Hinc patriam sustinet

Instituto Superior de Agronomia
Universidade Técnica de Lisboa

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

O Vale da Avenida Almirante Reis

Inês Vasques da Silva Plácido

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em

Arquitectura Paisagista

Orientador: Doutora Maria Teresa Amaro Alfaiate

Júri:

Presidente: Doutor Luís Paulo Almeida Faria Ribeiro, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Vogais: Doutora Maria Manuela Cordes Cabêlo Sanches Raposo de Magalhães, Professora Auxiliar Aposentada do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa; Doutora Maria Teresa Amaro Alfaiate, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Lisboa, 2011

NOTA: Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Arquitectura Paisagista não redigida ao abrigo do novo Acordo Ortográfico.

AGRADECIMENTOS

À minha família e ao meu namorado pelo apoio incondicional

aos meus amigos, professores e colegas de curso

RESUMO

A presente dissertação de mestrado em Arquitectura Paisagista centra-se na questão da Água como elemento integrador de realidades materiais, naturais e culturais da paisagem, e tem como objecto de estudo o Vale da Avenida Almirante Reis.
Pretende-se definir um programa de intervenção para a Área de Estudo que considere a Água o elemento central na construção e reinvenção sustentável do espaço, o que pressupõe: a contextualização local deste recurso (p. ex. a sua abundância ou escassez); a compreensão das suas dinâmicas, funcionamento e organização na paisagem (p. ex. como surge e como se distribui), e o conhecimento da sua influência no crescimento/evolução da actual cidade.

Neste sentido, desenvolveram-se metodologias que assentam numa abordagem holística e sistémica das dinâmicas da água, prevendo o seu uso criterioso e entendendo-a, simultaneamente, como motivo e motor do desenho urbano.

Palavras-chave
Água, Desenho Urbano, Gestão da Água, Vale da Avenida Almirante Reis

ABSTRACT

This master's thesis in Landscape Architecture focuses on the issue of water as an integrator of material, natural and cultural landscape realities, and has as its subject the Valley of Avenida Almirante Reis.

It is intended to set an intervention program for the Study Area that considers water the central element in the sustainable building and reinvention of space, which implies: the local contexture of this resource (eg. Its abundance or scarcity), the understanding of their dynamics, functioning and articulation in the landscape (eg. How it appears and how it is distributed), and the knowledge of its influence on the growth/evolution the city of Lisbon.

In this sense, it has been developed methodologies that are based on a holistic and systemic approach of the dynamics of water, predicting its judicious use and understanding it simultaneously as a motive and motor of the urban design.

Keywords

Water, Urban Design, Water Management, Valley of the Almirante Reis Avenue

EXTENDED ABSTRACT

The ancestral occupation of Lisbon has always been a subject associated to the presence of water, this vital resource being linked to its origin and the conformation of its urban landscape. In this sense the forms of water (closely linked to topography) shape the ways of the city, determining the characteristics and specificities of the various urban tissues that composes it. Paradoxically, the current tissue characteristics of the city (including the density of these tissues and major or minor who impervious surface that they suffered), which significantly influence the surface run-off processes, conduction and infiltration of water in urban areas. Thus, the different structures and organizations of the urban fabric correspond in the same way, different dynamics of the water.

This circumstance is expressed in the obvious differences between the tissue of Alfama, Bairro de Alvalade and configuration printed and structured by the extensive Almirante Reis, where: the surface run-off velocities, flow of rain water and the performance of sub-basins where they are inserted, are different. For this effect, it makes no sense to draw water in the same form in these areas, since each space requires different strategies to control, conduct and collection of the water, even if the subjacent basis in each intervention, share of common objectives, for example, managing in an integrated way the element water in the urban space.

For this it is deduced that each fabric or set of fabric, presuppose an individual strategy and understanding that approaches simultaneously its architecture and ecological expression, with water as a crucial element that most determines them. Only then can we ensure the development of truly sustainable strategies in the construction of urban landscapes.

It is about these issues that this thesis focuses, seeking to define an intervention program for the Valley of Avenida Almirante Reis to consider Water the central element in sustainable construction and reinvention of the space. For this effect, the study presented is based on a holistic and systemic approach of the dynamics of water, understanding simultaneously as motive and motor of urban design.

ÍNDICE

1. **INTRODUÇÃO** 1

2. **METODOLOGIA** 2

3. **A ÁGUA** 3

3.1 A EXPRESSÃO CULTURAL DA ÁGUA 3

3.2 A ÁGUA: VIDA E EQUILIBRIO 3

3.3 A GESTÃO INTEGRADA DA ÁGUA PARA A SUSTENTABILIDADE DO MEIO URBANO 4

3.4 A ÁGUA ENQUANTO SUPORTE DO DESENHO URBANO 6

4. **O VALE DA AVENIDA ALMIRANTE REIS** 8

4.1 CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA 8

4.2 O ESPAÇO GEOGRÁFICO E O PROBLEMA DAS CHEIAS 11

5. **ANÁLISES E INTERPRETAÇÕES DE NIVEL GLOBAL** 14

5.1 FISIOGRAFIA NATURAL E FISIOGRAFIA ADAPTADA À REALIDADE URBANA 14

5.1.1 FISIOGRAFIA NATURAL 15

5.1.2 FISIOGRAFIA ADAPTADA 17

5.2 BACIAS E SUB-BACIAS DE DRENAGEM 19

5.3 LIMITE DA ÁREA DE ESTUDO 21

5.4 CONFIGURAÇÃO BIDIMENSIONAL DO TECIDO URBANO 22

5.4.1 ESTRUTURA URBANA 22

5.4.2 CHEIOS E VAZIOS 24

5.5 ESTUDO DA PERMEABILIDADE E ÁREAS DE INFILTRAÇÃO 26

5.5.1 PERMEABILIDADE DO SOLO E SUBSOLO 27

5.5.1.1 Enquadramento Pedológico – Características do Solo 28

5.5.1.2 Enquadramento Geológico e Hidrogeológico 29

5.5.1.3 Análise da Permeabilidade do Solo e Subsolo 31

5.5.2 PERMEABILIDADE POTENCIAL 32

5.5.2.1 Declives 32

5.5.2.2 Análise da Permeabilidade Potencial 34

5.5.3 PERMEABILIDADE REAL 35

5.5.3.1 Situação Urbana e Tipo de Pavimento 35

5.5.3.2 As Áreas de Infiltração 36

5.5.3.3 Análise da Permeabilidade Real 38

5.6 CONCLUSÕES 39

6. **ANÁLISES E INTERPRETAÇÕES DE NÍVEL ESPECÍFICO** 41

6.1 LOGRADOUROS / INTERIORES DE QUARTEIRÃO 41

6.1.1 LOGRADOUROS – UM TIPO DE ESPAÇO A "CÉU ABERTO" 41

6.1.2 LOGRADOUROS – SISTEMA DE PONTOS DENTRO DA CIDADE 43

6.1.3 LOGRADOUROS – PONDERAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO 44

6.1.3.1 Áreas de Infiltração e Classificação das Sub-bacias de 2ª Ordem 45

6.1.3.2 Ponderação para a Classificação das Áreas de Logradouro 47

6.1.3.3 Classificação dos Logradouros – Situação Tipo 49

6.2 LINHAS DE DRENAGEM URBANAS 50

6.2.1 OS PERCURSOS DA ÁGUA NA CIDADE – LINHA DE DRENAGEM PREFERENCIAL E LINHAS ADUTORAS 50

6.2.2 LINHAS – ARRUAMENTOS 51

6.2.2.1 Perfil Bidimensional das Linhas de Drenagem 51

6.2.2.2 Perfil Tridimensional das Linhas de Drenagem 53

6.2.2.3 Perfil Bidimensional vs. Perfil Tridimensional 54

6.2.3 PONTOS – ALARGAMENTOS 55

6.2.3.1 Número de Pontos e sua Distribuição nas Linhas de Drenagem 56

6.2.3.2 Áreas, Declives Médios e Relação Linha/Ponto 57

6.2.4 ÁREAS – SUB-BACIAS DE 3ª ORDEM 57

6.2.5 SÍNTESE GERAL DAS CARACTERÍSTICAS DAS LINHAS ADUTORAS 59

6.2 CONCLUSÕES 60

7. **PROGRAMA DE INTERVENÇÃO** 63

7.1. LOGRADOUROS / INTERIORES DE QUARTEIRÃO 63

7.1.1 BREVE ENQUADRAMENTO LEGAL 63

7.1.2 PROPOSTA DE INTERVENÇÃO 64

7.1.2.1 Logradouros com Maior Potencial para a Infiltração da Água 65

7.1.2.2 Logradouros com Maior Potencial para a Retenção da Água 66

7.1.2.3 Logradouros com Maior Potencial para a Colecção e Acumulação de Água 66

7.2 LINHA DE ESCOAMENTO PREFERENCIAL E SEUS ADUTORES 67

7.2.1 Linhas Adutoras 68

7.2.2 Linha de Drenagem Preferencial 68

7.2.3 Pontos Críticos / Pontos Estratégicos da Linha de Drenagem Preferencial 71

7.3 CONCLUSÕES 72

8. **CONCLUSÕES GERAIS** 73

9. **BIBLIOGRAFIA** 76

ANEXO I – Mapas de Apoio

ANEXO II – Caracterização das Formações Geologias

ANEXO III – Estudo e Distribuição das Classes de Declives

ANEXO IV – Determinação da Permeabilidade Potencial

ANEXO V – Ponderação e Classificação das Áreas de Logradouros

ANEXO VI – Linha de Escoamento Preferencial, Linhas Adutoras e Pontos de Confluência

ANEXO VII – Estudo Bidimensional e Tridimensional das Linhas de Drenagem Urbana

ANEXO VIII – Pontos – Alargamentos

ANEXO IX – Cálculo dos Caudais de Ponta de Cheia para Cada Sub-bacia de 3ª Ordem

ANEXO X – Peças Desenhadas

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 - Levantamento de Lisboa de:
1856-1858 de Filipe Folque, de 1904-1911 de Silva Pinto e de 2011 (foto aérea) 10
Fig. 2 - Sistemas Naturais da Paisagem com destaque para a Bacia Hidrográfica da Baixa 11
Fig. 3 - Total de Inundações em Lisboa entre os anos de 1918/1919 e 1997/1998 13
Fig. 4 – Fisiografia Natural 15
Fig. 5 – Pontos Significativos e Sequências Lineares na Paisagem 16
Fig. 6 - Fisiografia Adaptada à Situação Urbana – Linhas de Água e Festos Urbanos 18
Fig. 7 - Bacias Hidrográficas de Lisboa 20
Fig. 8 - Bacias, Sub-bacias Hidrográficas e Sub-bacias de 2ª Ordem 20
Fig. 9 - Consistência do Tecido Urbano com destaque para a Sub-bacia Hidrográfica da Av. Almirante Reis 25
Fig. 10 – Declives 33
Fig. 11 – Permeabilidade Potencial 34
Fig. 12 – Áreas de Infiltração – Áreas em Logradouro vs. Áreas em Espaço Público 37
Fig. 13 - Classificação das Sub-bacias de 2ª Ordem Segundo Percentagem de Áreas de Infiltração 46
Fig. 14 - Conjunto de espaços de Logradouros que contribuem de forma mais significativa para a infiltração das águas pluviais e consecutiva recarga dos aquíferos 48
Fig. 15 - Conjunto de espaços de Logradouro que contribuem de forma mais significativa na retenção das águas pluviais ao nível do solo e subsolo 48
Fig. 16 - Conjunto de espaços de Logradouro onde os processos de recolha e acumulação das águas pluviais devem ser potenciados. 48
Fig. 17 – Linhas de Drenagem Urbana 51
Fig. 18 – Configuração Bidimensional – Largura Médias das Linhas de Drenagem Urbana 52
Fig. 19 – Distribuição dos Alargamentos pelas Linhas de Drenagem Urbana 55
Fig. 20 – Sub-bacias de Drenagem de 3ª Ordem 58
Fig. 21 – Classificação dos Logradouros segundo o Programa de Intervenção 64
Fig. 22 - Secção Tipo para o conjunto de Logradouros com maior potencial para a infiltração da água 65
Fig. 23 - Secção Tipo para o conjunto de Logradouros com maior potencial para a recarga da água 66
Fig. 24 - Secção Tipo para o conjunto de Logradouros com maior potencial para a colecção da água 67
Fig. 25 – Desenho da Água – Proposta de Intervenção 68
Fig. 26 - Relação: Linha de Drenagem Principal com as colinas que definem o Vale da Avenida Almirante Reis 70
Fig. 27 - A Place de la Bourse em Bordeaux; a Recuperação do Casco Antigo de Banyoles, e a Recuperação do Núcleo Histórico da Cidade de Friburgo. 72

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação das formações Geológicas quanto à sua permeabilidade 30

Quadro 2 - Distribuição das Classes de Permeabilidade do Solo e Subsolo na Área de Estudo 31

Quadro 3 - Valores de Permeabilidade Segundo Classes de Declives 33

Quadro 4 – Diferentes tipos de Ocupação do Solo no Contexto da Áreas de Estudo 36

Quadro 5 – Percentagem de Áreas de Infiltração no Contexto da Área de Estudo 38

Quadro 6 - Representatividade de cada Classe de Permeabilidade Real no Contexto da Área de Estudo 39

Quadro 7 - Área Total de Logradouros e relação Espaço Permeável / Espaço Impermeável, na Sub-bacia Hidrográfica da Avenida Almirante Reis 45

Quadro 8 - Permeabilidade Real em Espaços de Logradouro vs. Eficiência das Sub-bacias de 2ª ordem 47

Quadro 9 - Caudais Totais para cada Sub-bacia de 3ª Ordem 58

Quadro 10 – Classificação Final do Adutores (Principais e Secundários) consoante a sua Problemática 59

1. INTRODUÇÃO

A ocupação ancestral de Lisboa teve, desde sempre, um motivo associado à presença da água, estando este recurso vital ligado à sua origem e à conformação da sua paisagem urbana. Neste sentido as formas da água (intimamente relacionadas com a topografia) conformam as formas da cidade, determinando as características e especificidades dos diversos tecidos urbanos que a compõem. Paradoxalmente, são as actuais características tecidulares da cidade (nomeadamente a densidade desses tecidos e a maior ou menor impermeabilização que sofreram), que influenciam de forma substancial os processos de escoamento, condução e infiltração da água no meio urbano. Assim, a diferentes estruturas e organizações da malha urbana correspondem, da mesma forma, diferentes dinâmicas da água.

Tal circunstância está expressa nas evidentes diferenças entre tecidos como o de Alfama, o Bairro de Alvalade ou a configuração impressa e estruturada pela extensa Av. Almirante Reis, onde os caudais e velocidades de escoamento das águas pluviais e o comportamento das sub-bacias hidrográficas onde se inserem, são distintos. Para o efeito, não faz sentindo desenhar a água de uma mesma forma nestes locais, uma vez que, cada espaço requer estratégias de controlo, condução e colecção da água, também elas diferenciadas, mesmo que a base subjacente a cada intervenção partilhe de objectivos comuns, como por exemplo, gerir integradamente o elemento água no espaço urbano.

Daqui se depreende que cada tecido ou conjunto de tecidos, pressupõe uma estratégia e entendimento individual que aborde em simultâneo a sua espacialidade arquitectónica e expressão ecológica, sendo a Água o elemento crucial que mais os determina. Só assim é possível assegurar o desenvolvimento de estratégias verdadeiramente sustentáveis na construção das paisagens urbanas.

É sobre estas questões que a presente tese se debruça, procurando definir um programa de intervenção para o Vale da Avenida Almirante Reis considerando a Água o elemento central na construção e reinvenção sustentável deste espaço. Para tal, o estudo apresentado assenta sobre uma abordagem holística e sistémica das dinâmicas da água, entendendo-a, simultaneamente, como motivo e motor do desenho urbano.

2. METODOLOGIA

O principal propósito da presente Dissertação de Mestrado em Arquitectura Paisagista é a revelação da água como elemento estruturante do espaço, quer ao nível da modelação constante que esta imprime no terreno, quer enquanto motor do desenho urbano, entendendo-a como instrumento central na construção sustentável da Paisagem.

Neste sentido, o estudo desenvolvido, começa por abordar a Água nas suas dimensões ecológica e cultural e no seu potencial enquanto suporte do projecto de paisagem, definindo as implicações que esta matéria tem no processo de configuração e evolução dos tecidos urbanos, à qual se segue uma breve contextualização do Vale da Avenida Almirante Reis.

Posteriormente é feita uma análise aprofundada do caso de estudo que se divide em duas fases.

Na primeira, uma abordagem de nível global, foram simultaneamente ponderadas e transversalmente reconsideradas as componentes biofísicas e culturais do espaço em estudo, dando-se particular destaque às questões relacionadas com os processos hidrológicos, nomeadamente aquelas que mais directamente influenciam a infiltração, o escoamento e a condução da água. Esta análise de nível global apresenta-se determinante para encontrar directrizes que possam responder a propósitos de uso sustentável da água e defesa dos sistemas naturais, como para antecipar princípios de actuação que assegurem o encontro de soluções espacialmente equilibradas.

Na segunda fase, de nível mais específico, dá-se especial atenção aos espaços de Logradouro e às Principais Linhas de Drenagem Urbana, identificando e avaliando as situações onde surgem os problemas mais graves de drenagem superficial e revelando-se as potencialidades e restrições que estes espaços oferecem ao nível dos processos de infiltração, retenção e acumulação de água.

Através desta metodologia, é possível obter um conjunto de ilações que englobam aspectos naturais, culturais e estruturais, a partir do qual se define um Programa de Intervenção capaz de responder às necessidades específicas do lugar, demarcando-o e defendendo-o do ponto de vista da sua integridade espacial e identitária.

3. A ÁGUA

3.1 A EXPRESSÃO CULTURAL DA ÁGUA

A Água, tal como o fogo, a terra e o ar, é considerada uma "substância primordial" no sentido pré-socratico[1] que, segundo Tales de Mileto[2], está na base da origem de todas as coisas, constituindo a essência do Universo.

