

**UNIVERSIDADE DE LISBOA**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA ANIMAL**



**Consumos de água para rega em jardins  
municipais do Concelho de Lisboa: proposta  
para uma gestão mais eficiente**

**Adriane Dummer**

**Dissertação de Mestrado**  
**Mestrado em Ecologia e Gestão Ambiental**  
**2012**

**UNIVERSIDADE DE LISBOA**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA ANIMAL**



**Consumos de água para rega em jardins  
municipais do Concelho de Lisboa: proposta  
para uma gestão mais eficiente**

**Adriane Dummer**

**Dissertação de Mestrado orientada pelo Professor Doutor Henrique  
Cabral e pelo Engenheiro Francisco Gonçalves  
Mestrado em Ecologia e Gestão Ambiental**

**2012**

# ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	4
RESUMO .....	5
ABSTRACT .....	6
1.INTRODUÇÃO .....	7
2.MATERIAIS E MÉTODOS .....	19
2.1 Obtenção dos dados.....	19
2.2 Caracterização da Área de Estudo.....	21
2.2.1 Lisboa.....	21
2.2.2 Jardim da Estrela .....	23
2.2.3 Jardim do Príncipe Real .....	25
2.3 Análise dos dados.....	27
3.RESULTADOS .....	28
3.1 Classificação dos consumos de água da Câmara Municipal de Lisboa .....	28
3.2 Os dez maiores consumidores .....	29
3.3 Evolução do consumo anual.....	30
3.4 Contadores de Telecontagem .....	30
3.5 Análise ABC.....	32
3.6 Comparativo dos consumos indicados nos contadores manuais e telecontagem dos Jardins da Estrela e Príncipe Real.....	32
3.7 Relação do consumo de rega e precipitação do Príncipe Real .....	35
4.DISSCUSSÃO .....	38
5.CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	47
SITES REFERIDOS .....	49
ANEXO I	
ANEXO II	
ANEXO III	

## **AGRADECIMENTOS**

Atualmente Primeiramente agradeço ao Professor Henrique Cabral pelo empenho, ajuda e contribuição ao longo de todo o ano de desenvolvimento da tese, é uma grande honra tê-lo como orientador.

Manifesto minha gratidão pela dedicação, apoio e orientação de todos os funcionários da empresa Lisboa E-Nova, principalmente dos Engenheiros Miguel Águas e Francisco Gonçalves que foram grandes incentivadores deste trabalho, assim como as instituições envolvidas na pesquisa.

Por fim agradeço em especial às pessoas que sempre me apoiaram e encorajam para a realização deste Mestrado: minha família e amigos.

## RESUMO

Atualmente a maior preocupação ambiental das grandes cidades é a água, e para isso uma gestão adequada é fundamental. O presente trabalho tem como objetivo contribuir para demonstrar a importância de uma rega adequada para a cidade de Lisboa. Foram analisados, identificados e classificados os maiores consumidores de água nos últimos seis anos do município através de dados fornecidos de contadores manuais e de telecontagem (medições de 15 em 15 minutos) da Câmara Municipal.

Os 2532 contadores foram classificados e tratados individualmente com a ajuda de uma base de dados da Empresa Portuguesa das Águas Livres, EPAL. Posteriormente foram apontados os dez grandes responsáveis pelo consumo de água da Câmara Municipal de Lisboa. Sendo assim, o enfoque foram os jardins, já que estes são os maiores consumidores da cidade com aproximadamente 40% dos gastos. Foi realizado um estudo comparativo dos gastos de água entre o Jardim da Estrela e o Jardim do Príncipe Real. O estudo estendeu-se a contadores de telecontagem tendo sido explorados os perfis diários de consumo. Ainda como resultados foram analisados os dados para verificar uma correlação inversa entre os volumes de rega e a precipitação incluindo dias das estações do ano de inverno e verão.

Por fim, foi apresentado um conjunto de medidas de melhoria para uma utilização mais eficiente e sustentável da água para a rega de jardins.

**Palavras-Chave:** Água, Consumo de Água, Rega, Áreas Verdes, Sustentabilidade.

## **ABSTRACT**

Nowadays the biggest large cities' environmental concern is water, and for that a proper management is essential. This paper aims to contribute to demonstrate the importance of proper watering for the city of Lisbon. Were analyzed, identified and ranked the largest water consumers in the last six years in the city through data provided by manual counters and telemetry (measurements from 15 to 15 minutes) of the Municipal Council.

The 2532 meters were classified and treated individually with the help of Empresa Portuguesa das Águas Livres (EPAL)'s database. Later were appointed the biggest ten responsible for water consumption in Mayor of Lisbon. Thus, the focus were the gardens, as they are the biggest consumers of the city with approximately 40% of expenditures. We conducted a comparative study of the water costs between the Jardim da Estrela and the Prince Royal Garden. The study was extended to telemetry counters being explored daily consumption profiles. Even as results the data was analyzed to verify an inverse correlation between the irrigation volumes and precipitation including winter and summer season days.

Finally, we presented a set of improvement measures for a more efficient and sustainable water use for garden irrigation.

**Key-words:** Water, Water Consumption, Irrigation, Green Areas, Sustainability.

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a preocupação com o meio ambiente vem aumentando consideravelmente. O impacto ambiental causado pelo próprio Homem vem gerando uma crise ambiental mundial que está afetando a qualidade ambiental e de vida da sociedade.

O crescimento acelerado da população unido a expansão industrial e tecnológica contribui em alto grau para a degradação do meio ambiente, sendo este um reflexo do desenvolvimento. Para isso a necessidade de administrar os três elementos principais que causam a crise ambiental população, recursos naturais e poluição, questionando até quando a natureza suportará estas agressões ao meio ambiente.

A evolução de países em desenvolvimento aumenta o consumo de produtos e serviços e praticamente em tudo precisamos que uma fonte de água esteja por perto, ocorrendo assim uma crise mundial do abastecimento de água.

Um exemplo típico destes problemas ambientais é a escassez da água doce que cada vez mais está se tornando uma realidade, sendo este um dos recursos naturais mais utilizados. A água é uma componente fundamental da natureza responsável pela origem e evolução das espécies e pela existência do Homem no planeta.

Ao longo dos milhares de anos a espécie humana habitou territórios, reproduziu e se desenvolveu com base nesse bem tão valioso e precioso. Entretanto com o passar do tempo a relação do Homem com a Natureza tiveram algumas modificações. A água passou a ser vista apenas como um recurso hídrico (águas superficiais ou subterrâneas disponíveis para serem utilizadas) aproveitável sem avaliar as consequências ambientais, e não mais como um bem natural necessário para a sobrevivência.

A exploração descontrolada dos recursos hídricos tem levado a uma crise socioambiental podendo este ser um dos maiores problemas enfrentados nos últimos anos devido a vários aspectos, tais como poluição dos rios, ausência de saneamento básico, desmatamento, expansão urbana acelerada, má gestão ambiental, etc.

A água é o “constituente inorgânico mais abundante na matéria viva, no homem, mais de 60% do seu peso é constituído por água, e em certos animais aquáticos esta percentagem sobe a 98%” (Sperling, 1995). É fundamental para a manutenção da vida, razão pela qual há a

necessidade de uma gestão ambiental eficaz preservando os recursos hídricos para as futuras gerações.

Pensando nas futuras gerações, logo se lembra de um conceito bastante usual, o de desenvolvimento sustentável que segundo Brundtland (1991) é concebido como: “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”. A escassez da água doce sem dúvida é um dos focos principais do desenvolvimento sustentável que engloba seu referencial ecológico, entre sociedade e Natureza.

Para Braga et al. (2002), dos 265 400 trilhões de toneladas de água existente no planeta apenas 0,5 por cento representa água doce explorável sob ponto de vista tecnológico e económico, podendo ser extraída de lagos, rios e aquíferos. É ainda necessário diminuir a parcela de água doce que se encontra em locais de difícil acesso ou aquelas águas que já estão muito poluídas, restando assim apenas 0,003 por cento do volume total de água. Ou seja, se toda água do planeta correspondesse a 100 litros, a parcela diretamente utilizável seria apenas 0,003 litros, ou meia colher de chá.

De toda a água que existe no planeta, apenas 3% é doce, o restante é água salgada, como mostra a figura 1. Ressaltando o gráfico apenas para a água doce, dois terços são inacessíveis por serem águas geladas, sendo apenas um terço destinado à água doce utilizável. Porém como já citado anteriormente ainda é preciso diminuir a parcela de água doce que são poluídas através de despejo de dejetos, fertilizantes e todos os fatores que diminuem a abundância de água potável.

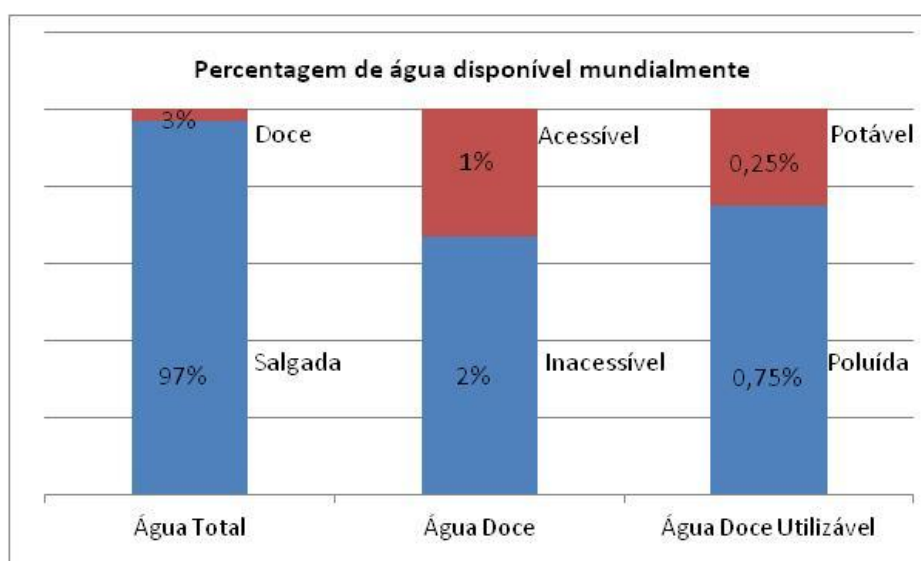


Figura 1: Percentagem de água disponível mundialmente. (Adaptado de Braga, 2008).



Observando de um ponto de vista social, a população teve um crescimento acelerado nos últimos anos aumento assim o consumo de água no planeta. O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA, site acedido em 10/02/2011), estima que até 2025 a disponibilidade *per capita* de água fique em torno de 5 mil metros cúbicos, colocando 3 mil milhões de pessoas em situação de grave estado hídrico.

A sociedade contemporânea consome água a um nível que pode superar a oferta da circulação da água, que se dá o nome de ciclo hidrológico e a que conseguimos reciclar gerando graves problemas de desequilíbrio ambiental. Segundo Anónimo (2006), a água é um recurso infinitamente renovável. A água da chuva cai procedente das nuvens, regressa aos oceanos através das correntes dos rios de água doce, para voltar depois a evaporar e se transformar em nuvens. Este ciclo explica o motivo por que não se pode dizer que água doce está a acabar, mas as reservas de fato, são limitadas.

O ciclo hidrológico está representado de uma forma simplificada na figura 2. Apontando os principais mecanismos de transferência da água:

a) Precipitação

Entende-se por precipitação toda a água que cai da atmosfera na superfície da Terra de qualquer forma, como chuva, neve, granizo, orvalho e neblina.

b) Escoamento Superficial

Constituído pela água que escoar pelo solo. Esta tem dois caminhos por onde seguir: escoar na superfície ou infiltrar no solo. O escoamento superficial é responsável pelo deslocamento da água para altitudes inferiores, até atingir um corpo d'água formando córregos, lagos, rios e eventualmente atingindo o mar.

c) Infiltração

A infiltração consiste na água que atinge o solo, formando os lençóis d'água. A água subterrânea é responsável pela alimentação dos corpos d'água superficiais, principalmente nos períodos secos. A água infiltrada pode sofrer evaporação, ser utilizada pela vegetação e escoar ao longo da camada superior do solo.

d) Evaporação

A água pode voltar a atmosfera na forma de vapor, depende da temperatura e umidade do ar.

e) Transpiração

As plantas retiram a água do solo pelas raízes. A água é transferida para as folhas e então evapora.

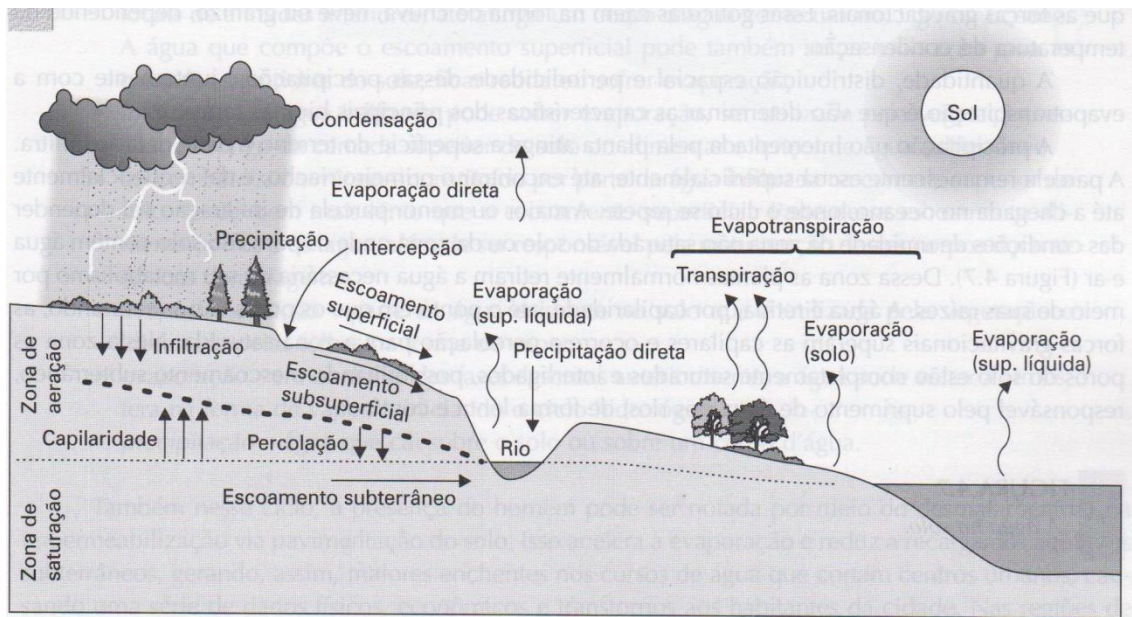


Figura 2: Ciclo Hidrológico da água – (Adaptado de Braga et al., 2002).

As alterações de ocorrência natural e/ou por processos antrópicos tais como modificação da cobertura vegetal, alterações climáticas causadas pelos Gases de Efeito Estufa (GEE), desmatamento, uso incorreto do solo, urbanização, entre outros, podem acarretar mudanças no regime de precipitação, afetando assim a disponibilidade de água.

A água pode ter diversos usos, necessitando de requisitos de qualidade apropriados como mostra a seguir:

- **Abastecimento humano:** este abastecimento de água é considerado prioridade sendo que o Homem depende dele para sobreviver. A qualidade de vida da população está totalmente dependente da água, pois é ela responsável pelo funcionamento apropriado do organismo, higiene pessoal e de objetos e principalmente da alimentação. Água utilizada para esses fins deve ser devidamente tratada apresentando condições sanitárias e toxicológicas adequadas.
- **Abastecimento industrial:** a água que é utilizada na indústria deve ser analisada separadamente por cada tipo de serviço prestado pela mesma. Dependendo esta deverá ter um grau de exigência maior ou menor na qualidade.
- **Irrigação:** a utilização da água para este fim representa o maior uso dos recursos hídricos, sendo responsável por 70 por cento do consumo de água doce no mundo, segundo Braga et al. (2002). A grande problemática da

irrigação para o meio ambiente são as substâncias tais como fertilizantes sintéticos e defensivos agrícolas que podem ser transportados pelas águas superficiais e subterrâneas. A qualidade da água depende do tipo de cultivo que será irrigado.

