



UNIVERSIDADE DE ÉVORA
ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

Mestrado em Arquitectura Paisagista

Dissertação

**O consumo de água na execução e manutenção de espaços verdes –
causas, efeitos e medidas ecoeficientes**

Joana Margarida Ferreira Costa

Orientador:
Professora Doutora Aurora Carapinha

“Esta Dissertação inclui as críticas e sugestões feitas pelo Júri”

Janeiro de 2012

Mestrado em Arquitectura Paisagista

Dissertação

**O consumo de água na execução e manutenção de espaços verdes –
causas, efeitos e medidas ecoeficientes**

Joana Margarida Ferreira Costa

Orientador:

Professora Doutora Aurora Carapinha

“Esta Dissertação inclui as críticas e sugestões feitas pelo Júri”

Resumo

Este trabalho surge a partir de uma problemática mundial da actualidade: o estado ambiental do planeta e as inúmeras preocupações ambientais que nele recaem.

Actualmente, o consumo de recursos naturais por parte do Homem excede já as capacidades regenerativas do planeta, promovendo consequências cada vez mais graves no meio que nos sustenta, nomeadamente a perda de água doce devido à falta de programas de protecção, conservação e uso racional deste recurso.

Na sequência desta problemática, e devido à urgência em se optar por acções mais ecoeficientes, pensou-se fazer uma reflexão cujo objectivo fosse perceber como integrar estas preocupações na construção e manutenção de espaços verdes e quais as soluções a adoptar para minimizar os excessivos consumos de água nesses espaços.

Foi efectuada uma análise quantitativa dos gastos de água no processo de construção e manutenção de espaços verdes, através do acompanhamento de seis obras. Por último, foram apontadas soluções para uma prática mais ecoeficiente.

“WATER CONSUMPTION IN THE IMPLEMENTATION AND MAINTENANCE
OF GREEN SPACES - CAUSES, EFFECTS AND ECOEFFICIENT
MEASURES”

Abstract

This research comes up from today’s environmental state of the earth and its surviving concerns.

The consumption of natural resources by the Man already exceeds the sustainability of the planet, with serious consequences to the life on earth, such as the lost of freshwater.

Due to the importance of this issue, the protection and management of freshwater resources and replace the human activities by eco-efficient ones is crucial.

The goal of this study was to understand how to construct and maintain green spaces having in mind the use and management wisely of the clean water, and to point out solutions to minimize the water usage in these spaces.

It was performed a quantitative analysis of water waste in the process of implementation and maintenance of green spaces by monitoring the development of six case studies. Sustainable solutions were presented for a more eco-efficient use of freshwater.

Índice

I - INTRODUÇÃO	1
II - CONTEXTUALIZAÇÃO DA PROBLEMÁTICA.....	3
2.1 - A cidadania ambiental e a responsabilidade ética.....	5
2.2 - Alguns exemplos a seguir.....	7
III - O CONSUMO IRRACIONAL DE ÁGUA E SUAS CONSEQUÊNCIAS	10
3.1 - Água potável – o futuro conflito mundial.....	12
3.2 - A água em Portugal.....	14
IV - ECOEFICIÊNCIA.....	18
4.1 - A ecoeficiência na Arquitectura Paisagista.....	22
V - ESTUDOS DE CASO	24
5.1 - Características gerais dos espaços analisados.....	25
5.2 - Avaliação quantitativa dos consumos de água no processo de construção dos espaços verdes	35
5.3 - Análise dos resultados obtidos	39
5.4 - Avaliação quantitativa dos consumos de água no processo de manutenção dos espaços abertos	40
5.5 - Análise dos resultados obtidos	49
VI - SOLUÇÕES PROPOSTAS.....	53
6.1 - Preocupações a nível do projecto de Arquitectura Paisagista.....	53
6.2 - Captura, reciclagem e reutilização de água.....	57
6.3 - Conservação de água no solo	59
6.4 - Sistemas de rega – produtos ecoeficientes, utilização e manutenção..	62
6.5 - Coberturas ajardinadas – uma opção diferente e ecoeficiente.....	68
VII - CONCLUSÕES.....	73
BIBLIOGRAFIA	77

SITES CONSULTADOS.....	80
ANEXOS	82

Índice de Figuras

Fig. 1 - Relação de conceitos para possível obtenção de desenvolvimento sustentável.....	21
Fig. 2 - Possíveis etapas a adoptar para um desenvolvimento numa base sustentável.....	21

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Consumo de água no processo de construção da empreitada “Construção de Quartel dos Bombeiros Municipais de Abrantes” e o seu consumo médio por área.....	36
Tabela 2 – Consumo de água no processo de construção da empreitada “Intervenção nos Espaços Verdes Públicos do Loteamento de Barradas” e o seu consumo médio por área.	36
Tabela 3 – Consumo de água no processo de construção da empreitada “Projecto de Arranjos Exteriores da Escola de Ensino Básico do Arrabal” e o seu consumo médio por área.	37
Tabela 4 – Consumo de água no processo de construção da empreitada “Construção de Espaço Verde Adjacente ao Restaurante O Zé” e o seu consumo médio por área.....	37
Tabela 5 – Consumo de água no processo de construção da empreitada “Creche e Jardim de Infância – Superninho - Leiria” e o seu consumo médio por área.	37
Tabela 6 – Consumo de água no processo de construção da empreitada “Remodelação e Ampliação da Escola do 1º C.E.B. de Coselhas” e o seu consumo médio por área.....	38
Tabela 7 - Consumo diário de água no processo de manutenção dos espaços verdes da empreitada “Construção de Quartel dos Bombeiros Municipais de Abrantes” e o seu consumo médio por área.....	41
Tabela 8 – Consumo diário de água no processo de manutenção dos espaços verdes da empreitada “Intervenção nos Espaços Verdes Públicos do Loteamento de Barradas” e o seu consumo médio por área.....	41
Tabela 9 – Consumo diário de água no processo de manutenção dos espaços verdes da empreitada “Projecto de Arranjos Exteriores da Escola de Ensino Básico da Arrabal” e o seu consumo médio por área.....	42
Tabela 10 – Consumo diário de água no processo de manutenção dos espaços verdes da empreitada “Construção de Espaço Verde Adjacente ao Restaurante O Zé” e o seu consumo médio por área.	42

Tabela 11 – Consumo diário de água no processo de manutenção dos espaços verdes da empreitada “Creche e Jardim de Infância Superninho – Leiria” e o seu consumo médio por área.	43
Tabela 12 – Consumo diário de água no processo de manutenção dos espaços verdes da empreitada “Remodelação e Ampliação da Escola do 1º C.E.B. de Coselhas” e o seu consumo médio por área.	43
Tabela 13 – Tabela síntese do consumo médio diário e consumo médio mensal de água, em litros por área, despendido na manutenção de cada uma das empreitadas em estudo.	44
Tabela 14 – Tabela síntese do consumo total de água, em litros por dia e por mês, despendido na manutenção de cada uma das empreitadas em estudo. .	44

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Consumo médio de água, em litros/m ² , em cada uma das empreitadas analisadas, na fase de construção das mesmas.	38
Gráfico 2 – Consumo médio de água, em litros, para cada uma das acções desempenhadas na construção dos espaços verdes analisados.....	39
Gráfico 3 - Consumo médio diário de água, em litros por área, em cada uma das empreitadas analisadas, na fase de manutenção das mesmas	45
Gráfico 4 - Consumo total de água, em litros por dia, em cada uma das empreitadas analisadas, na fase de manutenção das mesmas	45
Gráfico 5 - Valores do consumo de água da rega por aspersão, em litros, por área de abrangência dos emissores deste tipo de rega, para cada uma das empreitadas em estudo	46
Gráfico 6 - Valores do consumo de água da rega por pulverização, em litros, por área de abrangência dos emissores deste tipo de rega, para cada uma das empreitadas em estudo.....	47
Gráfico 7 - Valores do consumo de água da rega localizada, em litros, por área de abrangência dos emissores deste tipo de rega, para cada uma das empreitadas em estudo	47
Gráfico 8 - Valores do consumo de água da rega por alagamento, em litros, por área de abrangência dos emissores deste tipo de rega, para cada uma das empreitadas em estudo	48
Gráfico 9 - Valores médios do consumo de água, em litros por área, para cada um dos tipos de rega, com base nos cálculos efectuados para as empreitadas analisadas	49

I - INTRODUÇÃO

O trabalho que se apresenta “O consumo de água na execução e manutenção de espaços verdes – causas, efeitos e medidas ecoeficientes” surge por influência de duas circunstâncias fundamentais:

- A condição profissional actual, Arquitecta Paisagista numa empresa de construção e manutenção de espaços verdes, fez-me despertar a crítica sobre a quantidade de água que é utilizada em excesso na manutenção dos espaços abertos, assim como os erros que são cometidos no desenho destes espaços e as opções de projecto que fomentam ainda mais esse consumo.

É um facto conhecido por todos nós, que a pegada ecológica da humanidade já excede as capacidades que o planeta tem para se regenerar, devido ao consumo insustentável dos recursos naturais. As actuações do Homem sobre o planeta Terra traduzem-se em consequências cada vez mais graves no meio que nos sustenta.

Vários são os recursos naturais em causa, tais como a perda de água doce devido à falta de programas de protecção, conservação e uso racional deste recurso numa base sustentável.

Ao deparar-me a nível profissional com esta realidade, tornou-se indispensável debruçar-me sobre este assunto e consequentemente reflectir sobre esta realidade.

- A outra influência foi um trabalho desenvolvido durante a minha formação académica. Durante a licenciatura, tive a possibilidade de desenvolver na disciplina de Seminário em Arquitectura Paisagista um trabalho acerca de ecoeficiência, designado de “A ecoeficiência e a sua aplicação na Arquitectura Paisagista” e deste trabalho pude concluir que existem medidas ecoeficientes que possibilitam a poupança dos recursos naturais e que têm aplicação na área da Arquitectura Paisagista.

Deste modo, pensou-se desenvolver um estudo onde se conseguisse demonstrar que existe realmente um consumo excessivo de água, e cujo objectivo principal fosse tentar perceber como se podem integrar estas

preocupações ambientais na construção e manutenção de espaços abertos e quais as soluções a adoptar para resolver ou minimizar os excessivos consumos de água.

Para que fosse possível quantificar o dispêndio de água recorreu-se ao acompanhamento, desenvolvido a nível profissional, de várias empreitadas de carácter público e privado.

Após a escolha de 6 estudos de caso, procedeu-se à quantificação dos gastos de água no processo de execução e na consequente manutenção destes espaços tendo por base a avaliação dos projectos e o acompanhamento que foi feito em obra.

Após análise dos valores obtidos foram apontadas soluções que se julgam mais correctas para uma prática ecoeficiente e medidas sustentáveis às quais poderemos recorrer de modo a contribuir, através da nossa prática profissional para um planeta mais sustentável.

II - CONTEXTUALIZAÇÃO DA PROBLEMÁTICA

Certo é que já há muito se fala da possibilidade de ocorrência de um desastre ambiental. No entanto, a humanidade parece ainda não ter acordado realmente para o resultado a que este desastre nos conduzirá.

É incontestável que tudo o que fazemos nas nossas vidas nos traz consequências. Sejam elas positivas ou negativas, toda a causa tem um efeito. Deste modo, todas as actuações do Homem no planeta Terra têm também consequências e cabe-nos a nós decidir qual o rumo que queremos tomar e qual o destino que queremos dar ao nosso planeta.

Já na década de 40 o Prof. Francisco Caldeira Cabral, primeiro arquitecto paisagista português, alertava para as consequências dos erros de humanização da paisagem em Portugal. Apontou soluções com base em conhecimentos científicos, previu a panorâmica actual do nosso território e sugeriu o caminho a seguir. Destes erros de humanização referiu o incremento das monoculturas, especialmente das florestais; a aplicação de agro-químicos, desprezando o emprego de matéria orgânica na fertilização dos campos de cultivo; a destruição da zonagem e compartimentação da paisagem; o alastramento indiscriminado da urbanização; a construção desintegrada do espaço físico de infra-estruturas viárias; a canalização de ribeiras e impermeabilização de margens de linhas de água e de áreas de máxima infiltração. Estes são alguns factores que têm conduzido à erosão do solo em extensas áreas, a alterações ao clima e microclimas, à pobreza e despovoamento das zonas mais desfavorecidas do país.

Apesar de ter já decorrido mais de seis décadas dos seus ensinamentos, estes são bastante actuais e de extrema importância nos dias de hoje.

Diversos estudos acerca da nossa pegada ecológica demonstraram que, no ano de 2009, a humanidade necessitava o equivalente a 1,4 planetas para produzir os recursos que eram consumidos e para absorver os nossos resíduos (Global Footprint Network).

Cenários apontam para que, se as tendências de consumo da população continuarem em níveis idênticos aos actuais, na próxima década passaremos a necessitar o equivalente a 2 planetas para suportar o nosso estilo de vida.

É pelo facto de a utilização de recursos naturais ocorrer a um ritmo mais elevado do que o necessário para a decomposição de resíduos que nos colocámos numa situação de possível perda dos recursos que são essenciais à vida humana e à biodiversidade.

Como consequência destas actuações surge, por exemplo, o colapso dos recursos piscícolas, a diminuição da cobertura florestal, o esgotamento dos sistemas de água potável, a acumulação de resíduos poluentes, entre muitos outros, que geram graves problemas, como a mudança climática global (Global Footprint Network).

Fernando Condesso (2001), licenciado em direito e autor do livro “Direito do Ambiente” afirma que,

“Vivemos um período de maior biodiversidade histórica, mas, em face do aumento exponencial do povoamento humano, da degradação do ambiente global, da destruição dos habitats e da biodiversidade estamos num processo de extinção em massa [...] prevê-se um futuro terrível para a vida e para o homem, devido ao sobrepovoamento humano e conseqüente crise ambiental global [...]. Até agora ocorreram entre 14 a 18 extinções em massa, nas quais, pelo menos, as 5 grandes, com influências exteriores.”

Há que salientar também, que esta problemática não passa apenas pela questão ambiental, mas também por questões sociais, políticas, económicas e culturais, contribuindo por exemplo para guerras, migrações em massa, fome, doenças e outras tragédias humanas, e tende a ter um maior impacto sobre os pobres que não têm tantas possibilidades de aquisição desses recursos.

2.1 - A cidadania ambiental e a responsabilidade ética

Como foi dito, é devido ao estilo de vida da sociedade actual e aos modelos de desenvolvimento adoptados por esta, sobretudo após a ocorrência da Revolução Industrial e do desejo de progresso desmesurado em que o homem deveria dominar a natureza, que chegámos a esta situação. A exploração incontrolada dos recursos naturais, o crescimento desordenado dos aglomerados urbanos e a actual gestão económica da sociedade em geral, são algumas das consequências sócio-ambientais locais e globais existentes neste mundo de desigualdades.

Como afirma José Leite (2000):

“É inegável que actualmente estamos a viver uma intensa crise ambiental, proveniente de uma sociedade de risco, deflagrada, principalmente, a partir da constatação de que as condições tecnológicas, industriais e formas de organização e gestões económicas da sociedade estão em conflito com a qualidade de vida. Parece que esta falta de controlo da qualidade de vida tem muito a ver com a racionalidade do desenvolvimento económico do Estado, que marginalizou a protecção do meio ambiente.”

Desta feita, e devido à urgente necessidade de alertar a sociedade para a problemática ambiental adoptou-se uma nova dimensão de cidadania, denominada de *cidadania ambiental*, apoiada na construção de um novo “*ethos*” social, que enfatiza a dimensão ambiental das relações sociais, uma vez que a origem e consequência deste problemas ambientais são sócio-ambientais.

Estamos perante uma mudança na percepção das relações Natureza/Sociedade, onde a cidadania passou a dar mais importância aos factores ambientais. Todas as questões ambientais que se debatem nos dias de hoje, não são vistas apenas como científicas, mas também como sociais e políticas. Foi através de debates políticos e ideológicos que o ambiente passou a ser um tema actual da comunicação social e dos debates de cidadania. A temática ambiental, articulando economia, ecologia e política, numa visão

integrada, tornou-se central na política económica e nas relações internacionais.

Felizmente para a sociedade, existem cada vez mais cidadãos que entendem o direito ambiental como legítimo, respeitando as ligações: degradação ambiental e pobreza, poder democrático e poder tecnocrático, economia e ambiente, cidadania e ciência, entre outras, de grande relevância.

Citando, mais uma vez, Fernando Condesso (2001):

“A *cidadania ambiental* tem como bandeira o direito à vida. Um direito que reclama a urgência de respeitar o mais importante dos direitos do homem no século XXI - o direito do ambiente.”

Assim, torna-se também imperativo falar sobre a “*ética da responsabilidade*”, fundamentada pelo princípio da *cidadania ambiental*, cuja máxima é, segundo definição do filósofo Jonas (1993), “age de maneira que as consequências da tua acção sejam compatíveis com a permanência duma vida verdadeiramente humana na terra”.

Seguir este princípio nas nossas actuações diárias pressupõe que se assuma a nossa responsabilidade individual, ao invés de se delegar nas políticas que regem cada um dos países as responsabilidades que são, em primeiro lugar, de cada um de nós. Para além disto, a nossa responsabilidade enquanto sociedade prevê também que se passe a garantir a integridade do “património comum da humanidade” e o reconhecimento jurídico dum princípio de responsabilidade para com os outros seres vivos e para com as gerações futuras. Isto quer dizer que, a ética da responsabilidade terá, como objectivo principal, a conciliação de um modo sustentável do desenvolvimento, da democracia e da cidadania.

As questões da *cidadania ambiental* são centrais ao desenvolvimento sustentável, e servem para evitar a violação dos direitos das gerações futuras e promover o seu alargamento aos mais pobres. Mas, desta forma, terá de se exigir uma radical transformação das estruturas políticas e económicas, em direcção a situações mais equilibradas do ponto de vista ético, ecológico e económico-social. Não será suficiente a correcção dos actuais modelos de

desenvolvimento, mas sim, a profunda alteração da sociedade desigual que temos.

2.2 - Alguns exemplos a seguir

Acreditando num começo de mudança cabe-nos também divulgar alguns bons exemplos de cidadania ambiental.

Existem já em todo o mundo empresas, instituições sociais, associações e organizações não governamentais sem fins lucrativos que se adertem a sociedade para estas questões ambientais, através da promoção de novas práticas de desenvolvimento sustentável, da implementação de programas de alerta à sociedade, da procura de voluntários para participação em actividades e eventos de sensibilização, entre outras acções de consciencialização da população.

Dos inúmeros exemplos possíveis, vamos apenas apresentar três casos de entidades que têm como objectivo final a sustentabilidade ambiental do planeta:

- Um dos exemplos, associado à problemática económico-ambiental, é o *Center for Sustainable Economy* que trabalha para acelerar a transição para uma sociedade sustentável, através de rigorosas análises de política, programas e projectos, desenvolvendo soluções criativas para agências governamentais, empresas, organizações sem fins lucrativos e educadores, fornecendo suporte especializado para desenvolver acções legislativas, administrativas e jurídicas, nas áreas da economia ecológica, biologia da conservação e da análise da sustentabilidade. Esta entidade acredita que uma rápida transição para uma nova economia, baseada em princípios do desenvolvimento sustentável e recorrendo aos conhecimentos, habilidades e recursos da humanidade, é a única forma de sair desta crise de uma forma justa, rápida e minimizadora dos danos (Center for Sustainable Economy).

- Outro exemplo a apontar é o projecto “*Eficiência Hídrica em Edifícios e Espaços Públicos*”, criado pela Comunidade Intermunicipal da Região de Aveiro e que foi adoptado por 11 municípios desta região.

Este projecto baseia-se em orientações estratégicas nacionais e europeias, nomeadamente no Programa Nacional para a Política de Ordenamento do Território (PNPOT), no Programa Nacional de Água (PNA) e no Programa Nacional para o uso Eficiente da Água (PNUEA), assim como na temática da gestão sustentável da água, com o objectivo de criação de um “modelo de uso eficiente de água” que possa ser utilizado por todos os municípios portugueses, atendendo às características e especificidades de cada município, para que se consiga uma correcta gestão de recursos hídricos ao nível intermunicipal (Eficiência Hídrica).

- E, por último, a empresa ISA (Intelligente Sensing Anywhere) que apresentou, em Dezembro de 2009, uma inovação que permitirá aos cidadãos pouparem dinheiro e ajudarem Portugal a cumprir os compromissos internacionais de sustentabilidade do planeta.

O “iMeter” é um equipamento de uso doméstico, que começou a ser comercializado no primeiro trimestre do ano de 2010. Trata-se de um aparelho tem capacidade para medir, em tempo real, os consumos de água, gás e electricidade, facultando ainda informação sobre o montante a pagar a cada momento. Segundo esta empresa, “as componentes da solução “iMeter” levarão as famílias a alterar os seus comportamentos, reduzindo as suas facturas em 15% a 20%”.

O “iMeter” é constituído por sensores de electricidade, gás e água, por um *display* que permite a visualização da informação em tempo real e por um concentrador que recolhe toda a informação e que permite o acesso à mesma através da internet.

Actualmente, este instrumento já está a funcionar numas centenas de casas e, em breve, será também instalado nas escolas, através do programa EnerEscolas, para otimizar consumos energéticos, e para, pedagogicamente, sensibilizar alunos para a racionalização de energia e para comportamentos de sustentabilidade ambiental (Intelligent Sensing Anywhere).

Para além destes, também os princípios básicos da Arquitectura Paisagista são um exemplo a seguir uma vez que a sua actuação tem como objectivo o respeito pelo carácter do lugar, a procura de soluções que se materializem na melhoria da qualidade de vida das pessoas e no desenvolvimento sustentado da paisagem e do território, a melhoria da qualidade estética e cénica da paisagem e a garantia da manutenção da sua estabilidade ecológica.

III - O CONSUMO IRRACIONAL DE ÁGUA E SUAS CONSEQUÊNCIAS

Água – dois átomos de hidrogénio ligados a um átomo de oxigénio.

A água pode ser muito simples quando se fala na sua ligação química, ou muito mais complexa quando abordada como fonte de vida.

A água é sem dúvida um dos nossos recursos naturais mais preciosos, sendo essencial à vida.

Embora grande parte do nosso planeta esteja coberto por água, mais de 97% desta é salgada; 2% constituem água doce sob a forma de neve e gelo. Apenas 1% é água disponível para o consumo humano (Johns, 2010, **109**: 1).

A água subterrânea que se encontra em aquíferos poderia ser, sem dúvida, uma boa alternativa, uma vez que esta apresenta, na generalidade, excelente qualidade, sendo própria para consumo humano, muitas vezes sem tratamento prévio. No entanto, a água subterrânea corre um grande risco de contaminação devido a diversas actividades humanas, nomeadamente, por esgotos domésticos, deposição no solo de resíduos de origem doméstica ou industrial e o uso inadequado de fertilizantes agrícolas. Estas poderão comprometer este recurso através da contaminação com microorganismos transmissores de doenças, excesso de compostos nitrogenados, metais pesados, entre outros (Bezerra, 2008).

Apesar de tudo isto, os seres humanos têm tendência para considerar o consumo da água como um direito adquirido à nascença. É por isso que se continua a ver desperdícios de água em fontes públicas, rega de plantações que não necessitam de rega, assim como pessoas a consumir uma grande quantidade de água para conseguirem manter os seus relvados com um “verde esplêndido”.

Apesar de tudo isto, o ser humano não deixa de reconhecer que esta será uma situação insustentável.

Nos últimos tempos, teremos provocado o aumento da temperatura média da Terra em 0,74°C, número aparentemente sem consequências, salvo quando se fala de cheias, secas, furacões, subida do nível dos mares, rebentamento de

diques, deslizamentos de terras, entre outras catástrofes (Kingsolver, 2010, **109:8**).

O consumo mundial de água cresceu três vezes mais rápido do que a população mundial no último século.

Estudos estatísticos demonstram que em 2025 o volume de água necessário para a produção de alimentos deverá aumentar em 50%, devido ao crescimento populacional e à procura de melhores condições de vida. Como consequência, prevê-se a redução em 10% da produção mundial de alimentos. Na década de 1990, o Comité de Recursos Naturais das Nações Unidas confirmou que 80 países apresentavam grave carência de água e que, em muitos casos, essa falta era um factor limitante para o desenvolvimento económico e social. Actualmente, admite-se que se não for alterado o estilo de vida da sociedade, um quarto da população mundial sofrerá com a falta de água nas próximas décadas (Bezerra, 2008).

Na nossa sociedade consumimos e gastamos cada vez mais água e em todos os sectores. Este aumento de consumo não é apenas doméstico, mas também na agro-pecuária e no turismo.

É bastante visível a irracionalidade e o desperdício que marca o uso da água doce, sobretudo no sector agrícola, que corresponde a 70% do consumo humano e, no sector industrial, à qual corresponde cerca de 20%, sendo os restantes 10% referentes ao consumo doméstico. Esta irracionalidade de consumo de água evidencia-se por exemplo na crescente construção de piscinas e campos de golfe, que constituem uma pressão adicional sobre os recursos hídricos e ecossistemas.

Como todos sabemos, a qualidade da água adequada aos diferentes usos, assim como a sua quantidade, está dependente de uma boa gestão deste recurso esgotável. Deste modo, torna-se essencial o seu uso consciente, tendo cuidado em não desperdiçar este bem.

Sandra Postel (2010), especialista no tema da água doce trabalha há 25 anos num projecto no ramo da gestão sustentável de recursos hídricos e afirma que:

“A iniciativa não se limitará a educar; ao invés, remodelará a forma como os seres humanos e as sociedades encaram, usam e gerem a água doce. Providenciará ferramentas a indivíduos, empresas e comunidades que lhes permitam definir soluções”.

3.1 - Água potável – o futuro conflito mundial

Por ser cada vez mais uma preocupação mundial, vários alertas são lançados para a diminuição da quantidade de água potável disponível, o que poderá gerar graves conflitos na distribuição deste recurso pela população mundial.

Segundo o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), já há mais de um bilhão de pessoas no planeta com graves carências de água potável e vários cenários internacionais consideram que a disputa pelo acesso a esta poderá conduzir a inúmeros conflitos regionais. Uma pesquisa feita pela CIA, pelo Ministério da Defesa Britânico e pela *PricewaterhouseCoopers* prevê várias possibilidades de futuras guerras por água no Médio Oriente, Ásia e África Subsaariana.

