso de arquitetura paisagista e criado um amplo espaço exterior á casa com uma bordadura mista á sua volta. Estão também ainda a decorrer obras de recuperação da estrutura das estufas-frias.

#### **Geologia e Altimetria (Tipo de solo, principais declives)**

O solo no Jardim Botânico é na sua maioria franco-arenoso, de origem granítica e por isso também considerado ácido.

#### **Clima (caracterização segundo a estação meteorológica da serra do pilar)**

Clima temperado com Verão seco e suave, em quase todas as regiões a Norte do sistema montanhoso Montejunto-Estrela e nas regiões do litoral oeste do Alentejo e Algarve.

#### **Espaços exteriores do Jardim**

\*Espécies Dominantes de cada estrato em cada espaço a azul

#### **Bosques da Entrada - (A1) (Informação complementar ver Anexos – A1)**

Área Total: 1.780 m<sup>2</sup>

Aquando da entrada principal para o Jardim Botânico somos ladeados por dois bosquetes que circundam dois canteiros onde crescem duas araucárias centenárias. Nestes bosquetes estão plantadas árvores e arbustos diversos sendo o revestimento do solo feito por dois tipos de plantas herbáceas de sombra, *Ophiopogon japonicus*.e *Vinca minor*.

#### **Espécies Existentes:**

Estrato arbóreo: *Acer palmatum*, *Tilia tomentosa*, *Araucária angustifolia*, *Cedrus libani*, *Camélia japónica*, *Camellia sasanqua*, *Chamaerops humilis*;

Estrato arbustivo: *Rhododendron sp*, *Syzygium smithii*;

Estrato herbáceo: *Ophiopogon japonicus*, *Vinca minor*, *Agapanthus africanus*;

**Habitat Dominante:** Bosques e Matos - Este da Ásia (pfaf.org)

**Necessidades Hídricas:** Baixas - Em resposta ao défice hídrico do coberto vegetal herbáceo.

**Sistema de Rega Instalado:** Bocas de rega para rega manual incluindo uma Válvula de alívio de ar

#### **Estado de Conservação do espaço e sistema de rega instalado:**

Os bosques da entrada encontram-se com alguns aparentes problemas de fitossanidade principalmente ao nível do coberto de solo herbáceo, revelando algum *stress* hídrico e também danos provocados por uma recente intervenção de recuperação da casa Andresen.

O sistema de rega manual encontra-se em bom estado.

**Frequência de rega:** Verão: 1 vez por semana

**Tempo de rega:** 30 min (15 min para cada um dos bosques)

**Dotação:** 1,00 m³/h - 1.000 L/h – 16,7 L/min – 0,28 L/s

**501 L por ciclo de rega**

### **Jardim do Rapaz de Bronze - (A2) (Informação complementar ver Anexos – A2)**

Área Total: 550 m²

Este é um jardim de finais do século XIX, tendo sofrido remodelações na década de 50. O nome do jardim está associado ao conto da escritora, Sophia de Mello Breyner Andresen, intitulado “O Rapaz de Bronze”. A estátua da senhora existente no centro do lago está na origem dessa história. A vegetação arbustiva encontra-se bastante envelhecida.

#### **Espécies Existentes:**

Estrato arbóreo: *Camélia japónica*, *Liriodendron tulipifera*, *Taxus baccata*, *Phoenix canariensis*, *Kalmia latifolia*, *Metrosideros excelsa*;

Estrato arbustivo: *Rhododendron sp.*, *Dicksonia antarctica*;

Estrato herbáceo: *Ophiopogon japonicus*, *Agapanthus africanus*, *Nephrolepis*;

**Habitat Dominante:** Bosques, das colinas até ao mar, da Coreia e Japão – Este da Ásia (pfaf.org)

**Necessidades Hídricas:** Baixas – Em resposta ao essencialmente ao défice hídrico do coberto vegetal herbáceo

**Sistema de Rega Instalado:** Boca de rega para rega manual

#### **Estado de Conservação do espaço e sistema de rega instalado:**

O jardim do rapaz de bronze encontra-se aparentemente com alguns problemas de fitossanidade principalmente ao nível do coberto de solo herbáceo, revelando algum stress hídrico e também alguns danos de uma recente intervenção na recuperação da casa Andresen.

O sistema de rega manual encontra-se em bom estado.

**Frequência de rega:** Verão: 1 vez por semana

**Tempo de rega:** 15 min

**Dotação:** 1,00 m³/h - 1.000 L/h – 16,7 L/min – 0,28 L/s

**250,5 L por ciclo de rega**

### **Jardim dos Anões - (A3) (Informação complementar ver Anexos – A3)**

Área Total: 900 m²

Este jardim está também ele associado á escritora Sophia de Mello Breyner Andresen, do conto intitulado ‘A Floresta’, criado a partir de um lugar de brincar das crianças da casa Andresen.

#### **Espécies Existentes:**

Estrato arbóreo: *Phoenix canariensis*, *Bétula pendula*, *Magnólia grandiflora*, *Cedrus libani* *Acer palmatum*;

Estrato arbustivo: *Rhododendron sp*, *Hypericum radicans*;

Estrato herbáceo: *Agapanthus africanus*, *Hedera helix*;

**Habitats:** Bosques e matas termófilas – Ilhas Canárias (palms.org)

**Necessidades Hídricas:** Baixas – Em resposta ao défice hídrico do coberto vegetal herbáceo

**Sistema de Rega Instalado:** Bocas de rega para rega manual

**Estado de Conservação do espaço e sistema de rega instalado:**

O jardim dos anões encontra-se em aparente estado razoável de fitossanidade, apesar de alguns problemas verificados nas palmeiras, devido á praga do escaravelho das palmeiras “*Rhynchophorus Ferrugineus*”, as mesmas estão em tratamento.

O sistema de rega manual encontra-se em bom estado.

**Frequência de rega:** Verão: 1 vez por semana

**Tempo de rega:** 15 min

**Dotação:** 1,00 m³/h - 1.000 L/h – 16,7 L/min – 0,28 L/s

**250,5 L por ciclo de rega**

**Jardim do Xisto - (A4) (Informação complementar ver Anexos – A4)**

Área Total: 920 m²

Área regada automaticamente: 142 m²

Este jardim foi projetado por Franz Koepp nos anos 50 e recebeu esta designação devido à utilização do xisto na sua construção. Este era o antigo local do campo de ténis da Quinta do Campo Alegre.

**Espécies Existentes:**

Estrato arbóreo: *Liriodendron tulipifera*, *Thuja plicata*, *Arbutus xalapensis*, *Camellia japonica*;

Estrato arbustivo: *Strelitzia reginae*, *Strelitzia alba*;

Estrato herbáceo: *Protea sp.*, *Gazania rigens*;

Plantas Aquáticas: *Nymphaea alba*, *Cyperus papyrus*, *Marsilea quadrifolia*

**Habitats:** Solos húmidos e bem drenados - Africa do Sul (Royal Horticultural Society)

**Necessidades Hídricas:** Médias – Em resposta á necessidade de solos húmidos para os, estrato arbustivo e herbáceo, com tempos de rega curtos, a fim de evitar encharcamento e perdas por escorrência superficial.

**Sistema de Rega Instalado:** Sistema automatizado de rega por pulverização, com uma sobreposição de 50% apenas nos canteiros envolventes aos lagos.

3 Bocas de rega para rega manual

**Estado de Conservação do espaço e sistema de rega instalado:**

O jardim do xisto encontra-se em aparente bom estado de fitossanidade e com o seu sistema atual de rega em bom funcionamento.

**Número de sectores:** 1

**Frequência de rega por sector:**

Outono: 2 vezes por semana; 2 vezes por dia;

Verão: Todos os dias; 2 vezes por dia;

**Tempo de rega por sector**: 3 min cada ciclo de rega

**Dotação**: 11,31 m<sup>3</sup>/h - 11.310 L/h – 188,5 L/min – 3,14 L/s

**565,5 L por ciclo de rega**

**Jardim do Peixe - (A5) (Informação complementar ver Anexos – A5)**

Área Total: 790 m<sup>2</sup>

Área regada automaticamente: 360 m<sup>2</sup>

Jardim também projetado por Franz Koepp nos anos 50-60 para coleções de plantas anuais. Recebeu esta designação devido à forma conferida ao seu canteiro central. Nos tempos da Quinta do Campo Alegre, este espaço rodeado por sebes altas de camélias era conhecido como a espargueira.

**Espécies Existentes:**

Estrato arbustivo: *Rosaceae sp.*;

Estrato herbáceo: *Poa pratensis*, *Festuca arundinacea*, *Lotus pedunculatus*, *Buxus sempervirens*;

**Habitats**: Clareiras – Europa do Norte (pfaf.org)

**Necessidades Hídricas**: Altas – Em resposta às elevadas necessidades hídricas dos canteiros de prado cortado

**Sistema de Rega Instalado**: Sistema automatizado de rega por pulverização, com uma sobreposição de 100%

2 Bocas de rega para rega manual

**Estado de Conservação do espaço e sistema de rega instalado:**

O jardim do peixe encontra-se em razoável aparente estado de fitossanidade apresentando atualmente apenas alguns problemas de secura das sebes de buxo, devido a uma doença provocada pelo fungo “*Cylindrocladium buxicola*” afeta a todo o jardim botânico.