Contudo para Spellman (2003), o elemento Água ultrapassa a simples conotação de substancia, não representando unicamente um composto químico formado por átomos de hidrogénio e oxigénio. A Água para esta autora é, acima de tudo, composta por histórias, podendo e devendo ser usada para desempenhar um papel essencial na construção de cidades que reportem ao ser humano. Spellman (2003), acrescenta, ainda, que a utilização e exploração do significado e sentido da água num ambiente urbano, constitui uma base inspiradora para a concepção e manipulação criativa deste elemento. Para o efeito, é fundamental considerar a água em vários contextos, analisando a sua qualidade física, determinando a sua origem, compreendendo os seus sistemas e dinâmicas, bem como o seu papel central na formação de uma cultura (Spellman, 2003). De facto, os sistemas relacionados com a água, revelam a história e a essência de um lugar, expressas nas diferentes arquitecturas que procuraram dar resposta, interagir e revelar a presença da água nos mais variados contextos.

Mesmo quando não é visível, subconscientemente, a água esta presente na paisagem, sendo expressa pela existência de vegetação especifica, de campos cultivados e produtivos e, inevitavelmente, pela existência de aglomerados populacionais (Spellman, 2003). Com efeito, sem água não há vida, e tal constatação levou o homem a desenvolver, ao longo do tempo e da sua evolução, diversas técnicas de captação, condução e armazenamento, recorrendo a obras hidráulicas sucessivamente mais complexas, que permitissem responder aos problemas relacionados com o abastecimento ou drenagem de água. A acção da água ao nível da paisagem cultural é inquestionável, dando origem a características específicas no modo de habitar e ocupar um território, que se baseiam, primordialmente, na abundância ou escassez deste recurso (Ribeiro, 1992).

Neste sentido, pressupõem-se que, pensar a água implica contextualiza-la no sítio, apreende-la como elemento universal, compreender de que forma esta se comporta na paisagem (p. ex. como surge e como se distribui), de que modo permitiu o crescimento de uma região, e qual o seu papel na construção do lugar.

3.2 A ÁGUA: VIDA E EQUILIBRIO

"No início, a superfície terrestre era caótica. Espessas nuvens pairavam sobre uma árida paisagem vulcânica tão quente que, a constante precipitação se transformava instantaneamente em vapor de água. (…) Não havia oceanos, nem atmosfera, nem vida"[3] (Jellicoe e Jellicoe, 2000, p. 10). Só quando a superfície terrestre arrefeceu, permitindo a condensação da água, se tornou possível a formação dos oceanos primitivos e, simultaneamente, a génese de uma atmosfera original, que durante milhões de anos, se foram transformando e evoluindo, favorecendo o aparecimento de vida na Terra (Silva *et al.*, 1999). Neste sentido, a água tem, desde de sempre, um papel determinante na concepção, evolução e manutenção da vida, tal como hoje a conhecemos.

---

[1] Filosofias anteriores ao tempo ou às doutrinas de Sócrates. Disponível em: http://www.priberam.pt/dlpo/default.aspx?pal=pré-socrático

[2] Tales de Mileto foi o primeiro filósofo ocidental de que se tem notícia e um dos sete sábios da Grécia Antiga, constituindo um marco no início do pensamento filosófico ocidental. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Tales_de_Mileto

[3] Na versão original: "La superficie terrestre era caótica. Espessas masas nubosas se cernían sobre un árido paisaje volcánico tan caliente, que la constante lluvia se trasformaba instantaneamente en vapor de agua. (…) No había océanos, ni atmósfera, ni vida."

O movimento e a troca de água nos seus diferentes estados físicos (sólido, liquido e gasoso), fundamental à manutenção e equilíbrio dos ecossistemas biológicos, está expressa no conceito de *Ciclo Hidrológico*.

Este processo que ocorre na Hidrosfera descreve o movimento permanente deste recurso entre os oceanos, as calotes de gelo, as águas superficiais, as águas subterrâneas e a atmosfera[4]. A água que cai na superfície terrestre sob a forma de precipitação pode passar a fazer parte de um corpo de água, pode viajar sobre a superfície de um terreno (escoamento superficial) ou pode infiltrar-se no solo e subsolo (através dos seus poros, fissuras e fracturas)[5]. Parte desta água que condensa e cai sob o efeito da gravidade pode, adicionalmente, ser interceptada pela vegetação, ficando armazenada ao nível das folhas, trocos e caules, até ser evaporada de volta para a atmosfera (McCuen, 1998). Por sua vez, a água que se infiltra no solo pode deslocar-se em profundidade até ao freático, passando a constituir reservas subterrâneas deste bem, ou pode movimentar-se através de zonas insaturadas até surgir de novo à superfície[6]. Uma porção da água que fica armazenada ao nível do solo, em lagos, mares e oceanos, evapora de volta para a atmosfera sob a acção da energia solar e volta a estar disponível para a precipitação, completando, assim, o seu ciclo (McCuen, 1998).

A compreensão do conceito de *Ciclo Hidrológico*, permite, não só, apreender a água como motor dinamizador da paisagem (Quintino, 2007) através do seu movimento e transformação constante, mas também a necessidade da continuidade destes fluxos (Pena, 2008) para a desejável manutenção da vida.

Adicionalmente, e considerando ainda as dinâmicas da água, pode referir-se a sua acção modeladora (acção erosiva, de transporte e deposição) como uma das principais causas das diversas características fisiográficas, constituindo um agente que continuamente altera a superfície terrestre (Roque *et al.*, 2003).
Refere-se, por fim, o importante papel da água na amenização do clima e do microclima característico de uma dada região ou localidade. Assim como a vegetação, a água aumenta os gradientes de temperatura do ar sobre as diferentes superfícies que define, potenciando a formação e aceleração de brisas locais que, por exemplo, favorecem a drenagem atmosférica em meio urbano, afastando da cidade poluentes e poeiras em suspensão (Magalhães 2001).

Observando o papel da água, nas grandes ocorrências geomorfológicas, na expressão do clima e microclima, na garantia da diversidade biológica, na produção de alimentos e em todas as dinâmicas que sustentam a vida, fica clara a sua importância em qualquer contexto.

3.3 A GESTÃO INTEGRADA DA ÁGUA PARA A SUSTENTABILIDADE DO MEIO URBANO

A gestão do recurso água na paisagem terá surgido, primordialmente, da premência em satisfazer as necessidades vitais do homem (Ribeiro, 1992). Actualmente a gestão da água já não se prende apenas com o abastecimento deste recurso às populações, havendo a necessidades de responder a um conjunto mais vastos de vivacidades que requerem o aumento de energia disponível para o desempenho das diversas actividades humanas. Deste modo, surgiram na paisagem grandes sistemas hidráulicos de retenção e distribuição de água, os quais originaram, não só a alteração das paisagens existentes, como também a criação de novas paisagens (Ribeiro, 1992).

Presente no dia-a-dia das actuais populações urbanas, a importância da água, aos seus vários níveis, é por vezes esquecida. Contudo o problema deste recurso encontra-se longe de estar resolvido. O seu uso cada vez mais ampliado, pelo crescimento vertiginoso da população e pela procura do progresso das sociedades em desenvolvimento, somado aos

[4] Disponível em: http://e-Geo.ineti.pt/geociencias/edicoes_online/diversos/agua_subterranea/indice.htm
[5] Disponível em: http://e-Geo.ineti.pt/geociencias/edicoes_online/diversos/agua_subterranea/indice.htm
[6] Disponível em: http://e-Geo.ineti.pt/geociencias/edicoes_online/diversos/agua_subterrânea/indice.htm

problemas da poluição e contaminação decorrentes das diversas actividades humanas, levantam o problema ecológico da conservação/preservação da água, a nível mundial (Oliveira, 1984).

Apesar da abundância de água no planeta[7], corresponder a um volume total capaz de satisfazer toda a população mundial, este recurso apresenta variações espaciais e temporais na sua distribuição, ocorrendo, por isso, inúmeros problemas relacionados com a sua escassez ou excesso num dado local e/ou num determinado momento (McCuen, 1998).
Exemplo disso é o nosso país, cuja distribuição geográfica da água é extremamente irregular de Norte a Sul, verificando-se, em adição, a ocorrência de períodos restritos de precipitação, também ela com significativas variações (Magalhães 2001).

As alterações climáticas tendem, cumulativamente, a agravar a questão da distribuição de água ao longo do ano, levantando questões cada vez mais urgentes no que respeita à gestão sustentável deste recurso. Neste sentido, e para contrariar estas tendências, é fulcral tomar medidas com vista a um melhor aproveitamento e armazenamento da água, tanto ao nível superficial como subterrâneo, e paralelamente, usar com critério este elemento vital.

Esse propósito é claramente enunciado na Carta de Aalborg[8], que aponta para a necessidade de um sistema de gestão do capital natural (a atmosfera, o solo, a água e as florestas) que seja eficaz, integrado, global e sustentável, considerando as especificidades de cada cidade na elaboração de estratégias locais adequadas.
Neste sentido, os princípios humanísticos e com base nos recursos ambientais, devem tornar-se a linha condutora e a força criativa para a construção e reconstrução da paisagem urbana.
Como um recurso finito, imprevisível à vida e ao equilíbrio dos ecossistemas, este elemento toma a posição central na forma como se deve planear e ordenar o território, através da definição de estratégias de gestão da água que visem assegurar a sobrevivência do homem, garantindo o equilíbrio da paisagem a curto e longo prazo e criando situações de elevada qualidade ambiental e visual.
O objectivo principal, quer à grande escala como à pequena escala, quer em ambientes naturais como nos mais artificializados, passa por manter e garantir a continuidade dos fluxos ecológicos (nomeadamente a circulação da água) e as suas interacções (Pena, 2008).

Com o aumento progressivo da população mundial nos últimos dois séculos, as consequentes intervenções de urbanização têm causado alterações graves no processo do ciclo hidrológico, sobretudo ao nível das bacias hidrográficas sobre as quais as cidades crescem (McCuen, 1998). Estas alterações das dinâmicas naturais e cíclicas da água causam mudanças significativas nas características do escoamento superficial. A desflorestação de terrenos, o aumento das superfícies impermeáveis e a existência de áreas com solo a descoberto em meio urbano, diminuem a percentagem de água infiltrada e armazenada, resultando, necessariamente no aumento do volume do escoamento superficial (McCuen, 1998). Por sua vez, as superfícies impermeáveis apresentam-se menos rugosas que os terrenos naturais e, dessa forma, oferecem menor resistência ao escoamento, favorecendo o aumento da velocidade com que este processo ocorre, e a rápida acumulação de água nas cotas mais baixas. Estas modificações culminam, assim, no aumento progressivo de cheias em meio urbano e dos danos a elas associados (McCuen, 1998).
Segundo Fergunson (2002), as abordagens que gerem o escoamento superficial no contexto urbano, restringindo-se apenas a intervenções que visam a captação e condução da água, falham o propósito de diminuir o excesso de escoamento que se forma à superfície após um episódio de precipitação. Assim, surge como imperiosa a necessidade de armazenar a água, não só ao nível superficial, como ao nível subterrâneo, através de processos que viabilizem a sua infiltração em

[7] A atmosfera, os oceanos, as massas de gelo, os lagos, rios, linhas de água e o solo da terra contêm mais de 50 bilhões m^3 de água (McCuen, 1998).
[8] Ver: Carta das Cidades Europeias para a Sustentabilidade. Disponível em: http://www.cm-condeixa.pt/departamentos/ambiente/CARTAAALBORG.pdf

profundidade, tornando possível o retorno das águas pluviais à circulação subterrânea, e garantindo a manutenção do seu ciclo dentro da cidade.

Alfaiate (2000), refere ainda a este propósito, a necessidade de encontrar formas de intervenção no território que levem em conta, desde o início, os conteúdos formais, espaciais e ecológicos da paisagem, sublinhando a necessidade de sistematizar e comunicar estes conteúdos de forma a serem perceptíveis e adaptáveis às várias escalas do planeamento.

3.4 ÁGUA ENQUANTO SUPORTE E MOTOR DO DESENHO URBANO

Spellman (2003) defende que a manipulação criteriosa das qualidades efémeras da paisagem (a água, o ar, a luz ou o tempo) pode agregar uma "arquitectura" à paisagem onde se insere. Nestes mesmo sentido, Alfaiate (2008) considera a água como uma matéria única por constituir um "eloquente mediador entre a realidade material, cultural e natural da paisagem" (Alfaiate, 2008, p. 50). Este papel singular atribuído à água deve-se à sua capacidade de revelar as dinâmicas do meio natural, incentivando construções sucessivas da paisagem, que não se prendem exclusivamente com "motivos básicos de subsistência e de continuidade da vida", mas também com a "necessidade humana de fixar no tempo representações que lhe dêem sentido e as integrem numa realidade existencial" (Alfaiate, 2008, p. 50).
Em simultâneo, para além da particularidade que este elemento tem como integrador de toda a paisagem física, a água revela-se também integradora de várias disciplinas (France, 2002). A paisagem construída pela água pode, deste modo, adquirir uma instrumentalidade estratégica em contextos urbanos, apontando a sua essencialidade para a vida, e a sua função de mediador expressivo entre o material, cultural e a realidade natural da paisagem (Alfaiate, 2011).
Alfaiate (2011) defende que a preservação, o uso equilibrado e a revelação da água, devem seguir uma abordagem holística e sistémica, envolvendo e integrando vários parâmetros essenciais a nível global – recursos abióticos, bióticos e culturais.

A forma como vemos a água está a mudar, e com esta nova perspectiva surge uma forma renovada de trabalhar a água, procurando soluções que permitam o comportamento natural desta nos actuais ambientes construídos. Para tal, o desenvolvimento de conceitos de intervenção capazes de responder, do ponto de vista funcional, ao necessário equilíbrio e regeneração dos ecossistemas, e que adicionalmente permitam concepções criativas, tornando aparentes as dinâmicas da água, pressupõem a interpretação das qualidades do espaço urbano e a sua configuração, bem como o estudo do funcionamento hidrológico e dos factores que o influenciam (Alfaiate, 2008).
O desenho urbano é, assim, entendido no sentido formativo, recorrendo aos conteúdos que explicam as dinâmicas do espaço e que, paralelamente, se enunciem como reveladores do lugar e da sua identidade particular (Alfaiate, 2008).
A Carta de Aalborg remete igualmente para este sentido quando sublinha o facto de que "uma vez que todas as cidades são diferentes, é necessário que cada uma encontre o seu próprio caminho para alcançar a sustentabilidade" considerando as "especificidades de cada cidade a base das estratégias locais adequadas" [9].
Assim sendo, e apesar dos propósitos subjacentes serem idênticos, cada programa ou projecto de intervenção é uma concepção única, capaz de responder a necessidades específicas, uma vez que os factores que afectam o desenho variam com lugar.

Adicionalmente, Alfaiate (2008) refere-se às possíveis "contingências que os espaços oferecem", nomeadamente as ecológicas, como o "principal catalisador do acto criativo" para o desenvolvimento de soluções projectuais. Pressupõem-se,

[9] Ver: p. 2-3 da Carta das Cidades Europeias para a Sustentabilidade. Disponível em: http://www.cm-condeixa.pt/departamentos/ambiente/ CARTAAALBORG.pdf

neste sentido, que é possível reverter os efeitos negativos e as problemáticas relacionadas com o excesso de escoamento superficial na cidade, através de formas de desenhar/redesenhar o espaço urbano, que assentem na redescoberta/reinterpretação das conexões do lugar com a água, recuperando a relação deste elemento com a paisagem construída pelo homem e garantindo simultaneamente a sua sustentabilidade.

A utilização da água como elemento de projecto oferece, ainda, inúmeras oportunidades ao nível da composição estética e criação de ambientes atractivos, contribuindo para uma maior diversidade visual e funcional do espaço e, constituindo simultaneamente, elemento unificador daquele (Ribeiro, 1992). A água é variada e dinâmica nas aparências, sendo possível manipula-la através: de contrastes Luz/sombra, revelando as suas características reflectoras; ao nível textural, promovendo a água em movimento, e ao nível perceptivo, recorrendo a variações na sua sonoridade.

4. O VALE DA AVENIDA ALMIRANTE REIS

4.1 Contextualização Histórica da Área de Estudo

A cidade de Lisboa nasceu na Colina do Castelo (Colina de S. Jorge), numa região cuja presença humana data desde acerca de 3.000 anos até aos nossos dias[10]. Gradualmente, a cidade foi crescendo e ocupando outras colinas que dominam o estuário do Tejo e as terras baixas da margem ribeirinha. Lisboa cresceu para nascente e poente, junto à margem deste rio, e para Norte ao longo dos velhos caminhos, e o território foi sendo enriquecido com fortificações, conventos e quintas, construindo uma paisagem urbanizada (Cancela d'Abreu *et tal*., 2004). No entanto, a edificação que ia surgindo nas várias vertentes, nos vales e cumeadas ao longo das principais vias de acesso, foi traçando a cidade sem se impor à paisagem natural e inserindo-se nela harmoniosamente (Telles *et al.*, 1997). Deste modo, e até finais do séc. XIX (quando se dá o inicio da industrialização em Portugal), as formas impressas pela Água e pela Terra (relevo) são as mais determinantes e características no desenho e formação da cidade (Morgado, 2005).

A água, como único meio de comunicação de grande alcance e, consequentemente, de maior oportunidade económica, teve um papel fundamental na formação urbanística e, nos casos particulares dos estuários, determinou a localização das principais cidades, actuando de forma polarizada (Morgado, 2005). Em termos territoriais, a existência de estuários é sempre um factor singular. De facto, o estuário do Tejo foi o principal porto de apoio à navegação costeira que, durante a Antiguidade e a Idade Média, ligou a Europa Atlântica ao Mediterrâneo (Telles *et al.*, 1997), tendo um papel inquestionável no tipo de aglomerado urbano que originou a cidade de Lisboa.