A água doce não poluída de superfície já não é suficiente para as necessidades da população dos Estados Unidos. Mais grave ainda é a situação das águas subterrâneas envenenadas progressivamente por produtos químicos e bactérias, devido aos avanços da tecnologia e industrialização (Dupas, 2008). No entanto, a crise no abastecimento de água, flagelo comum nos países mais pobres, é uma ameaça cada vez maior também para os países ricos. As alterações climáticas, secas prolongadas, a falta de infra-estruturas adequadas e a má gestão dos recursos hídricos são algumas das causas para a escassez de água.

O alerta é dado pelo relatório «Países Ricos, Água Pobre» do Programa Global de Água Doce implementado pelo Fórum Mundial da Água da *World Wildlife Fund* (WWF). O documento, divulgado a 16 de Agosto de 2006, apresenta a situação da água doce no mundo desenvolvido.

“Riqueza económica não se traduz em abundância de água”, afirma o supervisor da pesquisa, Jamie Pittock. “Escassez e poluição tornam-se mais comuns de maneira geral e a responsabilidade por encontrar soluções cabe

tanto a países ricos como pobres”, sublinha, ao alertar para a globalização do problema.

De acordo com o referido relatório, o desperdício e a escassez de água são duas faces da mesma moeda. Algumas das cidades mais ricas do mundo, como Houston, no Texas e Sidney, na Austrália, consomem mais água do que são capazes de tratar. Nos Estados Unidos e no Japão, o gasto diário de água chega a 350 litros por pessoa, enquanto que na Europa o consumo médio diário é de 200 litros. Na África subsariana, o consumo diário de água por pessoa não passa de 20 litros. Em Londres, a rede de distribuição envelhecida, gera perdas diárias de milhões de litros água.

As regiões áridas da Europa, como a maior parte da Espanha e parte de Portugal, devem sofrer “severamente” com a escassez de água em 2070, revela a mesma fonte.

As práticas agrícolas também são insustentáveis. A análise do WWF determinou que, por exemplo em Espanha a água usada anualmente para produção de milho, algodão, arroz e alfafa em quantidades excessivas das que são consumidas seria suficiente para abastecer mais de 16 milhões de habitantes do país.

“Culturas e sistemas de culturas agrícolas estão a expandir-se não como resposta à procura do mercado, mas como resposta à disponibilidade de subsídios”, critica a organização, que salienta ainda a má qualidade da água restante. A Espanha regista o pior resultado de níveis de nitratos em águas subterrâneas e em águas potáveis.

“Os países com rápido desenvolvimento económico têm a oportunidade de evitar os erros do passado e os custos de recuperação de ecossistemas degradados”, afirmou Jamie Pittock. E adiantou: “Lamentavelmente, parece que, em geral, estas nações já foram seduzidas por mega infra-estruturas como grandes barragens, sem ter em consideração se tais projectos irão de facto suprir as necessidades humanas”.

“O custo de recuperar ecossistemas degradados é de dez a cem vezes maior que o de mantê-los”, alerta o investigador. “Os governos devem encontrar soluções tanto para os (países) ricos como para os pobres, o que inclui reparar infra-estruturas antigas, reduzir contaminantes e mudar práticas de irrigação”, conclui (Marinoto, 2006).

3.2 - A água em Portugal

Em Fevereiro de 2010 foi apresentado o *Relatório da Pegada Hídrica em Portugal* (WWF, 2010), onde se concluiu que, de entre 140 países, Portugal está entre os 6 países que consomem mais água.

A pegada hídrica, ou pegada da água como também é conhecida, define-se como sendo um indicador do volume total de água que é usada por determinado país para produzir bens e serviços consumidos pelos seus habitantes.

Apesar de se poder ainda proceder à subdivisão desta classificação, em pegada hídrica interna ou externa, tradicionalmente, são apenas contabilizados os consumos de água relativos ao seu consumo directo, ou seja, a água utilizada para o abastecimento doméstico.

Segundo a *World Wildlife Fund* (WWF, 2010), estima-se que em Portugal a utilização de água seja de aproximadamente 52 m³/pessoa/ano. No entanto, o consumo efectivo de água numa sociedade é bastante superior, por via dos restantes usos, nomeadamente a agricultura de regadio (que em Portugal como na maioria dos países mediterrânicos, representa mais de dois terços do consumo total de água) e os usos industriais e energéticos.

De acordo com o *Relatório da Pegada Hídrica Portugal 2010*, cada habitante do nosso País utiliza cerca de 2.264 m³ de água por ano. Mais de 80% desse valor diz respeito ao consumo de alimentos e mais de metade corresponde à importação destes – ou seja, 54% da pegada hídrica em Portugal é externa.

A pouca eficiência do sector agrícola nacional, a dependência da importação de alimentos (principalmente de Espanha) e, as diferenças geográficas internas, com problemas de escassez de água a sul (em particular na bacia do Guadiana), são as principais causas da elevada pegada hídrica nacional.

A WWF aposta no aumento da eficiência no uso da água e no desenvolvimento da ferramenta *Water Stewardship* como principais formas de reduzir a elevada pegada hídrica do país. O estabelecimento de uma iniciativa internacional para a certificação da gestão responsável da água, participada pelos cidadãos, empresas e Estados, é essencial para atingir a protecção e o uso sustentável dos recursos hídricos.

A situação de Portugal reforça a necessidade do envolvimento nacional nesta iniciativa. Será também necessária a aposta na educação e sensibilização dos consumidores para que optem por “escolhas pessoais responsáveis” (Eficiência Hídrica).

Apesar disto, Viriato Soromenho-Marques (2010, **109**: 93-96) afirma que a caracterização da situação da água e da respectiva política em Portugal assenta em três aspectos fundamentais:

- Em primeiro lugar, segundo o autor, “o país tem uma razoável disponibilidade hídrica por habitante (quase o dobro da média da União Europeia). O nosso problema, contudo, reside na desigual distribuição dos recursos hídricos entre o Norte e o Sul, e também entre algumas zonas do litoral e outras do interior”.

- Em segundo lugar, “tudo indica que o sector hídrico será dos mais afectados pelas mudanças estruturais, em aceleração dinâmica, ligadas ao processo de alterações climáticas em curso. Nas próximas décadas, a pluviosidade tenderá a concentrar-se num número mais reduzido de meses, a precipitação tenderá a diminuir, sobretudo no Sul, já de si mais seco (até 30%, até ao final do século).

A subida, mesmo ligeira, do nível do mar, tenderá a aumentar a intrusão salina em recursos hídricos subterrâneos. Acresce ainda que em virtude de os modelos de crescimento turístico e agrícola serem baseados no uso intensivo de água (campos de golfe e aumento do regadio, por exemplo), a pressão sobre os recursos hídricos tem sido imensa, sobretudo em áreas do país onde eles são abundantes, como o Algarve”.

- Por último, o autor reconhece também que “tem sido na política hídrica que se fizeram os maiores investimentos ambientais em Portugal, alguns deles polémicos, como é o caso de barragens que foram alvo de disputa por razões ecológicas e económicas. Apoiado por uma actualização legislativa inegável, o generoso financiamento comunitário permitiu ultrapassar os indicadores de subdesenvolvimento com que entrámos na União Europeia, por exemplo, na percentagem da população servida por abastecimento, tratamento e drenagem das águas para consumo humano. Isto não obsta a que tenha havido desperdícios e irracionalidades nos investimentos ou que continue a existir um vazio de conhecimento, sobretudo no que concerne ao verdadeiro capital

hídrico, nomeadamente os recursos subterrâneos, que têm vindo a ser abandonados como fonte de abastecimento principal dos municípios”.

Na opinião de Viriato Soromenho-Marques, “as alterações climáticas têm, em alguns casos, sido usadas como falsa causa para acidentes associados à água, desde a erosão costeira à destruição causada pelas cheias. Muitas vezes, essas catástrofes prendem-se somente com o mau ordenamento do território. Há zonas do litoral português que são vítimas de erosão costeira, não devido à subida do nível do mar, mas em virtude da radical diminuição do transporte de sedimentos do interior para a costa, devido à redução do caudal provocado pelas grandes barragens que desde meados do século passado têm sido construídas em Portugal e Espanha. Por outro lado, algumas das cheias que têm atingido várias áreas urbanas, tanto no continente como nas regiões autónomas, não se devem tanto ao aumento de eventos extremos, mas sim à errada construção em cima de leitos de cheia”.

Este autor acredita também que “uma política nacional que garanta água em quantidade e qualidade para as gerações futuras deverá começar por uma gestão articulada e eficiente do recurso. Desde 1999 que existe um Programa de Acção Nacional contra o processo de desertificação. Estamos dotados desde 2002 com uma visão integrada para a política da água, no âmbito do Plano Nacional da Água. Contamos desde 2005 com um excelente Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água e, desde 2005, possuímos ainda uma nova Lei-Quadro da Água, onde se integram as orientações estratégicas da Directiva-Quadro de 2000. Também para a protecção e correcto aproveitamento das águas subterrâneas contamos com o quadro normativo da Directiva 2006/118/CE”.

Assim sendo, “não faltam, pois, instrumentos legais e documentos de orientação. Como ocorre noutras esferas, o problema é o défice de implementação. As perdas continuam a ser imensas, embora tenha sido estabelecido o objectivo de reduzi-las, entre 2000 e o culminar da aplicação do Programa de Uso Eficiente da Água, no sector do consumo urbano de 42% para 29%; no sector agrícola, de 42% para 34%; no sector industrial, de 29% para 16%”.

Viriato Soromenho-Marques aponta ainda duas condições que considera indispensáveis para que Portugal possa preparar-se com sucesso para os

desafios hídricos. São estas: “a gestão por bacia hidrográfica, criando condições para a cooperação entre todos os actores e utentes regionais dos serviços da água, permitindo estratégias de adaptação a eventos meteorológicos extremos, em particular períodos de seca e escassez” e “a adequação continuada da Convenção de Albufeira, assinada em Espanha para a gestão dos rios Ibéricos, integrando o que já sabemos sobre as implicações hídricas das alterações climáticas, salvaguardando os caudais ecológicos e outros indicadores de qualidade e garantindo que a água será mais uma razão para a boa convivência entre os povos peninsulares”.

IV - ECOEFICIÊNCIA

Em termos gerais, a ecoeficiência define-se como sendo um processo que consegue produzir mais e melhor, com menos recursos e menos resíduos. Esta procura minimizar a intensidade de utilização de materiais, a intensidade energética e a dispersão de produtos tóxicos. Fomenta a reciclagem dos materiais, maximiza a utilização sustentável de recursos renováveis, preocupa-se com a durabilidade dos produtos, promovendo também a educação dos consumidores para um uso mais racional dos recursos naturais e energéticos (WBCSD, 2001).

Como exemplos gerais de medidas ecoeficientes podemos apontar: a substituição de equipamentos convencionais por produtos com automatismos de poupança energética; escolher formas alternativas de produção de energia; implementar sistemas de iluminação automática, reduzindo gastos supérfluos de luz; substituir lâmpadas convencionais por lâmpadas de baixo consumo; separar o lixo; proceder à redução, reciclagem e reutilização dos resíduos sólidos; fazer a compostagem de lixo orgânico; desenvolver acções de sensibilização; aplicação de políticas de florestação (WBCSD, 2001).

No caso específico das empresas e organizações governamentais, a implementação destas medidas promove a diminuição de custos, evita riscos ambientais, gera competição, evita riscos à saúde dos funcionários e clientes, reduz a poluição, garante a manutenção de recursos naturais e motiva as pessoas envolvidas a preocuparem-se por estas questões ambientais (WBCSD, 2001).

A ecoeficiência tem assumido um papel cada vez mais importante nas estratégias de gestão ambiental das organizações. Pressionadas por legislação mais rigorosa e pelo aumento de custos com o uso dos recursos naturais, um número cada vez maior de empresas tem superado o paradigma que prevaleceu até à década de 1980 de que ambiente e competitividade seriam variáveis antagónicas. O contínuo avanço tecnológico vem propiciando mudanças em processos e produtos que promovem o aumento da eficiência económica e ambiental das empresas.

O termo ecoeficiência ganhou visibilidade aquando da criação e implementação da *Agenda 21*, resultante da conferência realizada em 1992 no Rio de Janeiro.

Esta conferência teve como objectivo a reflexão acerca dos problemas socio-ambientais que o mundo enfrenta, tendo nela participado governos de todo o mundo, dos quais, 179 assinaram as resoluções aprovadas nesta conferência, comprometendo-se a desenvolver as suas próprias “*Agendas 21 locais*” baseadas nesse mesmo documento, mas adaptadas às especificidades territoriais e realidades sociais de cada lugar.

O resultado desta conferência foi seguido pela sociedade em geral e com particular atenção pela área empresarial. O conceito de ecoeficiência foi adoptado por diversos empresários que o definiram frequentemente como a “criação de mais valor com menos impacto” ou “fazer mais com menos”.

Neste âmbito, muitos académicos, assim como pessoas que operam no terreno designam a ecoeficiência como sendo a síntese da “eficiência económica e ambiental em paralelo”, em que o prefixo “eco” representa a economia e a ecologia.

Segundo a *European Environment Agency* (EEA), o que se pretende é utilizar os indicadores da ecoeficiência para quantificar o progresso de determinado país em direcção ao desenvolvimento sustentável, definindo a ecoeficiência como “mais bem-estar a partir de menos natureza” e afirma também que a ecoeficiência permite gerar mais produtos e serviços com menor uso dos recursos e diminuição da produção de resíduos e poluentes por unidade de produção. Vista desta forma, a ecoeficiência tem garantido a aceitação no meio empresarial, sendo que esta reputação se poderá explicar também pelo facto de que a ecoeficiência não impõe limites ao crescimento e não envolve restrições a qualquer tipo de actividade industrial.

Segundo a *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD) “a ecoeficiência é atingida pela produção de bens e serviços a preços competitivos, que satisfaçam as necessidades humanas oferecendo melhor qualidade de vida enquanto reduzem progressivamente os impactos ecológico

e a utilização de recursos até ao nível de capacidade regenerativa do planeta” (WBCSD, 2001).

Apesar de vários estudos terem demonstrado que, tanto no sector industrial como no de serviços, estas estratégias têm resultado em significativas reduções em termos de custos em matérias-primas e energia, não é unânime ainda que esta se materialize em desenvolvimento sustentável.

Segundo a *Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico* (OCDE), para que a ecoeficiência alcançasse tal objectivo, seria necessário um aumento dez vezes superior na produtividade média dos recursos nos países industrializados nos próximos trinta anos, de forma que se assegurasse uma expansão da produção a partir de uma quantidade cada vez menor de recursos naturais (Demajorovic, 2006).

Robert Day afirma que os ganhos obtidos nas últimas décadas na eficiência dos processos não foram suficientes para compensar o aumento em termos absolutos do consumo de recursos, sendo que os ganhos de ecoeficiência são importantes, não serão suficientes para alcançar o desenvolvimento sustentável. Para além disto, é importante referir que a ecoeficiência não actua com todas as variáveis presentes no debate actual sobre sustentabilidade sócio-ambiental. Este conceito relaciona apenas duas das três dimensões: a económica e a ambiental, excluindo a variável social (Demajorovic, 2006).

No entanto, a aplicação da ecoeficiência, não só na dimensão económica e empresarial, mas também na dimensão política, poderá tornar-se uma ferramenta complementar ao desenvolvimento sustentável.

A figura 1 mostra como a ecoeficiência se pode relacionar com outros conceitos numa base de desenvolvimento sustentável.



Fig. 1 - Relação de conceitos para possível obtenção de desenvolvimento sustentável. Fonte: http://www.apo-tokyo.org/gp/e_publi/gsc/0306RES_PAPERS.pdf

A figura 2 mostra as direcções e etapas a adoptar no sector público e privado para um desenvolvimento sustentável.

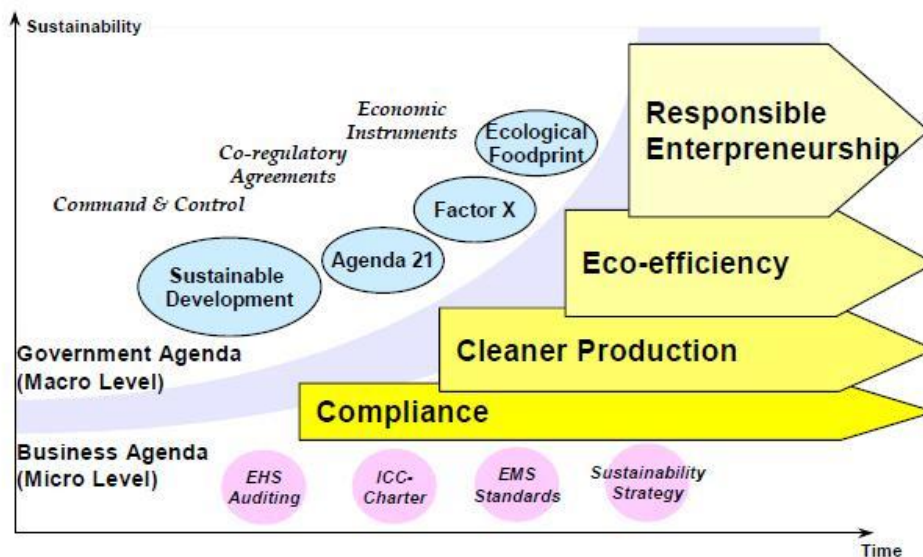


Fig. 2 - Possíveis etapas a adoptar para um desenvolvimento numa base sustentável. Fonte: http://www.apo-tokyo.org/gp/e_publi/gsc/0306RES_PAPERS.pdf

Podemos concluir portanto que, através da implementação de medidas ecoeficientes, inúmeras empresas descobriram que, apostando numa maior produtividade com menor consumo de recursos, podem ser alcançados maiores ganhos.

O potencial do conceito de ecoeficiência baseia-se em objectivos a longo prazo e propostas ambiciosas, no entanto, o que nos coloca no caminho rumo à sustentabilidade.

4.1 - A ecoeficiência na Arquitectura Paisagista

Ao analisarmos os princípios de actuação da Arquitectura Paisagista podemos concluir que “as matérias a que esta recorre vão desde as ciências da natureza como a ecologia, a geomorfologia, a hidrologia, a climatologia, a pedologia e demais ciências do solo; à botânica, à fitossociologia, e à zoologia; às técnicas de cultura como a agricultura, a horticultura e a silvicultura; às ciências sociais; e às demais artes de construção do espaço, como a Arquitectura, nelas incluindo a teoria da forma e do desenho” (Magalhães, 2001).

Pode também dizer-se que a Arquitectura Paisagista é “uma arte que coopera com a natureza” (Cabral, 1993), que se socorre das aptidões e potencialidades dos locais de intervenção, preocupando-se com a essência de cada lugar.

Ao exercer as suas funções, o Arquitecto Paisagista deverá ter em conta todos os processos responsáveis pelo equilíbrio da Natureza. Ao fazê-lo, este irá contribuir, voluntaria ou involuntariamente, para um ecossistema mais equilibrado e sustentável assumindo deste modo uma atitude eco-sustentável.

No entanto, os projectos do arquitecto paisagista serão elaborados em proveito do Homem, de modo planeado, causando o mínimo de impactos e tendo sempre em consideração o equilíbrio dos processos ecológicos, uma vez que, “a ordem depende do equilíbrio ecológico dos factores que actuam na paisagem, e repare-se que não é do equilíbrio dos factores ecológicos, mas sim de todos os factores que actuam na paisagem, incluindo os culturais e os económicos que, também esses se devem sujeitar ao equilíbrio ecológico” (Magalhães, 2001).

Assim, fica clara a ideia de que o equilíbrio ecológico deverá prevalecer perante o interesse económico, mas que este, assim como os interesses culturais deverão ser integrados e conjugados numa multiplicidade de factores, de modo a que o resultado seja uma obra ecoeficiente. Também não podemos esquecer que “a nossa obra não nos pertence inteiramente. Nós apenas podemos guiar uma evolução natural num ou noutra sentido. O resto terá de fazer-se fatalmente sem nós: as plantas hão-de crescer por si, o clima há-de actuar sem nos pedir licença e o terreno irá evolucionando pela erosão, pela acção das plantas e da sua vida própria, segundo leis independentes da nossa vontade. Até os homens, que depois de nós vierem, hão-de influenciar a nossa obra conforme o sentido que tivermos sabido imprimir-lhe” (Cabral, 1993).

Desta forma, podemos dizer que a Arquitectura Paisagista procura encontrar o equilíbrio da sua obra para que esta possa perdurar e evoluir no tempo, assente numa atitude ecoeficiente.

No entanto, tendo em conta que as actuações do Arquitectura Paisagista nem sempre evidenciam a procura pelo equilíbrio dos sistemas, (veja-se por exemplo a situação paisagística do nosso país devido à falta de aplicação das políticas de Ordenamento do Território) e, uma vez que quanto mais nos esforçarmos, mais e melhores resultados conseguiremos obter, será importante que se tente pesquisar, apontar e partilhar medidas que seensem ser ecoeficientes, para que, cada um de nós no dia-a-dia da nossa profissão e todos como sociedade em geral, possamos contribuir, o mínimo que seja, para um planeta melhor e por um desenvolvimento com vista à sustentabilidade.

V - ESTUDOS DE CASO

Sendo a racionalização do consumo de água uma necessidade fulcral, a procura de soluções e medidas ecoeficientes indispensável e, tendo este trabalho o objectivo principal de procura destas medidas com aplicação no projecto de espaços abertos, sentiu-se necessidade de fazer uma análise quantitativa desses consumos de água em diferentes espaços, para que, com a interpretação desses dados e respectivas conclusões, se possam apontar soluções ecoeficientes.

Deste modo, foram escolhidos 6 projectos de Arquitectura Paisagista, de carácter público e privado. A análise assentou em dois momentos diferentes:

- a fase de obra, onde serão quantificados os consumos de água no processo de construção destes;
- a fase de manutenção, onde será estimado o consumo de água, durante o mês de Agosto de 2010.

A escolha dos estudos de caso baseou-se, sobretudo, na procura de projectos com diferentes características, com diferentes tipos de rega e com plantações de diferentes espécies vegetais. Uma vez que no início da elaboração deste trabalho, a empresa onde este foi desenvolvido não possuía um número elevado de empreitadas em fase de execução, não foi possível escolher projectos com tipologias variadas tal como seria ideal.

Nesta análise foram apenas considerados os trabalhos referentes às áreas com plantações e revestimentos com espécies vegetais, ficando de fora de análise todos os trabalhos de construção com inertes, nomeadamente, pavimentos, caldeiras, etc. Isto deveu-se ao facto de, na maioria dos casos, este tipo de trabalho não ser adjudicado à empresa de construção de jardins e, por esse mesmo motivo, nem sempre foi possível o acompanhamento desses mesmos trabalhos.

Uma vez que não houve meios para quantificar efectiva e fielmente estes consumos, os valores a seguir apontados são valores aproximados, podendo não corresponder totalmente à realidade.

5.1 - Características gerais dos espaços analisados

Neste capítulo pretende-se fazer uma apresentação geral de cada um dos estudos de caso e a análise dos elementos que os constituem.

Serão apresentados, de seguida, os dados relativos a cada uma das empreitadas, nomeadamente, o dono de obra, o autor ou autores do projecto, a sua localização geográfica e a caracterização climática (tendo em conta os dados médios de temperatura e precipitação anual da estação mais próxima), a data da execução da empreitada, a área verde em questão, a descrição da vegetação proposta no projecto e a descrição do sistema de rega automática.

Na descrição da vegetação são mencionadas quais as espécies autóctones e quais as exóticas. A partir destes dados é calculado o *ratio* entre o número de espécies autóctones e de espécies exóticas, assim como o *ratio* entre o número de plantações de espécies autóctones e de espécies exóticas. Esta análise servirá para mais tarde tecer algumas considerações sobre a utilização de espécies exóticas e o consumo de água.

São também apresentadas algumas plantas síntese das empreitadas para melhor compreensão dos espaços, das suas características e dos seus elementos, assim como são expostos alguns comentários ou observações em relação às mesmas.

Construção de Quartel dos Bombeiros Municipais de Abrantes

Requerente: Câmara Municipal de Abrantes

Autoria do projecto: Arquitecta Paisagista Maria João Espadinha

Localização da empreitada: Abrantes

Caracterização climática do local segundo a classificação de Koppen: clima temperado com Inverno chuvoso e Verão seco e quente

Temperatura média anual do local: 15,8°C

Precipitação média anual do local: 683,3 mm

Data de execução da empreitada: Janeiro de 2010

Área de plantações e revestimento vegetal: 275 m²

Descrição do sistema de vegetação

Vegetação proposta: *Ginkgo biloba* (E) – 15 uni.

Photinea S. Red Robin (E) – 10 uni.

Festuca glauca (A) – 465 uni.

Lavandula dentata (E) – 51 uni.

Vinca minor (A) – 1.188 uni.

Percentagem de espécies exóticas (E) vs autóctones (A): 50% vs 50%

Percentagem de plantações de exóticas (E) vs autóctones (A): 4% vs 96%

Descrição do sistema de rega automática

- Tubo de gotejamento com gotejadores integrados autocompensantes, de 30 cm de espaçamento e débito de 2,2 l/h – 46 ml
- Brotador autocompensante, modelo 1402 da Rain Bird – 16 uni.
- Pulverizador, modelo 1803 da Rain Bird, com bico 18-van – 11 uni.
- Pluviómetro – 1 uni.

Peças desenhadas

Ver plano de plantação (Planta 1/12) e planta de rede de rega (Planta 2/12) em anexo.

Observações:

As áreas verdes deste espaço localizam-se apenas na zona frontal do edifício e são constituídos apenas por plantações, neste caso de alinhamentos arbóreos, canteiros com arbustos e com herbáceas de revestimento. Nos canteiros foi aplicado *mulch* em casca de pinheiro e tela anti-infestantes sob este.

O sistema de rega foi adequado às circunstâncias, sendo utilizada a rega por aspersão em duas estações de rega na zona de plantações de arbustos, uma estação de rega por alagamento nas caldeiras das árvores e uma estação de rega localizada no canteiro de herbáceas. Este sistema de rega é também provido de um pluviómetro para desactivação automática aquando de condições climatéricas favoráveis.