O seu sistema atual de rega está parcialmente desligado e com erros de instalação.

Existem 4 corpos pulverizadores danificados, os quais obrigam o fecho da válvula controladora de um dos sectores de irrigação do jardim, existem bicos alterados em relação ao projeto de rega existente, tendo sido instalados na rede apesar de os mesmos terem dotações diferentes dos restantes bicos, e que por consequência levam á perda de pressão na rede.

**Número de sectores**: 3

**Frequência de rega por sector**: Outono: 2 vezes por semana; 2 vezes por dia - Verão: Todos os dias; 2 vezes por dia;

**Tempo de rega por sector**: 3 min cada ciclo de rega para cada um dos 3 sectores



**Dotação: 27,49 m<sup>3</sup>/h - 27.491 L/h – 458,5 L/min – 7,64 L/s**

**Sector 1: 6.720 L/h**

**Sector 2: 14.260 L/h**

**Sector 3: 6.511 L/h**

**1.374,6 L por ciclo de rega**

### **Jardim do Roseiral - (A6) (Informação complementar ver Anexos – A6)**

Área Total: 1.420 m<sup>2</sup>

Área regada automaticamente: 620 m de buxo

Este jardim é o jardim formal central a sul da casa Andresen, é envolvido por sebes de camélias e o seu traçado ainda permanece do tempo da Quinta do Campo Alegre. No fundo do roseiral, encontra-se o busto do Professor Américo Pires de Lima, grande impulsionador da instalação do Jardim Botânico na Quinta do Campo Alegre.

Na última intervenção que está presentemente em fase de conclusão foram retirados 2 dos 4 canteiros de alfazemas, tendo sido substituídos por prados cortados, e foi ainda alterado o sistema de rega instalado.

#### **Espécies Existentes:**

Estrato arbustivo: *Rosaceae sp*, *Lavandula angustifolia*, *Buxus sempervirens*;

Estrato herbáceo: *Festuca arundinacea*, *Lilium sp*;

**Habitats:** Solos húmidos e ricos, em matos e orlas – Europa, região mediterrânica

**Necessidades Hídricas:** Baixas – Na maioria dos canteiros, visto que apenas o buxo e os dois canteiros de prado cortado necessitam de uma dotação regular, por sua vez os canteiros de rosas, alfazemas e lírios, terão apenas necessidades ocasionais no período de verão com baixas dotações e distribuição espaçada.

**Sistema de Rega Instalado:** Sistema automatizado de rega localizada em tubo gota-a-gota com gotejadores de 40cm em 40cm.

5 Bocas de rega para rega manual

#### **Estado de Conservação do espaço e sistema de rega instalado:**

O jardim do roseiral encontra-se em aparente estado de razoável fitossanidade apresentando atualmente apenas alguns problemas secura das sebes de buxo, devido a uma doença provocada pelo fungo “*Cylindrocladium buxicola*” afeta a todo o jardim botânico.

O seu sistema de rega sofreu alterações ao nível projetual, dado que o jardim vinha a apresentar alguns problemas, essencialmente de podridão ao nível dos pés das roseiras.

Qual problema de fitossanidade poderá ter sido provocado pela combinação do sistema de rega localizada sobreposto por uma manta têxtil anti crescimento de ervas, com aberturas reduzidas de arejamento junto aos pés das roseiras, que dariam origem a um ambiente propício para o desenvolvimento de doenças.

Tal problema teve como resolução imediata a remoção do sistema de rega gota-a-gota dos canteiros das roseiras e alfazemas, limitando-se o mesmo atualmente á rega do buxo que cria o perímetro dos vários canteiros do jardim.

Atualmente as roseiras só serão regadas uma vez por semana através de uma rega manual.

**Número de sectores: 4**

**Frequência de rega por sector:**

Outono: 2 vezes por semana; 2 vezes por dia;

Verão: Todos os dias; 2 vezes por dia;

**Tempo de rega por sector:** 15 min cada ciclo do sistema automático gota-a-gota, e 30 min de rega manual

**Dotação: 3,10 m<sup>3</sup>/h - 3.100 L/h – 51,67 L/min – 0,86 L/s**

**Sector 1 : 765 L/h**

**Sector 4 : 795 L/h**

**Sector 2 : 795 L/h**

**Sector 3 : 745 L/h**

**775,05 L por ciclo de rega**

**1,00 m<sup>3</sup>/h - 1.000 L/h – 16,7 L/min – 0,28 L/s**

**501 L por ciclo de rega manual**

### **Jardim dos Jotas – (A7) (Informação complementar ver Anexos – A7)**

Área: 600 m<sup>2</sup>

Área regada automaticamente: 390 m<sup>2</sup>

Este jardim é um jardim formal de traço á época de João V, as camélias encontram-se numa invulgar forma de sebe, aliás como acontece em torno do Roseiral e do Jardim do Peixe, e no seu interior em canteiros delimitados por sebe de buxo, surgem plantas bulbosas que no verão adquirem flores das mais diversas tonalidades. Existe também neste jardim, uma Glicínia muito antiga, apoiada sobre a pérgula do banco de azulejo existente.

Este jardim recebe esta designação devido à inscrição quatro vezes repetida de um par de letras 'J', as iniciais de João Henrique e Joana Andresen, proprietários da Quinta do Campo Alegre.

#### **Espécies Existentes:**

Estrato arbustivo: *Buxus sempervirens*;

Estrato herbáceo: *Dahlia sp.* *Digitaria sanguinalis*, *Wisteria sinensis*;

**Habitats:** Solos férteis de altitude média – América do Norte, México (pfaf.org)

**Necessidades Hídricas:** Altas – Em resposta às elevadas necessidades das espécies que formam o coberto vegetal herbáceo.

**Sistema de Rega Instalado:** Sistema automatizado de rega localizada por alagamento

2 Bocas de rega para rega manual

1 Válvula de alívio de ar

**Estado de Conservação do espaço e sistema de rega instalado:**

O jardim dos jotas encontra-se em aparente, estado razoável de fitossanidade, apresentando problemas visíveis de secura das sebes de buxo, devido a uma doença provocada pelo fungo “*Cylindrocladium buxicola*” afeta a todo o jardim botânico.

O seu sistema atual de rega encontra-se em bom funcionamento, apesar de recentemente terem ocorrido fugas ao nível da tubagem de adução nos pontos de redução do tubo de 50mm para 40mm.

**Número de sectores:** 9

**Frequência de rega por sector:**

Outono: 2 vezes por semana; 2 vezes por dia;

Verão: Todos os dias; 2 vezes por dia;

**Tempo de rega por sector:**

**Sector 1:** 2 min por ciclo de rega todo o ano

**Sector 2:** 2 min por ciclo de rega no outono – 5 min por ciclo de rega no verão

**Sector 3:** 2 min por ciclo de rega no outono – 5 min por ciclo de rega no verão

**Sector 4:** 2 min por ciclo de rega no outono – 5 min por ciclo de rega no verão

**Sector 5:** 2 min por ciclo de rega no outono – 5 min por ciclo de rega no verão

**Sector 6:** 2 min por ciclo de rega no outono – 5 min por ciclo de rega no verão

**Sector 7:** 2 min por ciclo de rega no outono – 5 min por ciclo de rega no verão

**Sector 8:** 15 min por ciclo de rega todo o ano

**Sector 9:** 15 min por ciclo de rega todo o ano

**Dotação:** 45,12 m<sup>3</sup>/h – 45.120 L/h – 752 L/min – 12,53 L/s

**Sector 1:** 2.400 L/h

**Sector 2:** 5.880 L/h

**Sector 3:** 6.420 L/h

**Sector 4:** 5.520 L/h

**Sector 5:** 5.580 L/h

**Sector 6:** 5.880 L/h

**Sector 7:** 4.080 L/h

**Sector 8:** 4.680 L/h

**Sector 9:** 4.680 L/h

1 L / minuto / alagador – 752 L / minuto / total de tubo alagadores

2 – 5 L / ciclo de rega / alagador – 1504 – 3760 L / ciclo de rega / total de alagadores

**Jardim do Liquidâmbar – (A8) (Informação complementar ver Anexos – A8)**

Área: 540 m<sup>2</sup>

Este jardim, localizado no lado poente da casa, recebe esta designação devido ao notável exemplar de liquidâmbar (*Liquidâmbar styraciflua*) aqui existente. É um espaço onde se encontram diversas azáleas e

rododendros e é também um espaço de referência no conto de Sophia de Mello Breyner Andresen 'O Rapaz de Bronze'.

**Espécies Existentes:**

Estrato arbóreo: *Liquidâmbar styracyflua*;

Estrato arbustivo: *Rhododendron sp*, *Rhododendron indica*, *Rhododendron ponticum*, *Camélia japónica*;

Estrato herbáceo: *Agapanthus africanus*, *Ophiopogon japonicus*;

**Habitats:** Solos Férteis e Húmidos – NO da Europa, NE América do Norte (pfaf.org)

**Necessidades Hídricas:** Baixas – Dado o estabelecimento pleno da vegetação, este espaço não necessita de grandes dotações de rega, que não ocasionais, no período de verão em resposta ao défice hídrico do coberto vegetal herbáceo.

**Sistema de Rega Instalado:** Boca de rega para rega manual

**Estado de Conservação do espaço e sistema de rega instalado:**

O jardim do Liquidâmbar encontra-se em aparente bom estado de fitossanidade, bem como o seu sistema de rega.