Segundo Morgado (2005) as formas da água conformam as formas da cidade, ou seja, a organização dos vários assentamentos decorreu, essencialmente, a partir da morfologia da água. Como tal, no território anterior à industrialização, a estrutura urbana organizava-se em torno de um "coração aberto de água" (o estuário do Tejo), para onde convergiam as principais linhas de crescimento, que determinariam as formas posteriores da metrópole (Morgado, 2005).

Com a chegada tardia da revolução industrial a Portugal, só nos finais do séc. XIX, se verifica o aparecimento de fábricas importantes na periferia de Lisboa. Desde essa altura, até aos anos 40 do séc. XX, a cidade regista uma transformação territorial significativa, verificando-se um rápido crescimento da população da cidade, devido às grandes mudanças tecnológicas da industrialização. Para esse fenómeno, contribuiu a conjuntura política e o desenvolvimento efectivo do país, que apostou em infra-estruturas, assim como, em vários planos urbanísticos (p. ex. plano de Ressano Garcia) que tiveram como objectivo transformar a cidade de Lisboa em capital europeia (Morgado, 2005).

A partir dos anos 40, a cidade passa a crescer, ao longo das principais linhas de caminhos-de-ferro e estradas nacionais, desenhando-se definitivamente a organização actual dos tecidos urbanos. Estas linhas de oportunidade introduzem uma nova hierarquia territorial que, desde aquele momento, já não está dependente do poder da água e da terra, mas sim da criação artificial de infra-estruturas apoiadas nas grandes inovações tecnológicas. Verifica-se, então, o início de uma nova forma de domínio e organização territorial que definitivamente se sobreporá aos espaços naturais, começando a reestrutura-los profundamente (Morgado, 2005).

Alguns destes fenómenos urbanísticos dizem respeito, por exemplo, à especialização da forma da água através da modelação das margens do estuário do Tejo, construindo grandes áreas de solo artificial para usos portuários, entre os

[10] Alfaiate, M. T. A., 2004 *in* Ribeiro, L. (coord.), Alfaiate, M. T. A.; Mendes, P.; Botequilha, A., e Ferreira, H. 2004. *Al_Hama – Metodologia de Integração das Águas Subterrâneas no Planeamento e Gestão Sustentáveis de Paisagens Urbanas*. O Caso de Estudo do Bairro de Alfama, Lisboa. Projecto I&D Fundação para a Ciência e Tecnologia POCI/GEO/60942/2004.

espaços urbanos e os calados mais profundos do rio, modelando o Estuário e suprimindo o carácter de praia que até meados do séc. XIX ainda caracterizavam a frente ribeirinha de Lisboa (Morgado, 2005).

Nos anos 1940/1960 o crescimento planeado da cidade prossegue nas zonas de Alvalade e do Areeiro, bem com na encosta dos Olivais (Telles *et al.*, 1997). Ainda neste período são levadas a cabo as principais obras de hidráulica que possibilitaram o crescimento de grandes áreas urbanas, consideradas fundamentais na organização do território.
Com a eficácia dos eixos principais, o crescimento urbano é impulsionado, essencialmente, através de ocupações de usos específicos (usos industriais, comerciais e residenciais) directamente dependentes das vias e, sobretudo, em torno das estações ferroviárias (Morgado, 2005).

Em 1992, Lisboa apresenta já um funcionamento realmente metropolitano e assiste-se à renovação das oportunidades do uso do solo. A democracia em 1975 e a adesão à Comunidade Económica Europeia em 1986 estabelecem novas conjunturas políticas e económicas com interesses no sector terciário, tornando as áreas industriais e portuárias, de certa forma, obsoletas (Morgado, 2005).
A densificação da rede no sentido dos eixos principais vai determinar, por um lado, o parcelamento sucessivo do espaço desocupado e, por outro, o incremento da oportunidade de edificação (Morgado, 2005). Com o passar do tempo, todo o espaço urbano foi sendo edificado originando situações de constrangimento, sobretudo no que se refere ao elemento água e às suas dinâmicas. Estas situações são, adicionalmente, agravadas por um crescimento "feito de forma arbitrária e caótica, respondendo a microplanos que desconhecem o lugar e o conjunto urbano em que estão incluídos" (Telles, 1997, p. 49).

O aumento do sector terciário nas zonas históricas, por sua vez, tem provocado, nos dias de hoje, a saturação das infra-estruturas, sobretudo no que respeita aos sistemas de circulação e parqueamento de viaturas, tendo consequências, não só ao nível do espaço público (remoção de árvores para alargamento de vias ou para estacionamento), mas também ao nível dos Logradouros, onde os jardins interiores são suprimidos para a construção de caves geralmente destinadas a garagens (Telles *et al.*, 1997).

Podemos então concluir, desta breve contextualização histórica, que desde a ocupação ancestral da Colina do Castelo até aos dias de hoje, a cidade sofreu modificações significativas quanto à utilização do solo, verificando-se uma compactação e impermeabilização progressivas, que ganharam maior expressão, principalmente a partir de meados do séc. XX.

Ao nível espacial, analisando o levantamento de Lisboa de Filipe Folque (1856-1858)[11] e dando especial enfoque à área ocupada pelo Vale da Avenida Almirante Reis, verifica-se que a área mais densamente edificada se concentra na zona sul, nas proximidades da margem do rio Tejo, coincidentes com as ocupações mais ancestrais da cidade – tecidos orgânicos de génese concêntrica da Encosta do Castelo (séc. XII a XVII), bem como tecidos orgânicos de génese linear que surgem na Encosta da Garça, na Encosta de São José e em parte da Colina de Santana (séc. XV a XVIII)[12]. Assim, até finais do séc. XIX, grande parte do Vale da Avenida Almirante Reis apresentava um carácter predominantemente rural, surgindo como um território quase original, submetido ao espaço natural e conformado às diversas estruturas de usos agrícolas. Na área mais ao centro e Norte do vale, surgiam frágeis trajectos ligados às explorações do solo rural, e o pouco edificado que existia

[11] Ver: Viegas, I. M. (coord.) e Tojal, A. A., 2000. *Atlas da Carta Topográfica de Lisboa – Sob a direcção de Filipe Folque: 1856 – 1858*. Catálogos do Arquivo Municipal de Lisboa. Câmara Municipal. Departamento de Património Cultural. Arquivo Municipal de Lisboa, Lisboa. 119 pp.
[12] Ver: Telles, G. R. (coord.), Magalhães, M. R., Alfaiate, M. T. A., 1997. *Plano Verde de Lisboa*. Componente do Plano Director Municipal de Lisboa. Edições Colibri, Lisboa. 197 pp.

para além do antigo Campo de Santa Bárbara, cosia-se às linhas naturais do terreno (moldado pela linha do Regueirão dos Anjos), seguindo para norte ao longo da Rua Direita dos Anjos até ao Largo de Arroios.

Por sua vez, analisando o levantamento de Silva Pinto (1904-1911)[13], para a mesma área (ver fig. 1), foi possível verificar uma evolução do tecido urbano, relativamente ao século anterior, registando-se uma ligeira diminuição de espaços livres, sobretudo correspondentes às iniciais áreas de logradouros das zonas com ocupação mais ancestral (tecidos históricos). Contudo, é o desenho da nova Avenida Almirante Reis (inicialmente designada de Av. D. Amélia), aberta nos primeiros anos do século XX, que marca indelevelmente a configuração espacial deste vale. Permitindo a ligação das áreas mais ancestrais, através da Rua da Palma, até à Praça Francisco Sá Carneiro, esta linha passa a estruturar a organização dos vários tecidos edificados que se vão estendendo para Norte, ocupando os antigos espaços agrícolas. Entre os finais do séc. XIX e início do séc. XX, surgem também os primeiros aglomerados urbanos, como o Bairro da Estefânia, ocupando grande parte das encostas que definem este Vale[14].

Fig. 1 – Levantamento de Lisboa de: 1856-1858 de Filipe Folque, de 1904-1911 de Silva Pinto e de 2011 (foto aérea)

Actualmente estamos face a uma estrutura edificada de carácter contínuo por onde se distribuem espaços verdes pontuais, verificando-se uma diminuição significativa de áreas permeáveis. É principalmente ao nível dos Interiores de Quarteirão, que bordejam a Avenida Almirante Reis, que a edificação e impermeabilização dos espaços de Logradouro, desde o levantamento de Silva Pinto até aos nossos dias, são mais evidentes. As novas construções que surgem, normalmente aumentando as cérceas pré-existente, vão ocupando estes Logradouros comprometendo o sistema de vistas da cidade, a permeabilidade do solo e a presença de vegetação no interior dos quarteirões (Cancela d'Abreu *et tal*., 2004).

Estas comparações permitem-nos apreender o grau de impermeabilização que todo o Vale sofreu ao longo da sua história, e simultaneamente, a expressiva redução de áreas de infiltração para as águas pluviais, o que afectará significativamente os processos de escoamento superficial que hoje ocorrem nesta zona da cidade. De facto, a perda sucessiva de espaços

[13] Ver: Vaz, L. e Mangorrinha, J., 2005. *Levantamento da Planta de Lisboa: 1904-1911 – Sob a direcção do Eng. Silva Pinto*. Câmara Municipal de Lisboa. Departamento de Património Cultural. Arquivo de Lisboa, Lisboa. 322 pp.
[14] Ver: Telles, G. R. (coord.), Magalhães, M. R., Alfaiate, M. T. A., 1997. *Plano Verde de Lisboa*. Componente do Plano Director Municipal de Lisboa. Edições Colibri, Lisboa. 197 pp.

permeáveis, foi agravando as condições de drenagem urbana, aumentando os problemas de inundação nas zonas mais baixas, para onde toda a água não recolhida/infiltrada ao longo do Vale acaba por chegar.
Adicionalmente, algumas das áreas abarcadas por este vale apresentam graves problemas de desertificação habitacional e decadência comercial, com espaços públicos degradados e edifícios arruinados, não obstante o interesse patrimonial que ainda possuem (ver Peça nº 1, Anexo X).

Mesmo assim, é importante focar a coerência das diferentes relações estabelecidas entre os espaços abertos existentes na actual malha urbana (sobretudo ao nível dos Logradouros), e o carácter dos tecidos onde estes se inserem, assumindo a identidade diferenciada desses mesmos tecidos, "como resultado de um crescimento urbano que se foi cerzindo em épocas sucessivas" (Alfaiate *in* Telles, 1997, p. 26).

4.2 O ESPAÇO GEOGRÁFICO E O PROBLEMA DAS CHEIAS

A cidade de Lisboa surge, como já vimos, profundamente marcada por aspectos históricos e geográficos, correspondendo a um território determinado pela presença de colinas e vales abertos sobre o rio Tejo (Cancela d'Abreu *et tal*., 2004).
Segundo Telles *et al.* (1997), a cidade assenta em cinco zonas naturais de grande expressão, e com características distintas – a Serra de Monsanto, o Sistema Colinar Voltado ao Tejo, o Sistema Paraplanáltico Interior, a Frente Periférica e a Frente Ribeirinha (ver fig. 2) – às quais se associa um carácter distinto da Paisagem.
Como já vimos, as características do relevo onde a cidade de Lisboa se desenvolveu, condicionaram fortemente o tipo de ocupação urbana, correspondendo a cada um dos sistemas naturais supracitados, uma paisagem urbana de carácter ímpar, que testemunha na sua morfologia as singularidades do sítio que lhe deu origem (Telles *et al.*, 1997).
O conjunto composto pelos Vales da Avenida Almirante Reis e da Avenida da Liberdade, corresponde, desta forma, a um dos sistemas colinares voltados ao Tejo, que determinam uma Unidade de Paisagem Urbana, ou seja, uma área que, apesar de constituída por conjuntos urbanos diferenciados, se lê na sua totalidade, uma vez que se enquadra no mesmo espaço fisiográfico e paisagístico (Telles *et al.*, 1997).

De referir que esta demarcação de unidades esta intimamente relacionada com as bacias hidrográficas, apresentando-se determinantes no funcionamento e características do espaço.
Do sistema colinar que define o vale em estudo, fazem parte: a Colina de Santana, que surge a Oeste do Castelo de São Jorge, constituindo a separação física entre a sub-bacia da Ribeira de Vale Verde (ou da Av. da Liberdade) a poente, e a sub-bacia da Ribeira de Arroios (ou da Av. Almirante Reis) a nascente; a Colina de Santo André, contigua à Colina da Graça; e a Colina de São Jorge (ou Colina do Castelo), cuja área geográfica abrange os bairros da Mouraria, do Castelo, bem como parte do bairro de Alfama (para Sudeste)[15].

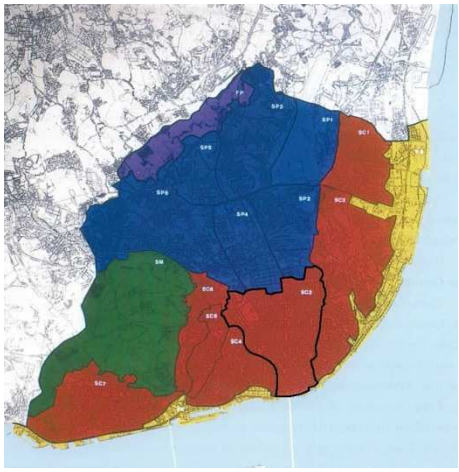


Fig. 2 – Sistemas Naturais da Paisagem com destaque para a Bacia Hidrográfica da Baixa.
A amarelo: a frente ribeirinha; a vermelho: o sistema colinar voltado ao Tejo, a verde: a Serra de Monsanto, e a azul: o sistema planáltico interior.
(Adapatado de:Telles *et al.,* 1997)

Relacionada com o relevo e com a localização geográfica dos sítios, está a existência de um clima e/ou microclima específicos. A esta máxima não escapa a cidade de Lisboa cujo ambiente é condicionado

[15] Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Sete_Colinas_de_Lisboa

pela topografia acidentada e pela sua posição junto ao Tejo[16].

Não correspondendo a um factor ecológico que assuma, directamente, uma expressão espacial no território, o clima tem, contudo, uma influência inquestionável sobre outros factores do ambiente, sendo por isso indispensável o seu conhecimento (Magalhães 2001). Lisboa é uma das capitais mais amenas da Europa, com um clima temperado mediterrânico (*Csa* segundo a classificação climática de Köppen) que se caracteriza por Invernos suaves e Verões quentes, secos e de longa duração (Miranda, 2001). De uma maneira geral, as chuvas concentram-se no período entre Outubro e Abril, verificando-se pouca precipitação nos meses de Verão[17]. O problema prende-se, então, com a distribuição da chuva ao longo do ano, pois existem épocas de grande precipitação e outras alturas em que esta não se verifica.

Aqueles que vivem e trabalham em ambiente urbano experienciam o facto das cidades criarem microclimas próprios. Os ambientes induzidos pelo homem, podem divergir significativamente dos padrões macroclimáticos regionais, sendo que, o grau de mudança depende da escala da intervenção no ambiente natural. Portanto, para a compreensão da ecologia urbana é igualmente importante, a compreensão do clima específico da cidade (Thomas, 2002).

Fundamentalmente, a cidade constitui aquilo que se designa de "ilha de calor", na qual a temperatura do ar é ligeiramente superior à das zonas circundantes devido ao efeito que as actividades humanas, a predominância de materiais inertes e o elevado teor de poeiras provocam no balanço térmico da atmosfera (Magalhães 2001). Este efeito de *ilha de calor* pode contribuir expressivamente para a deterioração do ar nas áreas urbanas, especialmente se existirem fontes de poluição nos arredores das cidades. Isto deve-se ao facto da diferença de temperatura entre a zona urbana e a sua envolvente (podendo ultrapassar os 5º), originar uma circulação de brisa que pode arrastar a poluição emitida nas áreas periféricas para o interior da cidade (Miranda, 2001). A *ilha de calor* é o exemplo melhor documentado de uma modificação climática induzida pelo Homem[18] e deve-se, fundamentalmente, a aspectos como: a Geometria Urbana, que influencia a velocidade dos ventos; a alteração das qualidades das superfícies, que aumentam a absorção da radiação solar e reduzem a evapotranspiração, e a poluição atmosférica, que pode contribuir para a formação de nevoeiro e induzir precipitações em condições favoráveis (Thomas, 2002).

Por fim, e a somar a tudo o exposto, as Unidades de Relevo actuam de forma influente nos eventos de inundação em meio urbano (Oliveira e Ramos, 2002). Com base na carta de *Inundações Registadas entre 1918/19 e 1997/98* (ver fig. 3) elaborada no âmbito do estudo de Oliveira e Ramos (2002), pode-se observar que o Vale da Avenida Almirante Reis regista 40 a 80 episódios de inundações no intervalo de tempo analisado, englobando alguns dos locais considerados mais críticos na cidade de Lisboa. As áreas representadas sobressaem como as mais afectadas pelas inundações, correspondendo a zonas onde os entalhes mais profundos se encontrarem (factor de convergência de águas) (Oliveira e Ramos, 2002).

Com a contínua ocupação/reocupação do solo urbano que se foi verificando no decorrer dos séculos, todo o sistema de drenagem superficial e carregamento de aquíferos, foi sendo progressivamente comprometido. Hoje, os locais de infiltração das águas pluviais encontram-se reduzidos a alguns jardins em espaços públicos e, fundamentalmente, aos interiores de quarteirão que não foram construídos ou impermeabilizados. O aumento significativo dos caudais escoados à superfície que dai advém, sobrecarrega a rede de Esgoto Municipal, colocando todo o sistema em ruptura.

A diminuição da presença da vegetação na cidade associada, por exemplo, à diminuição de áreas permeáveis nos logradouros, traz ainda modificações relevantes nos processos de evapotranspiração e na fixação de poeiras do ar, que se repercutem necessariamente no microclima urbano e na amenização das temperaturas.

---

[16] Ver: Relatório de Características Biofísicas de Lisboa no âmbito da Revisão do PDM. Disponível em: http://pdm.cm-lisboa.pt/RevPDM_Documentos/Relatórios_sintese_Caracterização_Biofisica.pdf.