Intervenção nos Espaços Verdes Públicos do Loteamento de Barradas

Requerente: Manuel Cerqueira Nobrega

Autoria do projecto: não identificado

Localização da empreitada: Louriçal - Pombal

Caracterização climática do local segundo a classificação de Koppen: clima temperado com Inverno chuvoso e Verão seco e pouco quente

Temperatura média anual do local: 14,7°C

Precipitação média anual do local: 812,4 mm

Data de execução da empreitada: Fevereiro de 2010

Área de plantações e revestimento vegetal: 2.314 m²

Descrição do sistema de vegetação

Vegetação proposta: *Olea europaea* (A) – 8 uni.

Lantana camara (E) – 26 uni.

Lantana montevidensis (E) – 27 uni.

Laurus nobilis (A) – 24 uni.

Lonicera japonica (A) – 43 uni.

Pyracantha angustifolia (E) – 26 uni.

Retama sphaerocarpa (A) – 22 uni.

Viburnum tinus (A) – 14 uni.

Crocus tommasianus (E) – 2.079 uni.

Festuca glauca (A) – 75 uni.

Vinca aureomarginata (A) – 598 uni.

Prado de sequeiro – 1.900 m²

Percentagem de espécies exóticas (E) vs autóctones (A): 36% vs 64%

Percentagem de plantações de exóticas (E) vs autóctones (A): 73% vs 27%

Descrição do sistema de rega automática

- Aspersor, modelo PGP-ADJ da Hunter, com bico vermelho padrão (nr.1) – 38 uni.
- Pluviómetro – 1 uni.

Peças desenhadas

Ver plano de plantação (Planta 3/12) e planta de rede de rega (Planta 4/12) em anexo.

Observações:

Este amplo espaço verde localizado no núcleo do loteamento é constituído por plantações de espécies arbóreas e arbustivas e, revestimentos herbáceos com bolbosas e com prado de sequeiro. Nas zonas de plantação de arbustos foi colocado *mulch* em casca de pinheiro sem tela anti-infestantes.

As oito estações de rega que integram o sistema de rega automático, provido mais uma vez de um pluviómetro, são de rega por aspersão.

Projecto de Arranjos Exteriores da Escola de Ensino Básico do Arrabal

Requerente: Câmara Municipal de Leiria

Autoria do projecto: Arquitecta Paisagista Corine Lopes

Localização da empreitada: Arrabal - Leiria

Caracterização climática do local segundo a classificação de Koppen: clima temperado com Inverno chuvoso e Verão seco e pouco quente

Temperatura média anual do local: 14,4°C

Precipitação média anual do local: 801,6 mm

Data de execução da empreitada: Março de 2010

Área de plantações e revestimento vegetal: 159 m²

Descrição do sistema de vegetação

Vegetação proposta: *Jacaranda mimosifolia* (E) – 3 uni.

Abelia grandiflora (E) – 15 uni.

Buddleia globosa (E) – 5 uni.

Hebe salicifolia (E) – 19 uni.

Hydrangea macrophylla (E) – 7 uni.

Lavandula angustifolia (A) – 3 uni.

Rosmarinus officinalis (A) – 27 uni.

Salvia officinalis (E) – 10 uni.

Syringa vulgaris (A) – 3 uni.

Teucrium fruticans (A) – 21 uni.

Viburnum tinus (A) – 12 uni.

Tapetes de relva – 56,68 m²

Percentagem de espécies exóticas (E) vs autóctones (A): 55% vs 45%

Percentagem de plantações de exóticas (E) vs autóctones (A): 47% vs 53%

Descrição do sistema de rega automática

- Pulverizador, modelo Pros-04 da Hunter, com bico 10-A – 5 uni.
- Pulverizador, modelo Pros-04 da Hunter, com bico 12-A – 8 uni.
- Pulverizador, modelo Pros-04 da Hunter, com bico 17-A – 4 uni.
- Tubo de gotejamento com gotejadores integrados autocompensantes, de 33 cm de espaçamento e débito de 3,4 l/h – 300 ml
- Pluviómetro – 1 uni.

Peças desenhadas

Ver plano de plantação (Planta 5/12) e planta de rede de rega (Planta 6/12) em anexo.

Observações:

A requalificação dos espaços exteriores desta escola passou pela plantação de árvores e arbustos e pela aplicação de tapetes de relva.

O sistema de rega é composto por uma estação de rega por aspersão e duas estações de rega localizada e, tal como os anteriores, é também dotado de um pluviómetro.

Construção de Espaço Verde Adjacente ao Restaurante “O Zé”

Requerente: Proprietários do Restaurante “O Zé”

Autoria do projecto: Architecta Paisagista Joana Costa

Localização da empreitada: Louriçal - Pombal

Caracterização climática do local segundo a classificação de Koppen: clima temperado com Inverno chuvoso e Verão seco e pouco quente

Temperatura média anual do local: 14,7°C

Precipitação média anual do local: 812,4 mm

Data de execução da empreitada: Julho de 2010

Área de plantações e revestimento vegetal: 1.422 m²

Descrição do sistema de vegetação

Vegetação proposta: *Acer platanoides* (E) – 7 uni.

Olea europaea (A) – 5 uni.

Escallonia macrantha (E) – 200 uni.

Tapetes de relva – 1.320 m²

Percentagem de espécies exóticas (E) vs autóctones (A): 67% vs 33%

Percentagem de plantações de exóticas (E) vs autóctones (A): 98% vs 2%

Descrição do sistema de rega automática

- Aspersor, modelo 5000 da Rain Bird, com bico MPR-30 – 23 uni.
- Tubo de gotejamento com gotejadores integrados autocompensantes, de 30 cm de espaçamento e débito de 2,2 l/h – 100 ml

Peças desenhadas

Ver plano de plantação (Planta 7/12) e planta de rede de rega (Planta 8/12) em anexo.

Observações:

Para a criação deste espaço verde de carácter privado foram plantadas árvores, arbustos em sebe e foram também aplicados tapetes de relva.

O sistema de rega automática integra quatro estações de rega por aspersão e uma estação de rega localizada.

Creche e Jardim de Infância Superninho - Leiria

Requerente: Cooperativa Supercoop, CRL

Autoria do projecto: Arquitecta Carina Santos

Localização da empreitada: Leiria

Caracterização climática do local segundo a classificação de Koppen: clima temperado com Inverno chuvoso e Verão seco e pouco quente

Temperatura média anual do local: 14,4°C

Precipitação média anual do local: 801,6 mm

Data de execução da empreitada: Julho e Agosto de 2010

Área de plantações e revestimento vegetal: 1.024 m²

Descrição do sistema de vegetação

Vegetação proposta: *Acer negundo* (E) – 1 uni.

Grevillea robusta (E) – 3 uni.

Schinus molle (E) – 1 uni.

Tilia tomentosa (E) – 1 uni.

Abelia grandiflora (E) – 72 uni.

Berberis thunbergii Atropurpurea (E) – 3 uni.

Cupressus sempervirens (E) – 7 uni.

Cotoneaster pannosus (E) – 3 uni.

Hypericum calycinum (E) – 36 uni.

Juniperus pfitzeriana (E) – 7 uni.

Lagetroemia indica (E) – 1 uni.

Lavandula angustifolia (A) – 10 uni.

Nerium oleander (A) – 5 uni.

Photinia x fraseri (E) – 1 uni.

Viburnum opulus (A) – 3 uni.

Viburnum tinus (A) – 3 uni.

Agapanthus umbellatus (E) – 330 uni.

Cotoneaster horizontalis (E) – 55 uni.

Festuca glauca (A) – 288 uni.

Lantana montevidensis (E) – 30 uni.

Vinca major (A) – 50 uni.

Viburnum tinus (A) – 3 uni.

Viburnum tinus (A) – 3 uni.

Viburnum tinus (A) – 3 uni.

Relvado – 384 m²

Percentagem de espécies exóticas (E) vs autóctones (A): 71% vs 29%

Percentagem de plantações de exóticas (E) vs autóctones (A): 61% vs 39%

Descrição do sistema de rega automática

- Pulverizador, modelo 1804 da Rain Bird, com bico 10-MPR – 8 uni.
- Pulverizador, modelo 1804 da Rain Bird, com bico 15-MPR – 19 uni.
- Tubo de gotejamento com gotejadores integrados autocompensantes, de 30 cm de espaçamento e débito de 2,3 l/h – 645 ml

Peças desenhadas

Ver plano de plantação (Planta 9/12) e planta de rede de rega (Planta 10/12) em anexo.

Observações:

As zonas verdes de enquadramento do edifício da creche são constituídas por árvores, arbustos e revestimento herbáceo, assim como com áreas de relvado.

Todas estas áreas verdes são providas de sistema de rega automático, composto por treze estações de rega, das quais dez são de rega por aspersão e três são de rega localizada.

Remodelação e Ampliação da Escola do 1º C.E.B. de Coselhas

Requerente: Câmara Municipal de Coimbra

Autoria do projecto: Divisão de Estudos e Projectos da C. M. de Coimbra

Localização da empreitada: São Paulo de Frades - Coimbra

Caracterização climática do local segundo a classificação de Koppen: clima temperado com Inverno chuvoso e Verão seco e pouco quente

Temperatura média anual do local: 15,6°C

Precipitação média anual do local: 1.038,1 mm

Data de execução da empreitada: Agosto de 2010

Área de plantações e revestimento vegetal: 216 m²

Descrição do sistema de vegetação

Vegetação proposta: *Tilia cordata* (A) – 1 uni.

Grevillea robusta (E) – 1 uni.

Lantana camara (E) – 13 uni.

Rosmarinus officinalis (A) – 16 uni.

Juniperus media (E) – 30 uni.

Cotoneaster microphylla (E) – 48 uni.

Mentha suaveolens (A) – 4 uni.

Wisteria sinensis (E) – 6 uni.

Bougainvillea (E) – 3 uni.

Percentagem de espécies exóticas (E) vs autóctones (A): 67% vs 33%

Percentagem de plantações de exóticas (E) vs autóctones (A): 83% vs 17%

Descrição do sistema de rega automática

- Tubo de gotejamento com gotejadores integrados autocompensantes, de 40 cm de espaçamento e débito de 3,6 l/h – 240 ml

Peças desenhadas

Ver plano de plantação (Planta 11/12) e planta de rede de rega (Planta 12/12) em anexo.

Observações:

Os espaços verdes envolventes aos edifícios da escola são constituídos por árvores, arbustos e trepadeiras. As áreas de canteiro são revestidas com *mulch* em casca de pinheiro e respectiva tela anti-infestantes de modo a evitar perdas de água maiores de água por evapotranspiração, assim como evitando o surgimento de plantas infestantes que venham fomentar a competição entre as espécies na procura de água e nutrientes no solo.

O sistema de rega automático é constituído por quatro estações de rega localizada, tanto para as árvores como para os arbustos.

5.2 - Avaliação quantitativa dos consumos de água no processo de construção dos espaços verdes

Através do acompanhamento em obra do processo de construção, quantificou-se de forma aproximada os gastos de água inerentes aos processos de plantação de espécies, sementeiras, hidrossementeiras e aplicações de tapetes de relva.

Em primeira instância foi calculada a média do consumo de água por cada tipo de plantação e por cada tipo de estabelecimento de relvado.

Sentiu-se necessidade de calcular esta média por nem sempre se ter aplicado a mesma quantidade de água em cada uma destas acções, devendo-se isto à existência de diferenças climáticas significativas durante o período de execução das seis empreitadas (de Janeiro a Agosto).

Desta média resultaram os seguintes valores:

- Plantação de árvores – 10 litros por unidade;
- Plantação de arbustos – 3 litros por unidade;
- Plantação de trepadeiras – 3 litros por unidade;
- Plantação de herbáceas – 4 litros por m²;
- Plantação de bolbos – 4 litros por m²;
- Sementeira de relvado – 5 litros por m²;
- Hidrossementeira com hidrossemeador de 1000 litros de capacidade e com rendimento para 300 m² – 3,33 litros por m²;
- Aplicação e estabelecimento de tapetes de relva – 7 litros por m²;

Com estes valores foi calculado o consumo total de água para cada empreitada, tendo por base o número de espécies plantadas e áreas relvadas, assim como a média do consumo de água por área, através da divisão do valor total pela área verde em questão.

É de salientar também que esta avaliação considera apenas os consumos directos no processo de construção destes espaços verdes, excluindo desta os

consumos indirectos, nomeadamente, a água necessária na produção do material vegetal ou da germinação dos tapetes de relva.

Os dados obtidos para cada uma das empreitadas foram os seguintes:

Tabela 1 - Consumo de água no processo de construção da empreitada “Construção de Quartel dos Bombeiros Municipais de Abrantes” e o seu consumo médio por área.

Trabalho realizado	Quantidade	Consumo de água em litros
Plantação de árvores	15 uni.	150
Plantação de arbustos	61 uni.	183
Plantação de herbáceas	165,30 m ²	661

Total do consumo de água	994 litros
Área de plantações e de revestimento vegetal	275 m ²
Consumo médio de água	3,61 litros/m ²

Tabela 2 – Consumo de água no processo de construção da empreitada “Intervenção nos Espaços Verdes Públicos do Loteamento de Barradas” e o seu consumo médio por área.

Trabalho realizado	Quantidade	Consumo de água em litros
Plantação de árvores	8 uni.	80
Plantação de arbustos	182 uni.	546
Plantação de herbáceas	141,50 m ²	566
Plantação de bolbosas	231 m ²	924
Hidrossementeira de prado	1.900 m ²	6.327

Total do consumo de água	8.443 litros
Área de plantações e de revestimento vegetal	2314 m ²
Consumo médio de água	3,65 litros/m ²

Tabela 3 – Consumo de água no processo de construção da empreitada “Projecto de Arranjos Exteriores da Escola de Ensino Básico do Arrabal” e o seu consumo médio por área.

Trabalho realizado	Quantidade	Consumo de água em litros
Plantação de árvores	3 uni.	30
Plantação de arbustos	122 uni.	366
Aplicação de tapetes de relva	57 m ²	399

Total do consumo de água	795 litros
Área de plantações e de revestimento vegetal	159 m ²
Consumo médio de água	5,00 litros/m ²

Tabela 4 – Consumo de água no processo de construção da empreitada “Construção de Espaço Verde Adjacente ao Restaurante O Zé” e o seu consumo médio por área.

Trabalho realizado	Quantidade	Consumo de água em litros
Plantação de árvores	12 uni.	120
Plantação de arbustos	200 uni.	600
Aplicação de tapetes de relva	1.320 m ²	9.240

Total do consumo de água	9.960 litros
Área de plantações e de revestimento vegetal	1.422 m ²
Consumo médio de água	7,00 litros/m ²

Tabela 5 – Consumo de água no processo de construção da empreitada “Creche e Jardim de Infância – Superninho - Leiria” e o seu consumo médio por área.

Trabalho realizado	Quantidade	Consumo de água em litros
Plantação de árvores	6 uni.	60
Plantação de arbustos	151 uni.	453
Plantação de herbáceas	289 m ²	1.156
Sementeira de relvado	384 m ²	1.920

Total do consumo de água	3.589 litros
Área de plantações e de revestimento vegetal	1.024 m ²
Consumo médio de água	3,50 litros/m ²

Tabela 6 – Consumo de água no processo de construção da empreitada “Remodelação e Ampliação da Escola do 1º C.E.B. de Coselhas” e o seu consumo médio por área.

Trabalho realizado	Quantidade	Consumo de água em litros
Plantação de árvores	2 uni.	20
Plantação de arbustos	111 uni.	333
Plantação de trepadeiras	9 uni.	27

Total do consumo de água	380 litros
Área de plantações e de revestimento vegetal	216 m ²
Consumo médio de água	1,76 litros/m ²

Dos valores mencionados nas tabelas anteriores obtiveram-se os seguintes gráficos:

Gráfico 1 - Consumo médio de água, em litros/m², em cada uma das empreitadas analisadas, na fase de construção das mesmas.

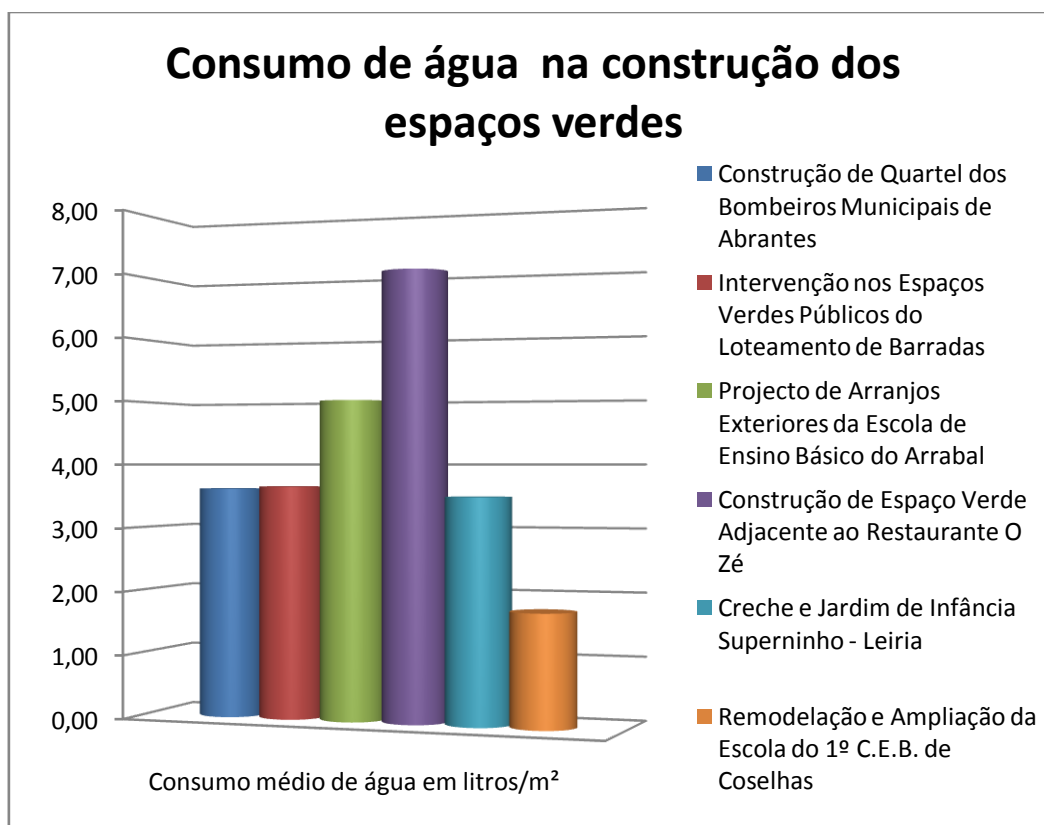
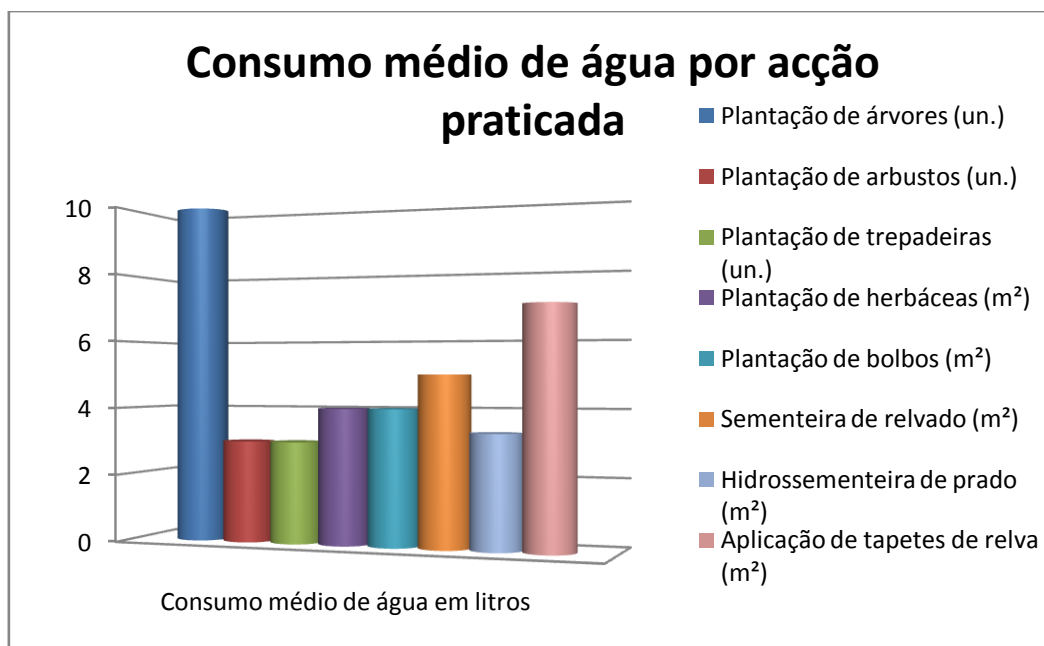


Gráfico 2 – Consumo médio de água, em litros, para cada uma das ações desempenhadas na construção dos espaços verdes analisados.



5.3 - Análise dos resultados obtidos

Através da análise dos gráficos apresentados anteriormente e dos valores referenciados nas tabelas, pode concluir-se que: a empreitada com menor consumo de água durante o seu processo de construção é a “Remodelação e Ampliação da Escola do 1º C.E.B. de Coselhas”, sendo a empreitada com maior consumo a “Construção de Espaço Verde Adjacente ao Restaurante O Zé”.

As empreitadas com menores consumos de água são as que realizam apenas a plantação de árvores, arbustos e de herbáceas em número moderado e que, as empreitadas com maiores consumos de água são aquelas onde se efectuou a aplicação de tapetes de relva.

Das várias maneiras de estabelecimento de relvados, a mais eficiente em termos de consumo de água é a hidrossementeira, seguida do processo de sementeira manual, sendo a aplicação de tapetes de relva o menos eficiente de todos.

5.4 - Avaliação quantitativa dos consumos de água no processo de manutenção dos espaços abertos

De seguida serão apresentados os valores do consumo de água na manutenção destes espaços, por dia, durante o mês de Agosto (mês em que todas as obras estavam executadas), com base no sistema de rega automática adoptado.

É de salientar que estes valores não dependem apenas do traçado, nem do tipo de rega utilizada, sendo o principal factor a programação dos sistemas de rega automática. Os tempos de rega por sector, assim como a frequência de rega por dia serão factor determinante na quantidade de consumo de água em cada uma das empreitadas.

Na maior parte das obras públicas, após a entrega provisória ou definitiva da empreitada ao dono de obra, é este que passa a gerir a programação do sistema de rega, nomeadamente frequência e duração. Visto os projectistas não darem indicação em caderno de encargos acerca do modo de programação dos sistemas de rega, esta foi programada para um débito de água em excesso ao que seria aconselhado.

Para o cálculo destes consumos fez-se a soma do débito de água de cada ponto de emissão e relacionou-se o valor obtido, em litros por hora, pela frequência de rega de cada uma dessas estações durante um dia do mês de Agosto. Desta forma, obteve-se o total do consumo de água, por dia, em litros. Para se possibilitar a relação entre as grandezas obtidas nas várias empreitadas, efectuou-se o cálculo da média do consumo diário por área verde, dividindo o valor total pela área em questão.

Destes cálculos enunciados resultaram as seguintes tabelas:

Tabela 7 - Consumo diário de água no processo de manutenção dos espaços verdes da empreitada “Construção de Quartel dos Bombeiros Municipais de Abrantes” e o seu consumo médio por área.

Tipo de rega (nº estações; área)	Consumo m³/h	Consumo l/h	Frequência de rega por dia	Tempo de rega em minutos/dia	Consumo em m³/dia	Consumo em l/dia
Pulverização (2 estações; 251 m²)	7,80	7.800	2	9	2,34	2.340
Localizada (1 estação; 17 m²)	0,30	304	2	40	0,41	405
Alagamento (1 estação; 7 m²)	1,76	1.760	2	4	0,23	235

Total do consumo	2,98	2.979
Área de plantações e de revestimento vegetal	275 m²	
Consumo médio de água	10,83 l/ dia/m²	

Tabela 8 – Consumo diário de água no processo de manutenção dos espaços verdes da empreitada “Intervenção nos Espaços Verdes Públicos do Loteamento de Barradas” e o seu consumo médio por área.

Tipo de rega (nº estações; área)	Consumo m³/h	Consumo l/h	Frequência de rega por dia	Tempo de rega em minutos/dia	Consumo em m³/dia	Consumo em l/dia
Aspersão (8 estações; 2.314 m²)	5,85	5.850	3	45	13,16	13.163

Total do consumo	13,16	13.163
Área de plantações e de revestimento vegetal	2.314 m²	
Consumo médio de água	5,69 l/ dia/m²	

Tabela 9 – Consumo diário de água no processo de manutenção dos espaços verdes da empreitada “Projecto de Arranjos Exteriores da Escola de Ensino Básico da Arrabal” e o seu consumo médio por área.

Tipo de rega (nº estações; área)	Consumo m³/h	Consumo l/h	Frequência de rega por dia	Tempo de rega em minutos/dia	Consumo em m³/dia	Consumo em l/dia
Pulverização (1 estação; 57 m²)	3,93	3.939	2	7	0,92	919
Localizada (2 estações; 102 m²)	3,06	3.060	2	30	3,06	3.060

Total do consumo	3,98	3.979
Área de plantações e de revestimento vegetal	159 m²	
Consumo médio de água	25,03 l/ dia/m²	

Tabela 10 – Consumo diário de água no processo de manutenção dos espaços verdes da empreitada “Construção de Espaço Verde Adjacente ao Restaurante O Zé” e o seu consumo médio por área.

Tipo de rega (nº estações; área)	Consumo m³/h	Consumo l/h	Frequência de rega por dia	Tempo de rega em minutos/dia	Consumo em m³/dia	Consumo em l/dia
Aspersão (4 estações; 1.352 m²)	17,85	17.850	2	20	11,90	11.900
Localizada (1 estação; 70 m²)	0,66	660	2	30	0,66	660

Total do consumo	12,56	12.560
Área de plantações e de revestimento vegetal	1.422 m²	
Consumo médio de água	8,83 l/ dia/m²	

Tabela 11 – Consumo diário de água no processo de manutenção dos espaços verdes da empreitada “Creche e Jardim de Infância Superninho – Leiria” e o seu consumo médio por área.