**Frequência de rega:** Verão: 1 vez por semana;

**Tempo de rega:** 15 min cada ciclo de rega

**Dotação:** 1,00 m<sup>3</sup>/h – 1.000 L/h – 16,7 L/min – 0,28 L/s

**250,5 L por ciclo de rega**

**Jardim dos Cactos e Suculentas – (A9) (Informação complementar ver Anexos – A9)**

Área: 1.750 m<sup>2</sup>

Este jardim foi instalado por Franz Koepp nos anos 50-60 sobre os antigos campos de cultivo da Quinta do Campo Alegre. A coleção é constituída por um grande número e diversidade de suculentas, sendo as mais interessantes a coleção dos géneros *Aloe*, *Agave*, *Euphorbia* e *Opuntia*.

**Espécies Existentes:**

Estrato arbóreo: *Cordyline australis*, *Euphorbias*, *Cereus hildmannianus*;

Estrato arbustivo: *Aloe barbadensis*, *Aloe cryptopoda*, *Aloe agave*, *Opuntia sp.*, *Aloe vera*;

**Habitats:** Solos bem drenados, orlas e clareiras – Europa, região mediterrânica, África do Norte

**Necessidades Hídricas:** Nulas

**Sistema de Rega Instalado:** Bocas de rega para rega manual

**Estado de Conservação do espaço e sistema de rega instalado:**

O jardim dos cactos e das suculentas encontra-se em aparente bom estado de fitossanidade, e o seu sistema de rega também.

**Frequência de rega:** Nenhuma o ano todo

**Tempo de rega:** Nenhum

**Dotação: Nenhuma****Jardim dos Lagos – (A10) (Informação complementar ver Anexos – A10)**

Área: 2.300 m<sup>2</sup>

Área regada automaticamente: 290 m<sup>2</sup>

Este jardim desenvolve-se em torno de um grande lago, com canteiros em patamares e um tanque que se desenvolve até a zona de cota mais baixa de todo o jardim, onde espécies de pteridófitas e cicas se desenvolve.

**Espécies Existentes:**

Estrato arbóreo: *Salix sepulcralis*, *Tristania conferta*, *Nyssa sylvatica*, *Bischofia javanica*, *Podocarpus henkelii*, *Populus alba*, *Cedrus atlântica*, *Eucalyptus globulus*, *Phyllostachys viridis*, *Quercus robur*, *Persea indica*, *Cryptomeria japónica*, *Chorisia speciosa*;

Estrato arbustivo: *Asca pes*, *Lonicera maackii*, *Dioon edule*, *Encephalartos caffer*, *Encephalartos horridus*;

Estrato herbáceo: *Agapanthus africanus*, *Tradescantia fluminensis*, *Cyathea cooperii*, *Acanthus mollis*, *Lantana camara*;

Estrato aquático: *Nymphaea alba*, *Lemna minuta*;

**Habitats:** Sub-bosque e Encostas – Sul da Europa, Africa do Sul (pfaf.org)

**Necessidades Hídricas:** Médias – Em resposta à necessidade de solos húmidos para os estratos arbustivo e herbáceo, com tempos de rega curtos, a fim de evitar encharcamento e perdas por escorrência superficial.

**Sistema de Rega Instalado:** Sistema automatizado de rega por pulverização com uma sobreposição de 50% apenas nos canteiros em patamares em torno do lago principal.

5 Bocas de rega para rega manual.

**Estado de Conservação do espaço e sistema de rega instalado:**

O Jardim dos lagos encontra-se em aparente bom estado de fitossanidade, apesar do seu sistema de rega estar desativados devido a problemas de fugas de água tem as suas 3 válvulas fechadas.

**Número de sectores:** 3

**Frequência de rega por sector:**

**Sector 1:** Outono: 2 vezes por semana; 2 vezes por dia – Verão: Todos os dias; 2 vezes por dia;

**Sector 2:** Outono: 2 vezes por semana; 1 vezes por dia – Verão: Todos os dias; 1 vezes por dia;

**Sector 3:** Outono: 2 vezes por semana; 1 vezes por dia – Verão: Todos os dias; 1 vezes por dia;

**Tempo de rega por sector:**

**Sector 1:** 5 min por ciclo de rega todo o ano

**Sector 2:** 5 min por ciclo de rega todo o ano

**Sector 3:** 5 min por ciclo de rega todo o ano

**Dotação:** 19,24 m<sup>3</sup>/h – 19.240 L/h – 320,67 L/min – 5,34 L/s

**Sector 1: 4.950 L/h**

**Sector 2: 6.520 L/h**

**Sector 3: 5.250 L/h**

**5,73 L / minuto / pulverizador – 320,67 L / minuto / total de pulverizadores**

**28,65 L / ciclo de rega / pulverizador – 1603,35 L / ciclo de rega / total de pulverizadores**

### **Arboreto – (A11) (Informação complementar ver Anexos – A11)**

Área: 12.785 m<sup>2</sup>

O Arboreto está instalado onde outrora, no tempo da Quinta do campo Alegre, seriam os campos de cultivo e bosque. É a zona do jardim com maior declive na sua maioria no sentido E – O. O mesmo está dividido em duas partes, uma de gimnospérmicas onde se desenvolvem coníferas de grande porte entre outras espécies e outra zona de angiospérmicas, dentro das quais desenvolve uma zona de palmáceas bem como duas clareiras de prado de sequeiro.

#### **Espécies Existentes:**

Estrato arbóreo: *Pinus Pinaster*, *Bischofia javanica*, *Bischofia polycarpa*, *Sequoia sempervirens*, *Fagus sylvatica*, *Carpinus betulus*, *Ostrya carpinifolia*, *Magnolia grandiflora*, *Quercus imbricaria*, *Cinnamomum camphora* (L.) Siebold, *Pinus armandii*, *Quercus suber*, *Acacia verticillata*, *Taxodium distichum*, *Eucalyptus transcontinentalis*, *Ulmus minor*, *Brachychiton acerifolius*, *Elaeis guineensis*

Estrato herbáceo: *Hedera helix*, *Festuca rubra*, *Acanthus mollis*, *Plantago lanceolata*, *Hedera hib*, *Pennisetum macrourum*;

**Habitats:** Solos profundos e bem drenados – Europa, florestas de clima mediterrânico com influência marítima (pfaf.org)

**Necessidades Hídricas:** Nulas – A precipitação existente e a orientação das escorrências superficiais serão mais do que suficiente para responder às necessidades hídricas do espaço.

**Sistema de Rega Instalado:** 21 Bocas de rega para rega manual

#### **Estado de Conservação do espaço e sistema de rega instalado:**

O Arboreto encontra-se em aparente bom estado de fitossanidade, e o seu sistema de rega também.

**Frequência de rega:** Nenhuma

**Tempo de rega:** Nenhum

**Dotação:** Nenhuma

### **Jardim envolvente da Casa Andresen – (A12) (Informação complementar ver Anexos – A12)**

Área: 250m<sup>2</sup>

Área regada automaticamente: 250 m<sup>2</sup>

Este jardim é uma bordadura mista, multiestrato, intervencionada recentemente, envolvente a toda a casa Andresen com espécies na sua maioria autóctones.

**Espécies Existentes:**

Estrato arbóreo: *Erica cinerea*, *Prunus avium*, *Ilex aquifolium*, *Acer monspessulanum*, *Taxus baccata* cv. "Fastigiata", *Livistona chinensis*;

Estrato arbustivo: *Crataegus monogyna*, *Cycas* sp., *Prunus lusitânica*, *Erica* sp., *Myrtus comunis*, *Ulex europaeus*, *Rosaceae* sp.;

Estrato herbáceo: *Helichrysum italicum*;

**Habitats:** Bosques, orlas e matos – Europa (pfaf.org)

**Necessidades Hídricas:** Médias – Importante para garantir uma boa instalação do jardim, sendo que o mesmo foi recentemente reformulado.

**Sistema de Rega Instalado:** Sistema automatizado de rega localizada em tubo gota-a-gota enterrado, com gotejadores de 40cm em 40cm.

2 Válvulas de limpeza de sector

**Estado de Conservação do espaço e sistema de rega instalado:**

O jardim envolvente da Casa Andresen encontra-se em aparente bom estado de fitossanidade bem como o seu sistema de rega.

**Número de sectores:** 2

**Frequência de rega por sector:**

**Sector 1:** Outono: 2 vezes por semana; 2 vezes por dia – Verão: Todos os dias; 2 vezes por dia;

**Sector 2:** Outono: 2 vezes por semana; 2 vezes por dia – Verão: Todos os dias; 2 vezes por dia;

**Tempo de rega por sector:** 15 min cada ciclo de rega

**Dotação:** 1,90 m<sup>3</sup>/h – 1.900 L/h – 458,5 L/min – 7,64 L/s

**Sector 1:** 950 L/h

**Sector 2:** 950 L/h

0,035 L / minuto / gotejador – 31,67 L / minuto / total de tubo gota-a-gota

0,53 L / ciclo de rega / gotejador – 475 L / ciclo de rega / total de tubo gota-a-gota

**Canteiros em volta dos jardins formais – (A13) (Informação complementar ver Anexos – A13)**

Área: 96 m<sup>2</sup>

Área regada automaticamente: 96 m<sup>2</sup>

Em volta dos 3 jardins formais instalados nas traseiras da casa Andresen, existe um varandim com canteiros elevados compostos juníperos bolbosas herbáceas.....