- Dessedentação de animais: o consumo de água para a dessedentação de animais corresponde ao consumo dos próprios animais e toda a procura associada a sua criação. A qualidade da água é um ponto importante para a saúde e desempenho do animal.
- Preservação da flora e da fauna: é de interesse da sociedade que rios e lagos, independente dos usos que se façam, mantenham-se bem conservados para que haja um equilíbrio ecológico. A água deverá ter uma qualidade compatível para que a flora e fauna sejam preservadas.
- Geração de energia elétrica: os recursos hídricos podem ser aproveitados para fins energéticos tanto para centrais termoelétricas (geração de vapor de água) quanto para barragens, formação de um lago a partir do rio, o que altera grande parte do ecossistema aquático. A qualidade da água neste caso é pouco restritiva.
- Navegação: cargas e passageiros são transportados por via fluvial sendo esta uma opção muito interessante para a área económica. A qualidade da água deverá estar livre de substâncias que agreda os cascos das embarcações e não poderá haver vegetação que atrapalhe a navegação. A mesma não poderá alterar o meio ambiente com o despejo de dejetos e/ou conteúdos poluidores.
- Diluição de despejos: os despejos podem ser domésticos ou industriais e normalmente são lançados aos corpos de água. Dependendo das concentrações o impacto ambiental causado poderá ser grande, para isso a necessidade do adequado tratamento nas estações.
- Aquicultura: a utilização da água para a produção de espécies aquáticas de interesse humano necessita de padrões muito semelhantes aos da preservação da fauna e flora. Um agravante ambiental é a quantidade de rações e outros produtos utilizados para aumentar a produção contaminando a água.
- Recreação: dos múltiplos usos que a água nos oferece, a recreação é um deles, podendo ser realizado através de desportos aquáticos, atividade como navegação, pesca, etc. Para a realização destas atividades a qualidade da água

deverá obedecer a índices aplicáveis e a própria população deverá ficar atenta aos tipos de água utilizados para o lazer.

Alguns fatores, causados pelo próprio Homem, podem contribuir para o desequilíbrio da qualidade de água doce e/ou antecipando a escassez da mesma. O desperdício é um deles, e em alguns países há uma disponibilidade maior da água o que faz com que as pessoas consumam de maneira exagerada sem pensar que este é um bem finito. Aos poucos a população está se conscientizando da necessidade de se economizar e encontrar soluções eficientes para a reutilização de maneira racional.

A poluição é um fator de contaminação dos recursos hídricos e aumenta devido à acumulação de resíduos sólidos próximos aos cursos d'água, por esgotos domésticos lançados diretamente, resíduos tóxicos de fábricas e indústrias, produtos químicos utilizados por agricultores que as chuvas arrastam para o lençol freático, derrames de óleos de navios, etc. Este recurso vem sendo poluído de tal modo que já não é possível consumi-lo no seu estado natural.

A urbanização triplica os fatores de desequilíbrio, já que usam todos os recursos naturais de maneira centralizada sem tempo para que a própria natureza consiga se recuperar. O rápido crescimento e desenvolvimento de produtos como roupas, artigos eletrônicos, automóveis, construções de casas, em fim, bens de consumo material, são projetados para que estes tenham uma vida útil cada vez menor aumentando assim a utilização de recursos naturais, dentre eles a água.

O crescimento demográfico com o aumento da população mundial e urbanização se cruzam quando se diz respeito à ampliação de infra-estrutura principalmente quando se trata de saneamento básico. Grande parcela dos dejetos produzidos pelo Homem são lançados diretamente na água e no solo gerando assim um aumento da poluição.

As mudanças climáticas e as incertezas causadas pelas alterações climáticas também devem ser levadas em consideração. Segundo Anónimo (2007), as mudanças estão sendo observadas em várias regiões, sendo estas na temperatura, mudanças na quantidade de precipitação, aspectos de clima como secas, fortes chuvas e ondas de calor que prejudicam o ciclo hidrológico afetando assim a disponibilidade de água no planeta.

Para Borba e Almeida (2011), o grande desafio deste século é garantir à crescente população, o acesso à água de boa qualidade que, além de escasso, é mal distribuído geograficamente como mostra a figura 3. Provavelmente a água potável será um recurso

bastante disputado nos próximos anos, podendo ser um motivo para futuros conflitos económicos. Os países estão começando a reavaliar o verdadeiro valor da água e sua tática para o desenvolvimento económico e para a sobrevivência da humanidade.

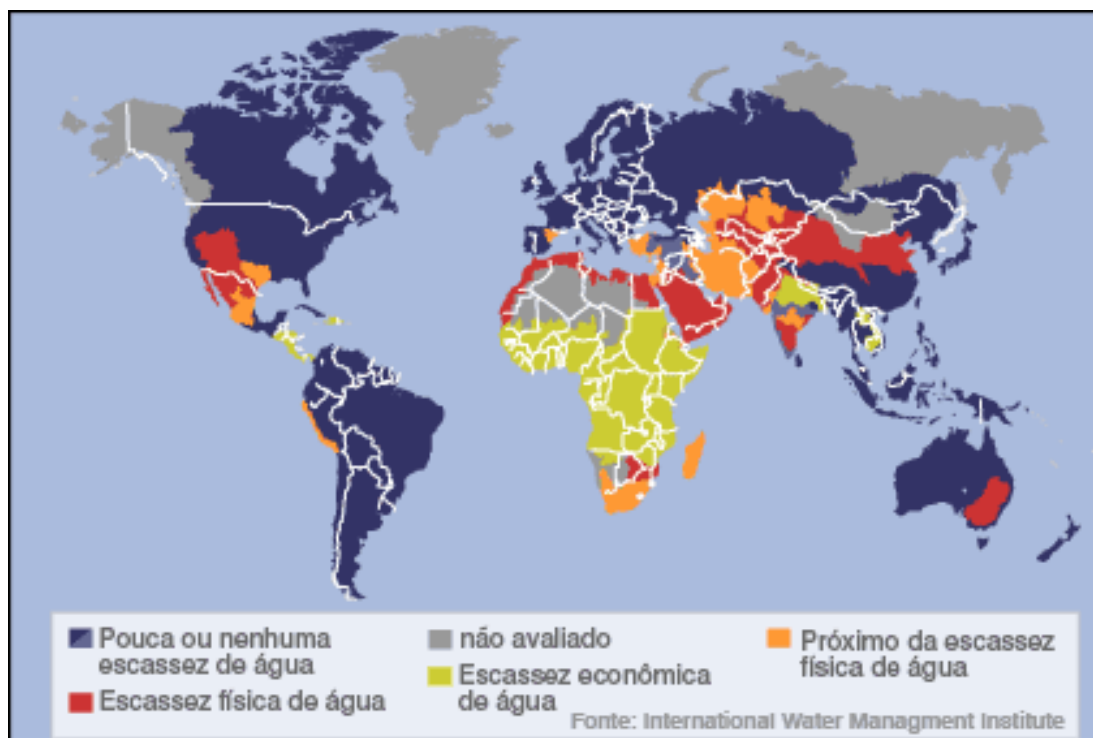


Figura 3: Escassez da água no mundo, (Adaptado de International Water Managment Institute site acedido em 13/08/2012).

Para Clark (2012), a última guerra pela água ocorreu à 4500 anos na Mesopotâmia, mas outros conflitos já tiveram início pela mesma razão. Em 2003 no Sudão, o conflito sangrento de Darfur começou por causa do acesso a uma fonte de água que estava ficando escassa e matou 400 mil africanos. A confusão espalhou-se por toda região e países ao redor. Em 2007 uma disputa pelo direito sobre a água entre os estados americanos do Alabama, Flórida e Geórgia gerou desavenças tendo ficada conhecida pela “guerra pela água”.

A água está distribuída de maneira irregular no planeta. Só o Brasil possui 13,7% de toda água doce do mundo, mas isso não garante a fartura já que a maior parte dessa água está localizada na região amazônica. Para Anónimo (2006), cerca de um quarto da abundância da água doce no mundo encontra-se no Lago Baikal, situada na região escassamente povoada da Sibéria. A América Latina tem 12 vezes mais água por habitante do que a Ásia do Sul. O Brasil e Canadá possuem mais água do que aquela que conseguem consumir. Outros países como o Oriente Médio possuem muito menos do que necessitam. Isso incentiva uma divisão global da água, que infelizmente poderá gerar futuros desentendimentos entre os países, embora o acesso à água limpa seja um direito humano.

Vialli (2011) ressalta que a falta de água é uma das grandes fragilidades de alguns países e para isso soluções estão sendo encontradas, como a captação e reutilização da água da chuva em condomínios residenciais e comerciais. A água da chuva é armazenada em caixas d'água e passa por equipamentos que fazem a separação do líquido dos resíduos sólidos, folhas e detritos. Após, dependendo do uso que será dado à água esta passa por tratamentos adequados para cada finalidade. Outra opção encontrada é realizar a dessalinização da água do mar, mas ainda não há em todos os países uma legislação que se adapte a esse novo cenário.

No âmbito europeu, segundo Anónimo (2012a), a água proveniente da agricultura, produção de energia, indústria e abastecimento público são importantes para todo o ecossistema, sendo todos concorrentes para o uso desse recurso limitado. Devido às alterações climáticas esse recurso está se tornando cada vez mais escasso, sendo importante a Europa reduzir a utilização da água através do uso mais eficiente para o benefício de todos os usuários. A escassez da água pode prejudicar a indústria e agricultura que são dependentes economicamente da mesma.

Atualmente há utensílios cada vez mais sensíveis e precisos para fazerem medições de consumo e uso da água evitando assim o desperdício, propiciando uma utilização dentro do necessário para a sobrevivência do Homem, a partir da definição e dos baseamentos do desenvolvimento sustentável. Pensando nisso, alguns países já estão criando novas soluções, realizando trabalhos para que possa ter um balanço dos fluxos de entrada e saída de água. Na figura seguinte apresenta-se um gráfico que ilustra a disponibilidade de água *per capita* nos principais países da Europa.

Apesar de não ter graves problemas com a escassez de água no país como mostra a figura 4, Portugal está numa classificação média levando em consideração o escoamento proveniente de outros países (Espanha). Para Almeida et al. (2006) o país pode sofrer com situações críticas de secas sazonais ou localizadas. - Estas situações podem ocorrer com carácter quantitativo, resultante em períodos de falta de água ou com carácter qualitativo com a redução da qualidade resultante, por exemplo, de poluição.

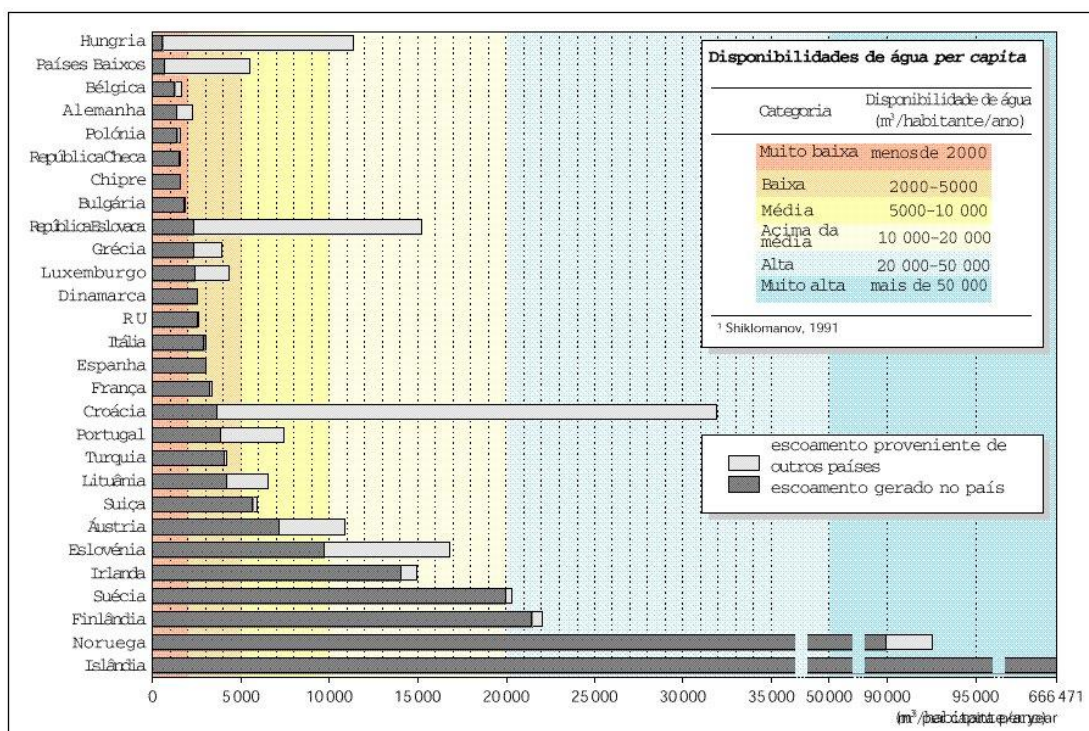


Figura 4: Disponibilidade de água per capita na Europa – (Adaptado de Eurostat, site acedido em 13/08/2012).

Segundo o Instituto da Água - INAG (site acedido em 14/08/2012), o volume total de água, Portugal Continental consome cerca de 8% no setor urbano, 5% no setor industrial e 87% no setor agrícola (figura 5).

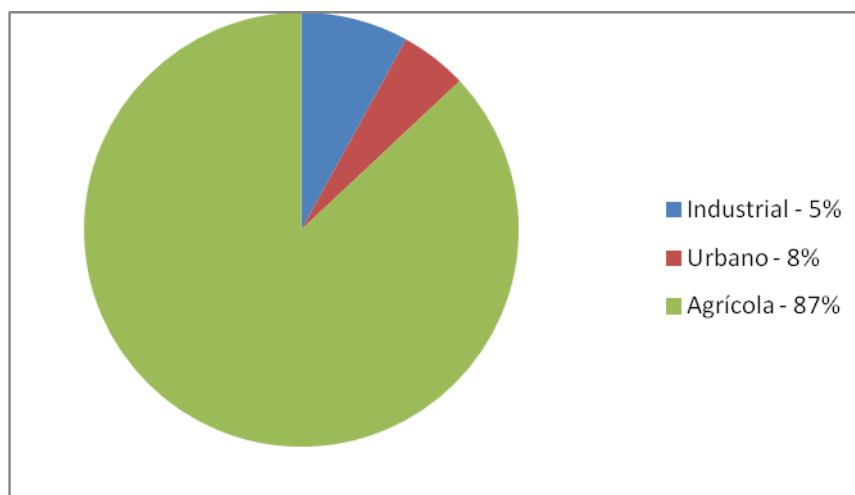


Figura 5 - Distribuição do consumo em volume pelos setores urbano, agrícola e industrial em Portugal Continental (Adaptado de Almeida et al., 2006).