Tipo de rega (nº estações; área)	Consumo m³/h	Consumo l/h	Frequência de rega por dia	Tempo de rega em minutos/dia	Consumo em m³/dia	Consumo em l/dia
Pulverização (10 estações; 384 m²)	8,70	8.700	2	20	5,80	5.800
Localizada (3 estações; 640 m²)	4,45	4.450	2	30	4,45	4.450

Total do consumo	10,25	10.250
Área de plantações e de revestimento vegetal	1.024 m²	
Consumo médio de água	10,01 l/ dia/m²	

Tabela 12 – Consumo diário de água no processo de manutenção dos espaços verdes da empreitada “Remodelação e Ampliação da Escola do 1º C.E.B. de Coselhas” e o seu consumo médio por área.

Tipo de rega (nº estações; área)	Consumo m³/h	Consumo l/h	Frequência de rega por dia	Tempo de rega em minutos/dia	Consumo em m³/dia	Consumo em l/dia
Localizada (4 estações; 216 m²)	2,16	2.160	2	40	2,88	2.880

Total do consumo	2,88	2.880
Área de plantações e de revestimento vegetal	216 m²	
Consumo médio de água	13,33 l/ dia/m²	

Tabela 13 – Tabela síntese do consumo médio de água do mês de Agosto, em litros por m², despendido na manutenção de cada uma das empreitadas em estudo.

Empreitada	Consumo médio num dia de Agosto em litros/m² (a)	Consumo médio no mês de Agosto em litros/m² (a x 31 dias)
Construção de Quartel dos Bombeiros Municipais de Abrantes	10,83	335,87
Intervenção nos Espaços Verdes Públicos do Loteamento de Barradas	5,69	176,33
Projecto de Arranjos Exteriores da Escola de Ensino Básico do Arrabal	25,03	775,80
Construção de Espaço Verde Adjacente ao Restaurante O Zé	8,83	273,81
Creche e Jardim de Infância Superninho - Leiria	10,01	310,30
Remodelação e Ampliação da Escola do 1º C.E.B. de Coselhas	13,33	413,33

Tabela 14 – Tabela síntese do consumo total de água, em litros por dia e por mês, despendido na manutenção de cada uma das empreitadas em estudo.

Empreitada	Consumo total em litros/dia	Consumo total em litros/mês
Construção de Quartel dos Bombeiros Municipais de Abrantes	2.979	92.349
Intervenção nos Espaços Verdes Públicos do Loteamento de Barradas	13.163	408.053
Projecto de Arranjos Exteriores da Escola de Ensino Básico do Arrabal	3.979	123.349
Construção de Espaço Verde Adjacente ao Restaurante O Zé	12.560	389.360
Creche e Jardim de Infância Superninho - Leiria	10.250	317.750
Remodelação e Ampliação da Escola do 1º C.E.B. de Coselhas	2.880	89.280

Destas duas últimas tabelas foram gerados os dois gráficos que se apresentam de seguida:

Gráfico 3 - Consumo médio diário de água, em litros por m², em cada uma das empreitadas analisadas, na fase de manutenção das mesmas

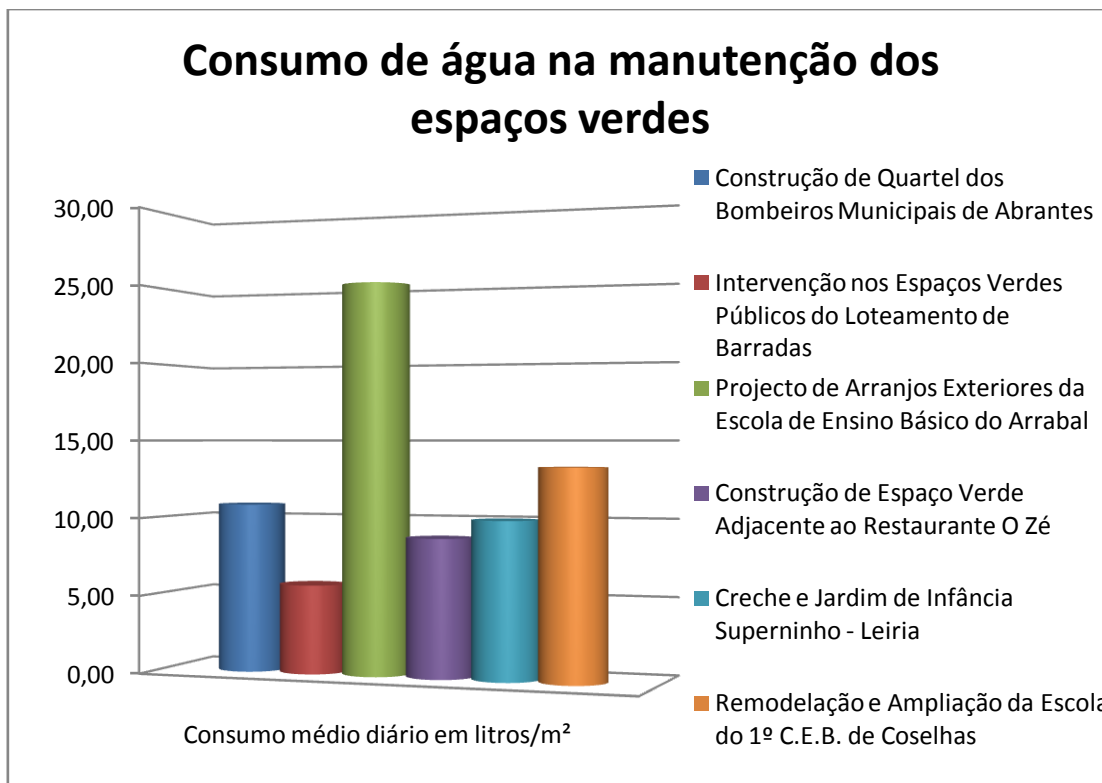
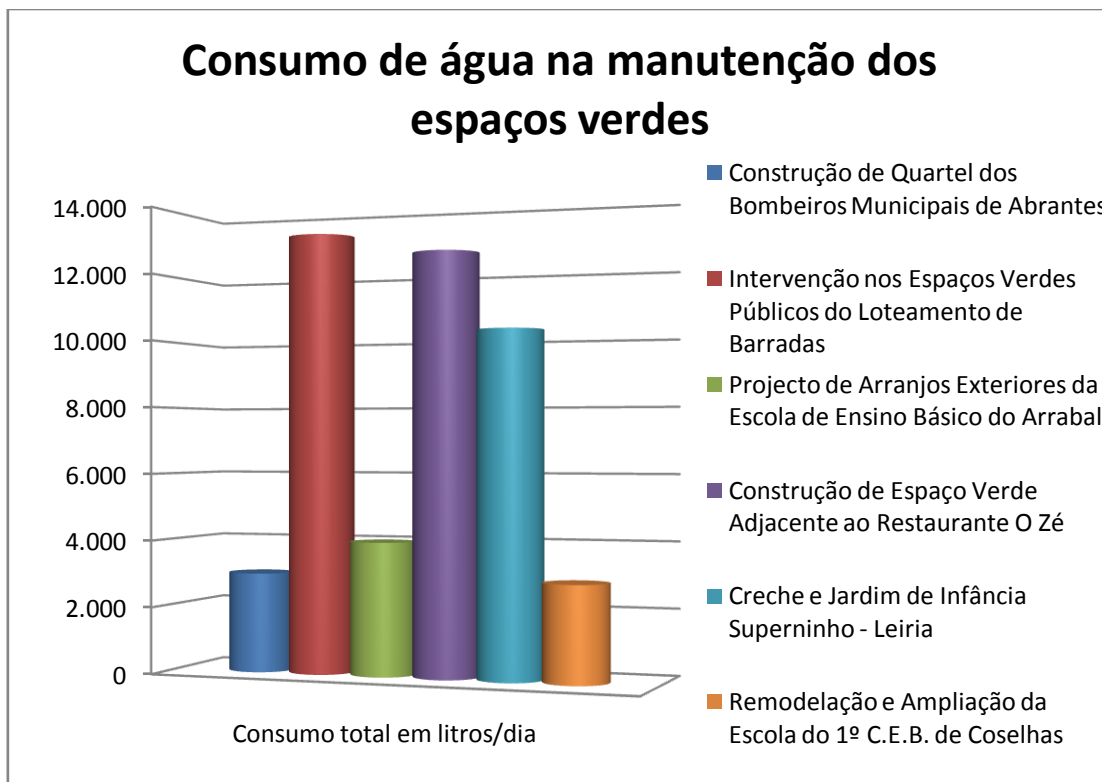


Gráfico 4 - Consumo total de água, em litros por dia, em cada uma das empreitadas analisadas, na fase de manutenção das mesmas



Com base nos valores obtidos para cada tipo de rega, entenda-se rega por aspersão, por pulverização, localizada e por alagamento, em cada uma das empreitadas, foi possível relacionar o débito dos emissores de cada um destes tipos de rega pela área de abrangência dos mesmos e, desta forma, avaliar a quantidade de água recebida por área. Este cálculo servirá para posteriormente tentar detectar algumas falhas e/ou incongruências nos tempos e frequências de rega.

Os quatro gráficos que se apresentam de seguida são reflexo dessa análise efectuada.

Gráfico 5 - Valores do consumo de água da rega por aspersão, em litros por m², para cada uma das empreitadas em estudo

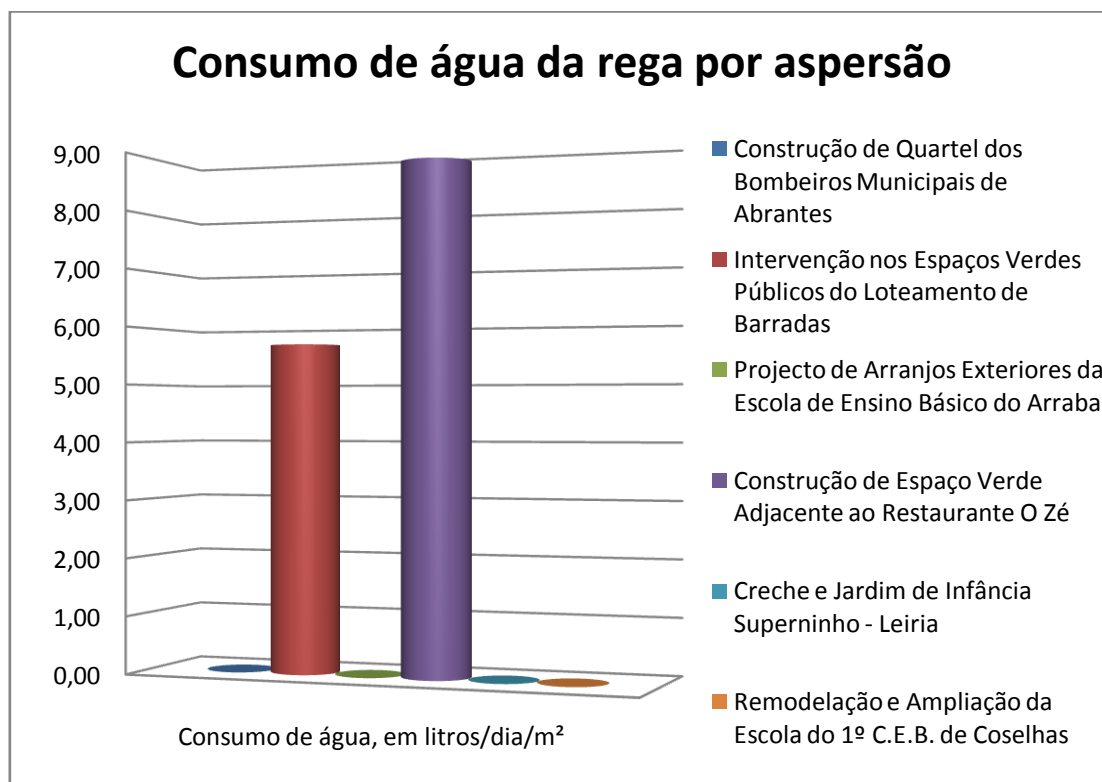


Gráfico 6 - Valores do consumo de água da rega por pulverização, em litros, por área de abrangência dos emissores deste tipo de rega, para cada uma das empreitadas em estudo.

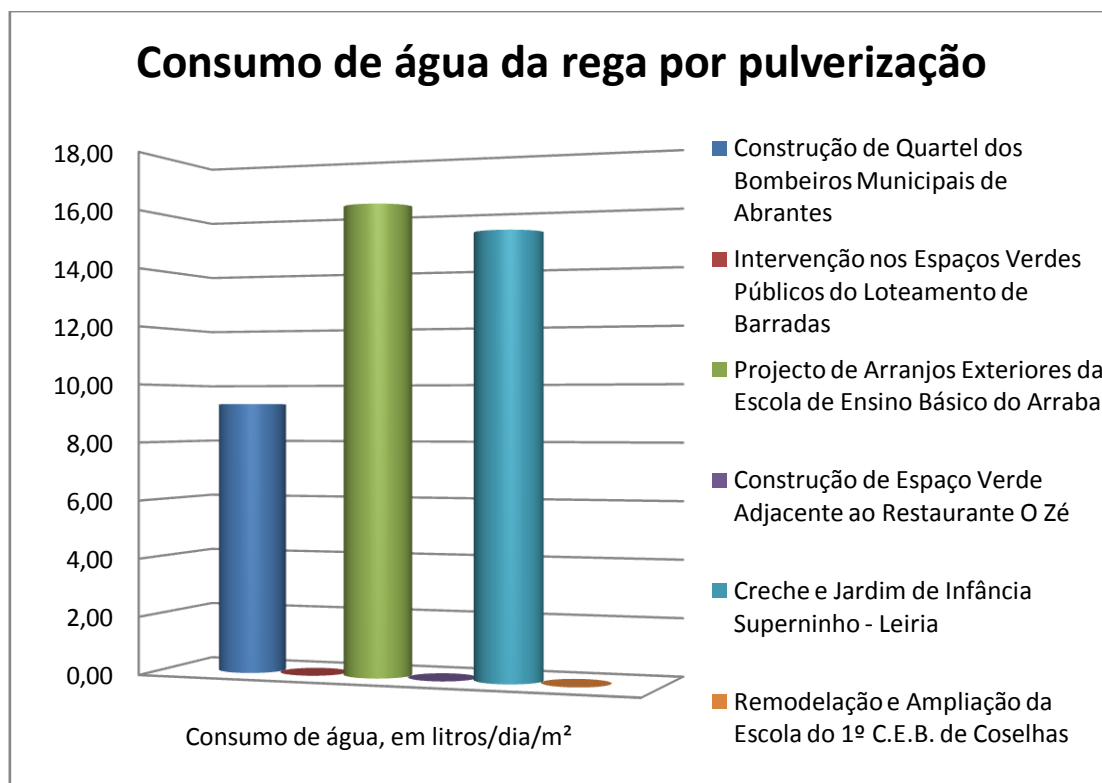


Gráfico 7 - Valores do consumo de água da rega localizada, em litros, por área de abrangência dos emissores deste tipo de rega, para cada uma das empreitadas em estudo

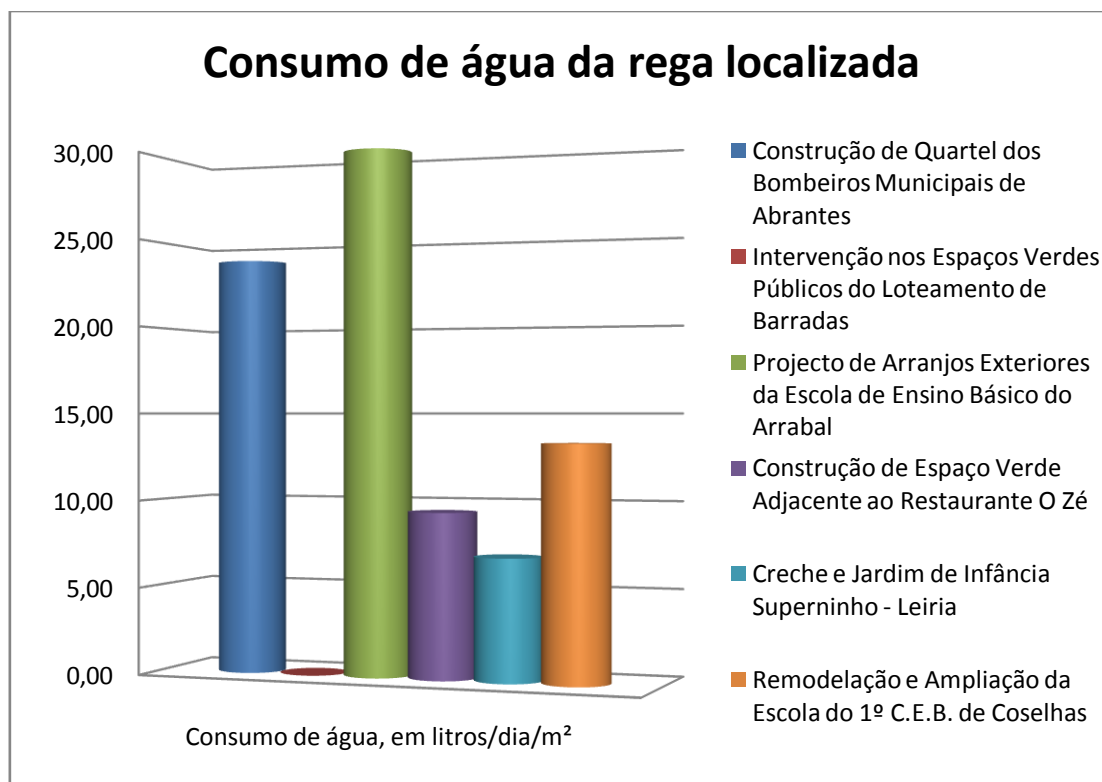
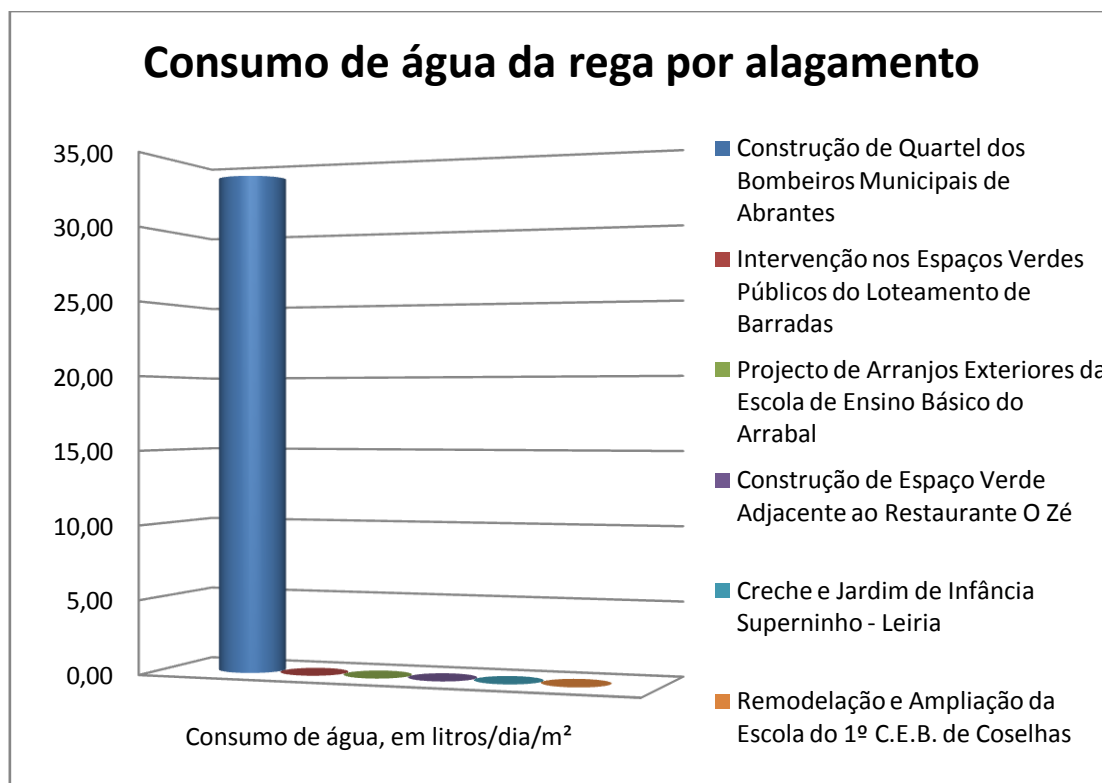
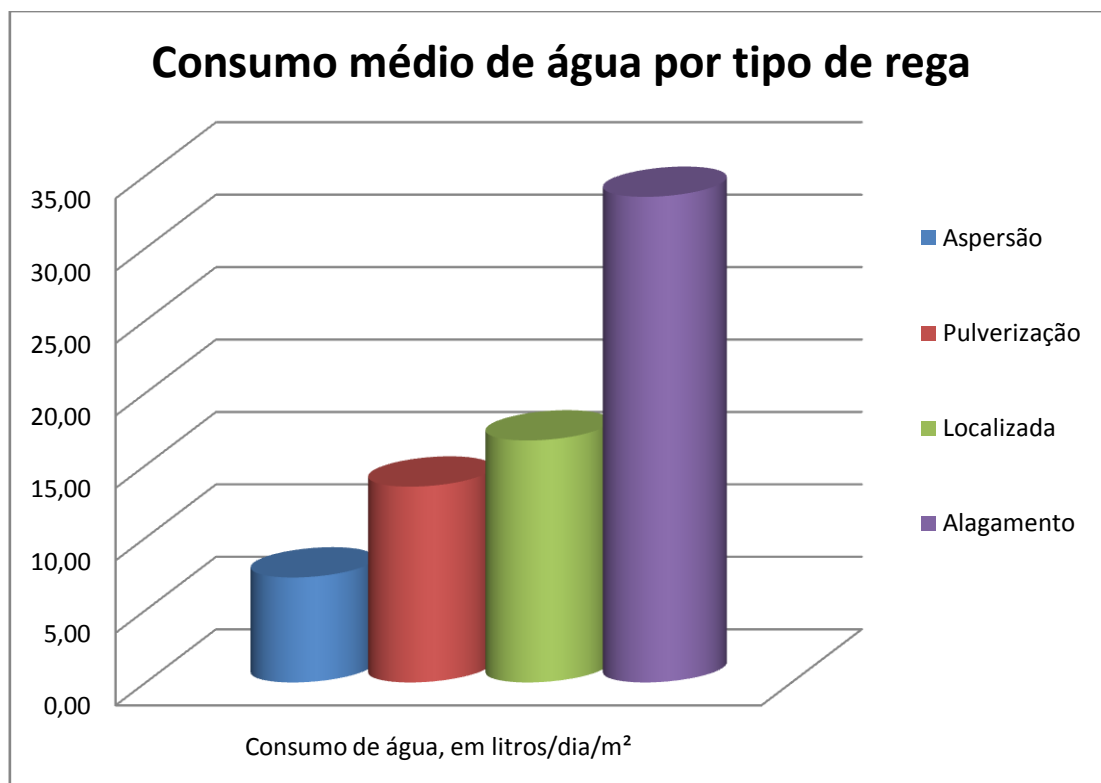


Gráfico 8 - Valores do consumo de água da rega por alagamento, em litros, por área de abrangência dos emissores deste tipo de rega, para cada uma das empreitadas em estudo



Com estes mesmos valores, determinou-se também a média do consumo destes quatro tipos de rega, representada no seguinte gráfico:

Gráfico 9 - Valores médios do consumo de água, em litros por área, para cada um dos tipos de rega, com base nos cálculos efectuados para as empreitadas analisadas



5.5 - Análise dos resultados obtidos

Através da análise dos dados apresentados nas tabelas e gráficos anteriores, obtiveram-se as seguintes conclusões: as empreitadas com menor consumo médio diário de água, por área, no processo de manutenção de espaços exteriores são a “Intervenção nos Espaços Verdes Públicos do Loteamento de Barradas” com 5,69 l/m² e a “Construção de Espaço Verde Adjacente ao Restaurante O Zé” com 8,83 l/m². Ao contrário destas, a empreitada “Projecto de Arranjos Exteriores da Escola de Ensino Básico do Arrabal” é a que apresenta um maior consumo de água, com consumo de 25,03 l/m², sendo este valor muito mais avultado do que o dos restantes devido à densidade de tubo de gotejamento por área e ao tempo e frequência de rega demasiado elevados. Os valores intermédios são os das empreitadas “Creche e Jardim de Infância Superninho – Leiria” com 10,01 l/m², “Construção de Quartel dos Bombeiros Municipais de Abrantes” com 10,83 l/m² e “Remodelação e Ampliação da Escola do 1º C.E.B. de Coselhas” com 13,33 l/m².

Considera-se importante referir que, os elementos constituintes do sistema de rega proposto na empreitada “Intervenção nos Espaços Verdes Públicos do Loteamento de Barradas”, que foi a que obteve um menor consumo de água por área, revelaram-se insuficientes em termos de débito de água, uma vez que, havia áreas que não eram regadas, originando a morte de uma grande percentagem das espécies plantadas. Neste caso, considera-se que a aplicação de cerca de 20 aspersores a mais teria colmatado as necessidades hídricas das plantas e esta empreitada continuaria a ser a que apresentaria menor consumo de água com cerca de 8,61 l/m².

Em relação aos tipos de rega e ao contrário do que seria de esperar, a rega por aspersão é a que apresenta um consumo médio mais baixo, seguido da rega por pulverização, da rega localizada e, por último, a rega por alagamento. Embora seja comum afirmar-se que a rega localizada e a rega por alagamento é mais eficiente do que a rega por aspersão, uma vez que apresenta menos perdas por evaporação e por acção do vento, verificou-se, através dos resultados obtidos nas empreitadas “Construção de Quartel dos Bombeiros Municipais de Abrantes”, “Remodelação e Ampliação da Escola do 1º C.E.B. de Coselhas” e “Projecto de Arranjos Exteriores da Escola de Ensino Básico do Arrabal”, que quando a tubagem é aplicada com uma densidade por área em exagero e com tempos de rega demasiado longos, esta poderá deixar de ser eficiente.

Na minha opinião, esta alteração dos valores previstos acontece sobretudo pela falta de coerência em termos de programação conforme o tipo de rega e o débito de água dos elementos constituintes dos sistemas de rega. Através do acompanhamento destas empreitadas, assim como de outras não referidas neste trabalho, constatou-se que o pensamento comum à maior parte das pessoas é que a rega localizada tem um débito menor de água e por isso deve-se aumentar os tempos de rega, o que, no meu ponto de vista, é totalmente falso. Veja-se, por exemplo, o caso de um tubo de gotejamento com o débito de 3,4 litros por hora com espaçamento entre gotejadores de 33 centímetros. Se forem aplicados tempos de rega de 30 a 40 minutos, 2 vezes por dia, como é o caso dos projectos apresentados, haverá um débito desses 3,4 litros por dia em cada gotejador, ou seja, 10,2 litros por dia em cada metro linear de tubo.