[17] Ver: Relatório de Características Biofísicas de Lisboa no âmbito da Revisão do PDM. Disponível em: http://pdm.cm-lisboa.pt/RevPDM_Documentos/Relatórios_sintese_Caracterização_Biofisica.pdf.

[18] Disponível em: http://pdm.cm-lisboa.pt/

Por todos estes motivos, percebe-se a urgência e necessidade da elaboração de um estudo que se baseie na análise da permeabilidade das áreas que ainda permanecem livres de construção, através de uma leitura sistémica destes espaços e da sua programação.

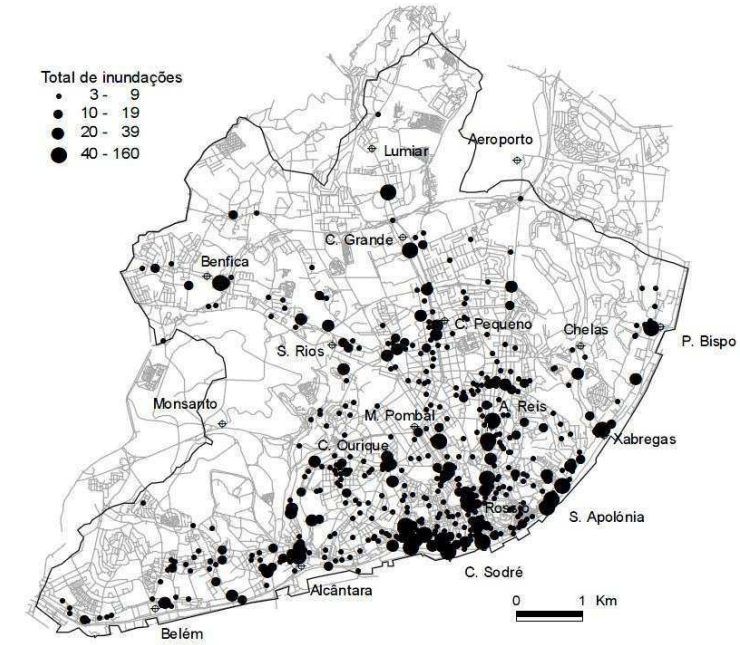


Fig. 3 – Total de Inundações em Lisboa entre os anos de 1918/1919 e 1997/1998.
A classe mais elevada (40 - 160) representa os locais que foram inundados em média uma vez em cada dois anos, ou em todos os anos.
(Adapatado de: Oliveira e Ramos, 2002)

5. ANÁLISES E INTERPRETAÇÕES DE NIVEL GLOBAL

Neste Capitulo desenvolve-se uma análise interpretativa da dinâmica e da configuração espacial da paisagem urbana, que têm maior influência no comportamento da água, sobretudo ao nível dos processos de escoamento, infiltração e retenção. Para tal estudaram-se e trabalharam-se dados de natureza biofísica e espacial, com o objectivo de conhecer e poder relacionar várias matérias, reunindo os elementos fundamentais para a elaboração de estratégias e programas de intervenção, que tenham em vista uma abordagem sensível e sustentável. Pretende-se obter soluções técnicas e formais que integrem as componentes naturais do território, respeitando as estruturas ecológicas fundamentais da paisagem e que, em simultâneo, revelem e recriem o elemento água enquanto motor do desenho urbano[19].

Uma vez que este trabalho se centra na questão do funcionamento hidrológico, procurando minimizar os problemas actualmente existente no contexto urbano, sobretudo no que respeita à drenagem superficial das águas pluviais e aos processos de infiltração, a linha condutora desta análise mais global, passa por desvendar o comportamento da água nas diferentes circunstâncias abrangidas pela área de estudo (situações de escoamento ou de acumulação), bem como determinar as situações mais favoráveis para a infiltração, retenção e captação destas mesmas águas.

Contudo, antes de avançar sobre estas questões, interessa esclarecer o conceito de escoamento superficial e aquilo que influencia este processo. Neste sentido, o escoamento superficial diz respeito à parcela de precipitação que flui por acção da gravidade de modo não organizado, das zonas mais elevadas para as zonas mais baixas[20]. A magnitude deste tipo de escoamento depende de uma série de factores determinantes como: a intensidade, duração e frequência da precipitação; a permeabilidade do terreno; o tipo de coberto vegetal; a área da bacia de drenagem, e o declive dos terrenos[21]. No contexto da cidade, e uma vez que os problemas de drenagem superficial são agravados pela impermeabilização de superfícies originalmente permeáveis, o tipo de ocupação do solo e a implantação progressiva de uma estrutura urbana, são igualmente influentes na forma como se processam estes escoamentos.

Nas actuais circunstâncias, a diminuição do escoamento superficial e dos respectivos processos erosivos, passa pelo controlo (captação, condução e acumulação) das águas de escorrência e pela melhoria das condições de infiltração e retenção da mesma, sobretudo ao nível dos logradouros, pelo que a determinação de áreas com maior capacidade de infiltração será um dos objectivos principais da presente análise.

5.1 FISIOGRAFIA NATURAL E FISIOGRAFIA ADAPTADA À REALIDADE URBANA

O aspecto actual da Terra é consequência de muitos fenómenos que se sucederam ao longo do tempo geológico e que continuam a ocorrer nos nossos dias (Roque *et al*., 2003). Assim sendo, as formas do terreno são indicadoras dos processos geomorfológicos que lhes deram origem, pelo que não podem ser olhadas numa perspectiva exclusivamente formal (Magalhães, 2001).

[19] Alfaiate, M. T. A., 2004 *in* Ribeiro, L. (coord.), Alfaiate, M. T. A.; Mendes, P.; Botequilha, A., e Ferreira, H. 2004. *Al_Hama – Metodologia de Integração das Águas Subterrâneas no Planeamento e Gestão Sustentáveis de Paisagens Urbanas*. O Caso de Estudo do Bairro de Alfama, Lisboa. Projecto I&D Fundação para a Ciência e Tecnologia POCI/GEO/60942/2004.
[20] Ver: Instituto Geológico e Mineiro. Disponível em: http://egeo.ineti.pt/bds/lexico_geologico/default.aspx?letra=E
[21] Ver: Instituto Geológico e Mineiro. Disponível em: http://egeo.ineti.pt/bds/lexico_geologico/default.aspx?letra=E

A Fisiografia faz a descrição da Terra tendo em conta as formas de relevo e a litosfera, bem como as suas interacções com a biosfera, hidrosfera e atmosfera[22]. Corresponde à forma tridimensional do terreno originada, primariamente, por processos endógenos (relacionados com a geodinâmica interna) e, posteriormente, por processos exógenos (relacionados com agentes modeladores da superfície terrestre)[23]. Estes últimos, os agentes externos de morfogénese, estão intimamente relacionados com processos de erosão exercidos, por exemplo, pela passagem da água pluvial ou de escorrência superficial, pela acção modeladora do vento ou ainda pelas alterações produzidas pelos seres vivos, nas quais se inclui a acção do Homem (Roque *et al*., 2003).

De acordo com Magalhães (2001) as diferentes formas do terreno determinam condições ecológicas muito diversificadas, caracterizadas pela distribuição irregular do solo (situações de eluvião e aluvião), da água (situações de escoamento e acumulação), dos microclimas e da vegetação. Por estes motivos, o relevo é um indicador fundamental do funcionamento ecológico da paisagem (Magalhães, 2001), sendo a sua interpretação indispensável a uma "intervenção conhecedora, em termos de sustentabilidade ecológica, uma vez que, a existência de relevo, mesmo que pouco acentuado, diferencia distintas áreas ecológicas" (Magalhães, 2001, p. 342).
Por sua vez, segundo Alfaiate (2000), o confronto do Homem com a fisiografia de um sítio origina um género específico de organização urbana ou um tipo de mosaico cultural, que em muito depende das características mais ou menos acidentadas do relevo. Assim, "As características da forma do relevo, são o elemento de suporte mais determinante na formulação da Paisagem Construída, quer estejamos a pensar nos ambientes mais naturais quer ainda naqueles que se revelam pela sua artificialidade" (Alfaiate, 2000, p. 135).

No âmbito do presente trabalho torna-se fundamental o estudo da Fisiografia do terreno não só na sua expressão natural (Fisiografia Natural), como na configuração que esta toma dentro de contexto urbano da cidade (Fisiografia Adaptada).

5.1.1 Fisiografia Natural

Como já foi referido anteriormente, a Fisiografia permite-nos tomar consciência das variações tridimensionais do terreno, sendo um suporte fundamental na compreensão das características do espaço em estudo. A carta fisiográfica elaborada teve como base a carta Altimétrica (curvas de nível com equidistância de 1m e pontos cotados), onde foram traçadas as linhas de drenagem natural ou linhas de talvegue (que unem os pontos de cotas mais baixas), bem como as linhas de festo ou linhas de cumeada (que unem os pontos de cotas mais elevadas) (ver fig. 4). Os talvegues e os festos foram ainda hierarquizados em três níveis: principais, secundários e terciários, consoante a sua importância na rede hidrográfica (ver Peça nº 2, ANEXO X).

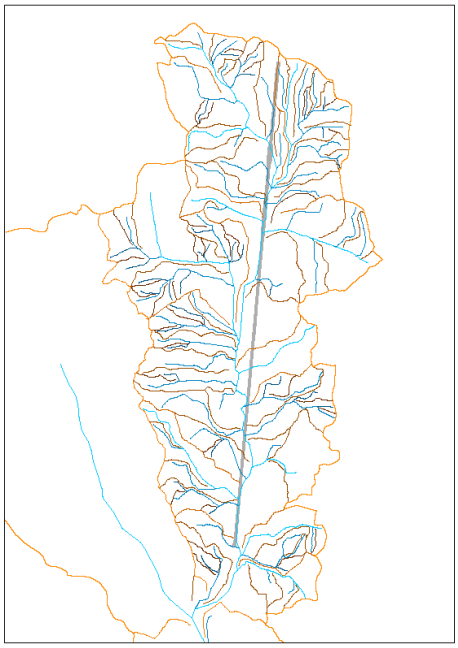


Fig. 4 – Fisiografia Natural

A água precipitada numa bacia hidrográfica define o seu traçado sobre o terreno de forma espontânea, percorrendo sucessivamente pontos de menor cota. Seguindo uma direcção convergente, a água recolhida pela rede hidrográfica, é transportada ao longo de vários afluente até à linha de drenagem principal, que a conduzirá, em última instância, para o mar

[22] Ver: Instituto Geológico e Mineiro. Disponível em: http://e-geo.ineti.pt/bds/lexico_geologico/default.aspx?letra=F
[23] Ver: Instituto Geológico e Mineiro. Disponível em: http://e-geo.ineti.pt/bds/lexico_geologico/default.aspx?letra=P

(Roque *et al*., 2003).

Embora sejam raros os cursos de água subaéreos que atravessam a cidade, a análise da antiga rede de drenagem é fundamental, dado que os antigos talvegues se conservam (apesar da densa urbanização) definindo áreas deprimidas onde se concentra o escoamento superficial após a ocorrência de grandes chuvadas (Oliveira e Ramos, 2002). Por sua vez, as linhas de festo constituem linhas de separação de águas e marcam os limites das várias bacias hidrográficas existentes, definindo fronteiras muito evidentes na paisagem.

A carta da *Fisiografia Natural* esclarece, adicionalmente, quais os declives presentes no terreno, a sua distribuição e variação, bem como qual a exposição solar obtida pelas diferentes vertentes, o que se revela de grande importância no planeamento das várias actividades humanas sobre o território (Magalhães, 2001). Por outro lado, as diferentes situações criadas pelos acidentes fisiográficos oferecem-nos formas distintas de experimentar a paisagem. Ao percorrer uma linha de festo é possível apreciar pontos dominantes com aberturas de largas vistas de onde se pode obter um panorama mais vasto sobre o território. Em sentido inverso, quando se percorrem pontos encaixados ao longo de um talvegue, as perspectivas sobre a envolvente são condicionadas, sendo impossível ver para lá da área definida pelo vale. Assim, a fisiografia tem uma enorme influência na forma como o território envolvente é apreendido e, consequentemente, ocupado e explorado pelo homem (Quintino, 2007).

A análise deste suporte permite reconhecer que o espaço em estudo é marcado por relevos mais ou menos acidentados, constituindo um conjunto de colinas com pendentes acentuadas, onde se observam alguns vales relativamente encaixados, informações que se revelam pertinentes para o estudo mais aprofundado do escoamento superficial[24].

Verifica-se, também, que o talvegue principal desenvolve-se predominantemente no sentido Norte-Sul, recolhendo ao longo do seu trajecto as águas de escoamento provenientes da vertente Oeste da Encosta de Santo André e da vertente Este da Encosta de Santana, bem como parte das águas de escorrência da Encosta do Castelo, já no seu troço final.

Por fim, é incontornável a influência que a *Fisiografia Natural* tem no desenvolvimento da malha urbana sobre o território, nomeadamente no que se refere à densidade e expressão dos tecidos que a compõem. Nas zonas mais declivosas os tecidos surgem mais tencionados e a dimensão dos arruamentos, dos lotes e, consecutivamente, dos logradouros, é mais reduzida, enquanto que, nas zonas mais aplanadas, onde os declives são mais suaves, o tecido urbano é menos denso, os arruamentos mais largos e as dimensões dos lotes e respectivos interiores de quarteirão são superiores[25].

É ainda evidente a relação íntima da Fisiografia Natural com a localização de importantes Pontos na paisagem e com o desenvolvimento de Linhas Estruturantes que marcam e influenciam a configuração da malha e do tecido urbano (ver fig. 5) (ver Peça nº 3,

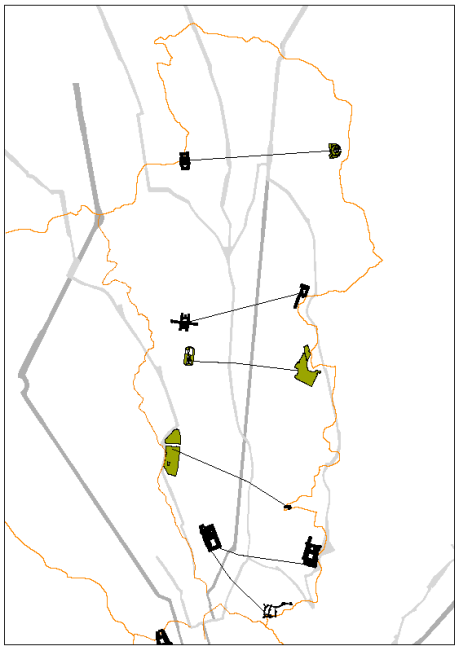


Fig. 5 – Pontos Significativos e Sequências Lineares na Paisagem

[24] Alfaiate, M. T. A., 2004 *in* Ribeiro, L. (coord.), Alfaiate, M. T. A.; Mendes, P.; Botequilha, A., e Ferreira, H. 2004. *Al_Hama – Metodologia de Integração das Águas Subterrâneas no Planeamento e Gestão Sustentáveis de Paisagens Urbanas*. O Caso de Estudo do Bairro de Alfama, Lisboa. Projecto I&D Fundação para a Ciência e Tecnologia POCI/GEO/60942/2004.

[25] Alfaiate, M. T. A., 2004 *in* Ribeiro, L. (coord.), Alfaiate, M. T. A.; Mendes, P.; Botequilha, A., e Ferreira, H. 2004. *Al_Hama – Metodologia de Integração das Águas Subterrâneas no Planeamento e Gestão Sustentáveis de Paisagens Urbanas*. O Caso de Estudo do Bairro de Alfama, Lisboa. Projecto I&D Fundação para a Ciência e Tecnologia POCI/GEO/60942/2004.

ANEXO X). A distribuição estratégica destes elementos relevantes (edificados ou arborizados) ao longo das linhas de cumeada, ou em pontos elevados do terreno, marca e enfatiza a presença de relevos na cidade, bem como define sequências lineares e fortes relações visuais na paisagem (Alfaiate, 2000). A sequência marcada pelo Castelo de São Jorge, Convento da Graça, Capela da Senhora do Monte, Miradouro do Monte Agudo e o Convento da Nossa Senhora da Penha de França, é um exemplo de alguns dos Pontos significativos da paisagem urbana, que revelam e marcam o festo principal da Colina de Santo André. A partir destes Pontos é possível obter diversas relações visuais entre estes mesmos elementos, e entre outros pontos igualmente relevantes, situados ao longo das várias colinas da cidade, como o Hospital de São José, Campo Mártires da Pátria e Hospital Dona Estefânia (na Colina de Santana).

Também, a distribuição e hierarquia das vias, e a consequente organização dos vários elementos que compõem a malha urbana, encontram-se intimamente ligados, como já se havia referido na contextualização histórica da Área de Estudo, às principais linhas de drenagem natural ou às linhas de festo. São disto exemplo, a linha ancestral que parte do largo do Martim Moniz e segue pelo talvegue principal ao longo da Rua da Mouraria, passando pela Rua do Benformoso e percorrendo toda a Rua dos Anjos no sentido Sul/Norte; a linha ancestral que percorre o festo principal da Colina de Santo André, partindo do Largo da Graça em direcção à Penha de França, ou ainda, a que percorre a Calçada de Santana (ao longo do festo da Colina de Santana), passando pelo Campo Mártires da Pátria.

Pode-se concluir que a relação que ocorre entre formas de relevo e formas de ocupação do solo, se revela particularmente importante e se expressa numa determinada configuração morfológica da paisagem urbana (Alfaiate, 2000). Segundo Alfaiate (2000) e Morgado (2005), a relação estreita entre a fisiografia e o sistema de ocupação do solo, é expressa primariamente pelo traçado dos percursos e pelo sistema de parcelamento agrário. Uma análise detalhada do sistema de parcelamento e da forma cadastral existente nas áreas urbanizadas, permite identificar as regras que guiaram a sua combinação e asseguram a coerência da estrutura. Por este motivo, em muitas cidades, o tecido urbano não é mais que uma transcrição da estrutura agrária anterior ao seu desenvolvimento (Alfaiate, 2000).