**Espécies Existentes:**

Estrato arbustivo: *Juniperus media*, *Cotoneaster microphy*;

Estrato herbáceo: *Lantana camara*;

**Habitats:** Solos bem drenados rochosos – Asia, Europa (pfaf.org)

**Necessidades Hídricas:** Médias – Em resposta às necessidades hídricas das espécies que formam o coberto vegetal herbáceo.

**Sistema de Rega Instalado:** Sistema automatizado de rega localizada gota-a-gota de 40 em 40 cm

**Estado de Conservação do espaço e sistema de rega instalado:**

Os canteiros em volta dos jardins formais encontram-se com alguns problemas de fitossanidade, havendo problemas ao nível do sistema de rega instalado, que na sua deficiência de dotação, foi retificado de forma incorreta através da perfuração do tubo gota-a-gota com bicos micro-pulverizadores. Tal combinação não permite o bom funcionamento de nenhum dos dois sistemas que sobrepostos.

**Frequência de rega por sector:**

**Sector 1:** Outono: 2 vezes por semana; 2 vezes por dia – Verão: Todos os dias; 2 vezes por dia;

**Sector 2:** Outono: 2 vezes por semana; 2 vezes por dia – Verão: Todos os dias; 2 vezes por dia;

**Sector 3:** Outono: 2 vezes por semana; 2 vezes por dia – Verão: Todos os dias; 2 vezes por dia;

**Tempo de rega por sector:** 15 min cada ciclo de rega

**Dotação:** 1,17 m<sup>3</sup>/h – 1.174 L/h – 19,57 L/min – 0,33 L/s

**Sector 1:** 231 L/h

**Sector 2:** 180,6 L/h

**Sector 3:** 218,4 L/h

**Sector 4:** 544 L/h

0,035 L / minuto / gotejador – 19,57 L / minuto / total de tubo gota-a-gota

293,55 L / ciclo de rega / total de tubo gota-a-gota

**Jardim envolvente da casa Salabert – (A14) (Informação complementar ver Anexos – A14)**

Área: 130 m<sup>2</sup>

Área regada automaticamente: 130 m<sup>2</sup>

Este jardim foi criado no ano corrente, no seguimento da intervenção realizada na casa Salabert, antiga casa do guarda do Jardim Botânico, remanescente edifício da antiga Quinta do Campo Alegre, e mais recentemente edifício de discência do curso de Arquitetura Paisagista da Universidade do Porto, transformado agora no novo espaço da Universidade do Porto Café E-Learning.

Trata-se de um jardim envolvente á casa, ao estilo de uma bordadura mista projetado pelo Professor Arquiteto Paisagista Paulo Farinha Marques.

**Espécies Existentes:**

Estrato arbóreo: *Betula celtibérica*, *Ilex aquifolium*, *Rhododendron arboreum*, *Prunus cerasifera ssp.*

*Pissardii*, *Magnolia stellata*, *Quercus suber*, *Magnolia soulangeana*, *Quercus robur*;



Estrato arbustivo: *Rhododendron indicum*, *Camellia japónica.*, *Juniperus communis*, *Arbutus unedo*, *Spiraea cantoniensis*, *Kerria japónica*, *Virbunum opulus*, *Juniperus sabina*, *Hydrangea macrophylla*;

**Habitats**: Bosques, orlas e matos – Europa (pfaf.org)

**Necessidades Hídricas**: Médias – Importante para garantir uma boa instalação do jardim, sendo que o mesmo foi recentemente criado e instalado.

**Sistema de Rega Instalado**: Sistema de pulverização por jatos rotativos, com uma sobreposição de 50% e 2 bocas de rega para rega manual

**Estado de Conservação do espaço e sistema de rega instalado**:

O jardim envolvente da casa Salabert foi criado no corrente ano, estando num aparente excelente estado de fitossanidade, bem como o seu sistema de rega, apesar de ter graves erros de projeção e instalação, dado que realiza uma aplicação de água mínima, eficiente com uma sobreposição de 50 % através de bocais de aspersão por jatos rotativos, mas junta no mesmo sector pulverizadores com dotações muito mais elevadas e pressões de funcionamento diferentes.

**Frequência de rega por sector**: Verão: 2 vezes todos os dias – Outono: 2 vezes por semana

**Tempo de rega por sector**: 15 min

**Dotação**: 2,14 m<sup>3</sup>/h – 2.136 L/h – 35,6 L/min – 0,59 L/s

**2,37 L / minuto / pulverizador – 35,60 L / minuto / total de pulverizadores**

**712 L / ciclo de rega / total dos pulverizadores**

## Estufas

**Estufas-frias – (A15)** (Informação complementar ver Anexos – A15)

Área: 625 m<sup>2</sup>

As estufas-frias foram projetadas por Franz Koepp, um total de 12 estufas, das quais hoje apenas 9 existem, estando em fase terminal de uma recente intervenção de recuperação estrutural.

**Espécies Existentes**: *Adiantum sp.*, *Cathleya sp.*, *Acokanthera spectabilis*, *Bulbophyllum maximum*;

**Habitats**: Solos húmidos – Zonas subtropicais

**Necessidades Hídricas**: Altas – em resposta às necessidades hídricas das espécies existentes nas estufas bem como ao arrefecimento das mesmas em resposta ao sobreaquecimento no período de verão.

**Sistema de Rega Instalado**: 2 Bocas de rega para rega manual

**Estado de Conservação do espaço e sistema de rega instalado**:

Todas as estufas-frias encontram-se em recuperação tendo sofrido grandes obras e estando a vegetação existente a resistir com dificuldade. O sistema de rega instalado não é o ideal pois ocupa muito tempo de trabalho. As estufas sofrem ainda problemas de ensombramento, criando alguma dificuldade de controlo da temperatura interior.

**Frequência de rega:** Verão: 1 vez todos os dias – Outono: 2 vezes por semana

**Tempo de rega:** 60 min

**Dotação:** 1,00 m<sup>3</sup>/h – 1.000 L/h – 16,7 L/min – 0,28 L/s

**1.000 L por ciclo de rega**

### **Estufa tropical – (A16) (Informação complementar ver Anexos – A16)**

Área: 140 m<sup>2</sup>

Projetada por Franz Koepp, a estufa tropical possui um lago no seu interior, a mesma encontra-se em bom estado estrutural, apesar de possuir um sistema de aquecimento que atualmente se encontra desativado. Não possui sistema de rega automático nem um sistema de ensombramento, elementos importantes numa estufa que pretende recriar um ambiente tropical.

**Espécies Existentes:** *Bromélia sp.*, *Dioneia*, *darlingtonia*, *Drosophyllum lusitanicum*, *Nepenthes sp.*

**Habitats:** Solos húmidos – Zonas tropicais equatoriais

**Necessidades Hídricas:** Altas – em resposta às necessidades hídricas das espécies existentes nas estufas bem como ao arrefecimento das mesmas em resposta ao sobreaquecimento no período de verão.

**Sistema de Rega Instalado:** Sistema de bocas de rega para rega manual

#### **Estado de Conservação do espaço e sistema de rega instalado:**

A estufa tropical encontra-se em estado razoável de fitossanidade, exigindo muita atenção, tempo e dedicação por parte dos colaboradores do jardim botânico para controlar a sua temperatura interior e responder às necessidades hídricas da vegetação existente. A mesma demonstra problemas de ensombramento e um sistema pouco adequado às necessidades da vegetação.

A estufa possuía ainda um sistema de aquecimento desativado há muitos anos, funcionava através de um sistema de caldeiras que aquecia a água e através da tubagem, motores instalados na estufa, faziam a água aquecida circular dentro da estufa aquecendo a mesma, bem como o lago existente.

**Frequência de rega:** Verão: 2 vez todos os dias – Outono: 2 vez por semana

**Tempo de rega:** 30 min

**Dotação:** 1,00 m<sup>3</sup>/h – 1.000 L/h – 16,7 L/min – 0,28 L/s

**500 L por ciclo de rega**

### **Estufa Desértica – (A17) (Informação complementar ver Anexos – A17)**

Área: 139 m<sup>2</sup>

Projetada por Franz Koepp, a estufa desértica possui no seu interior canteiros elevados repletos de cactos, a mesma encontra-se em bom estado estrutural, apesar de possuir um sistema de aquecimento que atualmente se encontra desativado, elemento importante durante o período de inverno.

**Espécies Existentes:** *Oreocereus neocelsianus*, *Pachypodium lamerei*, *Peperomia hederácea*, *Pereskia grandifolia*;

**Habitats:** Solos bem drenados, orlas e clareiras – Europa, região mediterrânica

**Necessidades Hídricas:** Nulas

**Sistema de Rega Instalado:** Sistema de bocas de rega para rega manual

**Estado de Conservação do espaço e sistema de rega instalado:**

A estufa desértica encontra-se em estado razoável de fitossanidade, exigindo alguma atenção, por parte dos colaboradores do jardim botânico para responder às necessidades hídricas da vegetação existente. A mesma demonstra problemas por arrefecimento principalmente de inverno, dado que o seu sistema de aquecimento está desativado há muitos anos. (O mesmo funcionava através de um sistema de caldeiras que aquecia a água e através da tubagem, motores instalados na estufa, faziam a água aquecida circular dentro da estufa aquecendo a mesma.) O seu sistema de rega é suficiente.