No caso da rega por alagamento julga-se haver uma falta de consciência do débito efectivo dos brotadores. Se analisarmos os valores referentes à “Construção de Quartel dos Bombeiros Municipais de Abrantes” constataremos que em cada uma das caldeiras são colocados dois alagadores. Cada alagador deste tipo tem um débito de água de 110 litros por hora, logo, prevê-se um débito de 220 litros de água por hora por caldeira. Se não houver noção destes débitos e, conseqüentemente, se se programar a rega com uma duração prolongada, o consumo de água poderá disparar para valores exorbitantes, para além de que, se não se der a devida atenção a este facto, poderá pôr-se em causa a sobrevivência da própria árvore.

Se nos focarmos nos valores médios obtidos, em litros por área para cada tipo de rega constatamos que existe uma divergência enorme entre, por exemplo, a rega por aspersão e a rega localizada. Ao analisarmos os projectos apresentados podemos concluir que, regra geral, a rega por aspersão é mais utilizada em áreas relvadas e a rega localizada é mais utilizada nas áreas de plantação de arbustos e/ou herbáceas. Deste modo, pensa-se que é pertinente colocar a seguinte questão: se os relvados, que normalmente são compostos por espécies exóticas, se mantêm verdes e subsistem com um débito de água de cerca de 7 litros por m², porque razão se aplica cerca de 17 litros de água por área nos canteiros de arbustos e herbáceas que, apesar de poderem ter um porte maior, por vezes são autóctones e por isso necessitam de menor quantidade de água? Penso que esta questão suporta a minha opinião acerca da falta de coerência na programação dos sistemas de rega automática e, uma vez que não se concorda com os tempos aplicados na rega localizada nas empreitadas anteriormente mencionadas, procedeu-se a um novo cálculo do consumo médio de água, considerando, hipoteticamente, que:

- se teriam colocado, tal como referido anteriormente, os 20 aspersores a mais na empreitada em Barradas;
- que a rega localizada era programada para regar duas vezes por dia mas durante 10 minutos;
- e que, na rega por alagamento apenas se tinha aplicado um emissor por caldeira.

Adoptando esta hipótese, em vez de um consumo médio de água de 73,72 l/m² por dia no conjunto das seis empreitadas, passaríamos a ter um valor de 47,66

l/m² por dia, o que significaria uma redução de cerca de 65% do consumo médio de água. Para além desta redução, os próprios valores de cada empreitada seriam alterados e teríamos, do menor consumo para o maior, respectivamente, os seguintes resultados: em primeiro lugar a “Remodelação e Ampliação da Escola do 1º C.E.B. de Coselhas” com 3,33 l/m², em segundo lugar a “Creche e Jardim de Infância Superninho – Leiria” com 5,70 l/m², seguindo-se a “Construção de Espaço Verde Adjacente ao Restaurante O Zé” com 8,52 l/m²,

depois a “Intervenção nos Espaços Verdes Públicos do Loteamento de Barradas” com 8,61 l/m², em quinto a “Construção de Quartel dos Bombeiros Municipais de Abrantes” com 9,30 l/m² e, por último, o “Projecto de Arranjos Exteriores da Escola de Ensino Básico do Arrabal” com 12,20 l/m².

De um modo geral, podemos dizer que as manutenções destes espaços apresentam um consumo de água por dia elevado, sendo que, se não houver uma boa adequação do sistema de rega às características das áreas a regar, uma boa programação da mesma e, a utilização de um pluviómetro de controlo automático, estes valores poderão ser bastante mais elevados.

VI - SOLUÇÕES PROPOSTAS

Apresentadas as possíveis causas e efeitos do consumo irracional da água por parte do Homem e, tendo analisado quantitativamente os consumos de água na construção e manutenção de espaços reais, não será necessário alertar novamente para as consequências deste consumo desmesurável. Por seu turno, será certamente mais útil a apresentação de medidas ecoeficientes e de soluções que se julguem mais vantajosas para todos nós e para o nosso planeta.

Assim, pretende-se com este capítulo, não a publicidade a determinado produto ou a determinada empresa, mas sim, a exposição de boas práticas e a partilha do que se consideram ser bons exemplos de soluções ecoeficientes.

São várias as medidas ecoeficientes, exequíveis de serem integradas na concretização de projectos de arquitectura paisagista, de modo a obter resultados sustentáveis que retirem o máximo proveito deste recurso. Algumas destas terão aplicação durante a concepção do projecto, através de um desenho mais cuidado e que contemple estas preocupações, enquanto que outras medidas terão aplicação na própria construção e manutenção dos espaços verdes.

6.1 - Preocupações a nível do projecto de Arquitectura Paisagista

Tal como afirma o Arquitecto Paisagista João Gomes da Silva (1987): “a arquitectura paisagista não se reduz apenas à elaboração de uma imagem visualmente apelativa, mas destaca as suas componentes funcionais, ecológicas e culturais”. Apesar de “a dimensão estética de um projecto ser importante, uma vez que é ela que distingue o trabalho do arquitecto paisagista do trabalho dos geógrafos, agrónomos, engenheiros, entre outros profissionais que intervêm na organização e construção da paisagem”, é de extrema

importância elaborar projectos sustentáveis e que vão ao encontro destas actuais preocupações ambientais.

Para elaboração dum projecto ecoeficiente deverá considerar-se as características climáticas do local sendo necessário recolher informação acerca da precipitação média anual e mensal, da insolação, dos ventos dominantes, da temperatura do ar e da humidade relativa do ar. Através da análise destes dados será possível fazer uma selecção de espécies vegetais que se adaptem às condições climáticas observadas e, desta forma, será necessária menos água para rega destas plantas quando comparadas com outras espécies menos adaptadas.

No entanto, para se fazer uma selecção correcta das espécies será necessário conhecer as características de cada uma delas. Apesar de poder parecer complexo, a verdade é que, actualmente, existem inúmeros estudos e inúmera bibliografia onde são mencionadas as necessidades biológicas de um grande número de espécies.

Em Espanha, por exemplo, foi desenvolvido o projecto “Jardines Eficientes”, que realizou um estudo para poupança de água em jardins, através da análise das necessidades hídricas de diferentes tipos de plantas e relvados, assim como o consumo de água de diversos tipos de rega. Através de vários ensaios, concluíram quais as espécies mais bem adaptadas ao clima local e verificaram que estas eram as que apresentavam um menor consumo de água (Léon, 2009).

Para além da selecção de espécies adaptadas será também aconselhado a criação de *hidro-zones*, ou seja, agrupar plantas com necessidades hídricas semelhantes para que não se forneça água a mais para umas plantas e água a menos para outras. Apesar de defender esta técnica em termos de eficiência hídrica, não poderei deixar de mencionar que esta pode levar ao condicionamento estético, uma vez que diminui as possibilidades de conciliação das características das espécies como a textura das folhas, a cor, a flor, o porte, etc.

Outro aspecto bastante importante é que o projecto deverá ser desenhado a pensar no futuro, ou seja, prevendo o tamanho das plantas na sua idade

madura, na sua futura exigência em água e também na quantidade de sombra que estas poderão ou não criar, sendo que, se aconselha a previsão de sombras para redução das perdas de água por evaporação e evapotranspiração.

Para além disto, aconselha-se também a localização das plantas com maiores necessidades hídricas adjacentes às áreas de uso mais frequente, deixando as menos exigentes em áreas mais afastadas. As áreas mais afastadas poderão continuar a ser áreas atraentes, mas não irão utilizar tanta água como as áreas mais intensamente utilizadas para lazer e convívio.

Uma vez que os relvados são grandes consumidores de água, uma das preocupações a adoptar é a redução destas áreas ao seu mínimo, assim como a redução ao máximo do seu declive. Sempre que possível deverá optar-se por misturas cuja composição sejam espécies com menores necessidades hídricas, como por exemplo as misturas de sequeiro. Aquando da selecção da mistura da sementeira recomenda-se o aconselhamento com técnicos especializados nesta área, de forma a apurar a mistura mais adequada ao local, à finalidade do espaço e de acordo com a frequência de utilização prevista.

Actualmente encontram-se inúmeras variedades de espécies de herbáceas para relvados à venda no mercado, sendo que, continuam a ser estudadas diariamente novas espécies, novas variedades e melhoramentos de espécies existentes, com enormes potencialidades no que diz respeito à poupança do consumo de água e que poderiam ser apresentadas como exemplo.

Uma destas espécies é a *Paspalum vaginatum*, uma gramínea perene de propagação vegetativa através de estolhos ou rizomas, que é uma óptima opção não só para grandes áreas relvadas, como para campos de golfe, mas também para áreas alagadas ou com problemas de drenagem, uma vez que é considerada uma planta subaquática. Esta planta halófita é um fito-acumulador de metais pesados e nutrientes e suporta bem águas salinas e águas recicladas, tolera cortes baixos, forma relvados densos com boa coloração e elevada qualidade, e não é invasora.

Os relvados de *Paspalum vaginatum* podem ser regados com água salina, uma vez que esta espécie tem uma elevada tolerância ao sal. Inúmeros campos de golfe em todo o mundo utilizam já a água salgada como forma de rega.

Apesar de poder ser regada com água do mar, na fase inicial de estabelecimento do relvado aconselha-se a rega normal através de água doce, assim como se aconselha também que 30% da rega efectuada nestes relvados seja feita com água doce, de modo a evitar efeitos negativos no solo com a acumulação de sais.

Além da água salgada, esta espécie é também tolerante à água reciclada, água suja e imprópria para consumo.

Em relação a infestantes, esta espécie é muito mais competitiva do que as espécies de relvados comuns e, para além disto, é muito mais tolerante à salinidade do que a maioria das infestantes. Desta forma, um relvado composto por *Paspalum vaginatum* necessita de menos aplicações de herbicidas, assim como de pesticidas, uma vez que, raramente estes relvados são atacados por pragas.

Esta espécie tem necessidades em azoto em quantidades muito inferiores às gramíneas comuns, sendo também tolerante à seca e à sombra (Ralish, 2007). Ao contrário destas, as temperaturas baixas (abaixo dos 13,5°C) provocam a dormência desta espécie. No entanto, o uso de reguladores de crescimento e a aplicação equilibrada de nutrientes no Inverno poderão encurtar significativamente o período de dormência (Faé, 2011).

Dr. Duncan (1996), cientista e investigador nesta área afirma que “a *Paspalum vaginatum* tem potencial para ser o relvado mais ecológico disponível para uso recreativo”.

Para além disto, um espaço aberto com diversidade em termos de materiais utiliza menos água e também acrescenta interesse visual e funcionalidade a esse espaço que, por sua vez, poderá contemplar áreas de relvado com caminhos, áreas de *mulch* e, sobretudo, áreas de baixo consumo de água. Um bom projecto, prevendo uma série de espaços de estadia ao ar livre e caminhos acentuados por plantações, será mais vantajoso em termos de consumo de água do que criar áreas extensas de relvados.

Outra preocupação a ter em conta aquando da elaboração de um projecto de arquitectura paisagista são os elementos de água. Deve ter-se em conta que, quando mal planeados, estes têm consumos exorbitantes. Exemplos disso são, por exemplo, os vaporizadores e jactos de água que acabam por ter enormes perdas por evaporação assim como perdas por acção do vento, através do seu arrastamento para estradas, passeios e percursos. Para além destes factores, muitas vezes quando são feitas reparações ou limpezas em elementos de água, a água contida nestes acaba directamente no colector municipal, em vez de ser reaproveitada para o mesmo ou para outro fim, como por exemplo para rega.

Considera-se fundamental que se faça um cuidadoso planeamento do sistema água através da recirculação da água com recurso a caleiras e cisternas, evitando ou reduzindo as perdas por evaporação e, sempre que possível, utilizando-se água da chuva ao invés da água do sistema de abastecimento público.

Propõe-se a todos os profissionais que pensem na água como um sistema, como circulação e aproveitamento e não apenas como um elemento estético singular que consta no espaço aberto.

6.2 - Captura, reciclagem e reutilização de água

Aquando da elaboração de um projecto, o Arquitecto Paisagista deverá projectar de modo a tirar o máximo partido da água existente naturalmente, ou seja, procedendo à captura da água resultante de escorrência para posterior reutilização. Desta forma, será adoptada uma solução ecoeficiente para o espaço que esteja a projectar.

A utilização de tanques de reserva de água, por exemplo, é uma solução a considerar em alternativa à criação de novos furos, uma vez que estes poderão reduzir as reservas de água subterrânea e alterar o sistema hidrológico natural.

A chuva é outro exemplo de um bem precioso que pode e deve ser valorizado no nosso dia-a-dia. No Inverno, quando se verifica maior precipitação, muitas

vezes reduzimos as nossas preocupações com a poupança de água. No entanto, não o devemos fazer. Ao invés, devemos pensar no aproveitamento e armazenamento dessa água da chuva para posterior utilização. Esta água é ideal para regas, lavagens de pavimentos e carros.

O seu armazenamento poderá ser efectuado de diversas maneiras.

O modo mais tradicional será a utilização de calhas nos telhados, para posterior captação e armazenamento da água num reservatório de grandes dimensões.

Outro método, um pouco mais complexo, é o sistema de aproveitamento de águas pluviais, em que a água é igualmente recolhida a partir do telhado, e é conduzida até ao interior de uma cisterna enterrada. A água da chuva passa por um filtro e é dirigida sem turbulência para essa cisterna. Os elementos que constituem este sistema de aproveitamento de águas pluviais são controlados de modo a distribuir a água da chuva a todos os pontos previstos e que, no caso de acabar a água armazenada, comuta automaticamente a alimentação para a água da rede devido à existência de duas redes em paralelo.

Este tipo de sistema é normalmente composto pela cisterna, a unidade de filtragem e a unidade técnica e, estes elementos em conjunto possibilitam a utilização desta água na rega de espaços verdes, na limpeza de pavimentos, assim como no abastecimento das máquinas de lavar roupa e loiça, autoclismos, entre outros (GRAF).

Esta ideia de reciclagem e reutilização da água da chuva, que tem tido uma aceitação cada vez maior por parte do sector público e privado por poder permitir uma significativa poupança de água (Quercus TV, 2008).

Com a vantagem de evitar o recurso exclusivo à rede de abastecimento pública, esta opção permite também a redução dos escoamentos superficiais, e a diminuição do caudal de água do sistema público de drenagem de águas pluviais.

Outro mecanismo bastante idêntico ao anterior, mas alternativo ou complementar a este, é a construção de um reservatório subterrâneo para o aproveitamento da água da chuva recolhida de pavimentos com final utilização em sistemas de rega. Apesar de acarretar custos de instalação mais elevados devido à maior complexidade do sistema de recolha, tem a vantagem de conseguir um aproveitamento de água adicional. Estes reservatórios são

instalados subterraneamente, necessitando neste caso de uma bomba para elevação da água de rega.

Para um correcto planeamento e adequação às necessidades, aconselha-se a instalação por profissionais especializadas neste tipo de sistemas de aproveitamento de águas pluviais.

O potencial de redução de consumo de água desta medida é variável, dependendo sobretudo da área a regar e das necessidades das espécies plantadas.

Para assegurar a qualidade dos sistemas de aproveitamento de água pluvial, para fins não potáveis, criou-se em Portugal, à semelhança de outros países, uma Especificação Técnica ANQIP (ETA) que estabelece critérios técnicos para a execução destes sistemas, que pressupõem uma apreciação prévia do projecto e a realização de vistorias para eventual obtenção de certificação (Ecocasa).

6.3 - Conservação de água no solo

Apesar de não haver uma fórmula para a obtenção de espaços verdes eficientes no consumo de água, existem algumas medidas, tecnologias e atitudes a adoptar.

Em relação à conservação de água no solo, podemos apontar a preparação adequada do solo, a utilização de *mulch*, a manutenção de relvados e a utilização de pavimentos adequados como alguns aspectos positivos para obtenção de melhores resultados.

Em primeira instância, a preparação do solo antes da execução de plantações ou sementeiras é essencial para a conservação de água. Um solo com boa estrutura, absorve e mantém a água de maneira mais eficaz. Tanto em solos argilosos como em solos arenosos, a solução para ambos passará pela incorporação de matéria orgânica, de forma a compensar, no caso das areias, a sua elevada porosidade e falta de capacidade em reter água e, no caso dos

solos argilosos, que são mais pesados, equilibrar a sua susceptibilidade à compactação, tirando maior partido da sua elevada capacidade de retenção de água e promovendo a água disponível para as plantas.

Em complemento à matéria orgânica, a cobertura da superfície do solo com *mulch* é também essencial. Ao fim de algum tempo, os solos acumulam resíduos que dificultam a absorção de água convenientemente, sendo que, neste caso, o uso do *mulch* permite combater este facto.

A aplicação de *mulch* no solo ajuda a drenagem e infiltração da água, estimula o desenvolvimento radicular das plantas, melhora o solo, ajuda na disponibilidade dos nutrientes, protege-o nos meses de inverno, atenuando o arrefecimento do mesmo, assim como reduz o uso de água durante os meses quentes de verão.

Estas coberturas do solo podem ser compostas por vários materiais, orgânicos ou inorgânicos, mais ou menos densos, sendo a mais comum a casca de pinheiro.

Para além de ser uma solução esteticamente mais apelativa, o *mulch* orgânico têm a vantagem de, ao se decompor, enriquecer o solo.

O *mulch* funciona na conservação de água apenas em áreas plantadas; em áreas semeadas, nomeadamente nos relvados, é possível também prever-se uma melhor conservação de água.

A manutenção dos relvados provoca a acumulação de uma camada de detritos orgânicos e ervas mortas na superfície do mesmo, que pode ser causado por excesso de fertilização, de uso de fungicidas e insecticidas e até de água. Sendo que uma pequena quantidade de resíduos num relvado pode até ser útil, em excesso estes podem dificultar a penetração de ar, água e nutrientes no solo.

Para que se consiga um relvado permanentemente saudável, que tire partido da água que lhe é fornecida através da rega, é necessário eliminar os detritos em excesso.

Para determinar a acumulação de detritos num relvado, aconselha-se a execução de vários cortes de forma triangular na relva com vários centímetros

de profundidade, seguindo-se a análise da camada de material acima do solo. Se esta tiver entre 2 a 2,5 centímetros de espessura, deverá proceder-se à manutenção do relvado, isto é, proceder à escarificação e arejamento do mesmo.

Quer se opte pelo método mecânico, quer pelo manual, a escarificação consiste em penetrar o solo através de lâminas que trazem à superfície a matéria morta, sendo removida automaticamente pela aspiração do escarificador, ou manualmente através de um ancinho. Para além da escarificação, deve também proceder-se ao arejamento do solo, ou seja, perfurar o solo, abrindo pequenos orifícios para entrada de ar.

Após a escarificação e arejamento, aconselha-se a aplicação de sementes de relva, uma quantidade razoável de fertilizante e, em seguida, uma rega um pouco mais abundante do que a habitual.

Desta forma, poucas semanas depois poderá obter-se um relvado bonito, saudável e, acima de tudo, que conserva água no solo.

A falta de conservação de água no solo promove também a ocorrência de catástrofes ambientais, sobretudo nas áreas urbanas, nomeadamente, cheias, inundações e desabamentos de terras devido à dificuldade de escoamento das águas pluviais.

Na maioria das cidades, a precipitação elevada aliada a uma topografia acidentada, à falta de cobertura vegetal, à impermeabilização excessiva e a falta de ordenamento do território são a base para o desencadeamento deste tipo de calamidades. Desta forma, torna-se imperativo o respeito pelas linhas de drenagem e pelos cursos naturais dos rios, assim como promover a infiltração das águas pluviais nas áreas urbanas.

Assim, chama-se à atenção para a minimização das áreas impermeáveis nos espaços abertos. Ao reduzir estas áreas estamos a permitir uma maior infiltração da água, menor escorrência e, estamos ainda a devolver essa água aos lençóis freáticos.

Não queremos com isto dizer que devemos abolir as áreas pavimentadas, mas sim, fazer uma escolha inteligente acerca da escolha de pavimentos.

Actualmente existe uma vasta oferta de pavimentos e por isso se aconselha, sempre que possível, a escolha de pavimentos permeáveis ou semi-permeáveis, como por exemplo, saibro, gravilha ou areão solto, seixo, grelhas de enrelvamento, alvéolos com preenchimento em brita ou outro material britado, blocos ou lajetas com estereotomia que permita a infiltração da água, gravilhas aglomeradas com resina epoxídica, saibro estabilizado ou calçada e não pavimentos impermeáveis, como por exemplo o asfalto.

6.4 - Sistemas de rega – produtos ecoeficientes, utilização e manutenção

Os sistemas de rega são os pontos mais fulcrais no que diz respeito a desperdícios de água. A concepção de um sistema de rega adequado, com materiais apropriados e uma manutenção frequente do mesmo, fará toda a diferença.

O objectivo principal de um sistema de rega será o fornecimento de água em quantidades óptimas, sem que haja um défice ou excesso de água fornecida. Deste modo, uma das coisas a evitar será a rega de espaços verdes com o recurso a mangueira, uma vez que, ao contrário do desejado, poderá estar a introduzir-se mais água do que o desejado.

Actualmente, existe uma inúmera oferta de produtos de rega, sendo que esta oferta procura ir cada vez mais ao encontro das actuais necessidades. A investigação levada a cabo por diversas marcas de materiais de rega procuram responder às actuais preocupações ambientais, nomeadamente, a diminuição do consumo de água, disponibilizando deste modo um leque de produtos cada vez mais avançados.

Sistemas de rega por telegestão, controladores de rega automática, sensores de chuva e humidade do solo, rega por gotejamento e aspersores de baixa pluviosidade são exemplos de alguns utensílios que se podem utilizar para conceber espaços mais eficientes e que contemplem a preocupação em reduzir o consumo de água.

A rega de espaços verdes através do sistema de rega de telegestão consiste num programa instalado num computador central que gere as mais diversas áreas de espaços verdes. Em cada uma dessas áreas existe um programador específico, que assume a dupla função de controlador e interface, comunicando via modem telefónico com o computador central.

A funcionalidade do sistema assenta no facto de ser possível ajustar-se a dotação ideal de água a regar em cada jardim. A dotação de água é quantificada a partir do registo das condições climatéricas, cujas variações se captam pela estação meteorológica, outra componente do sistema de telegestão (Eficiência Hídrica).

Os controladores de rega automática assentam nos mesmos princípios dos sistemas de telegestão, no entanto, são uma ferramenta menos complexa. Estes usam condições meteorológicas externas e outros dados para estimar a humidade disponível para as plantas. Eles “decidem” se as plantas precisam ou não de água com base nessas informações. Alguns reúnem dados a partir de estações meteorológicas colocadas no local para determinar a evapotranspiração, outros utilizam dados recolhidos remotamente a partir de estações meteorológicas próximas, outros ainda baseiam-se em dados históricos.

Ambos são projectados para reduzir o consumo de água da rega, mas, como acontece com outras tecnologias, estes só são inteligentes se as pessoas que os instalam, que os utilizam ou que lhes fazem manutenção também o forem. Sendo que, alguns destes requerem programação conforme as condições climáticas do local, tipo e número de estações, entre outros, os controladores inteligentes não são sinónimos, por si só, de eficiência hídrica. Aliás, a colocação de um controlador num sistema de rega problemático, para além de não o tornar mais eficiente, nalguns casos, pode até torná-lo pior.

Apesar de relativamente recentes, os sensores de humidade do solo são uma ferramenta amplamente disponível para uso em sistemas de rega. Estes têm como finalidade a determinação dos níveis de humidade real do solo, transmitindo posteriormente essa informação para o controlador de rega que, interrompem a irrigação quando os níveis de humidade são adequados, e accionam a rega quando os níveis de humidade são baixos. A sua instalação é possível tanto em espaços públicos como privados, sendo que, em áreas mais

extensas em que as propriedades do solo variam sensivelmente, aconselha-se a implantação de vários sensores.

Tal como no caso anterior, a instalação e acompanhamento por um profissional será proveitoso para um correcto funcionamento.

Uma outra maneira de racionalizar o consumo de água num sistema de rega é a aplicação de um sensor de chuva. Este dispositivo, que funciona de forma semelhante ao sensor de humidade, tem como finalidade a descontinuação dos programas de rega sempre que é detectada chuva em quantidades razoáveis. Apesar de ser um equipamento relativamente económico, de fácil utilização e aplicação e de grande disponibilidade no mercado, continua a ser muitas vezes dispensado dos sistemas de rega. Parece-nos impensável como é que, tendo este tipo de equipamento à disposição, nos continuemos a deparar frequentemente com aspersores a regar em dias de chuva intensa. Para além do desperdício de água, denuncia também falta de atenção.

No entanto, alerta-se para o facto de este mecanismo só ser eficiente quando a sua colocação é feita num local adequado. Se a sua instalação ocorrer debaixo de uma saliência, junto dos beirais de um telhado, debaixo de uma árvore, entre outros locais inapropriados, este não irá funcionar correctamente.

Melhorar a forma como a água é fornecida ao solo é outra estratégia de eficiência hídrica. Tubos de gotejamento e gotejadores são uma forma ideal para fornecimento de água em plantas que se encontram afastadas umas das outras, assim como em hortas, em maciços de arbustos e também no caso das herbáceas de revestimento, e são ideais na conservação de água em espaços verdes.

Este tipo de produto utiliza menos água do que os pulverizadores e aspersores, distribuem água uniformemente, têm uma taxa de escoamento superficial muito inferior e são menos afectados pela acção do vento.

Ao utilizar-se gotejadores integrados auto-compensantes, estes tubos de gotejamento garantem que a mesma quantidade de água sairá uniformemente ao longo do comprimento total da tubagem, do início ao fim da linha.

Uma regra de ouro para utilização desta tubagem de forma eficiente é a colocação das linhas de gotejamento com espaçamento igual ao espaçamento

dos próprios gotejadores no tubo, ou seja, se os gotejadores tiverem 50 centímetros de espaçamento, o espaço lateral entre linhas deverá ser também de 50 centímetros (Rain Bird).

Esta tubagem tem ainda a vantagem de poder ser implantada por baixo de áreas relvadas e de *mulch*, continuando a funcionar correctamente. Nestes casos, a única recomendação é uma maior vigilância em relação a fugas de água, uma vez que estas serão mais difíceis de detectar.