5.1.2 FISIOGRAFIA ADAPTADA

A ocupação do solo através da implantação progressiva de uma estrutura urbana pode originar alterações, mais ou menos prejudiciais, dos percursos naturais da água. Estas alterações podem ocorrer através de modificações introduzidas ao nível de alguns parâmetros como: o perfil transversal ou longitudinal das linhas de escoamento; o material que reveste o leito dessas linhas, e o tamanho das bacias de recepção, entre outros[26]. Estas modificações podem, ainda, resultar na eventual re-hierarquia das linhas colectoras, pondo em causa todo o sistema de drenagem natural pré-existente[27]. Motivo pelo qual se revela fundamental o estudo aprofundado da ocorrência dessas alterações e da forma como se processa o escoamento superficial no contexto da realidade urbana.

Neste sentido, foi elaborada uma carta que designamos de *Fisiografia Adaptada*, que resultou da interpretação da *Fisiografia Natural* e do ajuste desta à situação actual do assentamento urbano.

Em termos metodológicos, a *Fisiografia Adaptada* foi construída através da sobreposição da Estrutura Urbana à carta da *Fisiografia Natural* e da adaptação das linhas dominantes do terreno (linhas de festo e linhas de escoamento natural) a esta realidade. Consecutivamente foi possível determinar os percursos definidos pela água dentro do contexto urbano, identificar

[26] Alfaiate, M. T. A., 2004 *in* Ribeiro, L. (coord.), Alfaiate, M. T. A.; Mendes, P.; Botequilha, A., e Ferreira, H. 2004. *Al_Hama – Metodologia de Integração das Águas Subterrâneas no Planeamento e Gestão Sustentáveis de Paisagens Urbanas*. O Caso de Estudo do Bairro de Alfama, Lisboa. Projecto I&D Fundação para a Ciência e Tecnologia POCI/GEO/60942/2004.

[27] Alfaiate, M. T. A., 2004 *in* Ribeiro, L. (coord.), Alfaiate, M. T. A.; Mendes, P.; Botequilha, A., e Ferreira, H. 2004. *Al_Hama – Metodologia de Integração das Águas Subterrâneas no Planeamento e Gestão Sustentáveis de Paisagens Urbanas*. O Caso de Estudo do Bairro de Alfama, Lisboa. Projecto I&D Fundação para a Ciência e Tecnologia POCI/GEO/60942/2004.

as linhas de escoamento preferencial e por fim re-hierarquizar a rede hidrográfica existente (linhas de festo urbanas e linhas de água urbanas) a dois níveis: linhas principais e linhas secundárias (ver fig. 6) (ver Peça nº 4, ANEXO X).

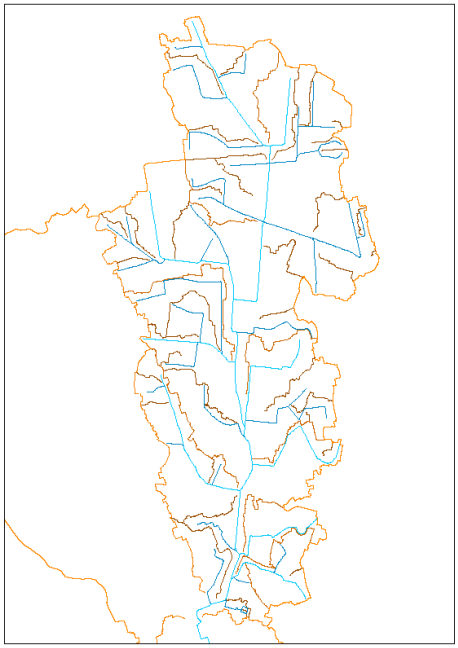


Fig. 6 – Fisiografia Adaptada à Situação Urbana – Linhas de Água e Festos Urbanos

Analisando a carta obtida, torna-se possível definir o percurso realizado pela linha de água urbana principal, que percorre a Sub-bacia Hidrográfica no sentido Norte-Sul, recolhendo toda a água de escorrência da rede hidrográfica. Apesar do seu desenvolvimento se aproximar do traçado natural (expresso na carta da *Fisiografia Natural*), foram identificadas algumas modificações significativas após a adaptação desta linha à realidade urbana. Actualmente, a linha de água principal inicia-se no troço final da Avenida de Roma (no sentido Norte-Sul), atravessa a Praça de Londres e toda a Avenida Guerra Junqueiro em direcção à Alameda D. Afonso Henriques, onde sofre um desvio, passando a correr sobre a Avenida Almirante Reis.

Apesar de manter o seu desenvolvimento preferencial no sentido Norte-Sul, encontram-se duas situações de inflexão muito marcantes ao longo de todo o seu percurso, onde os sentidos de drenagem tomam direcções perpendiculares à direcção dominante. A primeira inflexão dá-se no cruzamento da Avenida Almirante Reis com a Rua Marques da Silva, onde a linha de água principal passa a correr no sentido Este-Oeste, até à Rua de Arroios. Uma vez nesta rua, o sentido de drenagem volta a desenvolver-se de Norte para Sul, até à segunda inflexão, que acontece no entroncamento da Rua de Arroios com a Rua Francisco Foreiro. Aqui a linha de água principal passa a desenvolver-se de Oeste para Este, até chegar à Rua do Regueirão dos Anjos. Deste ponto até ao Largo do Intendente Pina Manique, as águas pluviais vão percorrer toda a linha ancestral (Rua do Regueirão dos Anjos e Rua dos Anjos), readquirindo um pouco do seu carácter meandrizado. No troço final a Linha de Água Principal volta a alinhar-se com a Avenida Almirante Reis, correndo sobre a Rua da Palma até ao Largo do Martim Moniz, donde segue (pela Rua do Arco do Marques de Alegrete e a Rua João das Regras) para se juntar com as águas vindas do Vale da Av. da Liberdade, sensivelmente, na Praça da Figueira.

Através da análise da *Fisiografia Adaptada*, é ainda possível observar que, no geral, as linhas de drenagem existentes, apesar de manterem o seu desenvolvimento preferencial, sofreram alguns "ajustes" devido à configuração urbana, que lhes imprimiu traçados mais rectilíneos. A perda do carácter natural mais meandrizado influencia, sobretudo, a velocidade de escoamento das águas pluviais, verificando-se a ocorrência de velocidades progressivamente maiores quanto menor for o número de inflexões existentes no percurso. Observa-se, também, o desaparecimento de algumas linhas de drenagem natural representativas ao longo das encostas, que nos actuais tecidos urbanos foram suprimidas, ou unidas num único trajecto. Este facto é determinante, principalmente, no aumento da quantidade de água que é transportada por cada linha de drenagem. Por fim, é necessário constatar que houve, também, uma redução importante do número de pontos de descarga ao longo da Linha de Escoamento Preferencial, que se traduz numa maior concentração de água recolhida pelos vários adutores, em certos pontos parcos dentro do sistema.

Conclui-se que a introdução das alterações referidas representam alguns dos parâmetros que modificam, substancialmente, a dinâmica da água, afectando toda a rede hidrográfica, não só circunscrita à área em estudo, mas em todo o sistema da Bacia Hidrográfica da Baixa. Estes factores associados, por exemplo, à existência de áreas com declives acentuados e à perda progressiva de áreas de infiltração (que serão abordados com pormenor, posteriormente), dão origem a

desequilíbrios no que respeita à drenagem da água, à acumulação desta em pontos críticos e, em última instância, a situações de cheias na cidade, associadas a grandes chuvadas.

5.2 BACIAS E SUB-BACIAS DE DRENAGEM

Para o estudo integrado dos processos de escoamento superficial e de infiltração que caracterizam o Vale da Avenida Almirante Reis é essencial conhecer as áreas que contribuem com escoamento superficial para as várias linhas de drenagem e, consequentemente, para os diferentes pontos de acumulação, ou seja, é fundamental proceder-se à análise detalhada do sistema de bacias e sub-bacias hidrográficas presente.

Uma Bacia Hidrográfica pode ser definida como uma área topograficamente delimitada, drenada por um curso de água principal (permanente ou temporário) e pelos seus eventuais afluentes, onde todos os caudais recolhidos são descarregados através de uma única saída[28]. Segundo Christensen (2005), uma Bacia pode constituir uma área de drenagem natural ou artificial, que se apresenta como uma depressão num terreno, diferenciada da envolvente por áreas mais elevadas e que contribui com água para um lago, lagoa, sistema de drenagem, águas estuarinas ou águas oceânicas.

Nas duas definições assume-se que uma Bacia Hidrográfica é caracterizada pela existência necessária um **limite** que a encerra, e de um **ponto de confluência** (ou ponto de saída) para onde toda a água captada é conduzida. Tendo como base o conceito de que a água percorre pontos sucessivamente mais baixos, o limite de uma Bacia hidrográfica é composto pelos pontos mais elevados existentes no terreno, que definem uma linha de divisão/distribuição entre a água que cai nessa bacia, e a que cai nas bacias contíguas[29]. Ou seja, os limites de uma Bacia Hidrográfica coincidem com as linhas de festo ou de cumeada, presentes na paisagem.

McCuen (1998) acrescenta, que grandes bacias hidrográficas são compostas por várias bacias hidrográficas mais pequenas (Sub-bacias), e que estas, por sua vez, também se podem subdividir em áreas sucessivamente menores (p. ex. Sub-bacias de 2ª e 3ª ordem) consoante a necessidade de pormenor ou a escala a que se destina um projecto ou estudo, sublinhando a importância de definir estas diferentes áreas segundo os seus pontos de descarga.

Tendo em conta estes conceitos e considerando a influência determinante da estrutura urbana existente, a delimitação da Bacia Hidrográfica da Baixa e suas respectivas sub-bacias (Sub-bacia da Avenida da Liberdade e Sub-bacia da Avenida Almirante Reis) foi realizada com base na carta da Fisiografia Adaptada. Para a delimitação da Bacia Hidrográfica da Baixa, recorreu-se adicionalmente ao estudo elaborado por Oliveira e Ramos (2002) (ver fig. 7). Complementarmente, procedeu-se à identificação das Sub-bacias de 2ª Ordem que integram a Sub-bacia Hidrográfica da Avenida Almirante Reis, através da análise dos Sentidos de Drenagem das águas superficiais (ver Peça nº 5, ANEXO X), com o objectivo de apreender de forma mais detalhada as dinâmicas da água presentes na área em estudo (ver fig. 8) (ver Peça nº 6, ANEXO X).

Da análise realizada, é possível verificar um conjunto de situações decorrentes da morfologia do terreno, intimamente relacionadas com o desenvolvimento das várias colinas, com a existência de vales mais ou menos encaixado e com um maior ou menor número de afluentes e as suas possíveis ramificações ao longo de todo o sistema de drenagem.

[28] Ver: Instituto Geológico e Mineiro. Disponível: http://e-Geo.ineti.pt/geociencias/edicoes_online/diversos/agua_subterranea/indice.htm
[29] Ver: Instituto Geológico e Mineiro. Disponível: http://e-Geo.ineti.pt/geociencias/edicoes_online/diversos/agua_subterranea/indice.htm

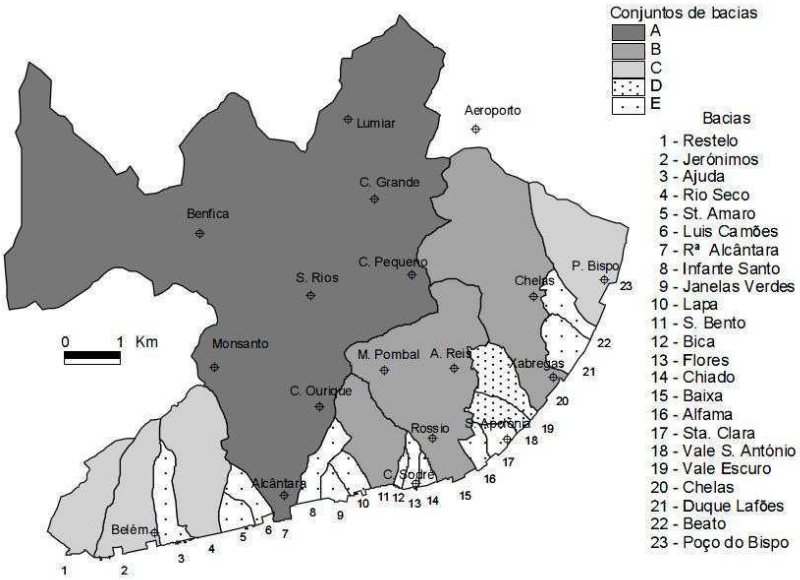


Fig. 7 – Bacias Hidrográficas de Lisboa (Adapatdo de: Oliveira e Ramos, 2002)

Deste modo, observa-se a presença de Sub-bacias de Drenagem de 2ª Ordem de maiores dimensões em situações de terreno onde predominam os declives mais suaves, sobretudo na zona Norte da área em estudo onde estão representadas as duas maiores Sub-bacias de 2ª Ordem (identificadas como nº 1 e nº2). Verificamos que as Sub-bacias de 2ª Ordem definidas ao longo da vertente Este da Colina de Santana (identificadas como nº 3, nº 5 e nº 7) são as que se seguem em termos de área e extensão, correspondendo a situações de vales menos encaixados e vertentes com pendentes menos acentuadas, no contexto da área de trabalho. Por fim, as restantes Sub-bacias de 2ª Ordem que se desenvolvem ao longo da Colina de Santo André, principalmente a partir da Penha de França, e em direcção ao Castelo de São Jorge, são as de menores dimensões, estando associadas a vales mais curtos e encaixados, onde se encontram as situações de maiores declives (Sub-bacias de 2ª Ordem nº 4, nº 6, nº 8 e nº9).

Ao nível espacial, é possível observar que as Sub-bacias de Drenagem de 2ª Ordem de menores dimensões, coincidem com situações onde o tecido urbano apresenta maior densidade, sendo por isso caracterizadas pela presença de arruamentos mais estreitos mas, também, mais numerosos, sinuosos e ramificados. Por outro lado, as Sub-bacias de Drenagem de 2ª Ordem de maiores dimensões correspondem, como já foi referido, a situações mais planas ou a situações de vertentes menos declivosas, onde predominam tecidos menos densos, representados por quarteirões mais extensos e arruamentos de maior escala que se apresentam menos ramificados e com um desenho mais rectilíneo.

A definição das Sub-bacias de Drenagem de 2ª Ordem revela-se determinante no âmbito do presente estudo a vários níveis, destacando-se o facto de permitir o conhecimento da área que contribui com escoamento superficial para um determinado ponto no sistema e a identificação desses mesmos pontos críticos, obtendo-se, assim, uma percepção global do problema.

É evidente que a definição de pontos críticos pressupõe a análise de

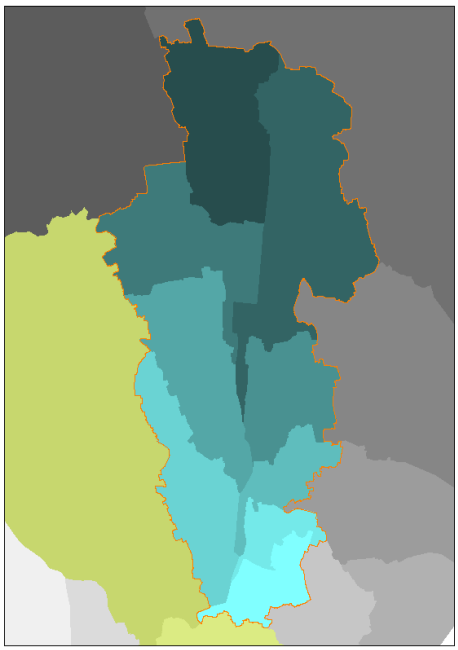


Fig. 8 – Bacias, Sub-bacias Hidrográficas e Sub-bacias de 2ª Ordem

outros parâmetros, nomeadamente os declives e a dimensão dos canais de escoamento, a maior ou menor repartição desses canais, bem como o seu traçado bidimensional, temas que serão abordados em pormenor nos capítulos seguintes.

5.3 LIMITE DA ÁREA DE ESTUDO

Para nos situarmos num espaço é necessário reconhecer-lhe qualidades diferenciadas, é preciso encontrar focos e fronteiras que sirvam de limite entre aquilo que é familiar e o que é desconhecido, entre aquilo que é semelhante e o que é distinto. A noção de limite é, deste modo, extremamente importante na definição de um espaço, uma vez que nos indica a existência de uma realidade interior em relação a uma realidade exterior (Norberg-Schulz, 1975). Numa acepção existencial, esta fronteira/limite é transmissora de segurança, insere-nos nos nossos habitats e atribui ao mundo e a cada lugar diferentes significados (Scheekloth, 1994).
Assim sendo, o limite promove a existência do espaço, diferenciando-o do seu contexto envolvente, definindo áreas ou domínios que são caracterizados pelo encerramento, pela proximidade ou pela similaridade dos elementos que integram.

Do ponto de vista territorial, o limite pode ser definido por unidades geológicas, hidrográficas e edafoclimáticas, entre outras (Quintino, 2007). Dependendo dos diferentes objectivos que conduzem um estudo ou intervenção, o limite deve ser avaliado a vários níveis e em função dos aspectos considerados representativos para a concretização dos distintos propósitos projectuais.
Neste trabalho o limite de intervenção foi definido, essencialmente, em função do conjunto das características biofísicas do espaço em estudo, tendo sido dada especial atenção às situações hidrológicas e fisiográficas existentes. Para o efeito, foi considerado o limite definido pela Sub-bacia Hidrográfica da Avenida Almirante Reis, tendo em conta a sua adaptação à realidade urbana actual, constituindo um espaço relativamente uno no que diz respeito às dinâmicas da água e ao sistema de drenagem superficial, objectos principais desta dissertação (ver Peça nº 7, ANEXO X).