De acordo com a Associação Portuguesa de Distribuição e Drenagem de Águas – APDA (site acedido em 14/08/2012) os consumos urbanos distribuem-se por consumos domésticos, industrial, de serviços (comércio) e outros (consumo público) em cerca de respectivamente, 64%, 14%, 13% e 9%. O predomínio da componente doméstica e os pesos relativos dos outros



setores são idênticos em todas as regiões do país (figura 6). Em termos de distribuição especial, observa-se que cerca de 34% do consumo urbano ocorre na região de Lisboa e Vale do Tejo como mostra a figura 7 a seguir:

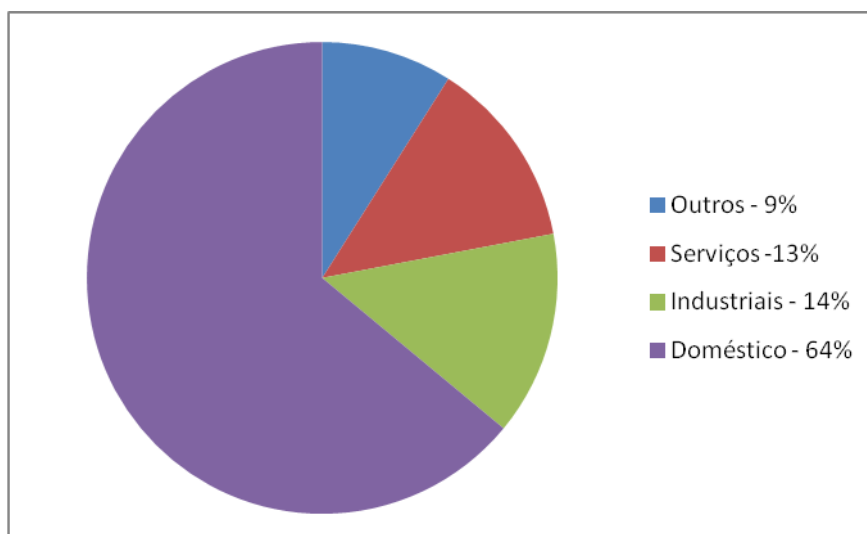


Figura 6 – Distribuição do consumo urbano em Portugal (Adaptado de Almeida et al., 2006)

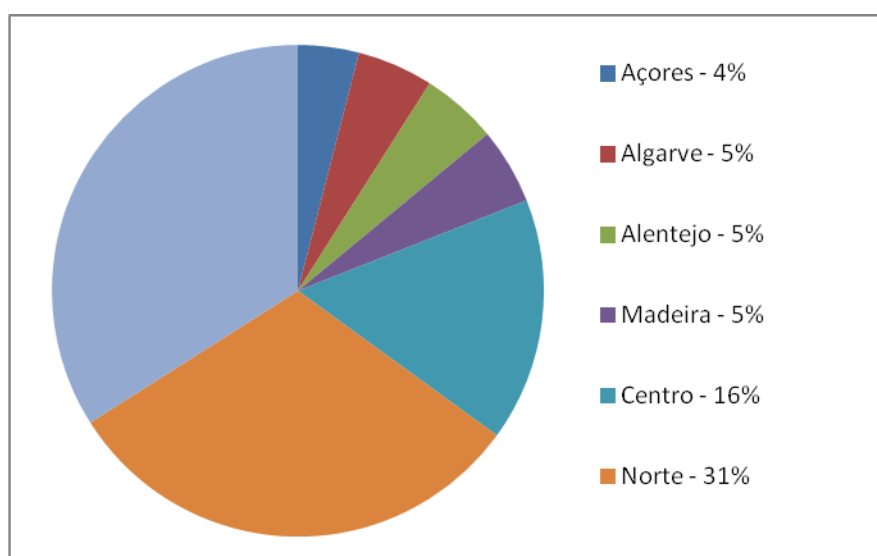


Figura 7 – Distribuição do consumo urbano de água por regiões de Portugal (Adaptado de Almeida et al., 2006).

Se forem consideradas as perdas nos sistemas de abastecimento, e não incluindo a componente industrial, as vazões fornecidas nos sistemas de abastecimento públicos a usos que se poderão designar estritamente urbanos, destinam-se, em média, em 45%, 9% e 6%, a consumos domésticos, comerciais e públicos, estando os 40% remanescentes associados a perdas (figura 8).



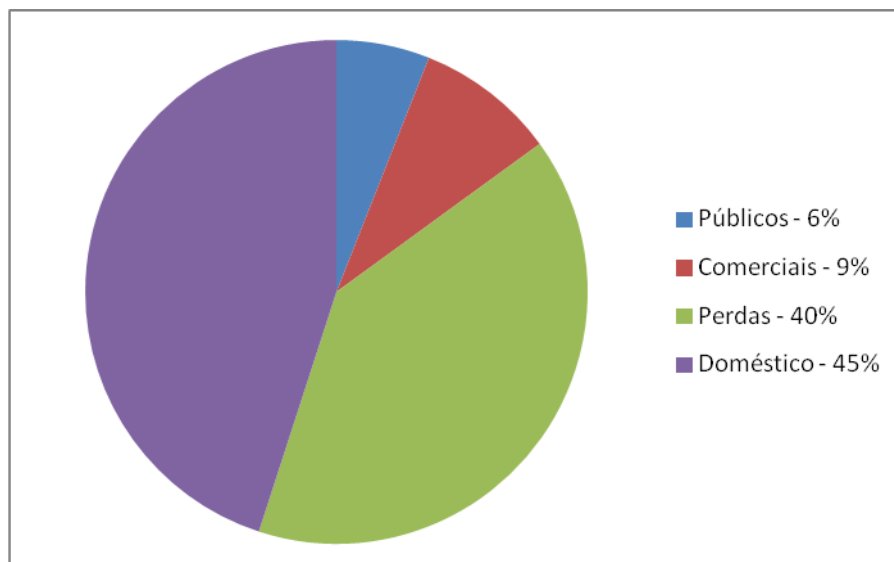


Figura 8 – Distribuição dos usos estritamente urbanos e perdas de Portugal (Adaptado de Almeida et al., 2006).

O município de Lisboa em 2004 apresentou a Matriz da Água (Branco et al., 2006), um projeto realizado pela Lisboa E-nova (Agência Municipal de Energia e Ambiente de Lisboa), com co-participação com a CML, (Câmara Municipal de Lisboa), EPAL (Empresa Portuguesa das Águas Livres), INAG (Instituto da Água), IRAR (Instituto Regulador de Águas e Resíduos) e SIMTEJO (Saneamento Integrado dos Municípios do Tejo e Trancão), onde foram caracterizados a entrada, consumo e destino final da água do município de Lisboa através de informações estatísticas de diferentes origens.

Segundo Branco et al. (2006) a Matriz da Água é uma ferramenta utilizada para “apresentar os dados disponíveis sobre os fluxos de água que entram e saem da cidade, desagregando, sempre que possível, por tipo de utilizador e tipo de utilização. Através da interpretação dessa Matriz é possível definir a prioridade das ações que conduzam a gestão mais eficiente da água, antecipando aos respectivos impactos, contribuindo para melhorar e desempenho energético-ambiental”.

Para a construção da Matriz foram avaliados os seguintes dados:

- A entrada da água potável na cidade de Lisboa;
- A entrega de água potável de municípios limítrofes;
- A precipitação no município de Lisboa;
- A água consumida na cidade de Lisboa, separada por tipo de utilização;

- Destino final dos efluentes;
- A entrada de águas provenientes dos municípios limítrofes.

A Matriz da água apresentada apontou o comportamento do município de Lisboa em relação aos recursos hídricos para o ano de 2004 . O consumo de água total para o Município de Lisboa no ano de 2004, segundo Branco et al. (2006) foi de 74,5 milhões de m<sup>3</sup> e um consumo anual urbano *per capita* de 367 l/hab.dia sendo superior à média de Portugal Continental e da Europa (Branco et al.,2006). Verificou-se que a água que abastece a cidade de Lisboa é consumida, em 14% pela Câmara Municipal de Lisboa, seguido do consumo empresarial com 22%, representando o uso doméstico 49% do total. Dentre os usos domésticos, as instalações sanitárias têm o maior volume de água gasto, correspondente ao banho (49%), descargas sanitárias (22%) e por último as torneiras (8%). Já no uso empresarial a restauração e hotelaria (12%), os escritórios (9%) e instituições e órgãos públicos (8%). Grande parte da água residual da cidade de Lisboa é tratada. O sistema atualmente trata 59 milhões de m<sup>3</sup>.

A Câmara Municipal de Lisboa tem um gasto maior da água para a rega dos jardins (55%) e lavagens de ruas (22%).

Como descrito anteriormente o maior gasto da Câmara Municipal de Lisboa corresponde à utilização de água para a Rega de Jardins (abrangendo viveiros, parques florestais, lagos e bocas de rega). Neste contexto, o presente trabalho que aqui se apresenta analisa, identifica e classifica os maiores consumidores de água da CML através de dados de contadores manuais e de telecontagem. Foi realizado um comparativo entre o Jardim do Príncipe Real e o Jardim da Estrela com relação à rega e a precipitação local. Assim o objetivo final é de propor medidas de melhoria para uma utilização mais eficiente e sustentável da água.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Obtenção dos dados

A área de estudo escolhida para elaboração do trabalho foi a cidade de Lisboa e o tema proposto surgiu de uma parceria com a Lisboa E-Nova onde foi executado um trabalho conjunto de coordenação e orientação através de um estágio realizado na própria empresa.

A Lisboa E-Nova contribui na gestão ambiental da cidade de Lisboa no âmbito energético, planeamento, construção e mobilidade sustentável.

Para além do apoio da Lisboa E-Nova, foi necessária a cooperação de alguns órgãos e empresas, tais como a Câmara Municipal de Lisboa (CML) e a Empresa Portuguesa das Águas Livres (EPAL) que tem a responsabilidade de gerir o sistema de captação, tratamento, transporte e abastecimento de água de aproximadamente 2,8 milhões de pessoas em 34 Municípios da Grande Lisboa.

Para dar início a atividade proposta foi requerido à EPAL dados dos consumos de água de todos os contadores manuais e de telecontagem da CML dos anos de 2006 até o primeiro trimestre de 2012.

A diferença entre contadores manuais e telecontagem é a forma da leitura local. A primeira é efetuada por meios humanos enquanto a segunda passa a ser substituída por uma leitura através de equipamentos que se comunicam com os contadores de água e enviam a respectiva informação para um computador central de 15 em 15 minutos.

Os dados recebidos da EPAL dos contadores de contagem manual estão identificados nas tabelas pelo código do cliente e por endereços completos e/ou incompletos. As informações de consumos da água estão divididas pelo consumo mensal e ao final de cada tabela é dado o consumo total anual.

Os dados apresentam um total de 2.532 contadores manuais e dentre eles apenas 103 são de telecontagem. Estes foram agrupados e classificados através da base de dados da EPAL e/ou por profissionais da CML como:

- ✓ Residencial
- ✓ Edifícios/Comercial
- ✓ Jardins

- ✓ Limpeza Urbana
- ✓ Piscinas
- ✓ Aterro Sanitário/Reciclagem
- ✓ Serviços Comuns
- ✓ Escolas/Cantinas/Creches
- ✓ Sanitários/Balneários
- ✓ Mercados
- ✓ Bebedouro/Chafariz/Fonte/Lago
- ✓ Cemitério
- ✓ Pavilhão/Depósitos/Armazéns
- ✓ Bombeiros
- ✓ Viveiros/Canil/Gatil
- ✓ Casa do lixo
- ✓ Complexo Esportivo
- ✓ Museu/Biblioteca/Palácio/Teatro/Feiras/Casa do Guarda
- ✓ Centro de Saúde
- ✓ Cave
- ✓ Estacionamento
- ✓ Instalação Pessoal
- ✓ Outros
- ✓ Sem classificação

Procedeu-se à classificação através de uma grelha que poderá ser modificada para cada estudo específico e foi também criado um conjunto de gráficos que nos permite caracterizar o consumo da CML.

Em termos metodológicos, os dados foram tratados para sistematizar em consumos totais anuais verificando a classificação acima e se havia ou não telecontagem. Posteriormente foram escolhidos entre os maiores consumidores, dois jardins, o Jardim da Estrela e o Jardim do Príncipe Real para avaliar os consumos de água, elaborando assim um comparativo entre eles.

## 2.2 Caracterização da Área de Estudo

### 2.2.1 Lisboa

A cidade de Lisboa é a capital de Portugal sendo considerada a maior e mais importante do país. Localiza-se na margem direita do Rio Tejo, junto à foz. O município de Lisboa abrange uma área de 84 km<sup>2</sup> tendo uma população residente atual de 545 254 habitantes (Censos 2011, INE site acedido em 24/08/2012). A zona da Grande Lisboa ocupa cerca de 2750 km<sup>2</sup> e tem 2,1 milhões de habitantes, grande parte dos quais, deslocam-se diariamente para o centro da cidade.



Figura 9 – Macro e microlocalização da cidade de Lisboa (Mapas de Portugal, site acedido em 18/06/2012).

A cidade de Lisboa está subdividida em 53 freguesias sendo agrupadas para efeitos administrativos em quatro áreas. O município é considerado o mais rico de Portugal com um Produto Interno Bruto (PIB) per capital superior a média europeia e tem uma economia baseada em serviços. O Porto de Lisboa é o mais ativo da Costa Atlântica Europeia. É considerado o segundo centro financeiro e econômico mais importante da Península Ibérica, apenas atrás de Madrid (Memória Portuguesa, site acedido em 22/06/2012).

Segundo Alcoforado et al. (2005), a cidade de Lisboa tem um clima de tipo mediterrâneo caracterizado por um verão quente e seco e pela maior concentração de precipitação entre Outubro e Abril. O clima da região de Lisboa depende de fatores geográficos regionais como latitude e a proximidade do Oceano Atlântico o que dá a região um clima ameno com temperatura máxima média em Julho de 27.4°C e média mínima em Janeiro de 8.2°C. Tem um regime de ventos marcado por uma elevada frequência de Norte e Noroeste.

De acordo com Anónimo (2012b), a vegetação do município de Lisboa predominante é o carvalhal da zona quente úmida (cabeços, arribas e encostas) e, no sistema úmido, a da associação ribeirinha dos aluviões e talvegues (galerias e margens ripícolas)

O clima da região e o excesso de água permitem que muitas espécies exóticas existentes nas ruas, avenidas, fazendas tradicionais e jardins públicos sejam consideradas características da cidade e muitas outras espécies também exóticas como “pioneiras” da recuperação da cobertura vegetal. A vegetação natural encontra-se na forma de matas, matos e campos planos (Anónimo, 2012b).

As principais bacias hidrográficas que fazem parte da cidade de Lisboa e deságuam no Rio Tejo são: Alcântara, Chelas, Beirolas, Algés, Terreiro do Paço, Frielas/Loures e Alfragide/Algés (Anónimo, 2010).

A rede de distribuição de água em Lisboa é formada por 1.429 km de condutas mais de 83.395 ramais, 13 reservatórios e 10 estações elevatórias. Em 2010, o volume total de água fornecida pela rede de distribuição do município foi de 58.671.774 m<sup>3</sup> (160.744 m<sup>3</sup>dia<sup>-1</sup>). A rede de distribuição é bastante complexa devido às características topográficas da cidade.

Os espaços verdes compreendem todos os espaços urbanos onde existem espécies vegetais. Estes têm funções ecológicas, e grande importância no sistema natural, como vegetação, património paisagístico, circulação hídrica e climática, etc. O principal objetivo dos espaços verdes é o controle significativo na qualidade do ar, o recreio e o lazer. Estes podem ser públicos ou privados e assumem uma grande importância nas políticas regionais e municipais. Podemos encontrar em Lisboa: jardins, matas, parques, fazendas, hortas, tapadas, jardins botânicos e árvores de alinhamento. Por toda a cidade é possível encontrar diversos jardins que apresentam características diferentes com uma quantidade variada de espécies vegetais, muitas delas exóticas. A utilização do termo jardim e/ou parque depende particularmente da dimensão e do número potencial de usuários (Santana et al., 2010).

### 2.2.2 Jardim da Estrela

O Jardim Guerra Junqueiro mais conhecido como Jardim da Estrela foi criado em meados do século XIX em frente à Basílica da Estrela em Lisboa na freguesia da Lapa. Tem uma área total de 46.915 m<sup>2</sup> e aproximadamente 45.319 m<sup>2</sup> de área verde. Foram excluídos apenas os edifícios contam ainda com alguns caminhos de pavimento (anexo I). Fotos do parque são possíveis visualizar nas figuras 10, 11 e 12.

O Jardim da Estrela é designado com a tipologia de Jardim Principal (anexo II), sendo este utilizado ao nível da cidade ou do bairro. É considerado espaço de referência na cidade (patrimônio arquitetônico, artístico ou vegetal, miradouro).

É um espaço único da cidade pelo conjunto que o protagoniza. É um jardim fechado por uma grade de ferro com portões que permitem a entrada por quatro lados. Uma das peças notáveis desse jardim é um coreto central, em ferro forjado. A construção do jardim teve início em 30 de Setembro de 1842 sendo inaugurado dia 03 de Abril de 1952.