Para seleccionar correctamente o tipo de tubo de gotejamento a utilizar, deverá ter-se em conta o espaçamento entre gotejadores e o débito de água por gotejador. Para solos arenosos, que são mais porosos, geralmente é necessário um tubo com menor espaçamento entre gotejadores e um maior débito de água, uma vez que a absorção por parte do solo efectua-se mais rapidamente, enquanto que, para solos argilosos, o espaçamento entre gotejadores pode ser maior e o débito de água inferior, uma vez que estes solos têm tendência para reter água com maior facilidade.

Não sendo tão eficiente como a rega por gotejamento, a rega por aspersão pode ser considerada como opção em relvados e áreas mais extensas de plantações. A vasta oferta de produtos deste tipo possibilita uma selecção mais adequada conforme o tipo de solo, tipo de plantas a regar, pressão da água e alcance do jacto de água.

Aconselha-se, sempre que possível, a escolha de pulverizadores ou aspersores de baixa emissão de água, ao invés de aspersores de turbina.

Deverá ter-se em atenção o alcance dos bicos de aspersão conforme a pressão de água no local, uma vez que a variação de pressão constitui um dos factores que afectam o desempenho dos mesmos, assim como a adequação dos próprios bicos de rega conforme as condições e necessidades. Uma boa escolha do equipamento e respectivos emissores de rega poderá fazer toda a diferença no consumo de água.

Existe também um leque de acessórios de sistemas de rega à disposição para uma rega mais eficiente e com menos desperdícios. Destes podemos destacar, por exemplo, as válvulas anti-drenagem que são mantidas fechadas por uma mola que previne o retrocesso da água, e os reguladores de pressão que

permitem manter a circulação da água nas tubagens com a pressão adequada para que se consiga uma emissão de gotas de água num tamanho apropriado, evitando perdas por nebulização das mesmas.

Todavia, no caso específico das árvores, estas são por vezes negligenciadas no planeamento do sistema de rega. É um equívoco comum afirmar-se que as raízes das árvores “crescem em direcção à água”; as árvores devem ser incentivadas, através da rega, a espalharem as suas raízes em profundidade de forma a criar uma base firme e estável para a própria planta.

Por conseguinte, a rega das árvores deve ser efectuada de forma adequada, que, neste caso, é sinónima de eficiência. Em geral, as árvores devem ser regadas o suficiente para que a água penetre no solo em profundidade, por períodos de tempo mais longos mas com muito menos frequência do que acontece com os relvados (Rain Bird).

Posto isto, e tendo em conta que o excesso de água numa árvore lhe pode causar a morte mais facilmente do que a seca, torna-se necessário, em termos de eficiência hídrica e em termos de saúde para a própria planta, que se diferencie a rega das árvores da rega dos restantes espaços.

Numa fase inicial de estabelecimento de árvores jovens é necessária uma rega mais abundante junto do tronco, no entanto, em árvores já estabelecidas, recomenda-se a expansão da zona de rega em torno da árvore, afastando-a do tronco, por exemplo, com um anel formado por tubo de gotejamento (Rain Bird).

Todavia, quando o clima é seco e o solo compactado, nem sempre a árvore tem água disponível. Neste caso, deverá recorrer-se a um sistema de rega radicular, que fornece água abaixo do solo, directamente nas raízes das árvores, ajudando as raízes a manter uma estrutura forte e saudável. Este sistema é composto, normalmente, por um tubo perfurado que permite enviar ar, água e nutrientes através do solo, conferindo um benefício adicional de arejamento do solo, ajudando deste modo a libertação de gases que ao estarem condicionados, podem aumentar o stress da planta (Rain Bird).

O sistema de rega radicular permite a ligação a um sistema de rega automática, permitindo-lhe regular a quantidade de água que a árvore recebe. A água é emitida por um gotejador no interior do sistema de rega radicular,

enchendo-o para que depois a água se distribua pelos milhares de pequenos orifícios que constituem o tubo, distribuindo a água em profundidade.

Este sistema permite, ao utilizar um programador de rega com várias estações, a criação de um programa individual apenas para este tipo de rega, permitindo um fornecimento de água menos frequente e de forma bastante mais eficiente, uma vez que não há desperdício de água, se não aquando de uma eventual fuga no sistema (Rain Bird).

Contudo, um sistema de rega eficiente não se baseia somente na escolha adequada dos produtos, mas sim na conservação do mesmo. Um sistema mal conservado poderá arruinar rapidamente os esforços de conservação realizados anteriormente. A manutenção, acompanhamento e reparação dos sistemas de rega são cruciais para uma eficiente conservação de água. Um sistema pode ser bem projectado e instalado, mas se não for mantido e reparado, não atingirá a poupança de água ideal.

Dito isto, é de extrema importância a monitorização e ajuste dos programas de rega automática conforme as características de cada estação de rega, as condições climáticas sazonais, as necessidades das próprias plantas e o tamanho das mesmas, não esquecendo de programar a rega nas horas mais conveniente para o efeito, ou seja, ao nascer do sol, uma vez que é nesta fase do dia que o sol está mais baixo, os ventos mais calmos e as temperaturas mais amenas. A rega ao meio-dia tende a ser menos eficiente devido à perda por evaporação e acção do vento, a rega da noite também não é a mais aconselhada, quer pela propensão à formação de gelo no inverno, quer porque as folhas ficam molhadas durante a noite, favorecendo o desenvolvimento de fungos.

Em relação aos tempos de rega, aconselha-se a redução da frequência de rega e o aumento do tempo de rega, isto é, regar menos vezes, mas de forma a saturar a camada superficial do solo, deixando que este volte a secar e voltando a regar apenas quando necessário. As regas muito frequentes originam raízes superficiais, uma vez que as plantas não chegam a sentir necessidade de procurar água em zonas mais profundas e, desta forma, incentivam o crescimento de planta infestantes, propagação de doenças e fungos. Como complemento à redução da frequência de rega, recomenda-se

também a subdivisão dos tempos de rega em períodos mais curtos, ou seja, em vez de programar a rega durante 15 minutos seguidos, por exemplo, optar por 3 intervalos de 5 minutos. Desta forma permitir-se-á uma maior absorção de água por parte do solo, acautelando a perda de água por escorrência superficial (Rain Bird).

A verificação de fugas de água no sistema de rega, a substituição de equipamentos danificados ou entupidos, assim como de todos os outros componentes do sistema são algumas das advertências para precaver o desperdício de água, assim como o ajuste dos emissores de rega de forma a confinar a rega apenas às áreas verdes e não às áreas pavimentadas como passeios, caminhos ou pátios.

Uma forma de inspeccionar sistemas de rega para descoberta de eventuais problemas é a realização de um teste de captura de água com recipientes. Este teste consiste na colocação de vários recipientes iguais, espalhados aleatoriamente pela área regada. De seguida, liga-se o sistema de rega durante alguns minutos. Desta forma, após medição da quantidade de água recolhida por cada recipiente, poderá verificar-se a quantidade de água que está a ser aplicada e se esta é ou não distribuída uniformemente (Rain Bird).

Em suma, podemos concluir que existem várias maneiras de conservar água a partir dos sistemas de rega. Através de um correcto planeamento, de uma correcta adequação dos produtos às situações, presumindo um conhecimento das características dos mesmos, uma correcta instalação, acompanhamento, manutenção e reparação do sistema de rega, poderemos aproximarmo-nos da eficiência no consumo de água.

6.5 - Coberturas ajardinadas – uma opção diferente e ecoeficiente

Apesar de diferente das soluções e metodologias mencionadas anteriormente, as coberturas ajardinadas são uma concepção ecologicamente viável no que diz respeito à poupança de recursos naturais e esteticamente apelativas, para

além de que podem acolher no seu espaço as medidas ecoeficientes que foram previamente referidas.

As coberturas ajardinadas não são um conceito recente, mas são a opção de quem se consciencializou de uma necessidade de mudança no conceito de espaço urbano. Já em 1996, o Arquitecto Paisagista Gonçalo Ribeiro Telles, afirmava que:

“um novo conceito de cidade deve ser pensado. (...) Em termos ecológicos, devemos partir do princípio de que a cidade e o campo são fases diferentes de um mesmo sistema: uma não pode viver sem a outra. A cidade pontual deu origem à cidade região. (...) O homem do futuro, do século XXI não será rural nem urbano: será as duas coisas sem as confundir. Na cidade do futuro deve ser reintegrada a ruralidade e a agricultura, a tempo parcial e complementar, ou mesmo determinadas especialidades. Uma cidade/região, onde a ruralidade e a urbanidade estejam interligadas é fundamental para encarar o futuro”.

A partir desta afirmação podemos pensar que, se os edifícios brotassem repentinamente do solo, as suas coberturas estariam forradas a terra e plantas. É evidente que não é desta forma que o homem edifica. Em vez disso, remove a terra, ergue a estrutura e cobre-a com uma cobertura à prova de água.

No entanto, as coberturas ajardinadas poderão ser espaços habitáveis que poderão ser aproveitadas para usufruição.

A paisagem das coberturas urbanas é um lugar de superfícies betuminosas, sem vida, marcado por contrastes violentos de temperatura, ventos forte e de escoamento de água. No entanto, nas últimas décadas, arquitectos, construtores e responsáveis pelo planeamento urbano começaram a optar pelas coberturas ajardinadas, não pela sua beleza, mas pela sua capacidade de atenuar as condições ambientais extremas, características das coberturas vulgares (Klinkenborg, 2009, **98**: 85).

Estudos elaborados demonstram que as coberturas ajardinadas têm a capacidade de captação das águas pluviais, promovem um aumento na

eficiência energética dos edifícios, e provocam uma mudança da ideia de cidade.

Tendo em conta as vantagens desta solução e, não sendo de todo uma invenção recente, uma vez que estas eram comuns nas casas das pradarias norte-americanas, em casas e cabanas no Norte da Europa, havendo também alguns antecedentes deste tipo de construção em Portugal, a questão que se impõe é: “Por que razão é que não construímos sempre desta maneira?”

Actualmente, as membranas impermeáveis tornam mais fácil o desenho de sistemas para coberturas ajardinadas, que capturam água para irrigação, permitem o escoamento, suportam o crescimento vegetal e resistem à invasão de raízes.

Em várias cidades dos Estados Unidos da América, os construtores são encorajados a utilizarem coberturas ajardinadas através da redução de taxas e outros incentivos. Na Alemanha, Suíça e Áustria, a legislação obriga à instalação de coberturas ajardinadas em estruturas com uma inclinação mínima.

Estas coberturas recordam que os sistemas ecológicos são uma importante força moderadora. No Verão, as temperaturas diurnas nas coberturas convencionais podem subir até 65°C, contribuindo para o efeito global de ilha de calor urbana. Sobre as coberturas ajardinadas, a mistura de solo e vegetação funciona como isolante e as temperaturas sofrem níveis de flutuação mais moderados (pouco acima dos registados em parque ou jardins), reduzindo em 20% os custos de aquecimento e arrefecimento dos edifícios que lhes ficam por baixo.

Quando a chuva cai sobre uma cobertura convencional, ela escorre e corre em catadupas pelos seus “desfiladeiros artificiais” para os colectores de águas pluviais. Não são absorvidas, filtradas nem travadas. Uma cobertura ajardinada funciona da mesma forma que um prado, absorvendo a água, filtrando-a, reduzindo o seu escoamento e, até, armazenando alguma para utilização futura. Em última análise, isso reduz a ameaça de ruptura de colectores, prolongando a vida dos sistemas de escoamento urbanos e restituindo água mais limpa à bacia hidrográfica da região.

Embora o custo médio de construção de uma cobertura ajardinada possa ser duas ou três vezes superior ao de uma cobertura convencional, é provável que

se torne mais lucrativo a longo prazo, devido sobretudo à poupança energética. A vegetação também protege a cobertura da radiação ultravioleta, prolongando-lhe a vida.

Os defensores das coberturas ajardinadas argumentam que superam a maioria dos desafios técnicos associados à implantação de uma camada biológica sobre o topo dos edifícios de qualquer dimensão: desde um posto ambulante de venda de legumes, ou uma paragem de autocarro, à cobertura de quatro hectares da fábrica de camiões da Ford na cidade de Dearborn nos Estados Unidos da América.

Em Portugal existem vários bons exemplos de construção de jardins de cobertura e de jardins suspensos. Um destes casos é o jardim da Fundação Calouste Gulbenkian, projectado pelos Arquitectos Paisagistas António Viana Barreto e Gonçalo Ribeiro Telles na década de 60. Este jardim constitui um dos primeiros casos de jardim suspenso em Portugal e um dos mais notáveis. O desafio proposto a estes arquitectos seria encontrar uma solução técnica para o revestimento vegetal da cobertura do parque de estacionamento subterrâneo desta fundação, numa vasta área de cerca de 7.000 m². Foram elaborados vários cálculos aos pesos específicos da turfa, da sarrisca, da brita e da terra vegetal, de acordo com as espessuras destas camadas, considerando o seu peso seco e molhado, de modo a apurar a viabilidade de construção desta estrutura. a instalação desta cobertura sobre o parque de estacionamento e o seu sucesso em termos técnicos levou à sua expansão para outras áreas do parque e do edifício. As áreas contempladas com este tipo de cobertura foram a Galeria de Exposições Temporárias e as galerias que definem o Pátio dos Congressos, o Grande Auditório, assim como os camarins, salas de apoio do auditório e o túnel de ligação entre o edifício da Sede e o Centro de Arte Moderna.

Outros exemplos mais recentes que poderemos enunciar serão: a sede do Banco Mais, em Lisboa, da autoria de Gonçalo Byrne, com uma cobertura composta por um *deck* de madeira e por vegetação diversificada que promove novas tonalidades à cobertura consoante a estação do ano; o Palácio de Belém, nomeadamente, o Centro de Documentação e Informação cujo revestimento da cobertura é um jardim projectado por Gomes da Silva, que

preenche e compete em exuberância com os jardins históricos do palácio; e a Torre Verde, na zona oriental de Lisboa, da autoria de Livia Tirone, que foi um dos primeiros edifícios bioclimáticos portugueses, certificado com a classificação A, devido em parte à presença de coberturas ajardinadas que, segundo a autora, “são espaços verdes de proximidade que satisfazem as necessidades visuais e emocionais dos habitantes, mas também as necessidades de passear e de ter espaços de lazer acessíveis, não totalmente públicos” (Pereira, 2009, **98**: 101-103).

Em suma, considera-se que as coberturas ajardinadas possam ser mais uma solução ecoeficiente a ter em conta que poderá mudar a imagem das cidades, considerando também a diminuição de consumo de recursos.

VII - CONCLUSÕES

Depois de observados os resultados dos seis estudos de caso apresentados, e de enunciadas várias soluções para uma maior ecoeficiência, resta-nos apenas elaborar uma análise mais crítica, sobrepondo as medidas propostas aos casos reais apresentados.

Desta forma, e em relação à “Construção de Quartel dos Bombeiros Municipais de Abrantes”, é de valorizar o facto de 96% das plantações efectuadas serem de espécies autóctones, promovendo desta forma uma redução das exigências hídricas das plantas, o facto de ter sido aplicado *mulch* em casca de pinheiro nas plantações, assim como, a opção de revestimento herbáceo ao invés de áreas relvadas e também o favorecimento de sombra sobre as áreas de plantação. Em relação ao sistema de rega elogia-se a colocação de um pluviómetro de modo a evitar gastos de água inúteis em dias de precipitação. Todavia, julga-se que teria sido mais conveniente a substituição dos brotadores de rega por um sistema de rega de raízes, promovendo a rega em profundidade e, desta forma, a aplicação de água nas zonas onde esta é mais aproveitada. Para além disto, e tal como já tinha sido dito anteriormente, considera-se que teria sido essencial a redução dos tempos de rega, por forma a reduzir o consumo de água apurado.

Sobre a “Intervenção nos Espaços Verdes Públicos do Loteamento de Barradas” é de enaltecer a escolha da hidrossementeira de prado que, para além de ser menos consumidor de água na fase de estabelecimento do mesmo, é também mais eficiente durante a manutenção, quando comparado com a mesma área em relvado. Porém, a escolha de uma grande percentagem de espécies exóticas poderia ter sido evitado, o que, aquando da falta de água em algumas áreas mais específicas, poderá ter sido o factor motivador da não sobrevivência de muitas das espécies plantadas. É de salientar também a falta de protecção do solo, nomeadamente, a ausência de *mulch* e a ausência de sombra, uma vez que as árvores são bastante escassas.

Apesar de ser a empreitada com menor consumo de água durante o processo de manutenção deste espaço aberto, e de ter como aspecto positivo o emprego do pluviómetro, apresentou algumas lacunas no que diz respeito ao sistema de rega, devido à falta de adequação deste à área a regar, podendo ter-se optado em inúmeras situações por rega localizada e rega com pulverizadores de baixa emissão, evitando desperdícios de água em percursos e muros.

Na empreitada que registou um maior consumo de água por área, o “Projecto de Arranjos Exteriores da Escola de Ensino Básico do Arrabal”, as plantações de arbustos exóticos são em número significativo e a falta de protecção do solo são duas condições desfavoráveis.

Acerca do sistema de rega, pensa-se que teria sido vantajoso a escolha de pulverizadores com menor débito de água e mais ajustados ao seu contexto, sendo que o mesmo se aplica ao tubo de gotejamento. Mais uma vez julga-se que os tempos de rega deveriam ter sido reduzidos, sendo de valorizar a adopção de um pluviómetro.

Na “Construção do Espaço Verde Adjacente ao Restaurante O Zé” a aplicação numa extensa área de tapetes de relva levou a que este tivesse o maior consumo de água na fase inicial de construção, sendo que se pensa que esta área relvada deveria ter sido reduzida e substituída por percursos permeáveis e por mais áreas com plantações de espécies autóctones.

Apesar de se achar que houve uma escolha acertada no que diz respeito aos aspersores, confirmado pelo resultado em termos de consumo de água, considera-se que este espaço deveria ter sido dotado de um pluviómetro para evitar gastos de água desnecessários em tempo de chuva e, tal como os anteriores, deveria ter sido encurtado o tempo de rega.

A respeito da “Creche e Jardim de Infância Superninho – Leiria” enaltece-se a reduzida área de relvado quando comparada com a área de plantações em canteiros, todavia, condena-se o facto de apenas 48% destas plantações serem espécies autóctones, a não contemplação destas áreas com uma cobertura orgânica e a ausência de sombra sobre elas.

Pensa-se que a correcta escolha do sistema de rega se teria revelado mais caso se tivesse procedido à redução dos tempos de rega.

Por último, considera-se que a “Remodelação e Ampliação da Escola do 1º C.E.B. de Coselhas” teria tudo para ser um projecto mais ecoeficiente, tal como se provou anteriormente através da elaboração de cálculos hipotéticos, não fosse a elevada percentagem de espécies exóticas e o elevado débito de água do sistema de rega localizada.

Em termos de avaliação geral das empreitadas anteriormente descritas, não podemos dizer que estas são ou não ecoeficientes, uma vez que este estudo aborda apenas uma temática, entenda-se a água, do conceito global que é a ecoeficiência. Para a realização de uma avaliação mais efectiva teríamos de analisar muitas outras componentes dos projectos.

No entanto, em relação ao elemento água, considera-se que nenhuma das empreitadas é ecoeficiente, uma vez que todas elas têm aspectos que poderiam ter sido decididos de modo diferente de forma a apresentarem um menor consumo de água. Tal como foi demonstrado no capítulo 5.5, através do cálculo hipotético, procedendo às alterações anteriormente enunciadas a empreitada da Escola de Coselhas e da Creche de Leiria teria um consumo de água bastante inferior aproximando-se deste modo da ecoeficiência

A título conclusivo, podemos dizer que não existe nenhuma fórmula ou regra para uma construção e manutenção de espaços verdes de forma eficiente.

A ecoeficiência está, por exemplo, na maneira de se olhar e de se abordar estas questões ambientais. Portanto, numa primeira instância será necessário investir na consciencialização do pessoal técnico, de quem trabalha com espaços verdes, de quem faz a manutenção destes e de quem usufrui dos mesmos. As medidas e soluções ecoeficientes apontadas só existirão na cabeça destes se existir primeiramente a consciencialização.

Neste caso, espera-se que este trabalho possa servir para alterar o pensamento de quem o ler, assim como direccionar o seu olhar para as questões ambientais apontadas.

Após esta mudança de visão acerca dos recursos naturais, nomeadamente, a água, espera-se que as soluções e recomendações apontadas possam servir de “manual de boas práticas” para todos os que lidam com espaços verdes, contribuindo de forma positiva, tal como aconteceu comigo.

A elaboração deste trabalho contribuiu para que, no meu dia-a-dia como profissional, ao debruçar-me diariamente com projectos de arquitectura paisagista elaborados por outros profissionais, dê por mim a criticar e a pensar “eu optava por outra solução”.

Para além disto, actualmente, quando elaboro um projecto para um cliente alerto-o para estas preocupações e tento informá-lo ao máximo das soluções ecoeficientes que este dispõe.

Poderei dizer que a minha actividade profissional me permitiu perceber uma realidade diferente da que tinha durante a formação académica. Actualmente tenho outro tipo de cuidados em termos de projecto de espaços abertos que a nível académico não eram considerados.

No entanto, foi a formação académica que me fez despertar para esta questão da ecoeficiência e foi também esta, juntamente com a actividade profissional, que me possibilitou a elaboração deste estudo. Portanto, poderei dizer que a relação entre ambas as partes foi fundamental e uma mais-valia para obtenção destes novos conhecimentos.

Para concluir, podemos dizer que, o desenho, a selecção de plantas, a escolha de materiais, a escolha de produtos e a própria forma de manter um espaço verde, farão a diferença no resultado final do consumo de água de um espaço verde.

No entanto, um projecto bem concebido não é suficiente para obtenção da ecoeficiência. Tal como foi provado anteriormente, é necessário um correcto processo de manutenção e de acompanhamento destes espaços abertos.

Neste momento parece-me bastante evidente afirmar que, uma preocupação na adequação do projecto ao espaço, aliado a um vasto conhecimento dos produtos e materiais existentes no mercado, assim como a manutenção e vigilância cuidada poderão ser a base para se conseguir espaços verdes mais sustentáveis a nível do consumo hídrico

BIBLIOGRAFIA

Batista, A., Antunes, A., Jr., N.; *Estratégias para a ecoeficiência aplicada às águas: produção mais limpa* in *Gestão em biotecnologia*, E-papers Serviços Editoriais Ltda, Rio de Janeiro, 2006

Bezerra, E. A.; *Falta de água potável ameaça a humanidade*, publicado a 3 de Fevereiro de 2008 em <http://www.webartigos.com>

Cabral, F. C.; *Fundamentos da Arquitectura Paisagista*, Instituto de Conservação da Natureza, Lisboa, 1993

Carapinha, A.; *Fundação Calouste Gulbenkian: O Jardim*, Fundação Calouste Gulbenkian – Serviços Centrais, Lisboa, 2006

Condesso, F. R.; *Direito do Ambiente*, Almedina, Coimbra, 2001

Demajorovic, J.; *Ecoeficiência em serviços: diminuindo impactos e aprimorando benefícios ambientais* in *Modelos e ferramentas de gestão ambiental: desafios e perspectivas para as organizações*, Editora SENAC, São Paulo, 2006

Duncan, R.R.; *Seashore Paspalum: The next-generation Turf for Golf Courses*; Golf Course Management, 1996; Volume 64, nº4

Dupas in *Jornal O Estado de São Paulo*, artigo “*Conflitos por água doce*”, edição de 19 de Janeiro de 2008

Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica; *O clima de Portugal – Fascículo XLIX: Volume 1 – 1ª Região*, “Normais climatológicas da região de Entre-Douro e Minho e Beira Litoral”, correspondentes a 1951/1980, Lisboa, 1990

Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica; *O clima de Portugal* – Fascículo XLIX: Volume 2 – 2ª Região, “Normais climatológicos da região de Ribatejo e Oeste”, correspondentes a 1951/1980, Lisboa, 1991

Johns, C. in Revista *National Geographic Portugal*, artigo “*Editorial*”, edição nr. 109 de Abril de 2010

Jonas, H.; *Le principe responsabilité: Une éthique pour la civilisation technologique*, Les éditions du CERF, Paris, 1993

Kingsolver, B. in Revista *National Geographic Portugal*, artigo “*Água é vida*”, edição nr. 109 de Abril de 2010

Klinkenborg, Verlyn in Revista *National Geographic Portugal*, artigo “*Coberturas ajardinadas*”, edição nr. 98 Pde Maio de 2009

Leite, J. R. M.; *Inovações em direito ambiental*; Fundação Boiteux, Florianópolis, 2000

Magalhães, M. R.; *A Arquitectura Paisagista – morfologia e complexidade*, Editorial Estampa, Lisboa, 2001

Moreira, J. M.; *Árvores e Arbustos em Portugal*, Argumentum, Lisboa, 2008

Pereira, Gonçalo in Revista *National Geographic Portugal*, artigo “*A Quinta Fachada*” edição nr. 98 de Maio de 2009

Postel, S.; *Honest Hope - Written in Water*, National Geographic Books, Washington, D.C., 2010

Rain Bird Corporation; *Um guia para proprietários sobre o uso eficiente de água em espaços verdes*; 2006

Ralish, G.; *Paspalum vaginatum: an alternative to bermudagrass*, University of Florida, 2007

Silva, J. G.; *Plano de Pormenor da Malagueira. Projecto de Espaços Exteriores – Programa de Base. Plano de Estrutura Verde*, Câmara Municipal de Évora, Évora, 1987

Telles, G. R.; *Um novo conceito de cidade: a paisagem global*, in Conferências de Matosinhos, 4ª série, Contemporânea Editora Lda., Câmara Municipal de Matosinhos, 1996

Viriato Soromenho-Marques in Revista *National Geographic Portugal*, artigo “A última gota”, edição nr. 109 de Abril de 2010

World Business Council for Sustainable Development; *Eco-efficient Leadership for Improved Economic and Environmental Performance*, North Yorkshire, 2001

World Wildlife Fund; *Water Footprint in Portugal*, WWF Mediterrâneo, 2010 em: http://www.wwf.pt/o_que_fazemos/por_um_planeta_vivo/pegada_hidrica_em_portugal_2011/pegada_hidrica_em_portugal_2010/