Apesar de grande parte da análise interpretativa da Área de Estudo se ter cingido ao espaço encerrado pelo limite definido, em determinadas situações houve a necessidade deste ser extrapolado de forma a englobar áreas que, apesar de apresentarem características hidrológicas distintas e sentidos de drenagem que conduzem as águas pluviais para diferentes bacias ou sub-bacias de recepção, constituem espaços com a mesma identidade urbana (ver Mapa nº 1, ANEXO I). Estas áreas abarcam na sua maioria situações de quarteirão e espaços urbanos com características tecidulares semelhantes, que são atravessados pela linha de festo que define o limite da Sub-bacia da Avenida Almirante Reis, linha esta que de certa forma segmenta realidades indivisíveis. Por este motivo, pareceu-nos lógico incluir estas ocorrências nas considerações elaboradas ao nível do programa de intervenção.

Distinguiram-se então, dentro deste conjunto, duas situações tipo que levam em conta o facto de as áreas consideradas drenarem para uma mesma Bacia Hidrográfica ou, pelo contrário, drenarem para Bacias Hidrográficas diferentes (ver Peça nº 8, ANEXO X).
Assim, para este Estudo, foram designadas de **Áreas de Transição** todas as áreas que apresentam a mesma identidade urbana e que contribuem ao nível do escoamento superficial para a mesma bacia hidrográfica, neste caso a Bacia Hidrográfica da Baixa. As Áreas de Transição caracterizam-se, ainda, por drenarem simultaneamente para diferentes sub-bacias hidrográficas, dentro da mesma Bacia – para a Sub-bacia da Avenida Almirante Reis e para a Sub-bacia da Avenida da Liberdade, por exemplo.
Por sua vez, foram classificadas como **Áreas Adjacentes** todas as áreas que, tal como na situação anterior, correspondem a conjuntos com a mesma identidade urbana, mas que neste caso específico contribuem ao nível do escoamento superficial para bacias hidrográficas distintas. São incluídas nesta classificação as áreas que drenam simultaneamente para a Sub-

bacia da Avenida Almirante Reis (integrada na Bacia Hidrográfica da Baixa) e para as Bacias Hidrográficas da Ribeira de Alcântara, de Chelas, do Vale Escuro, do Vale de Santo António, de Santa Clara e de Alfama (ver fig. 4).

Por fim, delimitou-se uma terceira área, que no âmbito deste trabalho não será aprofundada, designada por **Área de Sobreposição**. Esta corresponde à zona de encontro das águas que são captadas pela Sub-bacia da Avenida Almirante Reis e pela Sub-bacia da Avenida da Liberdade, coincidente com o troço final da Bacia Hidrográfica da Baixa. Nesta área são ainda colectadas as águas de escoamento superficial vindas da vertente Oeste da Colina do Castelo, e da vertente Este da Colina de São Roque.
A Área de Sobreposição apresenta ainda a particularidade de estar sob a influência das marés, o que aumenta e agrava o problema das inundações, sobretudo quando se verifica a coincidência de maré-alta com a ocorrência de chuvadas de ponta (Quintino, 2007). Neste sentido, revela-se de extrema importância proceder à captação e ao armazenamento da água a cotas mais elevadas (e ao nível das Sub-bacias referidas), de forma a diminuir o volume de água acumulado nesta zona mais baixa.

5.4 CONFIGURAÇÃO BIDIMENSIONAL DO TECIDO URBANO

Como já foi referido anteriormente a malha urbana tem uma influência determinante no que respeita aos processos relacionados com o escoamento de águas pluviais e aos diferentes problemas a ele associados. Uma vez que, toda a área de estudo se inscreve num meio densamente edificado, a análise da malha urbana torna-se tão importante para a compreensão dos escoamentos superficiais e para a elaboração de intervenções que minimizem situações de cheias, como os vários factores biofísicos (Oliveira e Ramos, 2002).
Foram por isso seleccionados e aprofundados alguns parâmetros relacionados com a malha urbana e com a sua configuração bidimensional, que podem interferir na condução, distribuição e acumulação de águas pluviais, bem como na possibilidade de estas se infiltrarem para recarga de aquíferos. Estes parâmetros centram-se fundamentalmente na relação entre Cheios e Vazios, ou seja, na proporção entre o espaço edificado e o espaço não-edificado, e na Estrutura Urbana que caracteriza a Área de Estudo.

5.4.1 ESTRUTURA URBANA

Uma Estrutura diz respeito ao modo como as diferentes partes de um todo estão dispostas, estando por isso relacionada com a constituição, distribuição e organização desse todo[30].
Podemos abordar o conceito de estrutura a diferentes níveis, escalas e contextos. Segundo a física, a estrutura diz respeito à ordenação espacial das partículas dentro de um sistema físico (a ordenação dos átomos dentro de um sólido – estrutura cristalina). Por sua vez, uma estrutura geológica refere-se à disposição e ordem geral dos maciços rochosos ou à sua posição na crosta terrestre (Oliveira, 1984). A estrutura pode ainda, remeter para a disposição, no seu conjunto, das partes do corpo humano, ou para formas microscópicas como a constituição de uma célula (estrutura celular). Pode, adicionalmente, aludir a ideias mais latas como à divisão ou articulação de uma população, comunidade, região ou pais segundo características sociais (estrutura social) (Oliveira, 1984). Contudo é indiscutível a ideia de disposição, de ordenação e de relação que, em qualquer das abordagens, nos é transmitida por este conceito.

[30] Ver: Dicionário Priberam da Língua Portuguesa Online. Disponível em: http://www.priberam.pt/dlpo/dlpo.aspx?pal=estrutura

Ao nível da Paisagem, pode-se falar de Estruturas Ecológicas que, por sua vez, se referem a "uma estrutura espacial, constituída pelas componentes terrestres dos ecossistemas que são indispensáveis ao seu funcionamento" (Magalhães, 2007a, pp.32). Conforme afirma a mesma autora (Magalhães, 2001), à semelhança da Estrutura Ecológica, podemos identificar, ao nível da Paisagem Urbana, uma Estrutura Cultural na qual se inserem os elementos e os espaços (edificados ou não) construídos pelo homem, ou seja, aquilo a que, no contexto deste trabalho, designamos de Estrutura Urbana.

Norberg-Schulz (1975), afirma, por sua vez, que a Estrutura Urbana de uma cidade resulta de um conjunto complexo de funções individuais e sociais que ai têm lugar, e é no meio urbano que encontramos sistemas determinados por actividades próprias do homem, que contribuem para a clara identidade de uma cidade.

Estruturar e identificar o meio ambiente é uma actividade vital para todo o indivíduo, facultando a sua movimentação e orientação no espaço (Lynch, 1996). O homem necessita de arredores urbanos que facilitem a formação de imagens, distritos que tenham carácter particular, caminhos que conduzam a alguma parte e pontos que sirvam de referência (Norberg-Schulz, 1975). A leitura do tecido urbano resulta, assim, da interpretação das relações entre os vários elementos que compõem a paisagem urbana e da forma como estes se organizam.

Norberg-Schulz (1975) refere adicionalmente que, toda a organização está baseada nos princípios de proximidade, continuidade e encerramento. Assim, é através da leitura da estrutura espacial que compreendemos e apreendemos as características de um espaço, se este é aberto ou encerrado, se tem um carácter mais naturais ou artificiais, se há uma maior ou menor relação entre os vários objectos que o compõem, bem como o grau de similaridade entre esses mesmos elementos. Como resultado da interpretação da Estrutura Urbana, podemos encontrar grupos de elementos ordenados de modo a formar uma acumulação, uma linha, ou uma área, ou ainda uma combinação entre estas estruturas (Norberg-Schulz, 1975).

Utilizando a linguagem espacial da geometria, como sugere Cosgrove (1999) podemos considerar como elementos fundamentais para a construção de "ordem a partir do caos": o ponto, a linha e a área. Assim, torna-se possível expor as relações existentes entre os vários objectos que compõem o espaço urbano, através da simplificação das suas formas.

A avaliação do espaço urbano segundo esta simplificação é, ainda, fundamental ao nível do estudo dos processos de escoamento superficial no contexto da cidade, uma vez que a organização destes elementos no espaço interfere directamente com o comportamento e distribuição da água ao longo de todo o sistema. A existência de pontos (largos, nós, etc.) e a sua disposição dentro da malhar urbana, bem como a sua relação com os arruamentos (linhas), vão determinar o maior ou menor intervalo de tempo do percurso da água, entre o momento da chuvada e a sua recepção no ponto de saída da Sub-bacia definida. Por sua vez, a identificação das linhas (ruas) onde se concentram os escoamentos e a definição da sua geometria, permite-nos determinar o numero de adutores que contribuem com água para um mesmo ponto, ou a forma como a água é distribuída ao longo do sistema, e ainda, tirar ilações acerca do comportamento da água consoante o perfil bidimensional de cada linha adutora.

Como já se demonstrou, a ocupação do sítio de Lisboa foi fortemente determinada pelas suas condições naturais (geologia, clima, condições hídricas, etc.) e, em particular, pelas características do relevo, às quais se foram ajustando e sobrepondo factores culturais, expressos pelas várias construções realizadas ao longo do tempo. Neste sentido, uma análise relativa à estrutura bidimensional desta paisagem urbana, poderá fornecer dados importantes, relacionados com a sua génese e, consecutivamente, com o seu funcionamento.

Na Área de Estudo, podemos distinguir diferentes conjuntos de tecidos com identidade própria, que dizem respeito a áreas da cidade que reportam a um plano único, ou a um conjunto de planos definidos pelos mesmos princípios de composição.

Estes conjuntos, de uma forma geral, apresentam uma tipologia construtiva muito semelhante, tanto ao nível do tecido edificado, como ao nível dos espaços abertos (Telles *et al.*, 1997).

Segundo a Carta de Identidade Urbana (ver Mapa nº 1, Anexo I), podemos verificar que a zona onde se inscreve o Vale da Avenida Almirante Reis, é caracterizada pela presença de diferentes conjuntos urbanos, entre os quais se destacam: as malhas orgânicas de génese concêntrica (na encosta do Castelo) e linear (na encosta da Graça, de São José e de parte da colina de Santana); os Bairros de finais do séc. XIX e inícios do séc. XX (Bairro da Estefânia e Bairro Arco do Cego); os conjuntos urbanos da Av. Almirante Reis e da Penha de França; os da Av. de Roma e Areeiro, e o espaço definido pelo Complexo do Instituto Superior Técnico e Alameda D. Afonso Henriques (da déc. 30-50).

É importante referir que através desta leitura espacial, é perceptível a relação íntima entre as diferentes tipologias de tecidos urbanos e o conjunto dos Logradouros que neles se inserem, expressa através da dimensão, distribuição e frequência com que estes elementos surgem. Assim, nos tecidos de génese mais orgânica, a estrutura dos logradouros é geralmente irregular e de menores dimensões, enquanto que, nas áreas previamente programadas, a estrutura destes é regular e na maioria dos casos geometricamente reconhecível.

A leitura da estrutura urbana permite, ainda, reconhecer hierarquias resultantes da maior ou menor relevância de determinados elementos em relação aos restantes (Quintino, 2007), elementos estes que, segundo Lynch (1996), são utilizados pelos indivíduos que percorrem a cidade, para estruturarem a sua imagem e se orientarem no espaço. A maior ou menor relevância de alguns elementos arquitectónicos (na sua maioria de conotação histórica), decorre da sua localização em pontos dominantes do território, referenciando a cidade enquanto lugar urbano, estruturado e de clara legibilidade (Telles *et al.*, 1997). O mesmo sucede com a coincidência de linhas dominantes do relevo (linhas de talvegue e linhas de cumeada) com linhas estruturantes do tecido urbano. Um exemplo disso é a linha estruturante marcada pela Avenida Almirante Reis que parece dividir a Área de Estudo ao longo do seu talvegue principal, e simultaneamente imprime uma organização específica aos tecidos edificados que a acompanham. Outra linha importante que marca de forma mais orgânica, mas mesmo assim indiscutível, a composição da malha urbana é a linha ancestral que percorre a Rua dos Anjos, entre outras que já foram referidas anteriormente, e que coincidem com linhas de festo ou de drenagem natural. Daqui se conclui o carácter estruturantes destas duas linhas como principais organizadoras do tecido urbano.

5.4.2 CHEIOS E VAZIOS

A carta de *Cheios e Vazios*, é uma ferramenta de análise urbana com carácter bidimensional, que resulta directamente da estrutura urbana, representando a proporção relativa entre os espaços edificados e não-edificados (Quintino, 2007), permitindo realçar quer a densidade do tecido, quer a sua geometria. Adicionalmente presta informação acerca das relações estabelecidas entre cheios e vazios, ou seja, esclarece a ocorrência de continuidades e descontinuidades dentro da paisagem urbana, constituindo ainda, uma excelente ferramenta para o estudo da composição de padrões nos diferentes tipos de tecidos existentes na cidade (Quintino, 2007) (ver Peça nº 9, ANEXO X).

Considerando, a consistência do tecido urbano e o seu grau de evolução, a área abrangida pelo vale em estudo, apresenta dois períodos evolutivos distintos que, como já vimos na contextualização histórica, remetem para uma época mais ancestral pré-industrial, e outra mais contemporânea. Assim, e pela carta de Consistência do Tecido Urbano (ver fig. 9), podemos considerar que a esses períodos correspondem, respectivamente, Áreas Históricas Consistentes[31], de valor histórico e cultural na cidade, e Área Consistentes que apresentam estabilidade ao nível das linhas estruturantes que as

[31] Segundo Telles *et al.* (1997) a designação de "áreas consistentes" não funciona como sinónimo de "áreas consolidadas", uma vez que se considera que a cidade tende a evoluir para um equilíbrio dinâmico. Assim este termo "consistente" pretende, apenas, transmitir a ideia destas áreas apresentarem uma maior probabilidade de manterem um equilíbrio relativamente estável.

definem, às quais é possível atribuir uma identidade espacial urbana (Telles *et al.*, 1997). Neste sentido, o espaço edificado apresenta-se bastante consolidado, formando um tecido contínuo ao longo da Avenida Almirante Reis, que se estende desde o largo do Martim Moniz até à quebra introduzida pela Alameda D. Afonso Henriques, que constitui um espaço vazio linear de grande expressão.

A percentagem de Cheios é maior na zona Sul da Área de Estudo (Área Histórica Consistente), onde se concentram os tecidos de génese orgânica (Colina do Castelo, Mouraria, encosta da Graça, encosta de São José, bem como em parte da Colina de Santana).

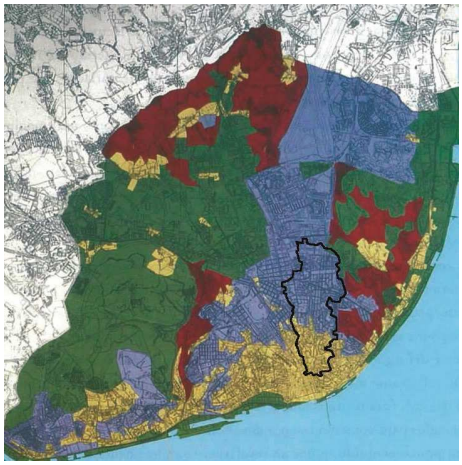


Fig. 9 – Consistência do Tecido Urbano com destaque para a Sub-bacia Hidrográfica da Avenida Almirante Reis.
A amarelo: Áreas Históricas Consistentes; a azul: Áreas Consistentes; a verde: áreas Para-Consistentes, e a vermelho: Áreas Semi-Consistentes.
(Adaptado de: Telles *et al.,* 1997)

Aqui é perceptível a ocorrência de arruamentos mais estreitos e espaços vazios de dimensões mais reduzidas, quer ao nível dos espaços públicos (largos, praças, etc.) quer ao nível dos interiores de quarteirão / logradouros, reflectindo as características de maior tensionamento que definem estes tecidos.

Percorrendo o vale no sentido Norte, e entrando no conjunto urbano da Avenida Almirante Reis e da Penha de França (que se estendem até à Alameda D. Afonso Henriques), é clara a existência de quarteirões bem definidos, de geometria regular, limitados por arruamentos lineares de maior dimensão. Apesar de se tratarem de tecidos de traçado mais contemporâneo, esta é uma área densamente edificada, onde grande parte dos logradouros foi ocupada por construções, constituindo uma das zonas com maior percentagem de Cheio em relação aos Vazios.

Contudo, a presença de Vazios aumenta conforme se avança para a zona Norte da Área de Estudo, verificando-se a maior percentagem destes espaços ao longo da Alameda D. Afonso Henriques e Complexo do Instituto Superior Técnico, bem como no conjunto urbano do Bairro Arco do Cego. Nas áreas coincidentes com o Bairro da Estefânia e com o conjunto urbano do Areeiro e Campo Pequeno, a percentagem de Vazios é igualmente considerável. Os espaços vazios são maiores e mais expressivos, ganhando tanta importância como o espaço edificado, especialmente ao nível da dimensão dos interiores de quarteirão.

É igualmente perceptível, quando se observa este suporte, a forte presença da linha estruturante da Avenida Almirante Reis que marca, de forma inequívoca, uma segmentação da Área de Estudo no sentido Norte/Sul, deste a Praça Francisco Sá Carneiro, desenvolvendo-se no alinhamento da Rua da Palma, e terminando no Largo do Martim Moniz.

Da análise da carta de Cheios e Vazios, pode-se concluir ainda que, apesar das áreas tencionadas se caracterizarem por arruamentos e logradouros de menores dimensões estes surgem com maior frequência nos tecidos. Verifica-se um maior número de canais de escoamento e a água flui num sistema mais repartido. Simultaneamente e apesar da dimensão dos logradouros ser menor nestes casos, no seu conjunto formam um sistema de inúmeros pontos que tem uma contribuição importante para retenção, colecção e infiltração das águas pluviais.