**Frequência de rega:** Nenhuma

**Tempo de rega:** Nenhum

**Dotação:** Nenhuma

### **Consumos:**

5.505,5 L por ciclo de Rega Automática

3h e 45 min por ciclo de Rega Automática

2.752,5 L por ciclo de Rega Manual

3h e 30 min de Rega Manual

**Total:**

8.258 L por ciclo de Rega Automática

7h e 15 min por ciclo de Rega automática

## **Sistema de rega instalado**

### **Sistema de abastecimento de água e eletricidade**

O sistema de rega instalado funciona com água proveniente de um furo, localizado na zona SO do Jardim, próximo do antigo poço de água. Esse poço outrora recebia água de uma mina existente no jardim, que entretanto, devido às construções na rua do campo alegre, foi encerrada.

Apesar de existirem vários elementos de água que poderiam servir como armazenamento de água para possível utilização, tal não foi projetado.

O furo em utilização dá água o ano todo, alimentando todos os sectores de rega e elementos de água existentes no jardim. A água é puxada do furo através de uma bomba submersível que projeta a água até á central de rega.

Todo o sistema é abastecido por eletricidade da companhia.

### **Condução de água pressurizada**

Neste momento segundo o projeto instalado a água circula do furo para a central de rega, onde posteriormente duas bombas a funcionar em alternância bombeiam a água até um depósito existente próximo da casa Andresen, que de seguida regressa á central de rega e volta a ser bombeada para os respetivos sectores e elementos de água. As bombas estão apenas protegidas por dois Claves que encontram-se em mau estado de pressurização, o que não lhes permite garantir a mesma proteção às bombas. Existem também dois filtros de areia de 2" combinados por dois pós-filtros de cartucho de malha inox. A água circula sempre em tubagem PEAD (Polietileno de Alta Densidade) de calibre que vai desde os 90mm até 16mm.

### **Seccionamento e válvulas de seccionamento**

O sistema de rega possui válvulas de seccionamento manuais e válvulas eletromagnéticas automáticas, para controlo de cada sector, os sectores apresentam caudais de volumes muito distintos.

### **Elementos de distribuição de água**

Os elementos de distribuição de água vão desde o tubo gota-a-gota, tubo gota-a-gota enterrado, pulverizadores com bicos reguláveis e fixos, pulverizadores com bicos giratórios, bocas de rega e ainda os elementos de água. Vários destes elementos encontram-se danificados, outros mal instalados. Vários pulverizadores partidos, pulverizadores com bicos giratórios misturados no mesmo sector com pulverizadores de arco regulável, tubos gota-a-gota com microaspersores inseridos, e nivelamento dos corpos pulverizadores mal efetuado.

### **Acessórios de ligação**

Têm vindo a apresentar alguns problemas, principalmente ao nível dos casquilhos de redução que têm vindo a partir, originando fugas de água do sistema, que obrigam a intervenções "rápidas" para reparação. Tal obriga ao encerramento do sector e localização da fuga que pode obrigar a levantar os caminhos a fim de descobrir onde se tem que reparar.

## **Síntese** (Informação complementar ver Anexos – S0)

### **Espaços Exteriores**

#### **Bosques da Entrada - (S1)** (Informação complementar ver Anexos – S1)

O espaço apresenta algum défice hídrico ao nível do estrato herbáceo. A distribuição de água deve ter em atenção a existência de árvores de centenárias e totalmente estabelecidas sem necessidades hídricas, que não as fornecidas pela precipitação natural. Seria benéfico para o espaço a existência de um sistema de rega por pulverização com bicos giratórios numa sobreposição de 25%, para realizar regas curtas de baixa dotação.

#### **Jardim do Rapaz de Bronze - (S2)** (Informação complementar ver Anexos – S2)

O espaço apresenta algum défice hídrico ao nível do estrato herbáceo. Seria benéfico para o espaço a existência de um sistema de rega por pulverização com bicos giratórios numa sobreposição de 25% para realizar regas curtas de baixa dotação.

#### **Jardim dos Anões - (S3)** (Informação complementar ver Anexos – S3)

O espaço apresenta algum défice hídrico ao nível do estrato herbáceo. Seria benéfico para o espaço a existência de um sistema de rega por pulverização com bicos giratórios para realizar regas curtas de baixa dotação.

#### **Jardim do xisto - (S4)** (Informação complementar ver Anexos – S4)

O espaço possui um sistema de rega automático por pulverização com bicos reguláveis que cumpre as necessidades do espaço. A restante área do espaço encontra-se a ser regada manualmente, devendo o sistema de rega automático por pulverização estender-se a essa área numa sobreposição de 50%

#### **Jardim do Peixe - (S5)** (Informação complementar ver Anexos – S5)

O espaço apresenta algum défice hídrico ao nível do estrato herbáceo. Dado o mau estado do sistema de rega instalado, seria benéfico para o espaço a atualização do mesmo. A instalação de um sistema de rega por pulverização, com bicos giratórios por jatos que conseguem cumprir os vários ângulos do jardim e aplicar com grande eficiência a água necessária ao espaço, seria a solução mais benéfica, sendo no entanto alterar a pressão de funcionamento dos respetivos sectores.

#### **Jardim do Roseiral - (S6)** (Informação complementar ver Anexos – S6)

Neste espaço devido às mais recentes alterações do sistema de rega instalado, os canteiros das roseiras estão a ser regados manualmente e apenas as sebes de buxo possuem tubo gota-a-gota a regar. Apesar do bom efeito da rega manual nas roseiras, propõem-se que se instale um sector de pulverizadores com bicos giratórios de jatos, para realizar regas curtas de baixa dotação, substituindo assim a rega manual e conseguindo um efeito muito próximo.

**Jardim dos Jotas - (S7)** (Informação complementar ver Anexos – S7)

O sistema de rega instalado neste espaço aparenta bons resultados, e como tal propõe-se a sua permanência e manutenção.

**Jardim do Liquidâmbar - (S8)** (Informação complementar ver Anexos – S8)

O espaço apresenta algum défice hídrico ao nível do estrato herbáceo. Seria benéfico para o espaço a existência de um sistema de rega por pulverização com bicos giratórios para realizar regas curtas de baixa dotação.

**Jardim dos Cactos e Suculentas - (S9)** (Informação complementar ver Anexos – S9)

O espaço não necessita de qualquer tipo de dotação hídrica. O sistema de rega instalado, não tem utilização.

**Jardim dos Lagos - (S10)** (Informação complementar ver Anexos – S10)

O espaço apresenta algum défice hídrico ao nível dos estratos que compõem o coberto vegetal. Dada a existência de fugas no sistema os sectores do espaço foram encerrados. Seria benéfico para o espaço a recuperação dos mesmos. A instalação de um sistema de rega por pulverização com bicos de jatos giratórios e micro-pulverização na zona das pteridófitas e cycadaceas, era de todo aconselhada para proporcionar o ambiente adequado similar ao habitat das espécies existentes.

**Arboreto - (S11)** (Informação complementar ver Anexos – S11)

O espaço apresenta algum défice hídrico ao nível dos estratos herbáceos existentes. Este espaço é composto por várias áreas, e na sua maioria não necessita de qualquer tipo de dotação hídrica. Considera-se que a orientação das escorrências superficiais da precipitação natural do espaço é suficiente.

**Jardim envolvente da Casa Andresen - (S12)** (Informação complementar ver Anexos – S12)

Neste espaço o sistema de rega instalado apresenta bons resultados, estando em pleno funcionamento importante referir que este espaço é o único cujos sectores possuem válvulas de lavagem para realização da manutenção.

**Canteiros em volta dos jardins formais - (A13)** (Informação complementar ver Anexos – S13)

O sistema de rega instalado apresenta graves erros de instalação sobrepondo bicos micro-pulverizadores no tubo gota-a-gota. Tal deve ser retificado, sendo retirados os bicos e aumentados os tempos de rega dos sectores do espaço.

**Jardim envolvente da casa Salabert - (S14)** (Informação complementar ver Anexos – S14)

Apesar de recentemente instalado o mesmo está gravemente mal instalado uma vez que mistura dois sistemas de rega com dotações e pressões de funcionamento diferentes num só sector. O sistema de pulverização com ângulos reguláveis nunca pode ser misturado com pulverizadores com bicos de jatos giratórios.

## Estufas

### **Estufas-frias - (S15)** (Informação complementar ver Anexos – S15)

Em fase terminal de recuperação das estruturas, o sistema de rega manual com bocas de rega parece de todo insuficiente.

### **Estufa tropical - (S16)** (Informação complementar ver Anexos – S16)

Esta é uma estufa especialmente quente onde o sistema de rega manual com bocas de rega parece de todo insuficiente.

### **Estufa Desértica - (S17)** (Informação complementar ver Anexos – S17)

O espaço não necessita de qualquer tipo de dotação hídrica.

O sistema de rega instalado, não tem utilização.

## Sistema de rega instalado

### **Sistema de abastecimento de água e eletricidade**

Até hoje não há registo de falta de água no furo que abastece todo o sistema. No entanto a falta de um sistema de armazenamento (existe um depósito mas o mesmo não cumpre funções de armazenamento) e recuperação de águas drenadas e águas das escorrências superficiais pronto a ser utilizado, é uma falha. Ao nível do abastecimento elétrico, todo ele provem da companhia, podendo facilmente ser alterado para um abastecimento utilizador de energias verdes.