SITES CONSULTADOS

Marinoto, R. (2006), "Mundo : Crise da Água Ameaça Ricos". Página consultada em 27 de Julho de 2010, <<http://www.alem-mar.org/noticias/EEVyEVIAZIFGuGyxpO.html>>

Ecocasa, "Aproveitamento de águas – água da chuva". Página consultada em 29 de Novembro de 2010, <http://www.ecocasa.pt/agua_content.php?id=50>

Eficiência Hídrica, "Eficiência hídrica em edifícios e espaços públicos". Página consultada em 28 de Setembro de 2010, <<http://eficienciahidrica.wordpress.com>>

Global Footprint Network, "World Footprint". Página consultada em 30 de Maio de 2010, <<http://www.footprintnetwork.org>>

Faé, Aline (2011), "Visão geral sobre o Seashore Paspalum". Página consultada em 13 de Outubro de 2010, <http://globalrelva.org/index.php?option=com_content&view=article&id=347:seashore-paspalum&catid=77:turfgrasses&Itemid=93>

GRAF. Página consultada em 19 de Novembro de 2010, <<http://www.graf.pt/Home/tabid/36/Default.aspx>>

Intelligent Sensing Anywhere, "Solutions & Services. Energy Efficiency". Página consultada em 27 de Setembro de 2010, <<http://www.isasensing.com/index.php?section=energy&action=details&id=9>>

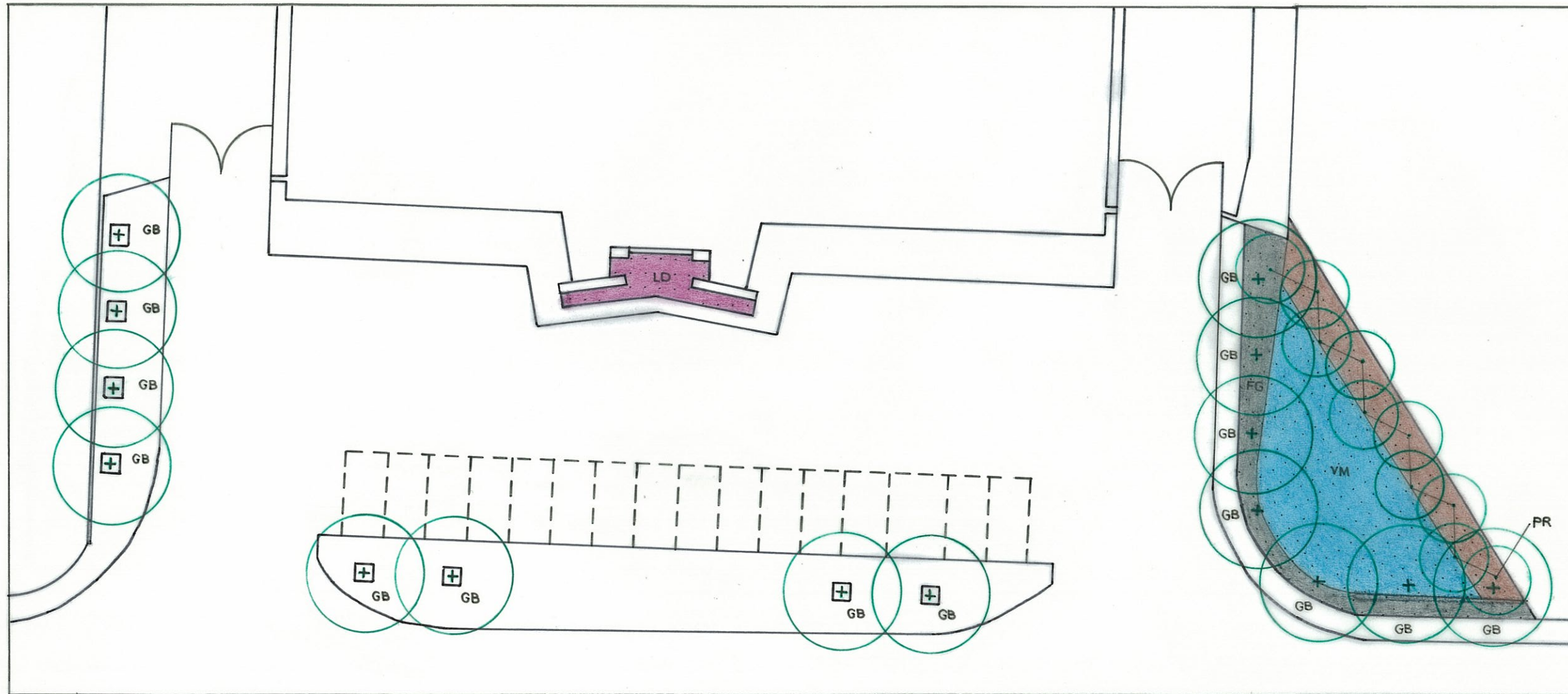
Quercus TV (2008), "Aproveitar a água da chuva para diversos fins domésticos". Página consultada em 19 de Novembro de 2010, <<http://www.quercustv.org/spip.php?article190>>

Rain Bird, "The intelligent use of water". Página consultada a 1 de Dezembro de 2010, <<http://rainbird.com/corporate/IUOW/>>

Center for Sustainable Economy. Página consultada em 3 de Junho de 2010,
<<http://www.sustainable-economy.org/>>

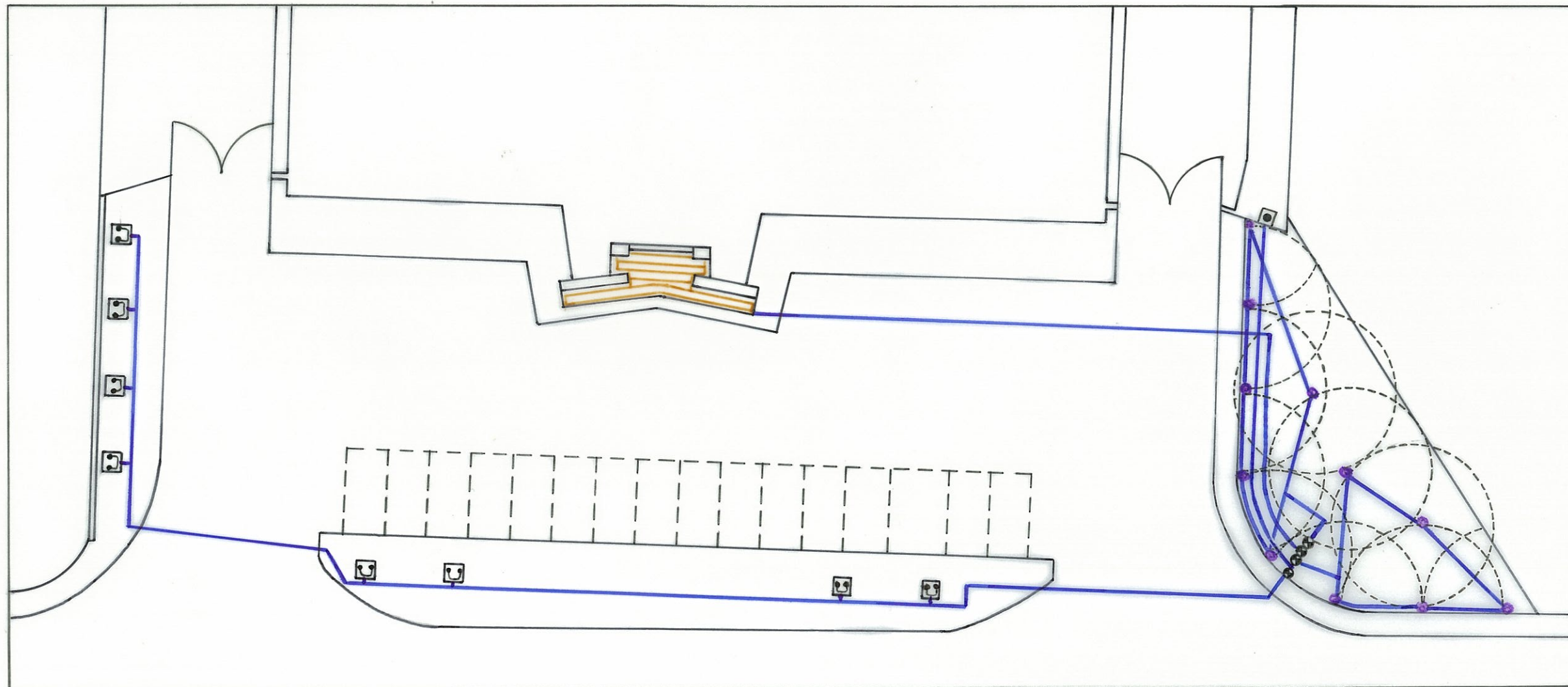
Léon, Anna (2009), "Un jardín 'laboratorio' que fomenta el riego 'racional'".
Página consultada em 13 de Outubro de 2010,
<<http://www.interempresas.net/Agua/Articulos/35501-Un-jardin-'laboratorio'-que-fomenta-el-riego-'racional'.html>>

ANEXOS



- GB GINKGO BILOBA
- PR PHOTHINEA RED ROBIN
- FG FESTUCA GLAUCA
- LD LAVANDULA DENTATA
- YM VINCA MINOR
- CASCA DE PINHEIRO

REQUERENTE	CÂMARA MUNICIPAL DE ABRANTES		 PLANTA 1/12
AUTORIA	ARG. PAISAGISTA MARIA JOÃO ESPADINHA		
PROJECTO	CONSTRUÇÃO DE QUARTEL MUNICIPAL DE ABRANTES		
DESIGNAÇÃO	PLANO DE PLANTAÇÃO	ESCALA 1/300	



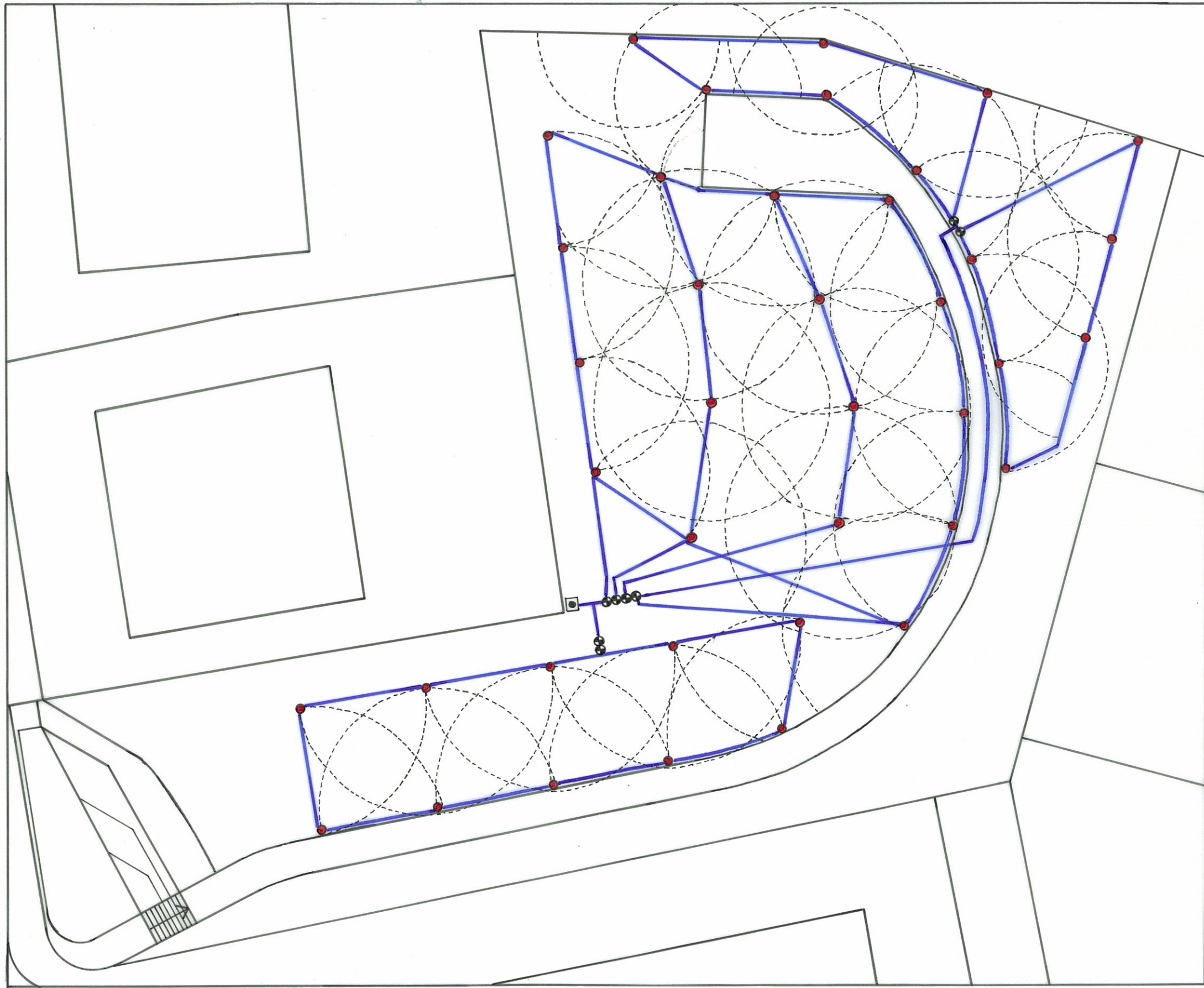
- PULVERIZADOR 1803 DA RAIN BIRD,
COM BICO 18-VAN
- BROTADOR 1402 DA RAIN BIRD
- TUBO DE GOTEJAMENTO 30x30
CM E DÉBITO DE 2,2 L/H
- TUBO DE DISTRIBUIÇÃO DE
ÁGUA
- ⊕ ELECTROVÁLVULA
- PONTO DE ABASTECIMENTO DA
REDE DE REGA

REQUERENTE	CÂMARA MUNICIPAL DE ABRANTES	⊕
AUTORIA	ARQ. PAISAGISTA MARIA JOÃO ESPADINHA	
PROJECTO	CONSTRUÇÃO DE QUARTEL MUNICIPAL DE ABRANTES	PLANTA 2/12
DESIGNAÇÃO	PLANTA DE REDE DE REGA	
	ESCALA 1/300	



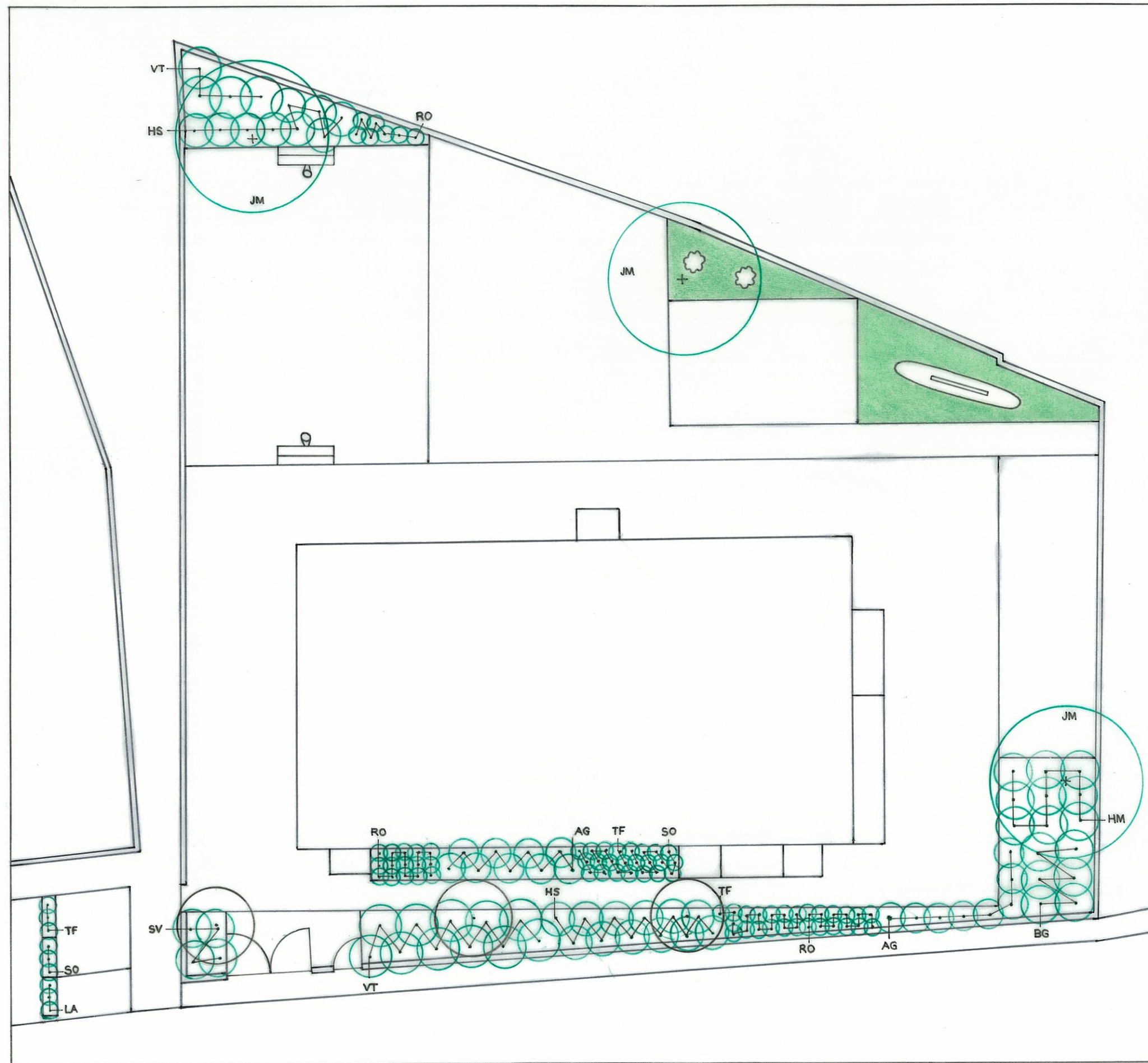
- OE OLEA EUROPAEA
- LC LANTANA CAMARA
- LM LANTANA MONTEVIDENSIS
- LN LAURUS NOBILIS
- LJ LONICERA JAPONICA
- PA PYRACANTHA ANGUSTIFOLIA
- RS RETAMA SPHAEROCARPA
- VT VIBURNUM TINUS
- CT CROCUS TOMMASIANUS
- FG FESTUCA GLAUCA
- VA VINCA AUREOMARGINATA
- SEMENTEIRA DE PRADO
- CASCA DE PINHEIRO

REQUERENTE	MANUEL CERQUEIRA NOBREGA		↑
AUTORIA	NÃO IDENTIFICADO		
PROJECTO	INTERVENÇÃO NOS ESPAÇOS VERDES PÚBLICOS DO LOTEAMENTO DE BARRADAS		
DESIGNAÇÃO	PLANO DE PLANTAÇÃO	ESCALA 1/300	PLANTA 3/12



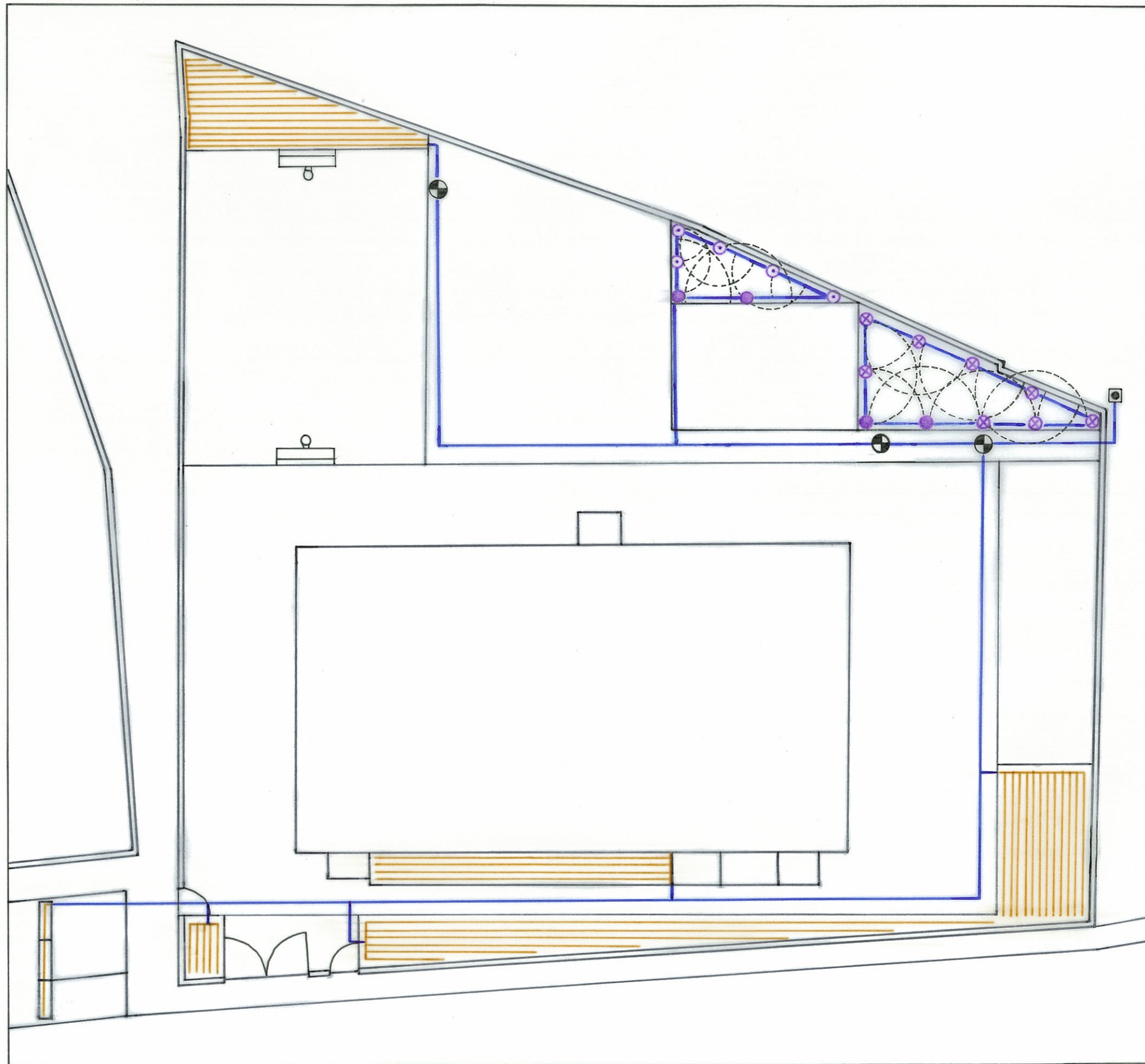
- ASPERSOR PGP-ADJ DA HUNTER, COM BICO VERMELHO PADRÃO
- TUBO DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA
- ⊕ ELECTROVÁLVULA
- ◻ PUNTO DE ABASTECIMENTO DA REDE DE REGA

REQUERENTE	MANUEL CERQUEIRA NOBREGA		ⓘ
AUTORIA	NÃO IDENTIFICADO		
PROJECTO	INTERVENÇÃO NOS ESPAÇOS VERDES PÚBLICOS DO LOTEAMENTO DE BARRADAS		PLANTA 4/12
DESIGNAÇÃO	PLANTA DE REDE DE REGA	ESCALA 1/300	



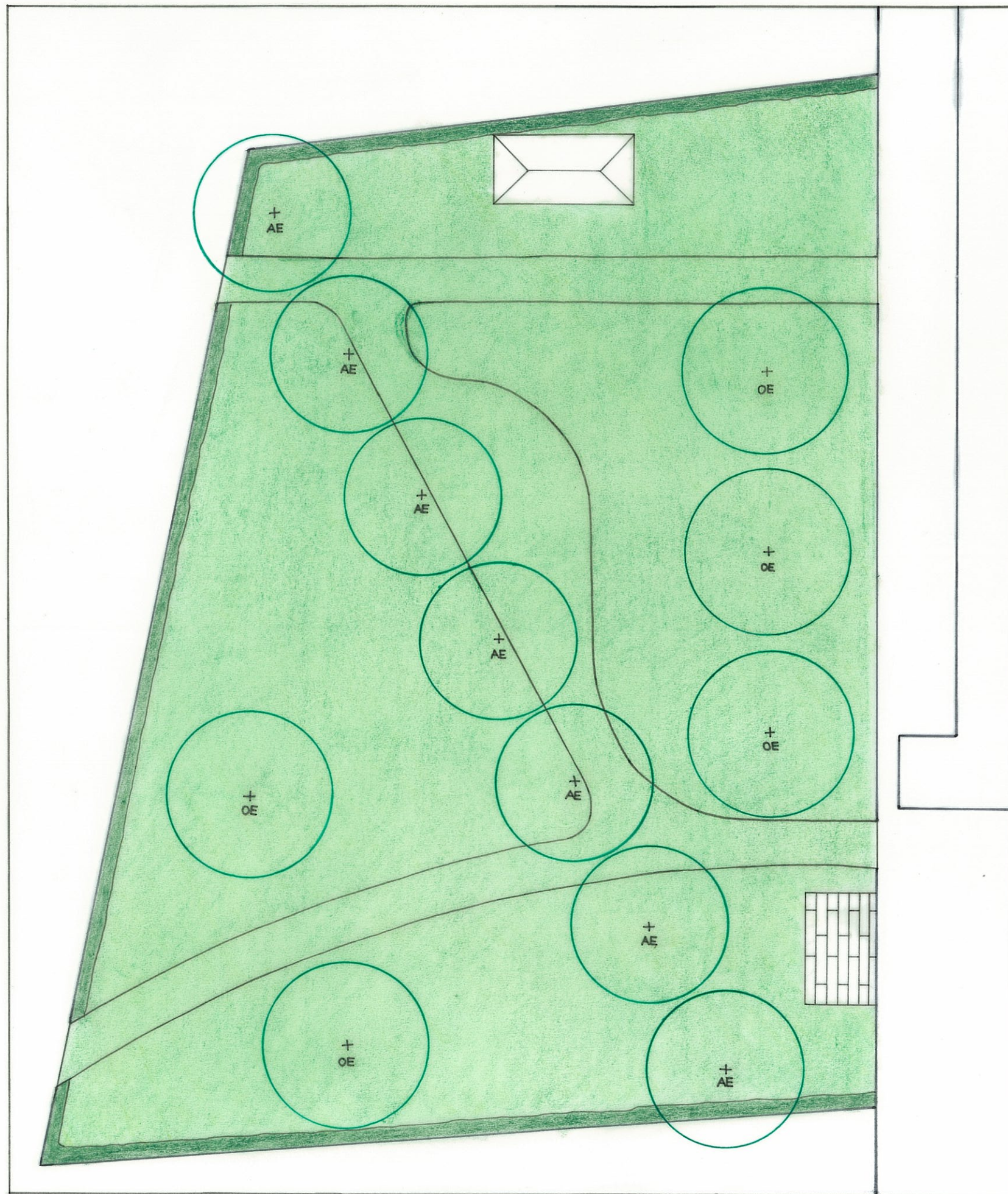
- JM JACARANDA MIMOSIFOLIA
- AG ABELIA GRANDIFLORA
- BG BUDDLEIA GLOBOSA
- HS HEBE SALICIFOLIA
- HM HYDRANGEA MACROPHYLLA
- LA LAVANDULA ANGUSTIFOLIA
- RO ROSMARINUS OFFICINALIS
- SO SALVIA OFFICINALIS
- SV SYRINGA VULGARIS
- TF TEUCRIMUM FRUTICANS
- VT VIBURNUM TINUS
- TAPETES DE RELVA