Já no caso dos tecidos menos tencionados, os canais de escoamento têm maiores dimensões, mas a repartição dos arruamentos surge com menor frequência, resultando numa maior concentração do volume de água que escorre à superfície. Contudo esta situação é equilibrada pela existência de áreas de infiltração de maior expressão, que podem reduzir significativamente a quantidade de água que é lançada no sistema de drenagem. Neste sentido, podemos concluir que estas relações de dualidade estão de acordo com as necessidades e potencialidades hidrológicas dos vários tecidos.

Tendo em conta as duas abordagens de carácter bidimensional (Estrutura Urbana e Cheios/Vazios), bem como as ilações anteriores relativas ao estudo da fisiografia e das Sub-bacias de Drenagem, pode-se deduzir, à partida, algumas das intervenções mais apropriadas, tendo em conta as diferentes circunstâncias abrangidas pela Área em Estudo. Ao espaço público que se restringe a arruamentos estreitos e pequenos alargamentos pontuais, o principal objectivo passa por captar e conduzir as águas de escoamentos superficiais ao longo dos principais adutores, e a sua acumulação, sempre que possível, ao nível dos vários alargamentos. Já no caso dos tecidos menos tencionados, será sobretudo ao nível dos logradouros e interiores de quarteirão (que correspondem a uma percentagem considerável de espaços vazios entre a massa edificada) que a intervenção, no que respeita à infiltração das águas pluviais e recarga de aquíferos, terá mais peso. Nestes espaços será fundamental adoptar soluções que aumentem a capacidade de infiltração, retenção ou evapotranspiração, minimizando a quantidade de água que é lançada para o sistema após episódios de grandes chuvadas.

5.5 ESTUDO DA PERMEABILIDADE E ÁREAS DE INFILTRAÇÃO

O estudo da Permeabilidade e a determinação de Áreas de Infiltração revelam-se fundamentais para o desenvolvimento de estratégias e programas de intervenção que tenham como fundamento a gestão sustentável do recurso água.
As áreas de infiltração correspondem às zonas da paisagem onde, devido à natureza do solo e substrato geológico e ainda às condições morfológicas do terreno, ocorrem condições favoráveis para a infiltração da água, contribuindo para a recarga dos aquíferos (Decreto-Lei n.º 93/90, Anexo III, alínea n). De forma mais específica, a infiltração diz respeito ao processo através do qual a água (proveniente da precipitação, do degelo, ou por vezes dos rios e de recargas artificiais) penetra no solo ou rocha, através de poros, fissuras, fracturas ou diáclases, ocupando-os total ou parcialmente[32]. Por sua vez, a Permeabilidade é uma propriedade que depende fundamentalmente das características do meio rochoso (porosidade, tamanho, distribuição, forma e arranjo das partículas), das propriedades do fluido (neste caso das propriedades da água), do grau de fracturação das rochas e da conectividade entre essas fracturas[33].

Podemos concluir, desta forma, que a infiltração da água está directamente relacionada com a permeabilidade do solo e subsolo, ou seja, com a maior ou menor facilidade com que estes substratos se deixam atravessar[34]. Contudo, este parâmetro não é o único a indicar o grau de infiltração da água. Segundo Pena (2008) existem três tipos de factores que influenciam a permeabilidade de uma área:
- Os físicos, que englobam as características do solo e substrato geológico, bem como os declives presentes no terreno;
- Os bióticos, que estão relacionados com o tipo de coberto vegetal, com o grau de cobertura do solo e com a acção antrópica;
- E por fim, os climáticos, que dizem respeito ao tipo e frequência dos episódios de precipitação, bem como à temperatura e humidade características da região.

Nas situações urbanas, onde a impermeabilização do solo é bastante elevada, a infiltração será, ainda, determinada pelo grau de permeabilidade do material inerte utilizado no revestimento das várias superfícies[35].

No caso do Vale da Avenida Almirante Reis, as principais linhas de drenagem e suas envolventes apresentam-se quase totalmente impermeabilizadas. Esta circunstância contribui para a acumulação de caudais consideráveis nas zonas mais

[32] Ver: Instituto Geológico e Mineiro. Disponível em: http://e-geo.ineti.pt/bds/lexico_hidro/lexico.aspx?Termo=Infiltração
[33] Ver: Instituto Geológico e Mineiro. Disponível em: http://e-geo.ineti.pt/bds/lexico_geologico/default.aspx?letra=P
[34] Ver: Instituto Geológico e Mineiro. Disponível em: http://e-geo.ineti.pt/bds/lexico_geologico/default.aspx?letra=P
[35] Alfaiate, M. T. A., 2004 *in* Ribeiro, L. (coord.), Alfaiate, M. T. A.; Mendes, P.; Botequilha, A., e Ferreira, H. 2004. *Al_Hama – Metodologia de Integração das Águas Subterrâneas no Planeamento e Gestão Sustentáveis de Paisagens Urbanas*. O Caso de Estudo do Bairro de Alfama, Lisboa. Projecto I&D Fundação para a Ciência e Tecnologia POCI/GEO/60942/2004.

baixas da respectiva Sub-bacia Hidrográfica, e consequentemente para a descarga dessas águas na zona previamente designada de Área de Sobreposição (coincidente com a Baixa). Este problema vem reforçar, não só a necessidade de encontrar soluções ao nível das principais linhas de drenagem, como acentua o papel determinante dos logradouros que, localizando-se sobretudo nas áreas superiores das encostas e sendo de maior expressão nas zonas mais aplanadas, podem reter e infiltrar as águas pluviais a montante, e desta forma minimizar os problemas a jusante.

Com efeito, torna-se indispensável o estudo aprofundado dos processos de escoamento superficial dentro da Sub-bacia Hidrográfica definida (e mais pormenorizadamente ao nível das Sub-bacias de 2ª Ordem que a constituem) e dos processos de infiltração da água no solo e subsolo, tendo como objectivo primordial o levantamento das principais Áreas de Infiltração inseridas na Área de Estudo.

Neste sentido, avaliou-se a permeabilidade a três níveis: numa primeira fase foi feito o estudo da **Permeabilidade do Solo e Subsolo**, com base na identificação das características geológicas e hidrogeológicas dos substratos presentes; posteriormente determinou-se a **Permeabilidade Potencial**, integrando as características do solo e subsolo, com o papel determinante dos declives; e por fim, obteve-se a **Permeabilidade Real**, através do levantamento das áreas não impermeabilizadas e do cruzamento de todos os dados obtidos previamente.

5.5.1 Permeabilidade do Solo e Subsolo

A importância do estudo da maior ou menor capacidade de infiltração[36] da água no solo e subsolo é essencial para a determinação das principais áreas que facultam estes processos e que consequentemente contribuem para a recarga de aquíferos, sendo um importante elemento de interpretação ecológica (Abreu e Pena, 2007).

A maior ou menor permeabilidade de um solo ou rocha depende da sua porosidade, ou seja, da razão entre o volume de vazios (poros que podem ser ocupados por água ou ar), presentes no substrato e o seu volume total[37]. A porosidade é determinada, essencialmente, pelo tamanho, forma, arranjo e homogeneidade dos grãos constituintes do solo ou rocha[38].

Assim, a água da chuva que cai sobre a superfície pode correr ao longo de linhas de água, pode evaporar-se de novo para a atmosfera ou pode infiltrar-se em maior ou menor profundidade consoante as características do substrato. A água da precipitação que encontra situações ideais de infiltração movimenta-se ao longo do perfil do solo e do substrato geológico, percorrendo zonas[39] progressivamente mais profundas até atingirem o nível freático (Roque *et al*., 2003).

Deste modo, revela-se indispensável, a caracterização do solo e do substrato geológico, bem como a realização de um enquadramento hidrogeológico de forma a conhecer os processos de armazenamento, circulação e distribuição das águas subterrâneas. Com base nestes conhecimentos é possível compreender as interacções da água com o meio físico e biofísico, e as suas reacções à intervenção do homem (Roque *et al*., 2003).

[36] Velocidade máxima a que a água pode infiltrar-se por unidade de superfície. Disponível em http://e-geo.ineti.pt/bds/lexico_hidro/lexico.aspx?Termo=Capacidade+Infiltração

[37] Ver: Instituto Geológico e Mineiro. Disponível em: http://e-geo.ineti.pt/bds/lexico_geologico/default.aspx?letra=P

[38] Ver: Instituto Geológico e Mineiro. Disponível em: http://e-geo.ineti.pt/bds/lexico_geologico/default.aspx?letra=P

[39] As diferentes zonas que a água atravessa ao longo do seu percurso em profundidade são: a zona de evapotranspiração, onde as plantas se fixam e desenvolvem o sistema radicular; a zona de aeração ou zona não-saturada, onde os espaços entre os detritos das rochas estão, em parte, preenchidos por ar; e a zona de saturação, onde todos os espaços estão preenchidos por água, constituindo o aquífero (Roque *et al*., 2003).

5.5.1.1 **Enquadramento Pedológico – Características do Solo**

Os solos apresentam-se como um revestimento móvel (sujeito à erosão) no qual se desenvolve, em condições ideais, uma cobertura vegetal que pode ser muito variada (Roque *et al*., 2003). Segundo Roque *et al*. (2003) esta "Finíssima película de terra viva" é um verdadeiro laboratório natural onde ocorrem transformações complexas.

O Solo, tal como afirma Magalhães (2001), constitui um sistema edáfico em permanente mutação, que pode apresentar maior ou menor potencialidade para a produção de biomassa e que, adicionalmente, tem um papel determinante no balanço térmico da atmosfera. Para além destas funções, o solo é ainda um regulador do ciclo de carbono e intervém no ciclo hidrológico, funcionando como filtro e local de armazenamento de água, determinando, desta forma, a sua qualidade e quantidade. Por fim, é ainda de referir o papel tampão que o solo desempenha, limitando a difusão de elementos poluentes e, consecutivamente, evitando a contaminação das águas subterrâneas (Cortez, 2007). Assim, o solo constitui um ecossistema específico, em permanente evolução, que conjuntamente com a água representa um recurso determinante para a manutenção da vida na Terra.

Esta camada de material terroso que cobre as rochas é formada por uma fracção sólida (constituída por substâncias minerais e orgânicas), uma fracção líquida (constituída por água e substâncias dissolvidas) e por uma fracção gasosa (constituída por ar, que representa a atmosfera do solo) (Roque *et al*., 2003). A maneira como estes constituintes se dispõem no solo caracteriza a sua estrutura, e é a estrutura do solo que determina o seu regime hídrico, a forma como este sistema é afectado pelas actividades humanas e a sua susceptibilidade à erosão (Cortez, 2007).

Por sua vez, os produtos minerais que fazem parte do solo, resultam fundamentalmente dos processos de meteorização que alteram a composição química e física das rochas[40], estando desta forma a textura do solo (proporção de argila, limo e areia) intimamente relacionada com a composição do substrato rochoso que lhe deu origem.

No que respeita à presença de matéria orgânica no solo (constituída por detritos mais ou menos decompostos e por húmus) esta é igualmente determinante no estabelecimento das propriedades físicas e químicas deste meio, nomeadamente: o seu regime hídrico, os valores de pH e a retenção e libertação de nutrientes necessários ao desenvolvimento da vegetação (Cortez, 2007).

Juntamente, estrutura, textura e teor de matéria orgânica, são responsáveis pela porosidade e permeabilidade do solo, que por sua vez determinam a capacidade de infiltração da água desde a superfície até as camadas mais profundas. Uma vez que as características do substrato rochoso são fundamentais para a caracterização dos vários tipos de solo, podemos afirmar, à partida, que todos os solos de natureza arenosa correspondem àqueles com maior capacidade de infiltração, enquanto que os solos mais argilosos, necessariamente, correspondem àqueles com menor capacidade de se deixarem atravessar pela água (Magalhães 2001). Segundo Magalhães (2007), as áreas que apresentam grandes capacidades para a infiltração das águas pluviais ou de escorrência superficial, estão ainda relacionadas com solos de espessura reduzida e pouco desenvolvidos ou com solos pedregosos.

Com o intuito de determinar as características do solo presente na Área de Estudo, consultou-se o Atlas do Ambiente (ver Mapa nº 2, Anexo I) e identificou-se que o tipo de solo original da área que corresponde à Sub-bacia da Avenida Almirante Reis corresponde a Cambissolos cálcicos. Segundo a FAO (2006), estes solos são constituídos por materiais de textura média a fina e geralmente caracterizam-se por serem pouco desenvolvidos e apresentarem um horizonte B incipiente, bem como características variáveis de fertilidade e permeabilidade[41].

[40] Ver: Instituto Geológico e Mineiro. Disponível em: http://e-geo.ineti.pt/bds/lexico_geologico/default.aspx?letra=S

[41] Ver: Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tejo. Volume III – Análise *in* Instituto da Água, 1999.

Contudo, devido à progressiva ocupação humana do território e às várias actividades antrópicas como a construção, compactação e impermeabilização do terreno, são inúmeros os processos de alteração do solo, de movimentações de terras, de escavações e de aterros que levaram à perda das características iniciais deste sistema. É importante sublinhar que estas acções humanas são, na generalidade dos casos, as principais responsáveis pela alteração irreversível das propriedades dos solos (textura, agregação, granulometria, percentagem de matéria orgânica, etc.), que consequentemente se reflecte na capacidade dos solos para a produção de biomassa, para a retenção e circulação da água e para o desempenho dos diversos papeis ecológicos que este realiza.

Os solos altamente alterados pela progressiva implantação das actividades humanas são classificados, segundo a FAO (2006) de Tecnossolos. Estes solos apresentam, uma quantidade significativa de material com diferentes origens, feitos pelo homem ou expostos através das actividades humanas, que em condições naturais não ocorrem à superfície. Incluem-se nos Tecnossolos, os solos com origem a partir de resíduos (aterros sanitários, lamas, cinzas, etc.) e solos conseguidos pela intervenção humana, entre outros.

Uma vez que a Área de Estudo se insere numa zona densamente urbanizada onde a intervenção antrópica está bem marcada, considerou-se que, apesar do conhecimento da presença de Cambissolos cálcicos, a classificação mais indicada dos solos existentes é a de Tecnossolos. Tendo em conta que estes solos não apresentam horizontes diferenciados e a sua composição nem sempre é previsível (FAO, 2006), optou-se ainda, por levar em conta apenas a permeabilidade do substrato geológico, para a determinação da *Permeabilidade do Solo e Subsolo*.

Por fim é importante referir que, devido às taxas de formação e regeneração extremamente lentas que o solo apresenta, este é considerado um recurso finito, limitado e não renovável à escala humana (Roque *et al.*, 2003). Este facto é de extrema importância, sobretudo quando se verifica uma pressão crescente das actividades humanas, nomeadamente em meio urbano. São escassos os locais, na cidade, onde o solo garanta as suas funções. Os espaços verdes, logradouros e jardins constituem, assim, as únicas áreas na cidade consolidada onde ainda existe solo vivo, e onde é possível o processamento das dinâmicas ecológicas, sem que os ciclos naturais sejam interrompidos. A protecção do solo, nestas escassas áreas, é um factor preponderante para a garantia e manutenção do coberto vegetal, para a recarga dos aquíferos, e para a estabilidade e equilíbrio da paisagem urbana.

5.5.1.2 **Enquadramento Geológico e Hidrogeológico**

Segundo Abreu e Pena (2007), o conhecimento detalhado da Geologia de uma região constitui uma das principais bases para a caracterização e interpretação da paisagem, uma vez que esta informação conduz à elaboração de cartografia que permite a descrição biofísica do território, nomeadamente a elaboração de cartas de permeabilidade do solo e subsolo.

Para a realização do Enquadramento Geológico da Área de Estudo, foi analisada a folha nº 34-D da Carta Geológica de Portugal, referente à área de Lisboa, e elaborado um suporte que designamos de *Carta Geológica Simplificada* (ver Peça nº 10, ANEXO X).

Do ponto de vista geológico, a região de Lisboa insere-se na Orla Ocidental Portuguesa, essencialmente constituída por formações sedimentares cenozóicas (sobretudo calcários, argilas, arenitos, etc.), com algumas intrusões magmáticas e escoadas lávicas[42]. Esta região desenvolve-se maioritariamente na Bacia do Baixo Tejo, que faz parte da unidade tectono-sedimentar da Bacia do Tejo-Sado, onde afloram formações com idade compreendida entre o Paleogénico (Formação de Benfica) e o Holocénico (sedimentos fluviais actuais do rio Tejo e areias eólicas de cobertura) (Pais *et al*., 2006). Comporta, por isso, rochas com idades posteriores a 260 milhões de anos (Pereira, 2003).

[42] Ver: Carta Geológica de Portugal. Disponível em: http://sites.google.com/site/geologiaebiologia/carta-geol%C3%B3gia-de-portugal

Contudo, na Área de estudo e sua envolvente são abrangidas, fundamentalmente, formações Miocénicas (do Período Terciário), compostas por sequências sedimentares alternadas (de origem marinha, estuarina e continental)[43]. Sobre estas, encontram-se formações mais recentes, Holocénicas (do Período Quaternário), compostas por aluviões e aterros, apresentando uma espessura pouco significativa, com excepção da área circunscrita à linha de água principal[44] que coincide, na sua maioria, com a Rua do Regueirão dos Anjos, Rua dos Anjos e parte da Avenida Almirante Reis.
Dentro das formações geológicas cenozóicas do Miocénico, evidenciam-se na Área de Estudo: Areias com *Placuna Miocenica*, Calcários de Casal Vistoso, Areias da Quinta do Bacalhau, Argilas do Forno de Tijolo, Calcários de Entrecampos (Banco Real), Aréolas da Estefânia e Argilas e Calcários dos Prazeres.

Como descrito anteriormente, para existir água subterrânea e para ocorrer a recarga de aquíferos, a água terá de conseguir atravessar e circular através das formações geológicas, dependendo para isso das suas características de porosidade e permeabilidade. Assim, considerando as formações geológicas presentes no Vale da Avenida Almirante Reis, estas terão maior ou menor capacidade de infiltração consoante a sua estrutura[45] e a proporção relativa de areia e argila presentes na sua constituição.