No parque há quatro lagos (figura 13, 14, 15) e a rega é realizada de forma automática através do sistema de aspersão (figura 16). O sistema é diferenciado dos outros jardins já que o tipo de vegetação arbórea permite que haja uma frequência menor da rega. O consumo da água acontece através de contadores manuais.

No jardim há instalações sanitárias (figura 17), casa de ferramentas, lago, mirante, coreto, jardim de infância, centro de dia, biblioteca, café com esplanada, parque infantil e poliesportivo informal. O jardim foi construído ao estilo inglês de inspiração romântica. Possui um riquíssimo patrimônio vegetal.

As intervenções mais significativas nos últimos três anos foram as seguintes: plantação de 48 árvores (em 1931 parque possuía 838 árvores com 32 espécies diferentes), substituição de toda a rede de coletores de águas pluviais, pavimentação de todo o jardim, substituição das valetas, colocação de novas sarjetas em ferro trabalhado, 200 bancos ripados em madeira e 125 papeleiras.



Figura 10: Jardim da Estrela.



Figura 11: Jardim da Estrela.



Figura 12: Jardim da Estrela.



Figura 13: Lago artificial do Jardim da Estrela.



Figura 14: Entrada de água do lago.



Figura 15: Saída de água do lago.





Figura 16: Sistema de rega por aspersão automático.



Figura 17: Instalações sanitárias.

### 2.2.3 Jardim do Príncipe Real

O Jardim do Príncipe Real, fica localizado próximo ao Bairro Alto na freguesia Mercês e foi construído em meados do século XIX. Tem uma área total de 11.578 m<sup>2</sup>, com uma área verde de 11.303 m<sup>2</sup>(anexo III).

Foi concebido segundo o gosto romântico inglês e organizado à volta de um lago octogonal com repuxo. Nele se destacam várias espécies arbóreas salientando o enorme cedro-de- Buçaco, o ex-libris da praça com 20 metros de diâmetro. Possui canteiros de recorte simétrico com plantas e flores multicolores e pequenos arbustos. Oficialmente designado Jardim França Borges em 1915 quando ali colocaram um busto dedicado a este jornalista republicano. A área possui um parque infantil, estatuária, restaurante com esplanada, bebedouro, um lago central e instalações sanitárias para animais como mostram as figuras 18, 19, 20. Existem ainda três quiosques dois dos quais com utilização esporádica e outro com serviço de cafeteria. No subsolo do jardim encontra-se Reservatório de Água da Patriarcal construído entre 1860 e 1864 que faz parte do Museu de Água da EPAL.

A tipologia do Jardim do Príncipe Real também é considerada Jardim Principal (anexo II). É utilizado ao nível da cidade ou do bairro sendo espaço de referência na cidade (patrimônio arquitetônico, artístico ou vegetal, miradouro).

O jardim foi requalificado há aproximadamente dois anos e foi realizada uma alteração de espécies e uma reparação dos espaços verdes e de pavimentação. No parque há uma lagoa artificial (figura 21) e a rega é automática com dois sistemas, de aspersão (figura 22) e o de gota a gota (figura 23). Independente de condições climáticas a rega é contínua já que não há

sensores de chuva. Os consumos de água são verificados através da telecontagem. As regas normalmente são feitas no período da madrugada.



Figura 18: Jardim do Príncipe Real.



Figura 19: Jardim do Príncipe Real.



Figura 20: Jardim do Príncipe Real.



Figura 21: Lago Artificial do Príncipe Real.



Figura 22: Sistema de rega por aspersão automático.



Figura 23: Sistema de rega gota-a-gota.

### **2.3 Análise dos dados**

Para que se pudesse realizar um comparativo entre o Jardim da Estrela e o Jardim do Príncipe Real foram feitas três análises estatísticas.

Para verificar a percentagem de contadores em relação à percentagem do consumo total de água foi realizada a análise ABC. A análise de variância de dois fatores (ANOVA) considerou as épocas do ano (Primavera, Verão, Outono e Inverno) e os jardins, verificando se há diferenças significativas entre os consumos de acordo com a época do ano e diferenças de consumo entre os jardins. Por último a análise de correlação entre o caudal de rega e a precipitação.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Classificação dos consumos de água da Câmara Municipal de Lisboa

Os consumos de água da CML estão classificados de acordo com o descrito anteriormente. Dos 2.532 contadores, 969 são representados pelos jardins indicando 38,27% desse consumo, sendo este o maior consumidor como mostra a figura 24. Já as escolas estão em segundo com apenas 5,3% de consumo de água.

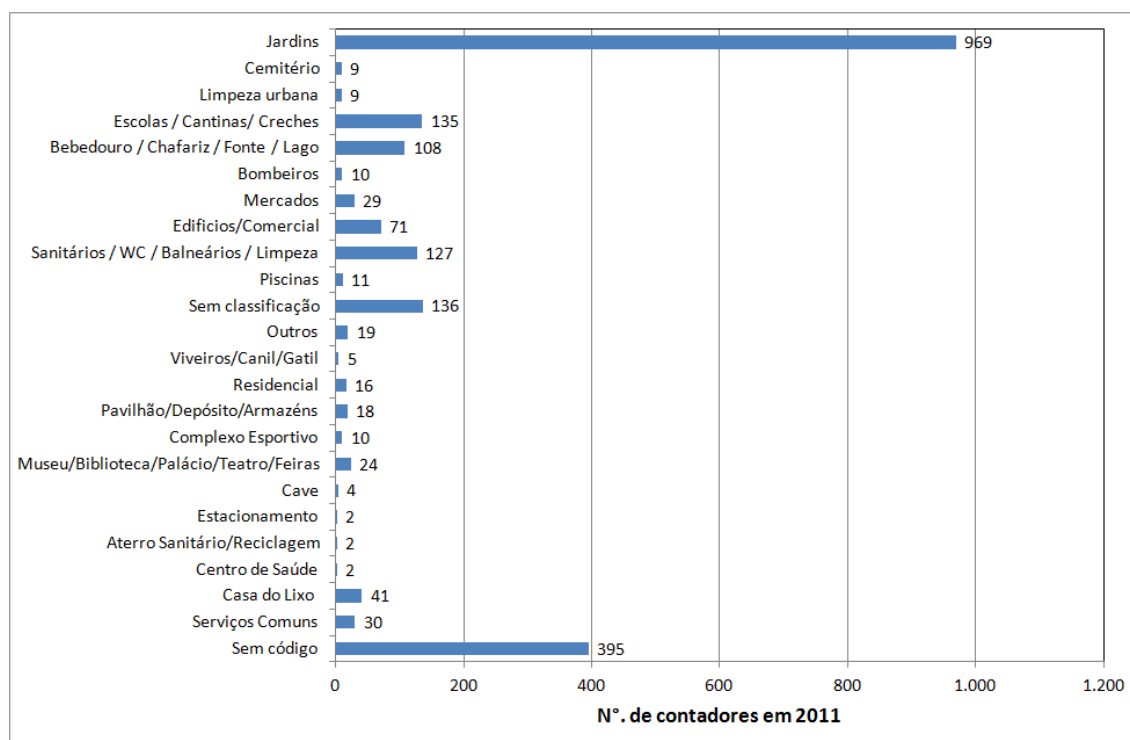


Figura 24: Número de contadores de abastecimento de água da Câmara Municipal de Lisboa, em 2011.

Na figura 25 é possível verificar os gastos de consumo anual ( $m^3$ ) do ano de 2011 com a classificação correspondente.



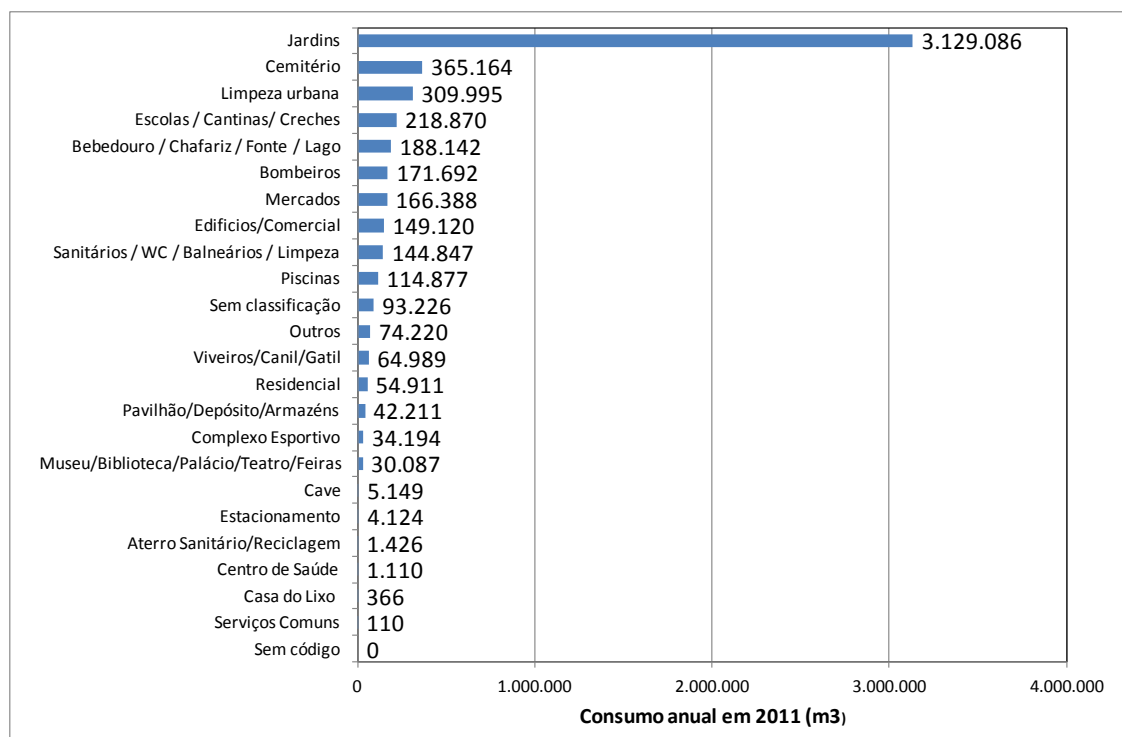


Figura 25: Gasto de água anual (m³) dos consumidores da Câmara Municipal de Lisboa de 2011.

### 3.2 Os dez maiores consumidores

Os dez maiores consumidores podem ser visualizados na tabela 1. Foram utilizados dados de 2011, sendo estes os últimos dados anuais completos.

Tabela 1: Consumo dos dez maiores consumidores de água da CML para ano de 2011.

Classificação	Endereço	Consumo m³(2011)
Jardim Eduardo VII	Parque Eduardo VII	366591
Jardim do Campo Grande	Campo Grande	365950
Cemitério	Rua Cemitério de Carnide	183343
Jardim Campo Mártires da Pátria	Campo Mártires da Pátria	131564
Bombeiros/Refeitórios	Parque Florestal do Monsanto	127967
Jardim da Praça do Império	Praça do Império	125496
Jardim da Estrela	Rua da Estrela	101602
Parque Municipal de Campismo	Estrada da Circunvalação Boavista	85599
Jardim Parque Eduardo VII	Rua Marquês da Fronteira	84157
Lavagens de Rua	Avenida Cor. Eduardo Galhardo	81528

### 3.3 Evolução do consumo anual

Através da figura 26 é possível verificar a evolução do consumo anual. Este está dividido pelas classificações dos maiores consumidores. Observamos que os consumos têm pequenas variações ao longo dos anos. Em 2007 foi o ano de maior consumo chegando quase a sete milhões de m<sup>3</sup> de água.

Ao analisar o gráfico seguinte é possível visualizar uma redução de quase 50% no gasto de água com a limpeza urbana do ano de 2007 para o ano de 2011 e isso se dá devido à iniciação do projeto de reutilização de águas residuais que foi aplicado para este serviço.

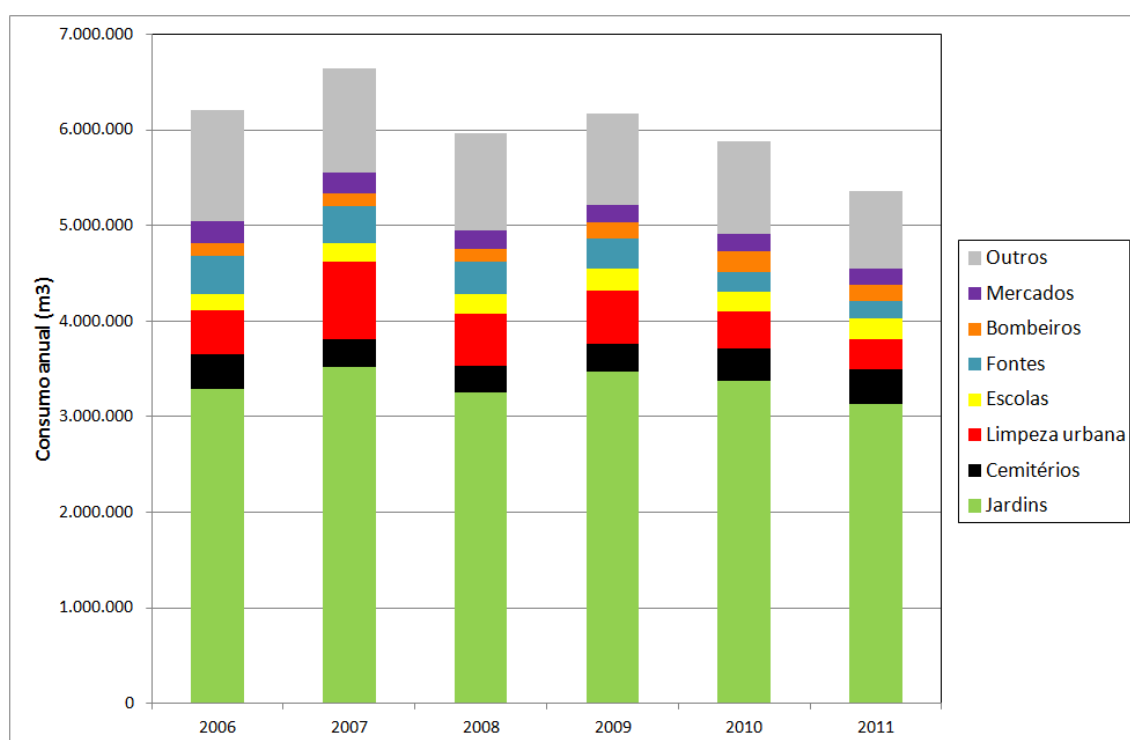


Figura 26: Evolução do gasto anual (m<sup>3</sup>) dos consumidores da Câmara Municipal de Lisboa do ano de 2006 até 2011.

### 3.4 Contadores de Telecontagem

Como descrito anteriormente os contadores de telecontagem totalizam 103 unidades (figura 27). A telecontagem teve início em 2006 e em 2011 já representavam 27% do total.

Ao examinar os dados foi possível verificar que deste total de 103 contadores de telecontagem 43 estão instalados nos jardins, 12 nas escolas, cantinas e creches, oito em

mercados e sete em piscinas. O restante está bem distribuído nas classificações menos significativas. A figura 28 representa o consumo anual com e sem telecontagem da CML.