### **Condução de água pressurizada**

Todo o sistema de rega bem como os elementos de água estão interligados num sistema de condução de água pressurizada. Tal é um erro, visto que os elementos de água possuem circulação de água, e estão em funcionamento o dia todo obrigando as bombas a um trabalho diário de quase 24h.

Os elementos de água deveriam ter um sistema de circulação de água próprio, estando ligado ao sistema de água apenas para repor perdas de água por evaporação.

### **Seccionamento e válvulas de seccionamento**

Devido às diferenças de caudais dos vários sectores do jardim é de considerar a importância de instalar um alternador de velocidade para proteção da vida das bombas que os abastecem.

As electroválvulas aparentam estar em bom estado possuindo controladores a pilhas do tipo WP (1,2,3,4,5,6) da Rain Bird sendo controlado por uma consola de programação do tipo T-BOS I da Rain Bird

### Elementos de distribuição de água

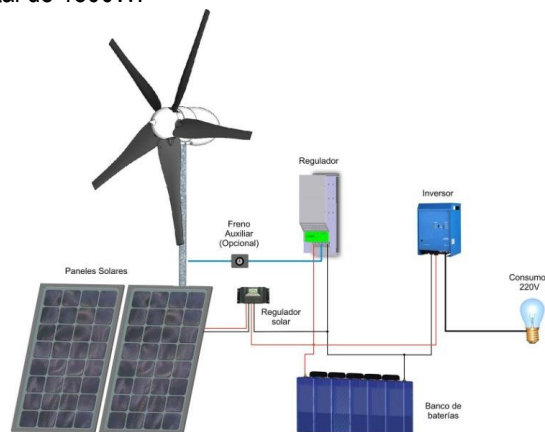
Os elementos de distribuição de água devem ser reparados e mantidos nas melhores condições todos os que estão danificados devem ser substituídos, e os que estão mal instalados devem ser reinstalados.

## Proposta de um Sistema de Rega Sustentável para o Jardim Botânico do Porto:

(Informação complementar ver Anexos – P0)

### Sistemas alternativos de Abastecimento de Energia

Pretende-se que a energia necessária para abastecer o sistema de rega seja inteiramente verde, renovável e portanto sustentável, como tal propõem-se a instalação de um sistema híbrido Aerogerador Bee 800 juntamente com um conjunto de painéis solares, que poderão ser instalados junto da central de rega. O Bee 800 24V com uma potencia nominal de 800W, e cada painel solar tem uma potencia nominal de 500W cada, perfazendo um total de 1800W.



### Plano de Condução de Água Despressurizada

Propõem-se que ao nível da condução de água despressurizada sejam tidas em conta as escorrências superficiais da zona do Arboreto, sua orientação através de bacias de encharcamento, valas drenantes e bacias de retenção com tratamento fito depurador (com espécies do género ou idêntico, *Amphibious bistort* (*Persicaria amphibia*), *Brooklime* (*Veronica beccabunga*), *Fleabane* (*Pulicaria dysenterica*), *Pendulous sedge* (*Carex pendula*), *Yellow iris* (*Iris pseudacorus*)) e armazenamento para posterior reutilização.

Propõem-se também o desvio de água proveniente do sistema de drenagem no patamar superior do Jardim Botânico (Patamar de Sofia), para ser recolhida num deposito enterrado entre o jardim do xisto e o jardim dos anões como se figura em planta. A restante água recolhida pelo sistema de drenagem seja encaminhada para o lago principal do jardim dos lagos, sendo apenas escoada para a rede de águas



pluviais publica em caso de o lago atingir o seu nível máximo de armazenamento, servindo o mesmo para abastecer o sistema de rega em caso de emergência, ou falha da bomba do furo.

Propõem-se ainda e não menos importante que todos os elementos de água existentes no jardim possuam um sistema de recirculação de água próprio, estando interligados ao sistema de rega existente, apenas para reabastecimento dos elementos de água em resposta às perdas por evaporação.

### **Plano de Rega (Condução de Água pressurizada)**

O plano de rega proposto passa a possuir dois pontos de abastecimento, o furo já existente passa a encher um depósito enterrado na sua proximidade funcionando como o 1º e principal ponto de abastecimento, e próximo do antigo depósito encontra-se um novo depósito enterrado que funciona como 2º ponto de abastecimento, sendo o mesmo abastecido por águas provenientes da drenagem existente no patamar superior do jardim.

Este segundo ponto de abastecimento de água pareceu demais importante, para se puder introduzir um sistema de rega que outrora não existia nos jardins de entrada do jardim botânico, sendo estes a primeira impressão do jardim botânico, não faria sentido haver sinais de stress hídrico.

A antiga central de rega foi desativada visto que a sua distante localização em relação aos pontos de abastecimento não fazia sentido a sua manutenção, a mesma foi aproveitada para estabelecer uma central híbrida de produção energética com painéis solares no seu telhado orientados a sul, e aerogeradores em complementaridade.

A conduta principal de Ø 63mm forma um anel com aproximadamente 618m de comprimento e tenta aproveitar em todos os momentos a sua localização original, de forma a sua alteração ser o menos interventiva possível. Tal atitude também se reflete na tubagem dos sectores já existentes.

Pode-se então verificar que foram propostos para os espaços **P1**, **P2**, **P3** e **P8** introduzir em vez do seu sistema de rega manual, um sistema de rega automático pouco intrusivo, com baixas dotações através de pulverizadores com bicos de jatos giratório que possuem um melhor comportamento em dias ventosos, e garantem uma melhor distribuição de água.

Em **P4** foram mantidos dois sistemas de rega, o sistema de rega manual em volta do jardim do xisto e no jardim do xisto, procedeu-se à troca dos bicos de ângulo fixo, por bicos de jatos giratórios, com baixas dotações, melhor comportamento em dias ventosos, e melhor distribuição de água.

Em **P5** foram alterados todos os bicos, e redefinida a geometria de distribuição dos pulverizadores. Foram introduzidos bicos de jatos giratórios, com baixas dotações, melhor comportamento em dias ventosos, e melhor distribuição de água com uma sobreposição de 100%

No jardim do roseiral **P6**, foi mantido o tubo gota-a-gota em toda a sebe de buxinho, e introduzidos pulverizadores com bicos de jatos giratório nos canteiros relvados e das roseiras, mas com diferentes

geometrias de distribuição dos pulverizadores, sendo que nos relvados existe uma sobreposição de 100% e nas roseiras uma sobreposição de 25%, que funcionara com baixa frequência e tempo de rega, a fim de evitar humidades não desejadas no colo das roseiras.

Em **P7** manteve-se o sistema de rega automático por alagamento existente, havendo sido feitas alterações apenas na frequência de rega e do tempo de rega, uniformizando, todos os sectores que compõem o espaço com os mesmos valores.

O jardim dos cactos e suculentas **P9** não possui qualquer tipo de necessidade hídrica graças ao tipo de vegetação existente, que não requer nenhuma aplicação de água para além da existente proveniente da precipitação natural.

Já em **P10** foram também substituídos todos os bicos dos pulverizadores dos 3 sectores já existentes por bicos de jatos giratórios. Foi ainda introduzido um novo sector composto por micro-pulverizadores que irá recriar o ambiente com alguma humidade relativa característica de um habitat de pteridófitas.

No arboreto **P11**, não foi feita qualquer tipo de alteração, mantiveram-se as bocas de rega manual, apesar das mesmas não terem atualmente utilização, podendo no entanto ser utilizadas na fase de instalação de alguma espécie vegetal nova introduzida.

Em **P12** manteve-se o tubo gota-a-gota enterrado, sendo que o mesmo aparenta estar em bom estado e ter sido recentemente instalado.

Em **P13** foi substituído todo o tubo gota-gota que havia sido corrompido pela instalação de micro-pulverizadores adicionais, por um tubo gota-a-gota com gotejadores de 40 em 40 cm, e aumentados os tempos de rega.

No recente jardim envolvente da casa Salabert **P14**, foram alterados todos os bicos de angulo fixo de faixa que estavam instalados num único sector juntamente com bicos de jatos giratórios (erro grave de instalação de rega pois funcionam a pressões diferentes). Estes foram substituídos por bicos de jatos giratórios de centro de faixa.

Nas estufas **P15** e **P16**, foram introduzidos sistemas de rega automática, através da aplicação de nebulizadores do tipo Fogger, sem sobreposição, que para além de regar as estufas, vão permitir o controlo da temperatura ambiente, com frequências e tempos de rega diferente para **P15** e **P16**.

## **Espaços Existentes**

### **Bosques da Entrada - (P1) (Informação complementar ver Anexos – P1)**

**Sistema de Rega Proposto:** Sistema de pulverização com bicos giratórios por jatos, de baixa dotação e sem sobreposição.

**Frequência de rega:** Verão: 2 vezes por semana – Outono: 1 vez por mês;

**Tempo de rega:** 6 min

**Dotação: 3,83 m<sup>3</sup>/h - 3.829 L/h – 63,82 L/min – 1,06 L/s**

**383 L por ciclo de rega**

**Jardim do Rapaz de Bronze - (P2) (Informação complementar ver Anexos – P2)**

**Sistema de Rega Proposto:** Sistema de pulverização com bicos giratórios por jatos, de baixa dotação e sem sobreposição.