REQUERENTE	CÂMARA MUNICIPAL DE LEIRIA	
AUTORIA	ARQ. PAISAGISTA CORINA LOPES	
PROJECTO	PROJECTO DE ARRANJOS EXTERIORES DA ESCOLA DE ENSINO BÁSICO DO ARRABAL	PLANTA 5/12
DESIGNAÇÃO	PLANO DE PLANTAÇÃO	




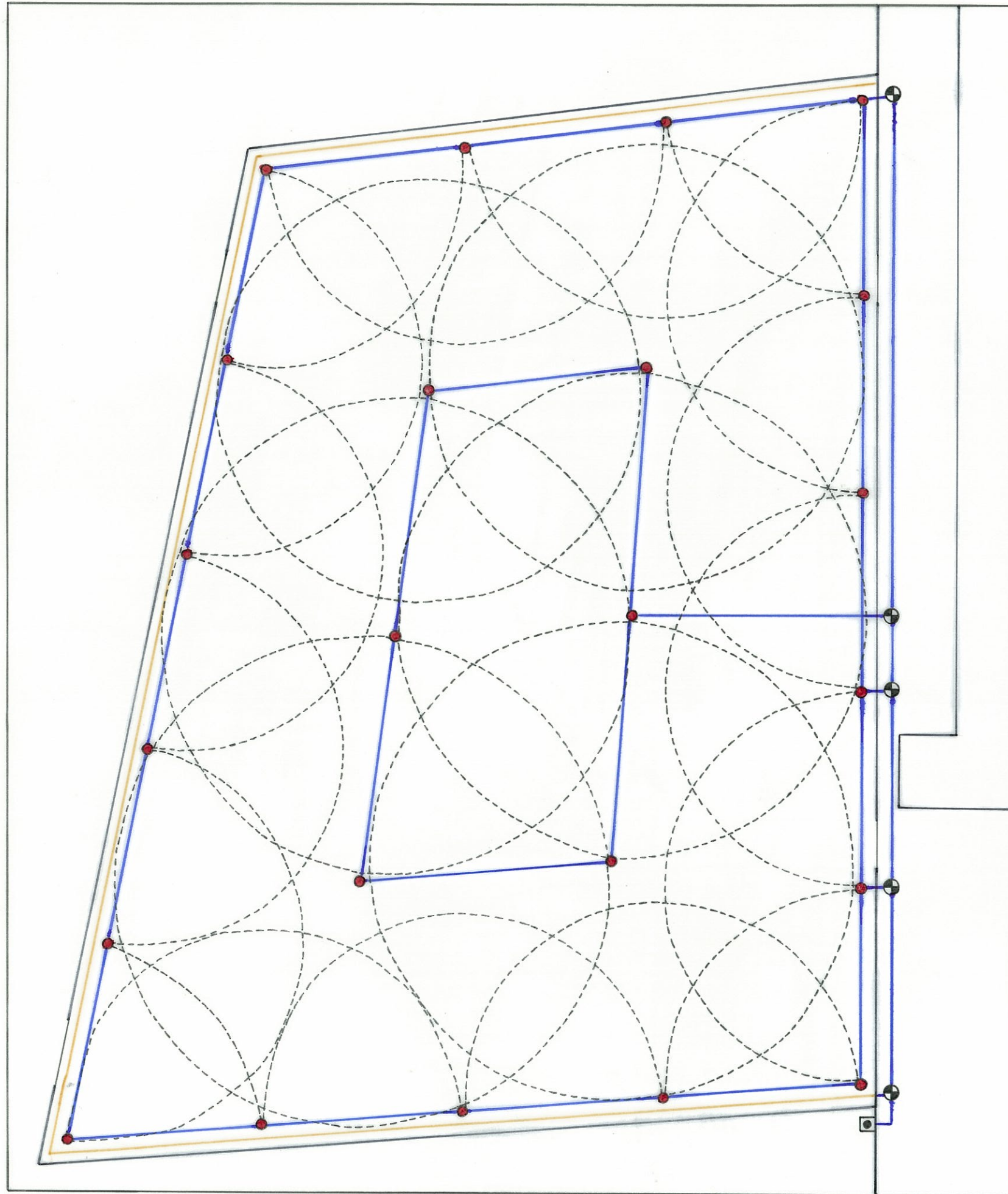
- PULVERIZADOR PROS-04 DA HUNTER, COM BICO 10-A
- ⊗ PULVERIZADOR PROS-04 DA HUNTER, COM BICO 12-A
- PULVERIZADOR PROS-04 DA HUNTER, COM BICO 17-A
- TUBO DE GOTEJAMENTO 33x33 CM E DÉBITO DE 3,4 L/H
- TUBO DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA
- ⊕ ELECTROVÁLVULA
- PONTO DE ABASTECIMENTO DA REDE DE REGA

REQUERENTE	CÂMARA MUNICIPAL DE LEIRIA	⌚
AUTORIA	ARQ. PAISAGISTA CORINA LOPES	
PROJECTO	PROJECTO DE ARRANJOS EXTERIORES DA ESCOLA DE ENSINO BÁSICO DO ARRABAL	PLANTA 6/12
DESIGNAÇÃO	PLANTA DE REDE DE REGA	
	ESCALA 1/200	



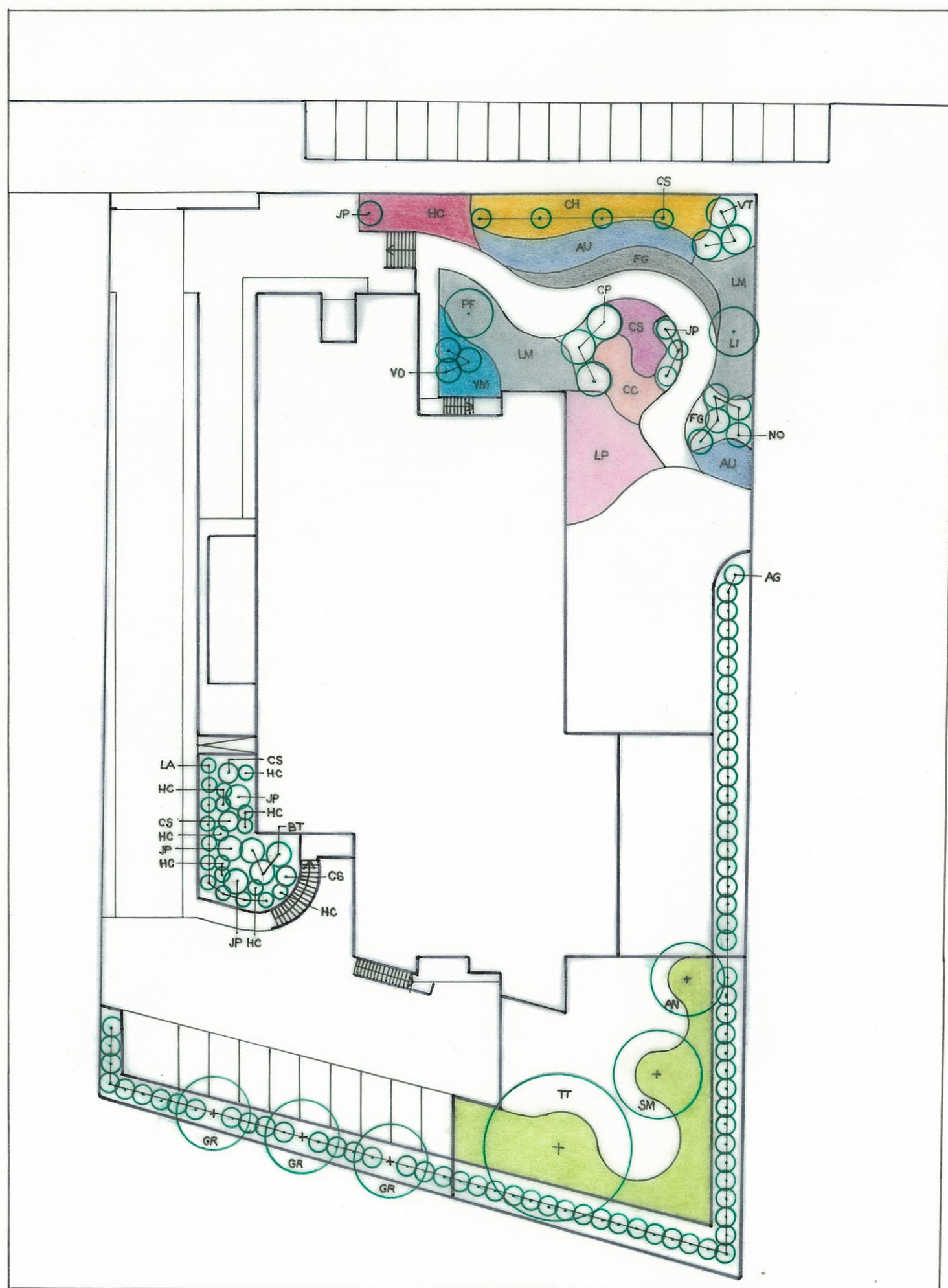
- AE ACER PLATANOIDES
- OE OLEA EUROPAEA
- ESCALLONIA MACRANTHA
- TAPETES DE RELVA

REQUERENTE	PROPRIETÁRIOS DO RESTAURANTE "O ZÉ"	
AUTORIA	ARQ. PAISAGISTA JOANA COSTA	
PROJECTO	CONSTRUÇÃO DE ESPAÇO VERDE ADJACENTE AO RESTAURANTE "O ZÉ"	PLANTA 7/12
DESIGNAÇÃO	PLANO DE PLANTAÇÃO	



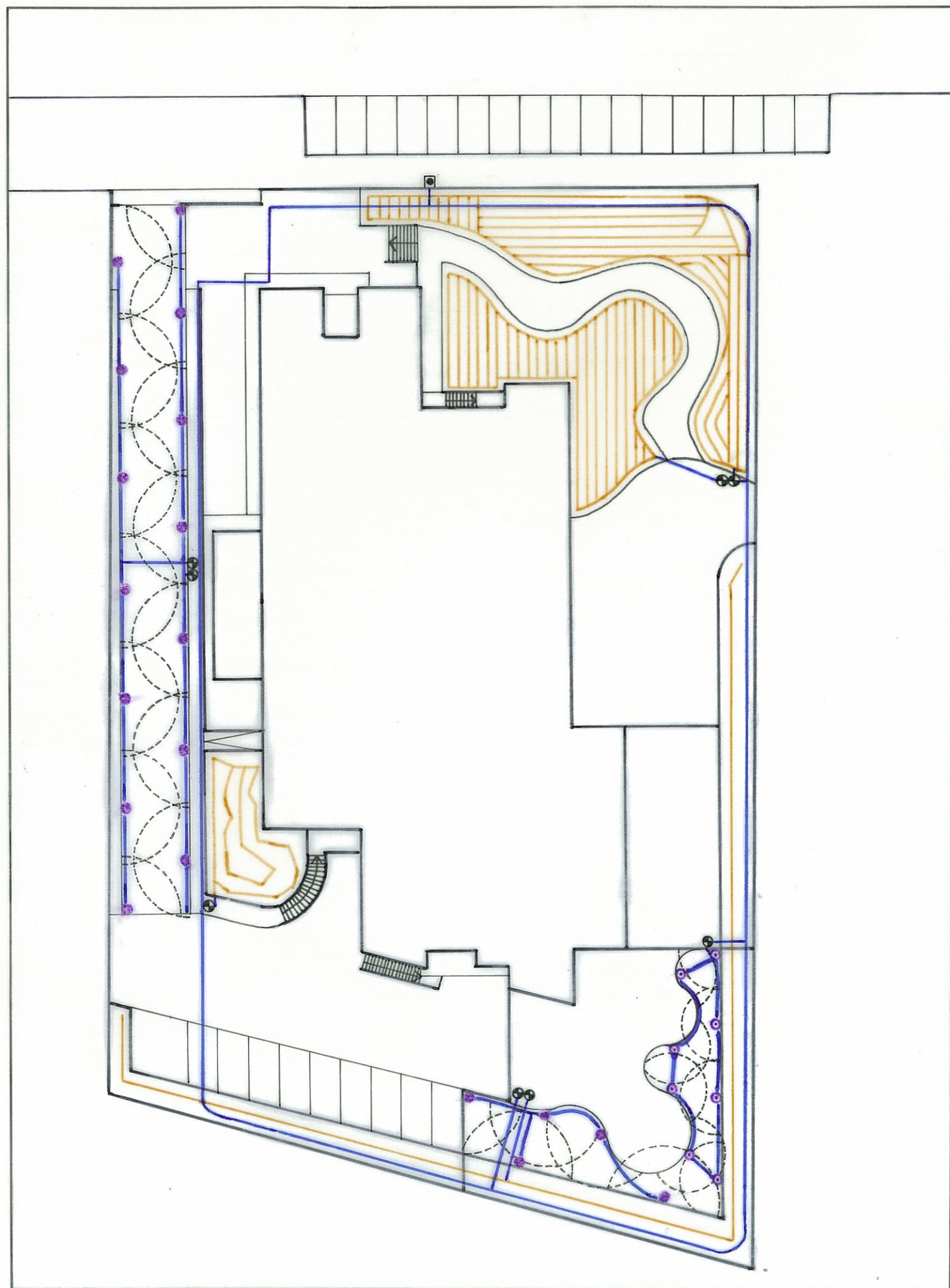
- ASPERSOR 5000 DA RAIN BIRD, COM BICO MPR-30
- TUBO DE GOTEJAMENTO 30x30 CM E DÉBITO DE 2,2 L/H
- TUBO DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA
- + ELECTROVÁLVULA
- PONTO DE ABASTECIMENTO DA REDE DE REGA







REQUERENTE	PROPRIETÁRIOS DO RESTAURANTE "O ZÉ"		PLANTA 8/12
AUTORIA	ARG. PAISAGISTA JOANA COSTA		
PROJECTO	CONSTRUÇÃO DE ESPAÇO VERDE ADJACENTE AO RESTAURANTE "O ZÉ"		
DESIGNAÇÃO	PLANTA DE REDE DE REGA	ESCALA 1/200	




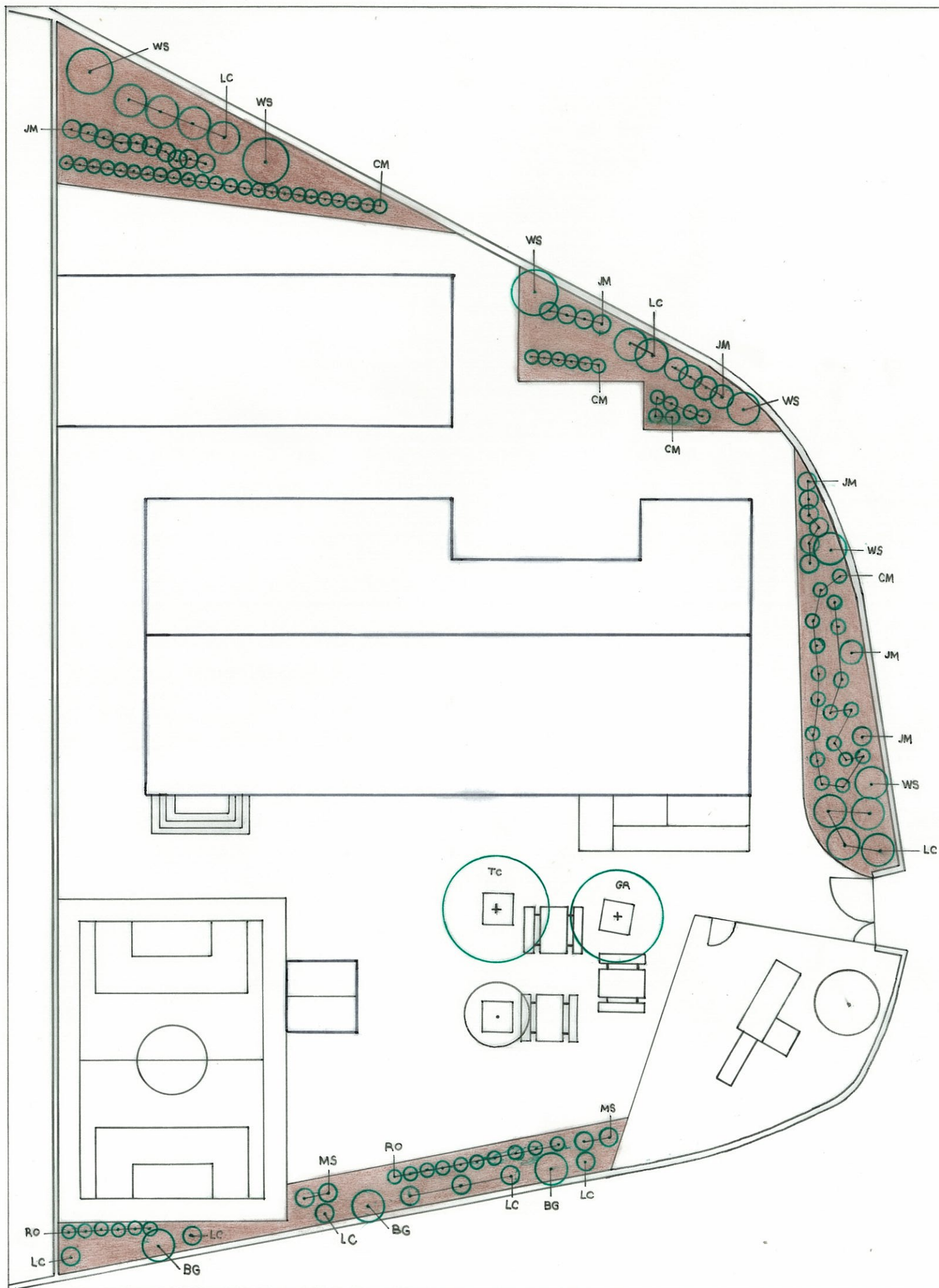
- AN ACER NEGUNDO
- GR GREVILLEA ROBUSTA
- SM SCHINUS MOLLE
- TT TILIA TOMENTOSA
- AG ABELIA GRANDIFLORA
- BT BERBERIS THUNBERGII ATROPURPUREA
- CS CUPRESSUS SEMPERVIRENS
- CP COTONEASTER PANNOSUS
- HC HYPERICUM CALYGINUM
- JP JUNIPERUS PFITZERIANA
- LA LAVANDULA ANGUSTIFOLIA
- LI LAGESTROEMIA INDICA
- NO NERIUM OLEANDER
- PF PHOTINEA X FRASERI
- VO VIBURNUM OPULUS
- VT VIBURNUM TINUS
- AU AGAPANTHUS UMBELLATUS
- CC CISTUS CRISPUS
- CH COTONEASTER HORIZONTALIS
- CS CISTUS SALVIFOLIUS
- FG FESTUCA GLAUCA
- LM LANTANA MONTEVIDENSIS
- LP LONICERA PERICLYMENUM
- VM VINCA MAJOR
- SEMENTEIRA DE RELVADO

REQUERENTE	COOPERATIVA SUPERCOOP, CRL		⌚
AUTORIA	ARG. CARINA SANTOS		
PROJECTO	CRECHE E JARDIM DE INFÂNCIA SUPERNINHO - LEIRIA		PLANTA 9/12
DESIGNAÇÃO	PLANO DE PLANTAÇÃO	ESCALA 1/400	



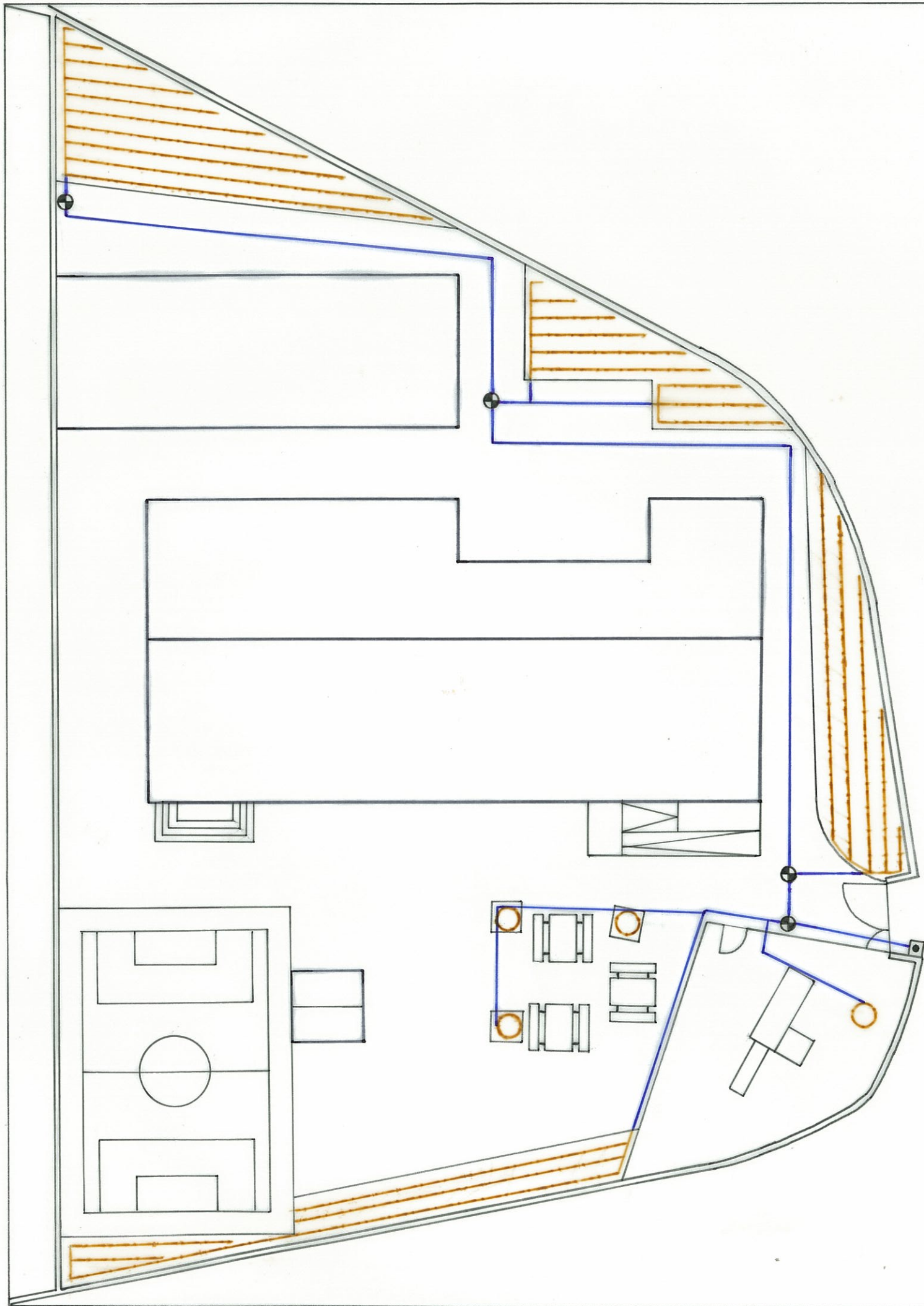
-  PULVERIZADOR 1804 DA RAIN BIRD, COM BICO 10-MPR
-  PULVERIZADOR 1804 DA RAIN BIRD, COM BICO 15-MPR
-  TUBO DE GOTEJAMENTO 30x30 CM E DÉBITO DE 2,3 L/H
-  TUBO DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA
-  ELECTROVÁLVULA
-  PONTO DE ABASTECIMENTO DA REDE DE REGA

REQUERENTE	COOPERATIVA SUPERCOOP, CRL	
AUTORIA	ARG. CARINA SANTOS	
PROJECTO	CRECHE E JARDIM DE INFÂNCIA SUPERNINHO - LEIRIA	PLANTA 10/12
DESIGNAÇÃO	PLANTA DE REDE DE REGA	
	ESCALA 1/400	



- GR GREVILLEA ROBUSTA
- TC TILIA CORDATA
- BG BOUGANVILEA
- CM COTONEASTER MICROPHYLLA
- JM JUNIPERUS MEDIA
- LC LANTANA CAMARA
- MS MENTHA SUAVOLENS
- RO ROSMARINUS OFFICINALIS
- WS WISTERIA SINENSIS
- CASCA DE PINHEIRO

REQUERENTE	CÂMARA MUNICIPAL DE COIMBRA	⏏
AUTORIA	DIVISÃO DE ESTUDOS E PROJECTOS DA C. M. COIMBRA	
PROJECTO	REMODELAÇÃO E AMPLIAÇÃO DA ESCOLA DO 1º C.E.B. DE COSELHAS	PLANTA 11/12
DESIGNAÇÃO	PLANO DE PLANTAÇÃO	



- TUBO DE GOTEJAMENTO 40x40 CM E DÉBITO DE 3,6 L/H
- TUBO DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA
- ⊕ ELECTROVÁLVULA
- ⊠ PONTO DE ABASTECIMENTO DA REDE DE REGA

REQUERENTE	CÂMARA MUNICIPAL DE COIMBRA		PLANTA 12/12
AUTORIA	DIVISÃO DE ESTUDOS E PROJECTOS DA C. M. COIMBRA		
PROJECTO	REMODELAÇÃO E AMPLIAÇÃO DA ESCOLA DO 1º C.E.B. DE COSELHAS		
DESIGNAÇÃO	PLANTA DE REDE DE REGA	ESCALA 1/200	