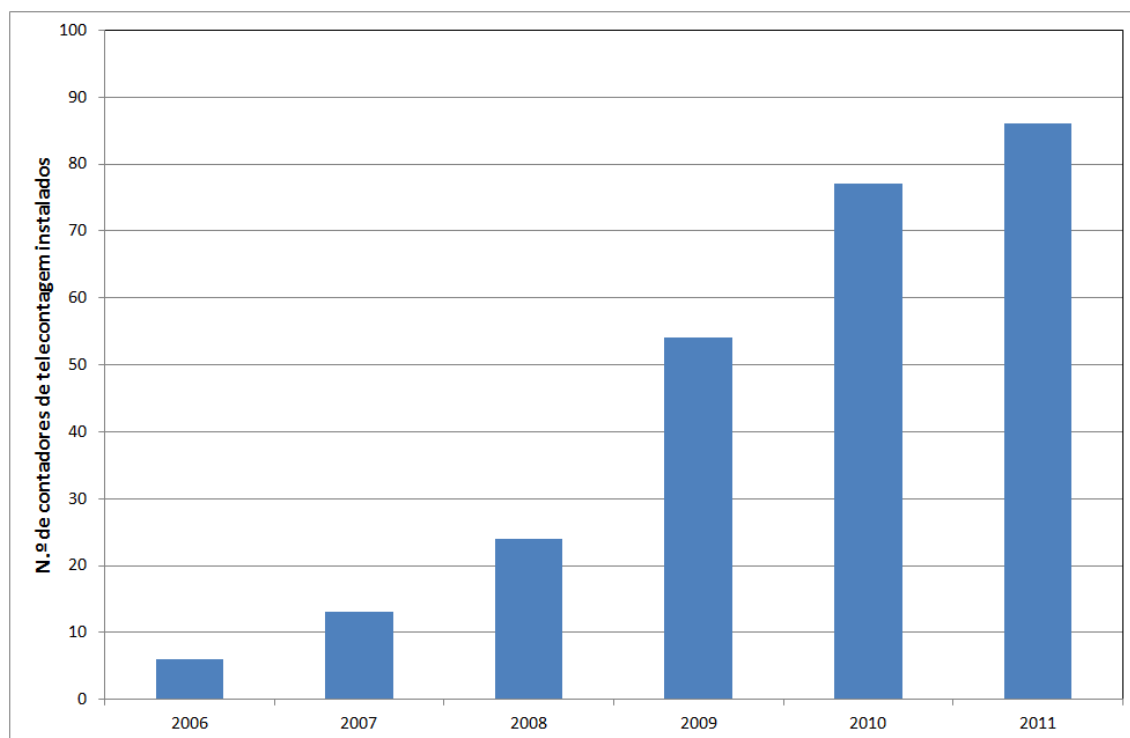


Figura 27: Número total de contadores de telecontagem instalados da Câmara Municipal de Lisboa entre 2006 a 2011.

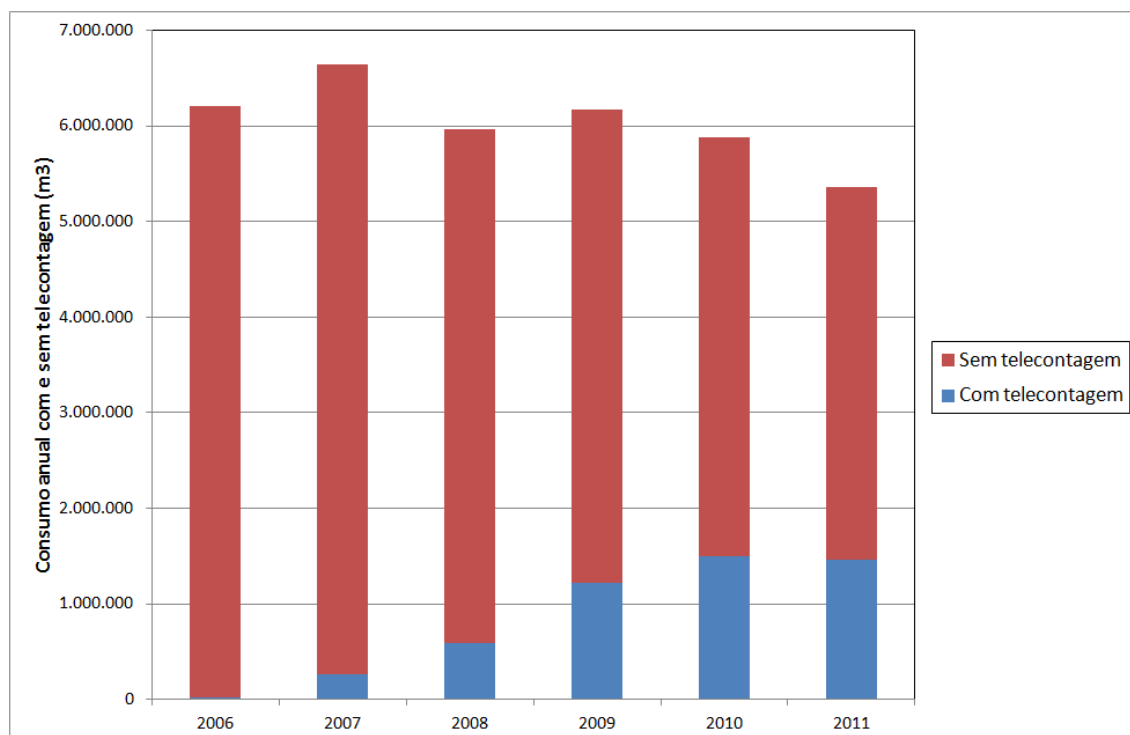


Figura 28: Consumo anual (m³) com e sem telecontagem (manuais) da Câmara Municipal de Lisboa de 2006 até 2011.

### 3.5 Análise ABC

A análise ABC trata-se de uma classificação estatística que, neste caso, permitiu verificar a percentagem dos contadores em relação à percentagem do consumo total de água. Desta forma, foi possível verificar que 10% dos contadores representam 85% do consumo total de água da Câmara Municipal de Lisboa como mostra na figura 29.

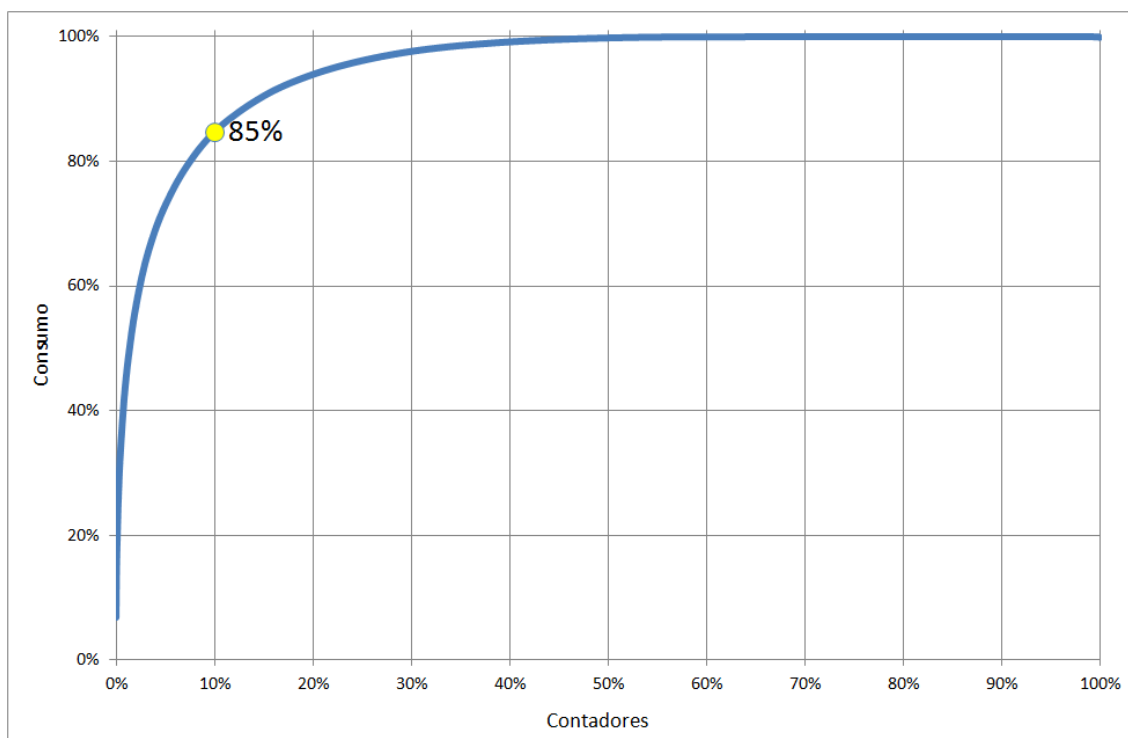


Figura 29: Análise ABC: Contadores vs. Consumo do 2011.

### 3.6 Comparativo dos consumos indicados nos contadores manuais e telecontagem dos Jardins da Estrela e Príncipe Real

Analisando os contadores dos anos de 2006 a 2011 no Jardim da Estrela é possível verificar que, a partir de 2007, ano de maior consumo (aprox. 180.000 m<sup>3</sup>), houve um declínio considerável na quantidade de água utilizada para a rega. Em 2011, foram utilizados cerca de 100.000 m<sup>3</sup>, ou seja, uma economia de aproximadamente 45% (figura 30). Já no Jardim do Príncipe Real houve um aumento significativo entre os anos de 2006 (aprox. 3.600 m<sup>3</sup>) e 2008 (aprox. 11.800 m<sup>3</sup>), sendo o ano de 2009 o ano de maior consumo (figura 31). O Jardim da Estrela é o 7º maior consumidor da cidade de Lisboa e o Jardim do Príncipe Real se encontra na posição 109º. Os jardins têm aproximadamente um gasto anual de regas de: 2.5 m<sup>3</sup>/ano. m<sup>2</sup> (Jardim da Estrela) e 1 m<sup>3</sup>ano<sup>-1</sup>. m<sup>2</sup> (Príncipe Real)



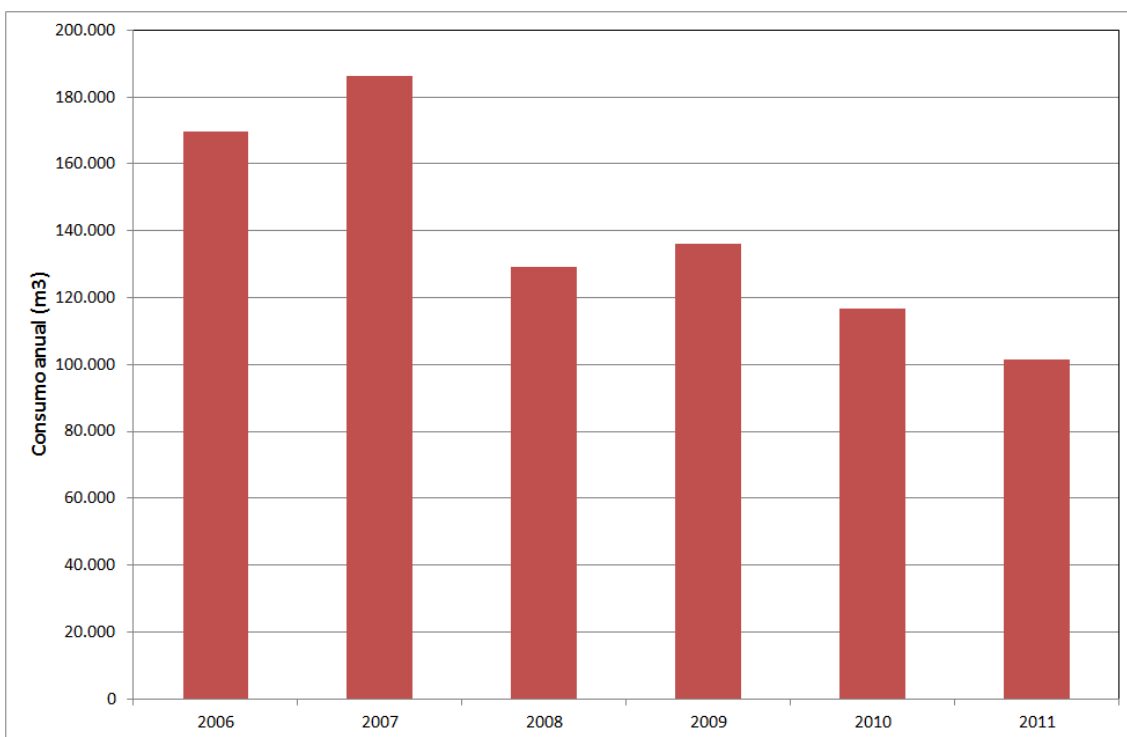


Figura 30: Contadores manuais do Jardim da Estrela de 2006 a 2011.

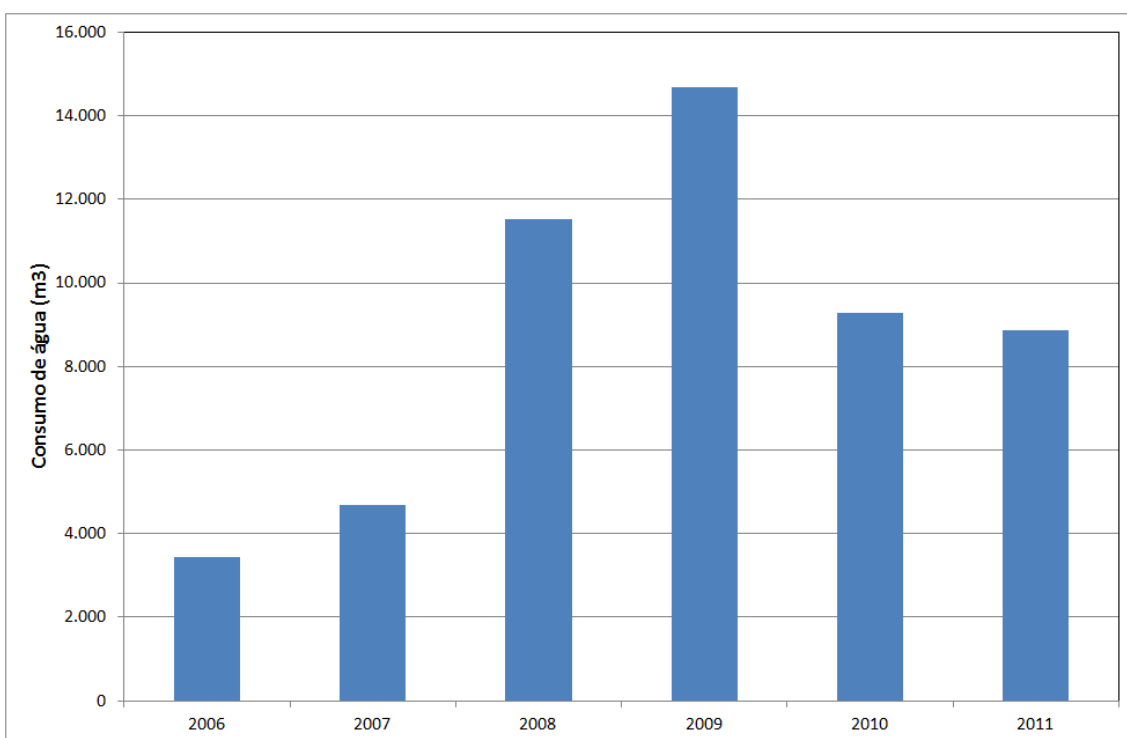


Figura 31: Contadores manuais do Jardim do Príncipe Real de 2006 a 2011.

Ao realizar um comparativo dos dois Jardins com os consumos anuais de água por m<sup>2</sup> de coberto vegetal, foi possível notar que há muitas variações de consumo sendo o Jardim da Estrela o maior consumidor como mostra a figura 32.