**Frequência de rega:** Verão: 2 vezes por semana – Outono: 1 vez por mês;

**Tempo de rega:** 6 min

**Dotação: 1,46 m<sup>3</sup>/h - 1.463 L/h – 24,4 L/min – 0,24 L/s**

**146 L por ciclo de rega**

**Jardim dos Anões - (P3) (Informação complementar ver Anexos – P3)**

**Sistema de Rega Proposto:** Sistema de pulverização com bicos giratórios por jatos, de baixa dotação e sem sobreposição.

**Frequência de rega:** Verão: 2 vezes por semana – Outono: 1 vez por mês;

**Tempo de rega:** 6 min

**Dotação: 2,28 m<sup>3</sup>/h - 2.275 L/h – 37,9 L/min – 0,63 L/s**

**227 L por ciclo de rega**

**Jardim do Xisto - (P4) (Informação complementar ver Anexos – P4)**

**Sistema de Rega Proposto:** Sistema de pulverização com bicos giratórios por jatos, de baixa dotação e com uma sobreposição de 50%

**Frequência de rega por sector:** Outono: 2 vezes por semana; 2 vezes por dia - Verão: Todos os dias; 2 vezes por dia;

**Tempo de rega por sector:** 6 min

**Dotação: 3,84 m<sup>3</sup>/h - 3.842 L/h – 64,03 L/min – 1,07 L/s**

**384 L por ciclo de rega**

**Jardim do Peixe - (P5) (Informação complementar ver Anexos – P5)**

**Sistema de Rega Proposto:** Sistema de pulverização com bicos giratórios por jatos, de baixa dotação e com uma sobreposição de 100%

**Frequência de rega por sector:** Outono: 2 vezes por semana; 2 vezes por dia - Verão: Todos os dias; 2 vezes por dia;

**Tempo de rega por sector:** 12 min cada ciclo de rega para cada um dos 3 sectores

**Dotação: 6,39 m³/h - 6.394 L/h – 106,57 L/min – 1,78 L/s**

**1.278 L por ciclo de rega**

**Jardim do Roseiral - (P6) (Informação complementar ver Anexos – P6)**

**Sistema de Rega Proposto:** Sistema automatizado de rega localizada com tubo gota-a-gota com gotejadores de 40cm em 40cm, existente para o buxinho, e pulverizadores com bicos giratórios por jatos, de baixa dotação e com uma sobreposição de 25% nos canteiros de roseiras e de 100% nos canteiros de prado cortado.

**Frequência de rega por sector:** Outono: 2 vezes por semana; 2 vezes por dia - Verão: Todos os dias; 2 vezes por dia – Canteiros relvados;

Outono: 1 vez por semana; 2 vezes por dia - Verão: 2 vezes por semana; 2 vezes por dia – Canteiros de roseiras;

Outono: 2 vezes por semana; 1 vez por dia - Verão: Todos os dias; 2 vezes por dia – Sebes de Buxo;

**Tempo de rega por sector:** 10 min cada ciclo de rega para os sectores dos canteiros relvados;

3 min cada ciclo de rega para os sectores dos canteiros de roseiras;

10 min cada ciclo de rega para os sectores das sebes de buxo;

**Dotação: 4,03 m³/h - 4.028 L/h – 67,13 L/min – 1,12 L/s**

**339,70 L por ciclo de rega para os canteiros de relvado;**

**99,51 L por ciclo de rega para os canteiros de roseiras;**

**516,17 L por ciclo de rega para a sebe de buxo;**

**Jardim dos Jotas - (P7) (Informação complementar ver Anexos – P7)**

**Sistema de Rega Proposto:** Sistema de rega existente

**Frequência de rega por sector:** Outono: 2 vezes por semana; 2 vezes por dia - Verão: Todos os dias; 2 vezes por dia;

**Tempo de rega por sector:** 1 min por ciclo de rega o ano todo;

**Dotação: 45,12 m³/h – 45.120 L/h – 752 L/min – 12,53 L/s**

**752 L por ciclo de rega**

**Jardim do Liquidâmbar - (P8) (Informação complementar ver Anexos – P8)**

**Sistema de Rega Instalado:** Sistema de pulverização com bicos giratórios por jatos, de baixa dotação e sem sobreposição.

**Frequência de rega:** Verão: 2 vezes por semana – Outono: 1 vez por mês;

**Tempo de rega:** 6 min

**Dotação: 2,41 m<sup>3</sup>/h - 2.407 L/h – 40,12 L/min – 0,67 L/s**  
**240,72 L por ciclo de rega**

**Jardim dos Cactos e Suculentas - (P9) (Informação complementar ver Anexos – P9)**

**Sistema de Rega Proposto:** Sistema de rega existente

**Frequência de rega:** Nenhuma o ano todo

**Tempo de rega:** Nenhum

**Dotação:** Nenhuma

**Jardim dos Lagos - (P10) (Informação complementar ver Anexos – P10)**

**Sistema de Rega Instalado:** Sistema automatizado de rega por pulverização com bicos de jatos giratórios com uma sobreposição de 50% apenas nos canteiros em patamares em torno do lago principal. E proposta de um sistema de rega automatizado localizado com micro-pulverizadores na zona das pteridófitas, sem sobreposição.

**Frequência de rega por sector:** Outono: 2 vezes por semana; 2 vezes por dia - Verão: Todos os dias; 4 vezes por dia;

**Tempo de rega por sector:** 5 min por ciclo de rega todo o ano

**Dotação: 8,16 m<sup>3</sup>/h - 8.159 L/h – 135,98 L/min – 2,27 L/s**  
**679,92 L por ciclo de rega**

**Arboreto - (P11) (Informação complementar ver Anexos – P11)**

**Sistema de Rega Proposto:** Sistema de rega existente.

**Frequência de rega:** Nenhuma

**Tempo de rega:** Nenhum

**Dotação:** Nenhuma

**Jardim envolvente da Casa Andresen - (P12) (Informação complementar ver Anexos – P12)**

**Sistema de Rega Proposto:** Sistema de rega existente

**Frequência de rega por sector:** Outono: 2 vezes por semana; 2 vezes por dia - Verão: Todos os dias; 2 vezes por dia;

**Tempo de rega por sector:** 15 min

**Dotação: 1,90 m<sup>3</sup>/h - 1.900 L/h – 458,5 L/min – 7,64 L/s**  
**475 L por ciclo de rega**

**Canteiros em volta dos Jardins Formais - (P13)** (Informação complementar ver Anexos – P13)

**Sistema de Rega Proposto:** Sistema automatizado de rega localizada gota-a-gota de 40 em 40 cm

**Frequência de rega por sector:** Outono: 2 vezes por semana; 2 vezes por dia - Verão: Todos os dias; 2 vezes por dia;

**Tempo de rega por sector:** 20 min cada ciclo de rega

**Dotação:** 1,17 m<sup>3</sup>/h – 1.174 L/h – 19,57 L/min – 0,33 L/s

0,035 L / minuto / gotejador – 19,57 L / minuto / total de tubo gota-a-gota

391,4 L / ciclo de rega / total de tubo gota-a-gota

**Jardim envolvente da Casa Salabert - (P14)** (Informação complementar ver Anexos – P14)

**Sistema de Rega Proposto:** Sistema de rega existente com substituição dos bicos pulverizadores de angulo fixo por bicos giratórios de faixa central.

**Frequência de rega por sector:** Verão: 2 vezes todos os dias - Outono: 2 vezes por semana

**Tempo de rega por sector:** 15 min

**Dotação:** 1,38 m<sup>3</sup>/h - 1.384 L/h – 23,07 L/min – 0,39 L/s

712 L por ciclo de rega

**Estufas****Estufas-Frias - (P15)** (Informação complementar ver Anexos – P15)

**Sistema de Rega Proposto:** Sistema automatizado de rega localizada com nebulizadores Fogger DN 4x8 L/h sem sobreposição, para as estufas, e sistema de rega por pulverização com bicos giratórios por jatos, no prado recentemente instalado próximo das estufas;

**Frequência de rega:** Verão: 4 vez todos os dias - Outono: 2 vezes todos os dias – Interior das Estufas;

Verão: 2 vez todos os dias - Outono: 2 vezes por semana – Prado anexo ás Estufas;

**Tempo de rega:** 5 min por ciclo de rega no Interior das Estufas

10 min por ciclo de rega no prado

**Dotação:** 9,06 m<sup>3</sup>/h - 9.057 L/h – 150,95 L/min – 2,52 L/s

458 L por ciclo de rega do prado

525 L por ciclo de rega do interior das estufas

983 L por ciclo de rega

**Estufa Tropical - (P16)** (Informação complementar ver Anexos – P16)

**Sistema de Rega Proposto:** Sistema automatizado de rega localizada com nebulizadores Fogger DN 4x8 L/h sem sobreposição, para as estufas

**Frequência de rega:** Verão: 6 vez todos os dias - Outono: 4 vezes todos os dias

**Tempo de rega:** 3 min

**Dotação:** 1,28 m<sup>3</sup>/h - 1.280 L/h – 21,33 L/min – 0,36 L/s

**64 L por ciclo de rega**

**Estufa Desértica - (P17) (Informação complementar ver Anexos – P17)**

**Sistema de Rega Proposto:** Sistema de rega existente.

**Frequência de rega:** Nenhuma

**Tempo de rega:** Nenhum

**Dotação:** Nenhuma

### **Consumos:**

**Ponto de abastecimento 1:**

1.472,44 L por ciclo de Rega Automática

34 min por ciclo de Rega automática

**Ponto de abastecimento 2:**

6.163,87 L por ciclo de Rega Automática

4h e 0 min por ciclo de Rega automática

### **Total:**

**7.636,31 L por ciclo de Rega Automática**

**4h e 34 min por ciclo de Rega automática**

### **Seccionamento e válvulas de seccionamento manuais**

Foram introduzidas algumas válvulas novas no entanto equivalentes às já existentes.