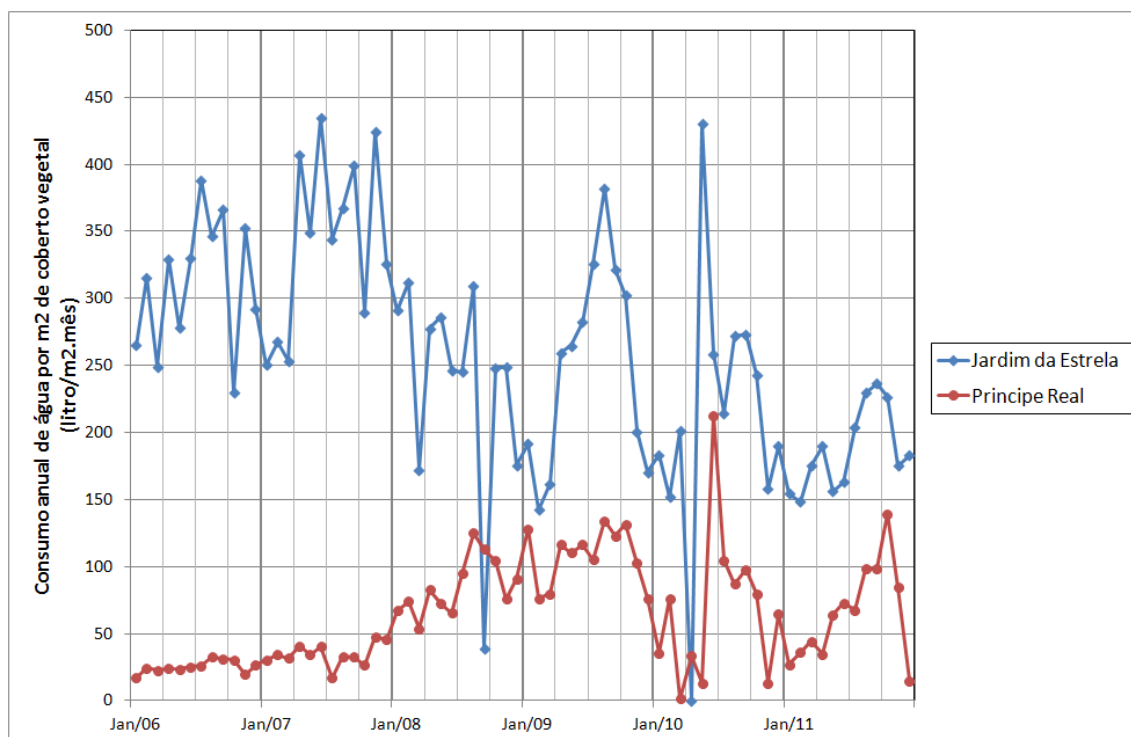


Figura 32: Comparativo do consumo anual de água por m<sup>2</sup> de coberto vegetal do Jardim da Estrela e do Jardim do Príncipe Real do ano de 2006 até 2011.

Ao realizar uma análise de variância de dois fatores considerando as épocas do ano (Primavera, Verão, Outono e Inverno) e os jardins (Príncipe Real ou Estrela) foi possível constatar que não há diferenças significativas entre consumos de acordo com a época do ano ( $F=2.2$ ,  $p\text{-value} > 0.05$ ) e há diferenças de consumo entre jardins ( $F=157,6$ ;  $p\text{-value}<0.05$ ). (figura 33).

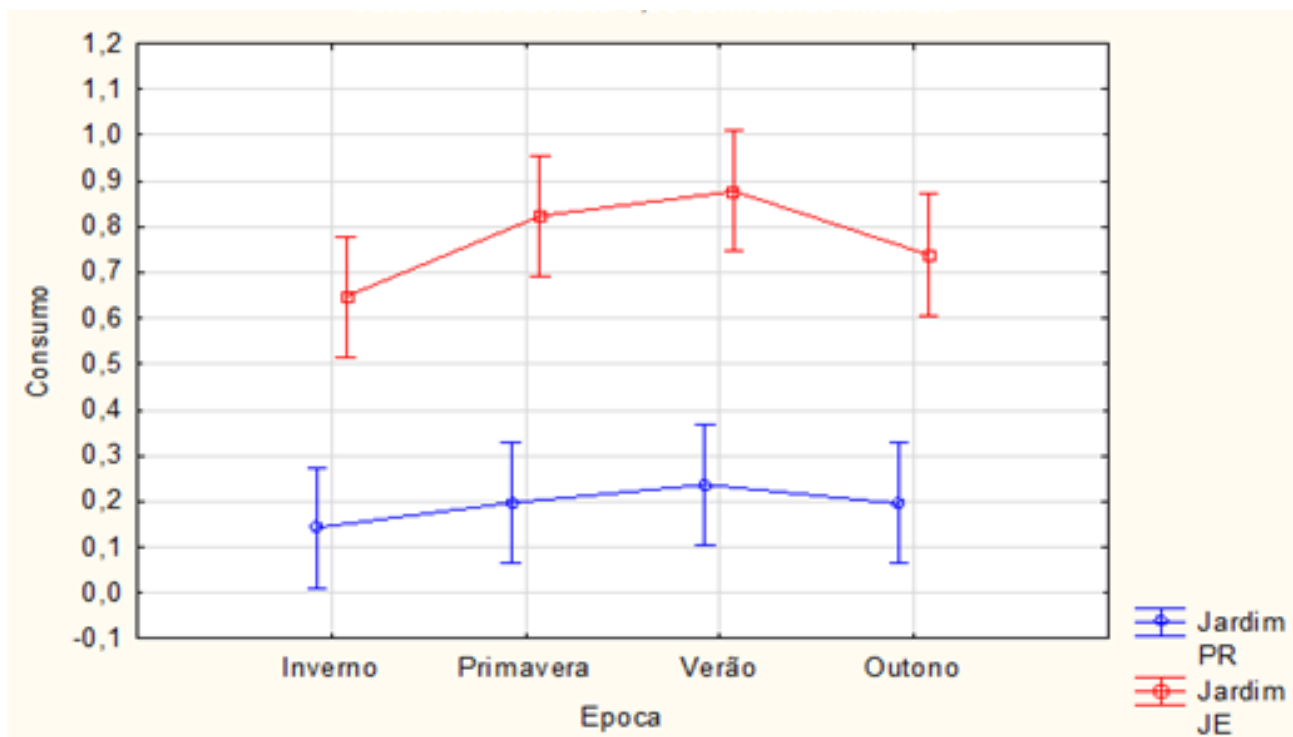


Figura 33: Análise de variância de dois fatores: época do ano e o Jardim do Príncipe Real e Jardim da Estrela.

### 3.7 Relação do consumo de rega e precipitação do Príncipe Real

Só no caso do Jardim do Príncipe Real que já utiliza a telecontagem foi possível elaborar uma análise mais detalhada realizando um comparativo com o caudal de rega e com a precipitação para os anos 2006 até 2011. No ano de 2006, pode-se verificar que manteve-se uma rega constante durante todo o ano mesmo com picos altos de precipitação no inverno e no outono e períodos secos na primavera e no verão. Já em 2011 existiu um equilíbrio entre quantidade de chuva e caudal de rega (figura 34).

Ao realizarmos uma análise de correlação entre o caudal de rega e a precipitação foi possível verificar que esta não é significativa. ( $r= 0,04$ ,  $p> 0.05$ ). (figura 35)

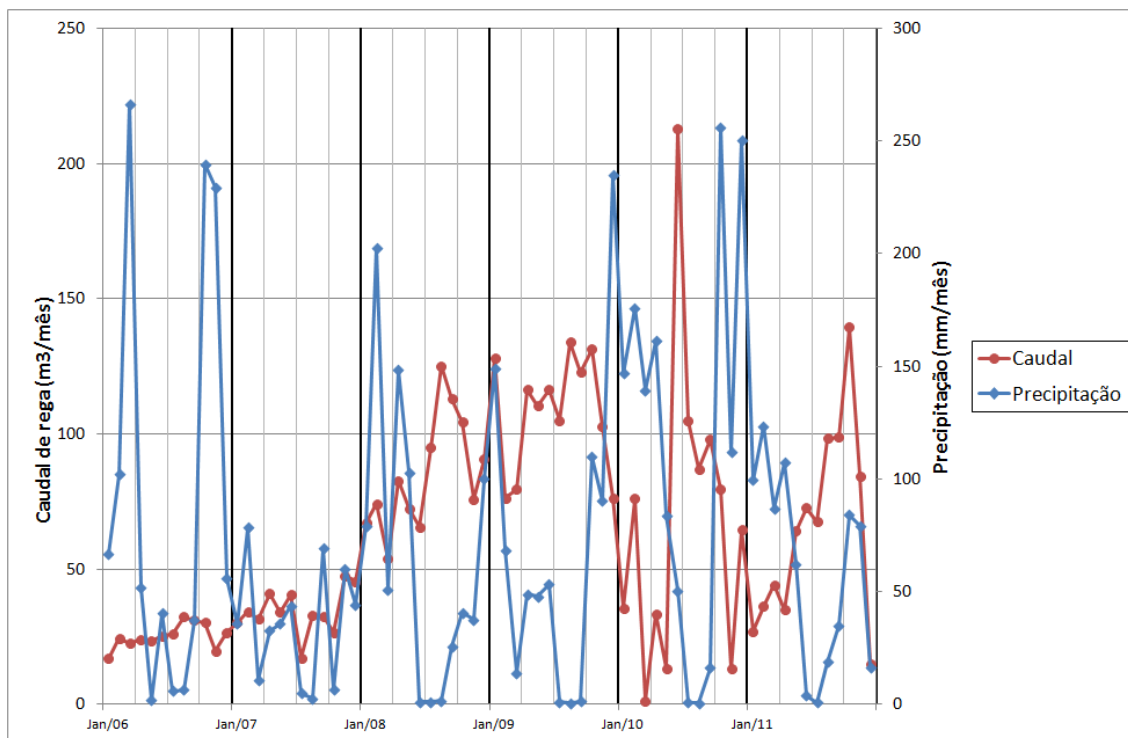


Figura 34: Comparativo do caudal de rega com a precipitação para os anos de 2006 até 2011.

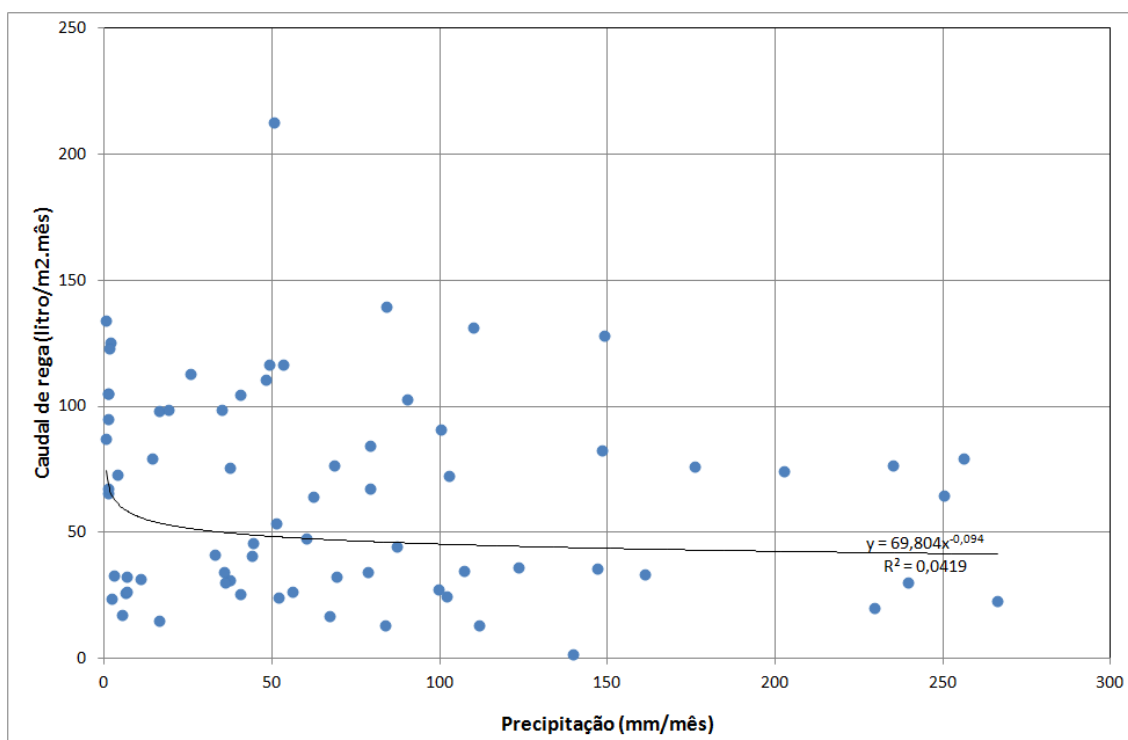


Figura 35: Correlação da precipitação ( $\text{mm}\cdot\text{mês}^{-1}$ ) pelo caudal de rega ( $\text{litrom}^2\cdot\text{mês}^{-1}$ )

Foram escolhidos dois dias em que houve precipitação, um no inverno com alta (figura 36) outro no verão com baixa (figura 37). Em ambos foi possível verificar que a rega foi praticamente a mesma em dias tão distintos.

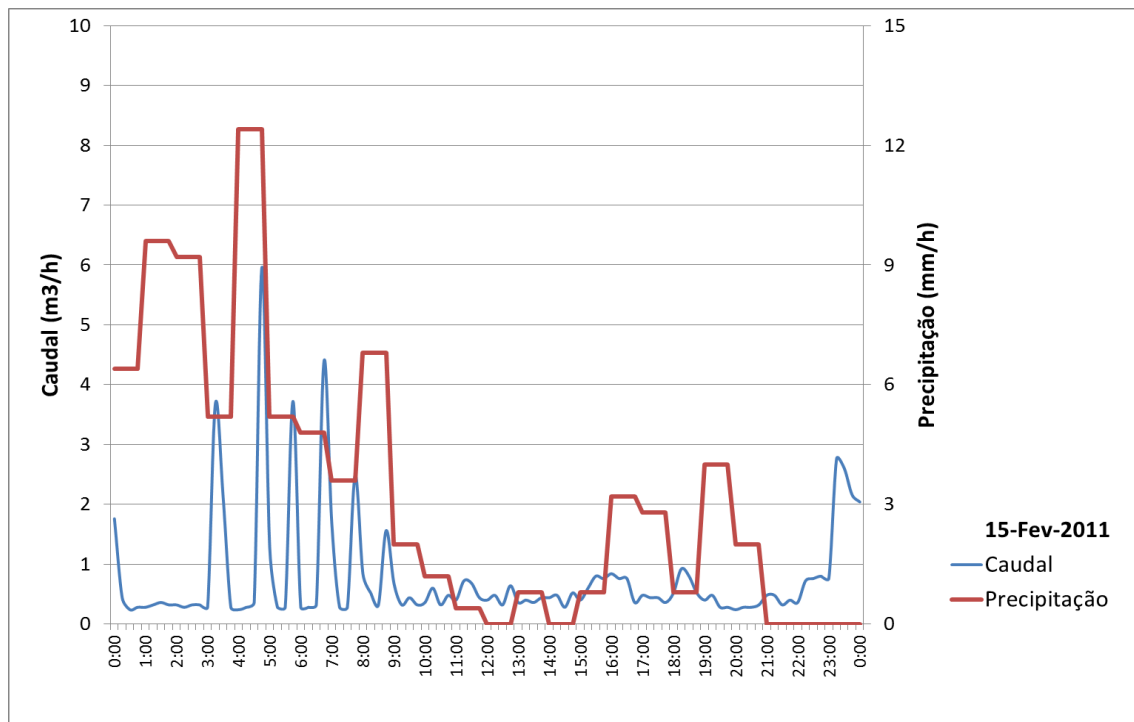


Figura 36: Precipitação no Inverno 15 de Fevereiro de 2011

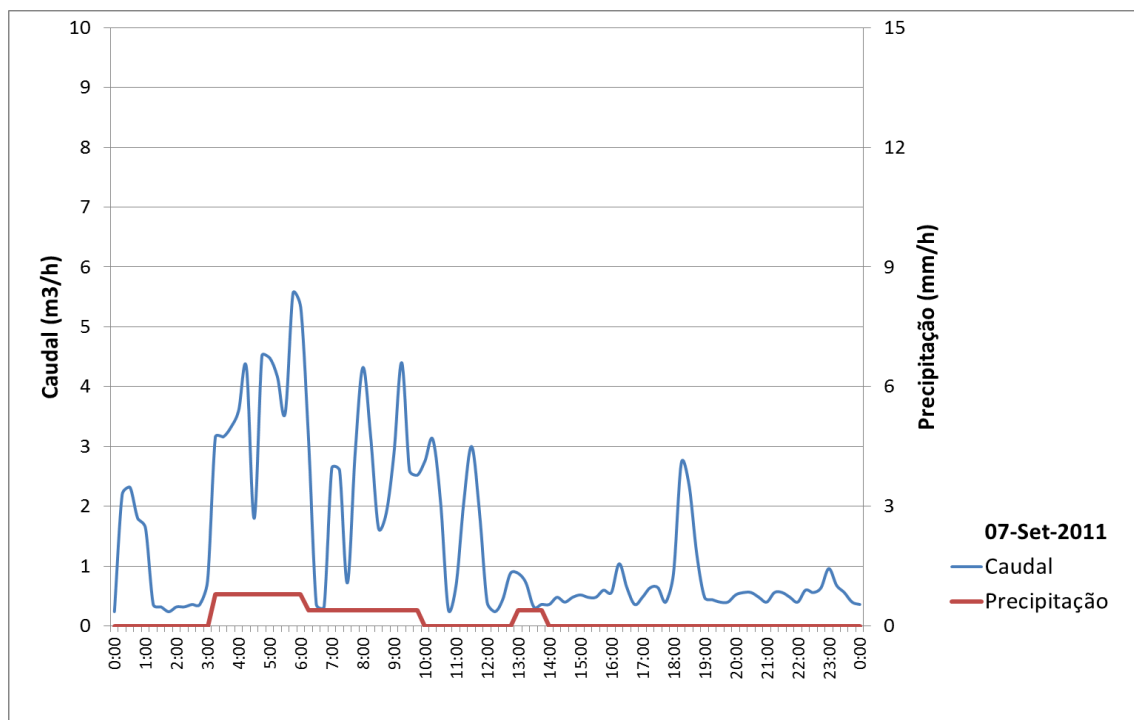


Figura 37: Precipitação no Verão 07 de Setembro de 2011

## 4. DISCUSSÃO

A água é fundamental para a vida humana, e a sua gestão deve ser cuidadosa, pois para todas as atividades tais como produção industrial de alimentos e energia dependem de uma água limpa e/ou tratada. A disponibilidade da água doce é pré-requisito para a vida humana sendo este a principal preocupação para muitos países da Europa (Barry, 2012).

As áreas verdes são lugares excelentes para um convívio com a natureza e é indispensável para a qualidade de vida e ambiental no meio urbano. A maior problemática desses espaços é o grande consumo de água necessário para mantê-los (Jácome, 2010).

O presente trabalho teve como objetivo analisar, identificar e classificar os maiores consumidores de água da CML que são os jardins. Foi realizado um comparativo entre dois jardins, o do Príncipe Real e o Jardim da Estrela com relação à rega e a precipitação local.

A água para a rega representa aproximadamente 40% do total da água consumida pela Câmara Municipal de Lisboa. A maior parte dessa água é utilizada para a rega de relvados, que têm uma maior necessidade do que os outros tipos de vegetação arbórea. Mesmo assim estas são regadas em excesso e de forma incorreta.

Nos dois jardins estudados, foi possível verificar que o Príncipe Real é o jardim com menor consumo, se analisados por  $\text{m}^3/\text{m}^2$  de coberto vegetal. Entretanto no ano de 2009 observou-se um aumento considerável do gasto da água para a rega. Supostamente a requalificação do jardim foi o responsável pela elevação deste consumo. Nos anos seguintes o consumo foi menor, no entanto não tão baixos como os anos de 2006 e 2007. As hipóteses para tal situação são as possíveis fugas e/ou uma maior área de rega devido à reforma.

A principal característica que pode justificar o maior consumo do Jardim da Estrela, segundo técnicos da CML, é a existência de quatro lagos que têm perdas por evaporação, por deficiências, impermeabilização (é quase impossível que lagos com aquelas características não as tenham) e por ações de manutenção (esvaziamento para limpeza).

Foi verificada uma ausência de correlação entre o caudal de rega e a precipitação. O ideal seria que, com o aumento da precipitação, houvesse a diminuição da rega e vice-versa. Isso demonstra que não há uma correta gestão da rega nos jardins.

Outras cidades já estão desenvolvendo trabalhos para uma gestão de rega mais sustentável, através da implementação de projetos com novos sistemas.

Em 2004, Madrid teve um consumo de água de 69,49% para uso doméstico, 25,38% para comércios e indústrias e apenas 5,16% para regas e outros usos. A cidade projetou que as novas áreas verdes construídas terão uma rega diária inferior a 1,8 l/ m<sup>2</sup> e anual de 2.500 m<sup>3</sup>/ha. As novas áreas verdes possuirão sistema eficaz de água, tais como programadores e aspersores de curto alcance para zonas de gramado e rega por gotejamento em áreas arbustivas. O jardim limitará a área plantada com relva e serão impostas espécies com baixa necessidade de água e que se adapte ao clima local. Em caso de seca, em caráter temporal, poderá ser estabelecidas pela autoridade municipal limitações sobre a dosagem e consumos de água para as zonas verdes sem prejuízo das medidas adotadas. Nos meses de maior déficit hídrico não será permitido a rega nos horários com maior insolação. Será preferível sempre utilizar água da chuva ou tratada (Anónimo, 2011).

A Ilha de Mallorca, na Espanha, tem como principal desafio uma gestão sustentável da água voltado para o turismo ecológico. Nos últimos anos o número de turistas vem aumentando na região e com isso, há um grande consumo de água para utilização no exterior (jardins e piscinas) são consequências desse desenvolvimento. Pensando nisso, a cidade desenvolveu estudos que verificaram que a rega dos jardins é a causa principal do elevado consumo de água em áreas turísticas de qualidade e é o responsável por mais de 70% do consumo destas áreas no verão. Mesmo em propriedades particulares a irrigação representa 30% deste gasto na mesma estação do ano (Hof e Schmitt, 2011).

Nos jardins parisienses o consumo de água chegou a 800.000 m<sup>3</sup>/ano sendo 60% utilizado para a rega da cidade de Paris e cerca de 20% utilizado para fonte de alimentos e 20% para consumo humano. O município está procurando melhorar os controles de água através da instalação de medidores computadorizados. Está adotando medidas eficazes para a irrigação através de software e sistemas automáticos. A verificação para as reais necessidades de regas das diversas espécies de plantas também já estão sendo controladas. A ideia é que haja uma redução no consumo de água de pelo menos 30%. Uma gestão diferenciada será implementada de acordo com as características do local verificando as espécies para haver uma limitação na utilização de água. Outra estratégia é a aplicar água tratada e da chuva para a rega (Anónimo, 2012c).

Se comparado com as outras cidades da Europa, Lisboa está com um consumo considerado mediano/alto, havendo a necessidade de reformas na rega dos jardins e espaços

verdes. Segundo a CML (site acedido em 24/08/2012), o Parque Eduardo VII e o Jardim Amália Rodrigues já iniciaram a empreitada de Execução de Rede de Rega e Automatização e terão uma redução de 65% do consumo. Os modelos atuais de rega dos jardins são de más condições e não há nenhuma base de automatização, tendo assim um resultado muito ineficiente. Por isso, os parques passarão por uma total reformulação apostando em uma automatização centralizada de rega com recurso meteorológico.

A preocupação com uma gestão de rega eficiente não está restrito somente à Europa. Outros países também já desenvolvem medidas eficazes que reduzem o consumo de água.

Segundo Bayramoglu e Demirel (2012), a Turquia tem trabalhado para manter os espaços verdes com uma quantidade de água necessária para um bom desenvolvimento dos parques e jardins. Tecnologias modernas de irrigação com cálculos estatísticos e a utilização de dados climáticos determinam a evapotranspiração. Este estudo é utilizado para investigar o consumo da água, a necessidade de irrigação de cada espécie e turno de rega.

O rápido crescimento populacional e urbanização na Flórida aumentaram o número de paisagens urbanas que recebem fertilização e irrigação. Consequentemente a manutenção destas paisagens pode contribuir para a escassez da água e degradar a qualidade da mesma (Shober et al., 2010).

A região de Queensland na Austrália também tem tomado providências em relação à rega. Já existem projetos que querem proteger os valores ambientais da água através de usos pluviais e águas tratadas para os jardins. Algumas espécies de gramíneas já estão sendo desenvolvidas para atender uma variedade de critérios adequados como, por exemplo, a baixa exigência de água. O plantio de espécies endêmicas para os jardins é geralmente uma boa escolha, pois necessitam de menos água e são mais adequadas às condições locais de crescimento (Queensland Government Response to State of the Environment Queensland, 2009).

A utilização de novas tecnologias para a rega é possível através de sistemas de irrigação com menos fugas e/ou evaporação. O sistema pode ser configurado para fornecer um volume específico de água com uma pressão correta para o trabalho. Verificar sempre se o sistema está bem conservado e não regar nos períodos da tarde (Queensland Government 2012, site acedido em 21/08/2012).

A instalação de sensores de humidade é recomendável, pois monitoram a quantidade de água no solo. Assim é possível determinar a frequência de irrigação e a quantidade de água



necessária. Verificar a previsão do tempo antes de molhar os gramados e jardins para ver se a chuva é esperada (Queensland Government Response to State of the Environment Queensland, 2009).

Realizar algumas experiências para determinar o tempo entre a irrigação é uma boa opção. É preciso considerar a estrutura do solo, o desgaste da superfície e o tempo de sobrevivência do relvado (Queensland Government Response to State of the Environment Queensland, 2009).

A fertilização do solo também é importante. Esta pode ser feita através de compostagem com minhocas melhorando assim a capacidade do solo de retenção de água em áreas ajardinadas, incluindo os gramados. (Queensland Government Response to State of the Environment Queensland, 2009).

Outros autores sugerem algumas medidas para uma boa gestão dos jardins e/ou espaços verdes. Vários procedimentos podem ser aplicados quando o assunto é água e no caso da rega o Anónimo (2012d) afirma que:

- ✓ regar na hora de maior calor é um grande desperdício devido a evaporação, portanto é preciso realizar a rega no período da manhã ou da noite;
- ✓ as plantas com mais de dois anos, não precisam ser regadas com tanta frequência já que as espécies já se estabeleceram na terra;
- ✓ optar por espécies autóctone na hora de plantar pois estas conseguem sobreviver com menos água;
- ✓ a rega pode ser mais eficiente se utilizar água da chuva;
- ✓ optar sempre por um sistema automático de rega como o gota-a-gota onde o consumo é mais controlado.
- ✓ ajuste das espécies plantadas através do emprego de plantas naturais da região que requerem menos rega adicional;
- ✓ adequação do volume de rega de acordo com as necessidades das plantas e com o tipo de solo existente;
- ✓ alteração dos métodos de rega por outros de menor consumo;
- ✓ aplicar nos sistemas de rega água residual tratada.

Almeida et al. (2006), diz que a prática eficiente da água na rega em jardins e áreas verdes pode ser atingida com sistemas e medidas corretas que permitem fornecer a quantidade de água ideal para as necessidades das plantas para o seu normal desenvolvimento, através de

pequenas modificações de metodologias referentes a gestão da rega, do solo e das plantas e da mudança dos equipamentos de rega. É possível também além desses procedimentos adotar medidas alternativas como a água de poços ou furos existentes no local, a água de chuva e a residual tratada. Algumas estratégias acessíveis gerais para melhorar a eficiência na gestão da rega são sugeridas:

✓ Programação adequada da rega:

A execução de regas com maior dotação mas espaçadas no tempo, sujeitando as plantas a algum *stress* hídrico, favorece a instalação mais profunda das raízes. Devem ser evitadas as regas rápidas e frequentes que umedecem apenas a camada superficial do solo, exceto no caso dos solos arenosos. Neste caso as perdas por infiltração profunda são diminuídas pela aplicação de regas de baixa dotação.

A instalação de sensores de humidade do solo, em locais representativos, ou a observação das plantas são alternativas recomendadas para a determinação da necessidade de realização da rega. A quantidade de água aplicada e a frequência devem ser ajustadas ao tipo de planta, ao tipo do solo e à estação do ano. A intensidade da rega deve ser regulada de modo a evitar a criação de escoamento superficial para pavimentos ou sumidouros. É importante notar que a transição entre regimes de rega em jardins já instalados deve ser feita de modo gradual.

A água deve ainda ser aplicada junto as raízes das plantas e não sobre as folhas, para diminuir as perdas por evaporação.

✓ Rega preferencial em período noturno:

A rega deve ser realizada no início da manhã (antes das 8h00) ou no final da tarde (depois das 18h00), de modo a reduzir as perdas de água por evaporação. A rega nestes períodos previne ainda a danificação das folhas de algumas espécies de plantas.

✓ Interrupção da rega com vento forte:

Nos casos em que sejam utilizados aspersores ou pulverizadores deve ser interrompida a rega quando da ocorrência de vento forte de modo a minimizar as perdas de água por transporte e evaporação. Como a intensidade do vento tende a ser, em geral, inferior durante a noite, justifica-se também a pertinência da estratégia anterior.

✓ Interrupção da rega por ocorrência de precipitação:

A rega de um jardim justifica-se enquanto processo de substituição da chuva que consiste no modo natural de fornecimento de água às plantas.

Regar um jardim enquanto chove, ou logo após a chuva intensa, é um desperdício de água, se proveniente do sistema público de abastecimento, ou de energia, caso seja captada no local em poços ou furos. Esta situação verifica-se com alguma frequência nos sistemas com rega automática. Assim, a utilização de acessórios como sensores de chuva, válvulas de fecho automático e controladores adequadamente programados permite evitar desperdícios significativos com a rega.

Na ausência destes mecanismos, o utilizador deve ter o cuidado de desligar manualmente o sistema, sempre que a rega coincida com a ocorrência de precipitação.

✓ Manutenção periódica do sistema:

Deve verificar-se regularmente o estado de conservação de um sistema de rega. Isto é particularmente importante no caso de sistemas em que a rega se processa durante a noite. Uma tubagem com uma rotura ou um pulverizador partido ou entupido pode resultar na perda de um grande volume de água.

A manutenção periódica dos sistemas de rega envolve a limpeza e manutenção dos bicos de aspersores, a limpeza de filtros e bocas de rega, a conservação das mangueiras e a manutenção de equipamentos de bombagem e distribuição.

Para que haja uma gestão adequada do uso eficiente da água na rega de jardins segue a tabela 2 com algumas sugestões de um conjunto de medidas destinado a reduzir o consumo de água nos jardins para a cidade de Lisboa.

Tabela 2: Medidas para melhoria da rega

Medidas	Descrição resumida da medida
Atualização dos projetos de rega	Obrigatoriedade de novos projetos
Redução dos volumes de água	Verificar perdas e desperdícios (detecção de rupturas)
Adequação da gestão da rega	Alteração do período da rega e intensidade de água
Adequação da gestão do solo nos jardins	Alteração da característica do terreno para melhor armazenamento e infiltração da água
Adequação da gestão das espécies plantadas	Alteração das espécies plantadas para redução de água de rega
Reconversão dos métodos e tecnologia de rega	Substituição dos sistemas de regas por outros de menos consumo
Utilização de regas da chuva	Alimentação de sistema de rega por água da chuva
Utilização de água tratada	Alimentação de sistema de rega por água tratada

Utilização de água freática	Alimentação de sistema de rega por água freática
Automatização e adequação do sistema de rega	Inclusão de sensores meteorológicos
Sensibilização de informação para funcionários	Aplicação de cursos
Implementação de telecontagem avançado	Base de dados enviados para computador central
Cobrança da CML	Contratação de Técnico

Costa (2010) diz que uma área verde com pouco consumo hídrico não é um lugar coberto por cactos ou com um aspecto seco, sem gramado. Qualquer tipo de espécie que esteja plantada no lugar certo e seguindo um sistema de manutenção correto pode ser utilizado. As plantas autóctones são sempre uma boa opção devido ao consumo eficiente da água que esta proporciona.

Adotando todas as medidas citadas anteriormente, Costa (2010) afirma que o uso da água será muito mais eficiente e a redução no consumo pode ser muito satisfatório sem sacrificar a qualidade e beleza do espaço. Para além disso, há a necessidade permanente da manutenção através de poda, adubação, controle de pragas e substituição de plantas.

De um modo geral, as cidades já têm uma consciencialização do que é preciso ser feito para que haja uma redução no consumo de água das áreas verdes, mas a necessidade de criar metas mais ambiciosas, avaliar investimentos e fazer novos orçamentos são essenciais para atingir uma boa gestão da rega.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso sustentado da água tornou-se prioridade para países e cidades onde este bem é ou se tornará escasso. Para isso é necessário tomar consciência e colocar em prática um sistema cada vez mais sustentável, aplicando medidas e conceitos simples para uma diminuição significativa no consumo de água.