### **Plano de Automatização e Sensorização**

Foram propostas válvulas eletromagnéticas do tipo PGV – 100 MM da Hunter ou equivalente para os novos sectores, e mantiveram-se as válvulas PGA-100 e PGA-150 da Rain Bird nos sectores já existentes pois as mesmas aparentam estar em bom estado.

Numa primeira fase propõe-se que cada controlador possua um painel solar próprio do tipo kit painel solar para node da Hunter, para fornecimento de energia em substituição das pilhas de 9 V para cada controlador do tipo WP da Rain Bird, bem como um sensor de chuva do tipo Rain Clik, que permitira um corte automático da rega sempre que existir precipitação natural no dia de rega.

Ao nível da central de rega foram propostas alterações a vários níveis:

- Alteração da localização de implantação da central de rega, devido a problemas de afastamento do furo que é a principal fonte de abastecimento de água, que levavam a um desgaste maior das bombas do sistema.
- Implementação de um arrancador progressivo que irá proteger as bombas permitindo um arranque progressivo, solitário ou duplo com alternância de funcionamento se necessário.
- Substituição do autoclave, que se encontra em despressurização, deixando de proteger eficazmente as bombas.
- Foi ainda proposto a introdução de 1 depósito enterrado junto da central com uma boia do tipo Quick Stop, que associada a uma válvula com atuador elétrico, vai, se alguma vez por avaria da bomba de furo ou falta de água no furo o nível de água no depósito baixar ao mínimo, dar sinal á respetiva válvula que vai atuar sobre a bomba ligada ao lago principal e fazer o depósito encher.
- Foi ainda criado um segundo ponto de bombagem. No Patamar superior do jardim foi introduzido um tubo coletor ladrão de 300 mm que fará a recolha das drenagens a montante do mesmo e as encaminhará para um depósito enterrado. O mesmo depósito armazenará água para efetuar a rega dos Bosques da entrada, dos Jardins do rapaz de bronze, dos anões, e do liquidâmbar bem como do jardim envolvente á casa Andresen.
- O mesmo depósito terá uma ligação ao sistema de rega a jusante (abastecido pelo furo), que através de uma boia do tipo Quick Stop instalada no depósito e uma válvula atuadora elétrica, permitirá sempre que não houver água suficiente das drenagens encher o depósito com água do furo.

Numa segunda fase propõe-se a introdução de um novo programador, do tipo Agronic 4000 ( com capacidade até 99 sectores), que permitirá regular automaticamente todo o sistema, sendo no entanto para tal, necessário abrir valas para levar cabo elétrico a todas as electroválvulas (25 existentes - 14 propostas – **Total 39** ), bem como alterar os solenoides (de 9V para 24V) das mesmas. Este programador permitira realizar a leitura e interpretação dos dados de uma estação meteorológica, e de até 12 sensores digitais de base

Propõem-se que sejam distribuídos sensores de humidade relativa do tipo 4-20mA, em hidro-zonas consideradas representantes do espaço: **S4, S6, S8, S15, S16, S17.**

### **Plano de Monitorização e Manutenção**

A rega deve ter em consideração o crescimento das espécies vegetais, e deve por isso existir uma reavaliação do sistema de rega a cada 10 anos, procurando redefinir as necessidades hídricas, principalmente em jardins que ainda não se encontrem estabelecidos, ou seja em fase de instalação.

O sistema deve ao nível das condutas ser objeto de uma limpeza por ano(vazamento), preferencialmente antes de alterar a programação para verão, Válvulas de limpeza foram propostas para o efeito.



Os motores das bombas devem ser oleados.

Os filtros de areia devem trocar as areias a cada 2 anos e sofrer uma limpeza a cada 2 meses. Os pré-filtros devem ser limpos todos os meses.

Qualquer peça ou acessório do sistema de rega que seja danificada deve ser alterada para uma igual ou de equivalente categoria, no menor tempo possível.

**É importante que a água circule regularmente no sistema.**

Durante o período de inverno todos os sectores deverão funcionar no mínimo 1min 1 vez por semana.

## **Discussão de resultados**

O Jardim Botânico do Porto possui uma enorme complexidade ao nível da composição vegetal de cada espaço, tal requer uma grande adaptação do sistema de rega instalado em cada espaço, a sua distribuição segundo geometrias de sobreposição adequadas e uma sectorização segundo as dotações, frequência de rega e tempos de rega.

O hidrozonamento mostrou 4 níveis (nula, baixa, média alta) de necessidades hídricas diferentes, mas apesar de apenas 4, fatores como a fase de instalação das espécies vegetais, o estrato dominante de cada hidro-zona, bem como se é em ambiente fechado ou aberto, levam a sermos obrigados a diferentes atitudes no ato de projetar a nova proposta de rega.

Com a nova proposta de rega é possível concluir que a rega automática é mais eficiente que a rega manual, sendo que após a implantação do projeto os consumos de água e tempo de rega baixariam, mesmo e apesar de se terem aumentado o número de áreas regadas, em cerca de 415,36 L por ciclo de rega e 2h e 26min de tempo de rega (tempo de rega manual deixaria de existir passando a rega automática a funcionar mais 1h).

Para tal muito se deveu á escolha do tipo de distribuição de água, com a principal alteração ao nível dos pulverizadores com bicos do tipo Van da Rain Bird (instalados) para bicos giratórios por jatos do tipo MP Rotator da Hunter (propostos) que possuem uma enorme eficiência de aplicação de água (devido a sua baixa dotação) e que apesar de obrigarem a mais tempo de funcionamento, conseguem garantir uma economia de até 30% de água.

A sustentabilidade do espaço é aumentada, pois as perdas por escorrência e evaporação baixam drasticamente, e porque foram criados sistemas alternativos de abastecimento de energia e água. Os quais garantem uma redução dos custos ao nível da energia consumida, bem como uma valorização ambiental e ecológica do espaço através do sistema alternativo de recolha e reutilização de águas drenadas e escorrências superficiais, através de bacias de encharcamento, valas drenantes e bacias de retenção com funções de fito depuração, criando um novo nicho ecológico.



## Bibliografia

- Associação Portuguesa do Ambiente, I. (Junho de 2012). *Programa Nacional Para o Uso Eficiente da Água*. Portugal. Obtido em 19 de Dezembro de 2014, de Associação Portuguesa do Ambiente, I.P.: [http://www.apambiente.pt/\\_zdata/consulta\\_publica/2012/pnuea/implementacao-pnuea\\_2012-2020\\_junho.pdf](http://www.apambiente.pt/_zdata/consulta_publica/2012/pnuea/implementacao-pnuea_2012-2020_junho.pdf)
- Espaços: Caminhando pelos Jardins e Parques Públicos da Cidade do Porto*. (Março de 1999). Porto: Camara Mucipal do Porto.
- ICNF. (10 de Dezembro de 2014). Obtido de [www.icnf.pt](http://www.icnf.pt)
- JARDIM DE S. LÁZARO. (15 de Dezembro de 2014). Obtido de PortoCompasso: <http://cct.portodigital.pt/gen.pl?sid=cct.sections/15151014&fokey=cct.jardins/311>
- Manso, A. (2001). *Espaços Exteriores Urbanos Sustentáveis*. (I. O. Urbana, Ed.) APrint.
- Marques, P. F., Fernandes, C., Lameiras, J. M., Guilherme, F., Silva, S., & Leal, I. (2014). *Morfologia e Biodiversidade Nos Espaços Verdes da Cidade Do Porto* (Vols. Livro I - Selecção das áreas de estudo). (C. -C. Genéticos, Ed.) Porto.
- Pereira, L. S. (s.d.). *Uso Eficiente da Água e Métodos de Rega*. Obtido de Centro de estudos de engenharia rural: [http://ceer.isa.utl.pt/cyted/2007/ecuador2007/1\\_Pereira.pdf](http://ceer.isa.utl.pt/cyted/2007/ecuador2007/1_Pereira.pdf)
- Perestrello, B. (2005). *Princípios Básicos Para a Elaboração de Sistemas de Rega*.
- Rodrigues, J. (1993). *Arte, Natureza e a Cidade*. Porto: Árvore.
- Silva, L. L. (31 de Maio de 2010). *Eficiência Energética em Sistemas de Rega*. Obtido em 16 de Dezembro de 2014, de Universidade de Évora: [http://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/5227/1/Eficiencia\\_energetica\\_sistemas\\_rega\\_Maio\\_2010.pdf](http://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/5227/1/Eficiencia_energetica_sistemas_rega_Maio_2010.pdf)
- Troech, F. R., Hobbs, J., & Donahue, R. L. (1999). *Soil and Water Conservation Productivity and Environmental Protection*. Prentice Hall.