Através de todos os dados analisados foi possível comprovar que o grande consumo de água da Câmara Municipal de Lisboa é realizado nos jardins. Embora haja uma preocupação de vários profissionais da área verificou-se uma falta de conhecimento e divulgação dos dados de exploração neste domínio. As instituições e colaboradores poderiam aperfeiçoar o trabalho para que exista realmente uma redução no consumo de água tanto para os jardins como para todos os outros setores.

A solução potencial para o melhoramento dos trabalhos passa, necessariamente, pelo incremento da comunicação interna e externa entre as entidades envolvidas bem como definir claramente as metodologias e as metas. Justifica-se, igualmente, pesquisas adicionais para um maior aprofundamento e continuidade do trabalho.

A CML deverá ponderar a eficiência e a racionalidade através de um sistema de gestão como base para os próximos anos. Um investimento em programas de consciência municipal, sensibilização, informação e educação local seriam essenciais para a mudança de uma população onde o desperdício e a indiferença fazem parte do cotidiano.

Através de uma boa gestão e implementação do uso eficiente da água é possível ter um impacto muito menor ao meio ambiente e a redução de custos desnecessários poderão ser reinvestidos no próprio sistema beneficiando-os ainda mais posteriormente.

Evoluir para uma rega mais sustentável é importantíssimo já que este é o maior consumidor de água da cidade de Lisboa. A água é um recurso limitado, que deverá ser protegido, preservado e gerido para assegurar uma sustentabilidade dos ecossistemas e dos serviços que estes proporcionam à sociedade, havendo assim um aumento na disponibilidade e das reservas de água.

Para além da sustentabilidade do meio ambiente, o uso racional da água proporciona uma redução nos encargos referentes aos custos gerando uma economia satisfatória para o município.

É neste domínio que se inseriu a componente original da presente dissertação, através da avaliação rigorosa dos consumos mensais de todos os 2532 contadores da CML nos últimos 6 anos. A avaliação estendeu-se a contadores com telecontagem (medições de 15 em 15 minutos), tendo sido explorados os perfis diários de consumo num jardim de Lisboa. A análise foi estendida à procura de uma correlação inversa entre os volumes de rega e a precipitação, tendo-se concluindo da inexistência de tal dependência. Suportado nestes estudos, foi apresentado um conjunto de medidas para a redução do consumo de água na CML.

A metodologia descrita permitirá o desenvolvimento de futuros trabalhos de investigação neste domínio, tudo indicando que a exploração das medições de telecontagem poderá ser muito enriquecedora, principalmente nos domínios da optimização do controle da rega base no conhecimento on-line da precipitação e na detecção de fugas de água na tubagem enterrada.

Como conclusão final, reforça-se a importância do desenvolvimento de metodologias de monitoramentos constantes, adequados e mais detalhados com as características particulares de cada jardim. A interação entre todas as organizações envolvidas permitirá estabelecer uma cooperação que facilitará o acesso as informações, possibilitando a realização de trabalhos mais efetivos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcoforado M.J.; Lopes A.; Andrade H.; Vasconcelos J.; (2005) Orientações Climáticas para o Ordenamento em Lisboa – Centro de Estudos Geográficos – Universidade de Lisboa - Relatório 4 – Lisboa; p. 1 a 83; 2005.

Almeida, M. C.; Vieira, P.; Ribeiro, R.; (2006) Uso Eficiente da Água no Sector Urbano, Lisboa – Série Guias Técnicos - Número 8, 203p. Agosto 2006.

Anónimo (2006) - Relatório do Desenvolvimento Humano: Escassez de Água (2006) – riscos e vulnerabilidades associados. Capítulo 4, 2006.

Anónimo (2007) - Relatório do IPCC/ONU (2007) – Novos Canários Climáticos – Divulgado em Paris 02/02/2007. Mudança Climática 2007: A Base Da Ciência Física.

Anónimo (2010) - Relatório da Qualidade da Água (2010) – Relatório Anual - Empresa Portuguesa das Águas Livres (EPAL), 2010.

Anónimo (2011) Plan Municipal de Gestión de la Demanda de Agua em la Ciudad de Madrid – Área de Gobierno de Medio Ambiente Y Servicios a la Ciudad – Agenda 21, 2011.

Anónimo (2012a) - Relatório da Agência Europeia do Ambiente (2012) - Towards efficient use of water resources in Europe – EEA Report – European Environment Agency - Copenhagen, 2012.

Anónimo (2012b) - Relatório de Caracterização Síntese – Revisão do PDM – Julho de 2011.

Anónimo (2012c) - Le Livre Bleu (2012)– Mairie de Paris, Mars.

Anónimo (2012d) - Programa Nacional para o Uso eficiente da Água – Junho 2012.

Barry, G.; -Science for Water – JRC thematic report (Joint Research Centre) – The European Commission's in-house science service. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2012.

Bayramoglu, E.; Demirel, O; (2012) - Grass plants crop water consumption model in urban parks located in three different climate zones of Turkey – African Journal Of Biotechnology – 2012.

Borba, R.C; Almeida S.V; (2011) Água Doce Nas Relações Internacionais - O novo “Heartland do século XXI: O Aquífero Guarani”. Publicado na Revista Interagir UERJ; Rio de Janeiro, p. 1 a 29 – 2011.

Braga, B.; Hespanhol, I.; Conejo, J. L.; Mierzwa J. C.; Barros M. T. L.; Spencer M.; Porto M.; Nucci N.; Juliano N.; Eiger S. (2002) Introdução à Engenharia Ambiental; São Paulo: Prentice Hall, 2002.

Braga, N. G.; (2008) A água virtual – Confecon – Conselho Federal de Economia, Brasília, 2008.

Branco L.; Alves F. L.; Mata A. D.; Guilherme I.; Almeida J.; - Matriz da Água de Lisboa (2004) – Elaborada no âmbito da definição de Estratégia Energético Ambiental para a Cidade de Lisboa, Lisboa E-Nova – Agência Municipal de Energia-Ambiente de Lisboa; p.01 a 41, 2004.

Brundtland, G. H. (1991) - Nosso futuro comum: comissão mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento. 2.ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

Clark, J.; (2012) "HowStuffWorks - O que aconteceria exatamente se a água acabasse?". Publicado em 14 de novembro de 2007 (atualizado em 08 de janeiro de 2008) <http://ciencia.hsw.uol.com.br/mundo-sem-agua3.htm> (22 de março de 2012).

Costa, M; (2011). Espaços verdes e jardins sustentáveis - Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Algarve 2011.

Hof, A; Schmitt, T; (2011) - Urban and tourist land use patterns and water consumption: Evidence from Mallorca, Balearic Islands – 2011.

Jácome, M. A. P.; A; (2010) água e a sustentabilidade em espaços verdes - O jardim botânico de Coimbra, Lisboa, 2010.

Queensland Government Response to State of the Environment Queensland (2009) – Department of Environmental and Resource Management, 2009.

Santana P.; Costa C.; Santos R.; Loureiro A.; (2010) O papel dos Espaços Verdes Urbanos no bem estar e saúde das populações – Revista de Estudos Demográficos nº48; p. 1 a 30, 2010.

Shober, A. L.; Denny G.C.; Broschat T. K.; (2010) Management of Fertilizers and Water for Ornamental Plants in Urban Landscapes: Current Practices and Impacts on Water Resources in Florida – 2010.

Sperling, V. M. (1995) Introdução à qualidade das águas e o tratamento de esgotos; Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais(1995).



Vialli, A; (2011) Líquida e Incerta: a era da abundância de água parece estar com os dias contados e gera novas oportunidades de negócios – do reuso de recursos hídricos ao aproveitamento da água do mar. Guia EXAME; p. 110 a 114. Nov 2011.

## SITES REFERIDOS

APDA - Associação Portuguesa de Distribuição e Drenagem de Águas, disponível em: <http://www.apda.pt>, acesso 14/08/2012.

Câmara Municipal de Lisboa, disponível em: <http://www.cm-lisboa.pt/>, acesso 24/08/2012.

Censos 2011 - Instituto Nacional de Estatística (INE), disponível em: [http://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=CENSOS&xpgid=censos2011\\_apresentacao](http://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=CENSOS&xpgid=censos2011_apresentacao), acesso 24/08/2012.

Eurostat, Organização para Cooperação e Desenvolvimento Económico, Instituto de Hidrologia, disponível em: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>, acesso 13/08/2012.

INAG - Instituto da Água, disponível em: <http://www.inag.pt/>, acesso 14/08/2012.

International Water Management Institute, disponível em: <http://www.iwmi.cgiar.org/>, acesso 13/08/2012.

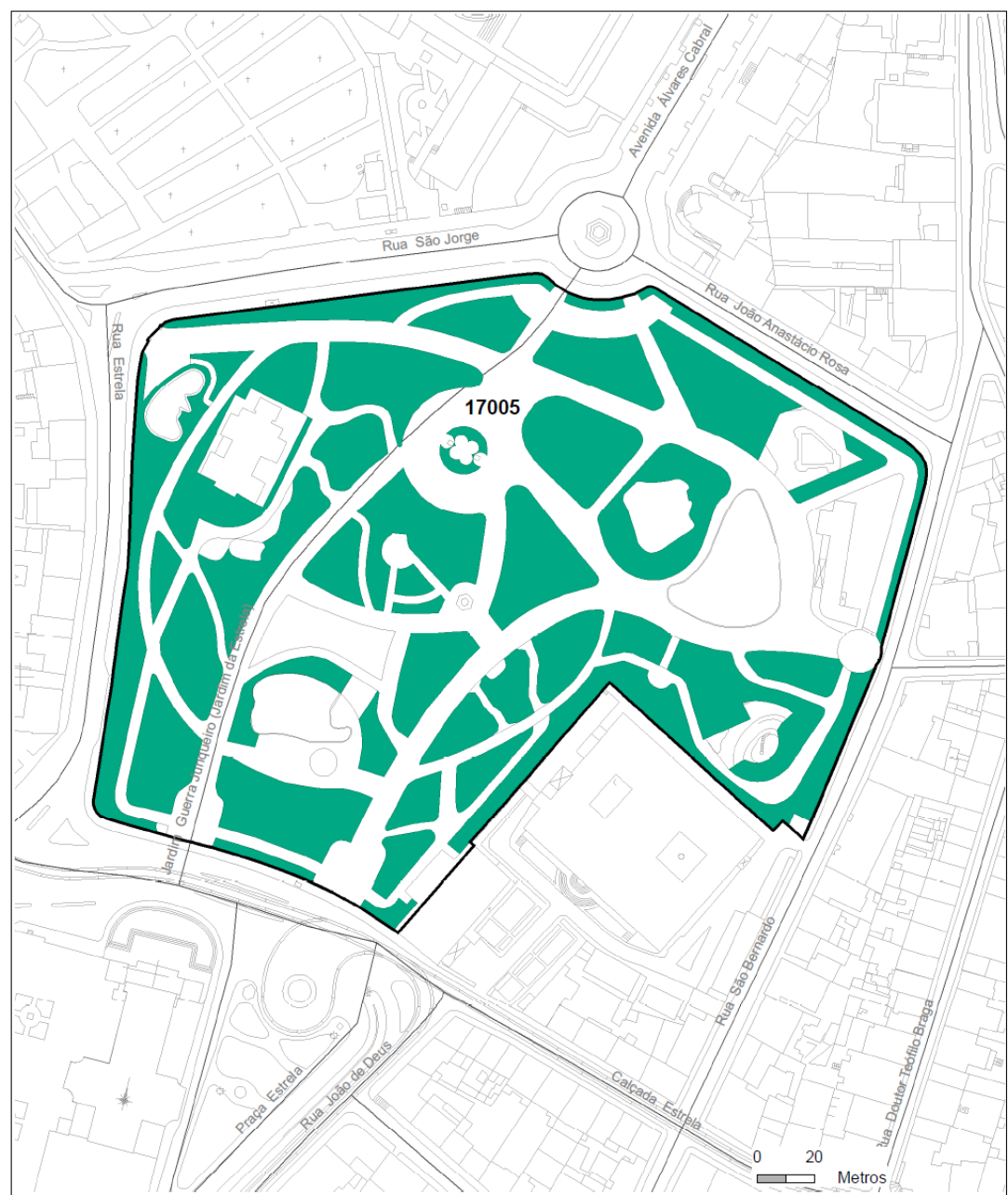
Mapas de Portugal, disponível em: [http://mapas.owje.com/2284\\_mapa-de-portugal.html](http://mapas.owje.com/2284_mapa-de-portugal.html), acesso 18/06/2012.

Memória Portuguesa, disponível em: <http://www.memoriaportuguesa.com/lisboa>, acesso 22/06/2012.

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, disponível em: <http://www.pnuma.org.br/>, acesso 10/02/2011.

Queensland Government - Department of Environmental and Heritage Protection –, disponível em: <http://www.ehp.qld.gov.au/sustainability/sector-guides/aged-care/water.html>, acesso 21/08/2012.

ANEXO I



- LIMITE TOTAL
- ÁREA VERDE

Assunto:	<b>LOCALIZAÇÃO DE ESPAÇO VERDE:</b>		Código	17005
Designação:				
Toponímia:	JARDIM GUERRA JUNQUEIRO (Jardim da Estrela)	Freguesia:	LAPA	
Local:	PÇ. DA ESTRELA	Zona:	CE	



## ANEXO II

ID	Designação	Descrição
16	Áreas Expectantes	Espaços abandonados sem equipamentos nem infra-estruturas de apoio. Sem gestão/manutenção. Com potencial para integrarem estrutura verde
6	Cemitério	Espaço verde de Cemitério.
9	Enquadramento de Equipamento	Espaços pertencentes ou envolventes a equipamentos
2	Enquadramento de Monumento ou Equipamento Nobre	Espaços verdes concebidos como elementos de valorização cénica de monumentos, devendo manter-se esta característica como função principal do espaço.
11	Enquadramento de Via de 1º nível	Espaços verdes em geral de grandes dimensões, contínuos e marginais às vias arteriais e principais.
13	Enquadramento de via Descontínuo	Espaços verdes pontuais, de dimensões variáveis, em vias de qualquer nível. Rotundas e ilhas.
12	Enquadramento de Via/Separador Central	Espaços verdes de proteção e enquadramento de infraestruturas viárias. Normalmente sem mobiliário urbano.
7	Enquadramento Residencial	Espaços descontínuos, em áreas predominantemente residenciais. Canteiros em áreas pedonais.
8	Enquadramento Residencial Contínuo	Espaço contínuo integrante do edificado em tecido urbano predominantemente residencial.
5	Escola	Espaços exteriores das Escolas básicas do 1º ciclo, integradas e jardins de infância
15	Espaços Verdes de Proteção e Conservação	Espaços com domínio de vegetação arbórea e arbustiva densa com funções de proteção à fauna e flora.
14	Espaços Verdes de Recreio e Produção	Espaço de coberto vegetal predominantemente arbóreo-arbustivo. Compatível com atividades de recreio e lazer, podendo conter algum equipamento de apoio.
4	Jardim de Bairro	Jardim com uso ao nível do bairro
17	Jardim Nobre	Espaços verdes dotados de vegetação herbácea/arbustiva com um elevado nível de exigência de manutenção, nomeadamente plantações anuais, topiária e mosaico-cultura
1	Jardim Principal	Jardim com uso ao nível da cidade e do bairro. Espaço de referência na cidade (património arquitectónico, artístico ou vegetal, miradouro).
3	Parque Recreativo	Espaço vedado concebido para o recreio intensivo a nível metropolitano. Com vasta oferta de equipamentos infantis e/ou juvenis e infra-estruturas de apoio.
10	Parque Urbano	Espaço concebido para o recreio e lazer de utilização a nível metropolitano. Dimensionado para suportar equipamento "pesado".

ANEXO III



-  LIMITE TOTAL
-  ÁREA VERDE

Assunto:	<b>LOCALIZAÇÃO DE ESPAÇO VERDE:</b> Código 22002	
Designação:		
Toponímia:	JARDIM FRANÇA BORGES (Jardim do Príncipe Real)	Freguesia: MERCÊS
Local:	PÇ. PRÍNCIPE REAL	Zona: CE