Segundo Pereira (2003), as rochas da região de Lisboa constituem aquíferos de riqueza muito diversa, devendo destacar-se as aluviões do rio Tejo por formarem uma extensa área de elevada permeabilidade.

Sob o ponto de vista hidrogeológico, a Orla Ocidental, onde se insere a região de Lisboa (e consecutivamente a área em estudo no âmbito deste trabalho), é caracterizada pela existência de vários sistemas aquíferos importantes, relacionados com formações calcárias e detríticas (Almeida *et al*., 2000).
O conhecimento destes recursos, nas suas vertentes qualitativas e quantitativas, são um dos objectivos da hidrogeologia, permitindo determinar a utilização das águas subterrâneas no processo de abastecimento à população, industria e agricultura, bem como levar a cabo melhorias relacionadas com a preservação das águas subterrâneas face a possíveis agressões provocadas, por exemplo, pela contaminação do freático, ou pelo pela ausência de recarga do mesmo (Roque *et al*., 2003).

Tendo como base as características geológicas das diferentes formações (ver ANEXO II), a Classificação da Permeabilidade das diferentes unidades litológicas realizada no estudo elaborado por Pena (2008), e ainda a Carta de Permeabilidade do Conselho de Lisboa, produzida no âmbito da Revisão do PDM (Fevereiro de 2010), foi possível definir o comportamento hidrogeológico do material rochoso presente na Áreas de Estudo (ver Quadro 1).

Quadro 1 – Classificação das formações Geológicas quanto à sua permeabilidade

Símbolo (digital)	Unidades Litológicas	Permeabilidade
a	Aluviões	Muito Alta
M_{pm}	Areias com *Placuna Miocenica*	Alta
M_{CV}	Calcários de Casal Vistoso	Alta
M_{QB}	Areias da Quinta do Bacalhau	Média
M_{FT}	Argilas do Forno de Tijolo	Baixa
M_{Ec}	Calcários de Entrecampos	Alta
M_{Es}	Aréolas da Avenida da Estefânia	Alta
M_{Pr}	Argilas de Prazeres (Camada dos Prazeres)	Baixa

[43] Ver: Relatório de Caracteristicas Biofisicas de Lisboa no âmbito da Revisão do PDM. Disponivel em: http://pdm.cm-lisboa.pt/RevPDM_Documentos/Relatorio_sintese_Caracterizacao_Biofisica.pdf
[44] Ver: Relatório de Caracteristicas Biofisicas de Lisboa no âmbito da Revisão do PDM. Disponivel em: http://pdm.cm-lisboa.pt/RevPDM_Documentos/Relatorio_sintese_Caracterizacao_Biofisica.pdf
[45] Forma que se observa na rocha à escala macroscópica. É definida pela organização textural, composicional ou descontinuidade física da rocha em causa. Disponível em: http://e-geo.ineti.pt/bds/lexico_geologico/default.aspx?letra=E

Constata-se que a geologia da cidade de Lisboa, sobretudo alusiva à Sub-bacia da Avenida Almirante Reis e às suas envolventes, é constituída por formações geológicas com permeabilidade considerável e que pela sua natureza tendem a favorecer a infiltração das águas pluviais. Assim, e pela interpretação da *Carta Geológica Simplificada*, podemos observar que a área envolvente à Avenida Almirante Reis, à Rua dos Anjos e coincidente com o Largo do Martim Moniz (onde surgem as Aluviões) apresentam o substrato geológico com permeabilidade mais elevada, e consequentemente com grande capacidade de infiltração. A este substrato, seguem-se em termos de permeabilidade, as Areias com *Placuna Miocenica* e os Calcários de Casal Vistoso que afloram principalmente ao longo de todo o festo da colina de Santo André e na Encosta do Castelo, bem com os Calcários de Entrecampos e as Aréolas da Avenida da Estefânia, que cobrem quase na totalidade a vertente Este da Colina de Santana.

É ao longo da vertente esquerda do vale em estudo, que se verifica a presença de substratos geológicos com média ou baixa permeabilidade (Argilas do Forno de Tijolo e Argilas de Prazeres) que, apesar de não cobrirem uma área tão significativa em comparação com os substratos de Muito Alta e Alta permeabilidade (em conjunto), coincidem com áreas onde se registam declives acentuados, correspondendo a situações onde, à partida, a infiltração das águas será menor.

5.5.1.3 **Análise da Permeabilidade do Solo e Subsolo**

Conforme exposto anteriormente, devido à forte urbanização que se verifica nesta zona da cidade, considerou-se que o tipo de solo actualmente existente nas áreas não impermeabilizadas corresponde a Tecnosolos e, por este motivo, não foram consideradas as suas características no que respeita aos processos de infiltração. Desta forma, a *Carta de Permeabilidade do Solo e Subsolo* foi realizada com base nas características da textura e composição de cada formação geológica (tal como já foi expresso no Quadro 1), obtendo-se quatro classes de permeabilidade: Baixa, Moderada, Alta e Muito Alta (ver Peça nº 11, ANEXO X).

Quanto à representatividade de cada uma das classes de Permeabilidade do Solo e Subsolo na Área de Estudo (ver Quadro 2), é possível confirmar algumas das ilações formuladas anteriormente alusivas às características geológicas presentes e ao seu comportamento hidrogeológico.

Quadro 2 – Distribuição das Classes de Permeabilidade do Solo e Subsolo na Área de Estudo

Classe de Permeabilidade	Área Ocupada na Área de Estudo	Percentagem na Área de Estudo
Muito Alta	219 908m^2	7,00 %
Alta	1 318 941m^2	41,96 %
Moderada	361 863m^2	11,51 %
Baixa	666 483m^2	21,20 %

É possível verificar que as áreas correspondentes aos substratos com *Muito Alta* e *Alta* permeabilidade, no seu conjunto, representam de facto a maior percentagem dentro da Área de Estudo, sendo que a classe da permeabilidade *Alta* é a mais predominante. Estas áreas surgem maioritariamente na vertente direita do Vale da Avenida Almirante Reis e na envolvente da linha de água principal, bem como ao longo da linha de festo da Colina de Santo André, constituindo importantes zonas para a infiltração das águas pluviais e consequente recarga do aquífero.

Por sua vez, a classe da permeabilidade *Moderada* está representada por uma faixa estreita que se estende desde a Colina do Castelo, nas proximidades do festo da Colina de Santo André (junto a formações de Alta permeabilidade), tomando mais expressão a partir da Praça Francisco Sá Carneiro.

Já as áreas onde afloram os substratos com *Baixa* permeabilidade são mais representativas ao longo da base da encosta de Santo André, surgindo entre substratos aluvionares (de permeabilidade *Muito Alta*) e substratos de *Moderada*

permeabilidade. Situação de alguma forma favorável, já que estes substratos menos permeáveis são precedidos de formações geológicas como *Moderada* e *Alta* permeabilidade (que coroam a colina de Santo André), o que permite tomar medidas que facultem e potenciem a infiltração das águas pluviais nestas áreas, diminuindo sempre que possível, o escoamento superficial que atinge a faixa menos permeável. Também é possível identificar outras zonas onde surgem substratos geológicos com *Baixa* permeabilidade ao longo da colina de Santana, coincidentes com a área onde se localiza o Hospital de São José e com a envolvente da Praça Duque de Saldanha. Contudo como predominam, ao longo desta encosta, áreas de *Alta* permeabilidade, estas situações não levantam, à partida, grandes problemas.
No entanto será necessário aprofundar o estudo da Permeabilidade, cruzando esta informação com as características Topográficas das áreas em causa, de forma a determinar a maior ou menor potencialidade que estas zonas apresentam para a infiltração das águas e consecutiva recarga dos aquíferos.

5.5.2 PERMEABILIDADE POTENCIAL

Na delimitação da Permeabilidade Potencial, considerou-se, para além das informações relativas à *Permeabilidade do Solo e Subsolo*, o papel determinante dos declives na infiltração das águas pluviais.

5.5.2.1 **Declives**

A distribuição dos declives presentes na Área de Estudo e as suas variações são os principais responsáveis pela velocidade dos escoamentos superficiais da água e, consequentemente, influenciam a sua maior ou menor infiltração no solo e subsolo.
A água irá comportar-se de diferentes formas consoante a maior ou menor inclinação das superfícies que atravessa. Assim, as situações de maiores pendentes implicam maiores velocidades de escoamento superficial e, por esse motivo, menores taxas de infiltração, uma vez que o movimento preferencial da água se faz ao longo da vertente, do ponto mais alto para o ponto mais baixo. Inversamente, nas superfícies mais planas, onde as velocidades de escoamento superficial são superadas pela força vertical da gravidade, encontram-se as maiores taxas de infiltração da água[46]. Perante isto, as variações de declives que ocorrem ao longo das várias vertentes e, consequentemente, ao longo das linhas e pontos que constituem a estrutura urbana, vão ser traduzidas por momentos de aceleração e de desaceleração aos quais correspondem, respectivamente, menores e maiores taxas de infiltração da água.
Pode concluir-se, desta forma, que os menores declives são os mais favoráveis quer no processo de infiltração da água no solo e subsolo, quer no aumento do intervalo de tempo que a água leva a fazer o seu percurso, até chegar aos pontos mais baixos.

Para a avaliação dos Declives presentes na Sub-bacia da Avenida Almirante Reis e para conhecer a forma como estes variam e se distribuem, elaborou-se uma *Carta de Declives*, tendo como base a *Carta da Fisiografia Adaptada*, suas curvas de nível e pontos cotados.
A análise dos declives restringiu-se aos espaços vazios existentes na malha urbana (espaços públicos e interiores de quarteirão), com o intuito de revelar as suas potencialidades para a infiltração das águas pluviais.

[46] Alfaiate, M. T. A., 2004 *in* Ribeiro, L. (coord.), Alfaiate, M. T. A.; Mendes, P.; Botequilha, A., e Ferreira, H. 2004. *AI_Hama – Metodologia de Integração das Águas Subterrâneas no Planeamento e Gestão Sustentáveis de Paisagens Urbanas*. O Caso de Estudo do Bairro de Alfama, Lisboa. Projecto I&D Fundação para a Ciência e Tecnologia POCI/GEO/60942/2004.

A definição das diferentes classes de declives atendeu à relação entre os declives e a sua aptidão para um conjunto variado de actividades, segundo Magalhães (2001), bem como ao comportamento da água nas diferentes situações de vertente (Pena, 2008), resultando cinco classes de declives às quais se atribuiu um valor de permeabilidade, expressa no Quadro 3.

Quadro 3 – Valores de Permeabilidade Segundo Classes de Declives (Adaptado de Magalhães, 2001; e Pena, 2008)

Classe de Declives	Valor de Permeabilidade	Descrição
0 - 3%	Muito Alta	Áreas consideradas planas, que permitem acumulação de água. Constituem situações caracterizadas por escoamentos lentos e muito lentos, onde predomina a erosão por impacto.
3 – 8%	Alta	Classe de declives caracterizada por escoamentos médios a rápidos. Até aos 8% é possível utilizar a rega por aspersão, sem escoamentos que impeçam a infiltração.
8 – 12%	Moderada	Classe de declives onde os escoamentos podem ser rápidos. Até aos 12% é possível edificar sem necessidade de terraceamento, e são possíveis usos agrícolas desde que seja garantida uma cobertura do solo durante o período chuvoso.
12 – 25%	Baixa	Classe de declives onde se registam escoamentos rápidos a muito rápidos. Tanto a implantação de edificação como a agricultura exigem terraceamento.
> 25%	Muito Baixa	Situação a partir da qual os escoamentos são muito rápidos, sendo por isso aconselhável o uso florestal de forma a garantir a protecção permanente do solo.

Foi possível obter uma *Carta de Declives* que revela a sua distribuição e os seus desenvolvimentos e progressões no âmbito da cidade (ver fig. 10) (ver Peça nº 12, ANEXO X). Através da análise deste suporte, confirmam-se algumas das considerações anteriormente elaboradas no que respeita às características topográficas da Sub-bacia Hidrográfica da Avenida Almirante Reis e das várias Sub-bacias de 2ª Ordem que a constituem (ver ANEXO III). É possível observar-se que, de facto, os maiores declives (12-25% e >25%) se encontram sobretudo nas situações de vertente, bem como nas proximidades de algumas das principais linhas de festo urbanas ou coincidentes com linhas de drenagem que percorrem os vales mais encaixados. Note-se ainda que os declives mais acentuados se distribuem geralmente no terço superior das colinas correspondendo a pontos sujeitos a erosão e onde a agua escoa a velocidades maiores.

Ao longo da Encosta voltada a Oeste da Colina de Santo André concentram-se as áreas mais declivosas do vale em estudo, de entre as quais se podem referir: a extremidade Este da Alameda D. Afonso Henriques; o interior do quarteirão definido pela Rua Actor Vale, Rua dos Baldaques e Rua Barão de Sabrosa; toda a encosta que circunda a Penha de França; a área envolvente ao Miradouro do Monte Agudo; a encosta que envolve a Capela e o Largo da Senhora do Monte; toda a área voltada a Oeste adjacente ao Convento da Graça, e a zona envolvente ao Castelo de São Jorge. São ainda de referir, ao longo desta colina, alguns arruamentos com pendentes acentuadas, que coincidem com linhas de água urbanas, como: a Calçada do Poço dos Mouros, a Calçada do Monte, a Calçada Agostinho de Carvalho e a Calçada de Santo André, bem como a Travessa dos Lagares, as Escadinhas da Saúde, e toda a escadaria que se desenvolve desde a Rua das Farinhas até à Rua do Poço do Borratém. Confirma-se, também, que as Sub-bacias de 2ª Ordem que apresentam maior percentagem de áreas declivosas (Sub-bacia de 2ª Ordem nº 4, 8 e 9)

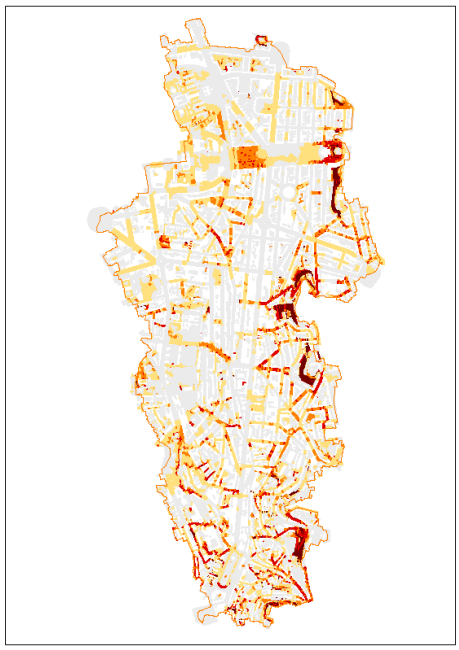


Fig. 10 - Declives

estão representadas nesta colina, correspondendo simultaneamente a algumas das Sub-bacias de 2ª Ordem de menores dimensões.

Na encosta voltada a Oeste da Colina de Santana, as áreas mais declivosas concentram-se sobretudo na sua extremidade Sul, sendo mais representativas ao nível da Sub-bacia de 2ª Ordem nº 7. Uma vez que esta colina se caracteriza pela presença de vales menos encaixados e vertentes com pendentes menos acentuadas, são menos frequentes as linhas de água urbanas que coincidem, em todo o seu trajecto, com situações muito declivosas. Na verdade, é na Colina de Santana que se encontram as Sub-bacias de 2ª Ordem com maior percentagem de áreas planas, onde predominam a classe de declives dos 0-3% (Sub-bacias nº 1 e 5). Conjuntamente é aqui que afloram, de forma mais representativa, os substratos com *Alta Permeabilidade*, sendo possível concluir-se que toda esta zona apresentará grande potencialidade para a infiltração das águas pluviais.
Já na Colina de Santo André, destacam-se ao longo das suas vertentes, substratos com *Moderada* e *Baixa Permeabilidade* o que na presença de declives mais acentuados, diminui ainda mais a capacidade para a infiltração das águas nestas áreas, encurtando também o intervalo de tempo de chegada do escoamento aos pontos mais baixos. Torna-se claro que, em comparação com a colina de Santana, esta colina contribui, à partida, com maior caudal de águas pluviais para o talvegue principal.

Por fim, é importante referir que as áreas de maiores declives, ao nível das duas colinas, correspondem a situações de grande sensibilidade à erosão hídrica e, simultaneamente, a situações com alguma instabilidade do terreno, devendo recorrer-se sempre que possível à protecção destas áreas através da cobertura do solo vivo com os três estratos de vegetação (arbórea, arbustiva e herbácea) de forma a potenciar a infiltração das água pluviais e assegurando a manutenção do solo (Magalhães *et al.*, 2007b).

5.5.2.2 **Análise da Permeabilidade Potencial**

Para a elaboração da *Carta de Permeabilidade Potencial*, cruzou-se a informação da *Carta de Declives* com a *Carta de Permeabilidade do Solo e Subsolo*, através da construção de uma matriz (ver ANEXO IV) que permitiu a correlação dos vários valores de permeabilidade atribuídos às duas situações. Com este processo, obtiveram-se cinco classes de permeabilidade: Muito Alta, Alta, Moderada, Baixa e Muito Baixa; expressas na *Carta de Permeabilidade Potencial* (ver fig. 11) (ver Peça nº 13, ANEXO X).

Observando a distribuição das várias classes de Permeabilidade Potencial, podemos confirmar algumas das ilações formuladas anteriormente, no que diz respeito a maior ou menor infiltração das águas pluviais ao longo das várias encostas.
De facto, a Colina de Santana revela a situação onde se concentra o maior potencial para os processos de infiltração, predominando as classes de Permeabilidade Potencial Muito Alta e Alta, que se estendem praticamente desde o limite da Sub-bacia Hidrográfica até à linha de talvegue principal. As classes referentes à Permeabilidade Potencial Baixa e Muito Baixa ao longo da encosta Oeste da Colina de Santana são praticamente inexistentes, podendo apenas referir-se como conjuntos mais significativos nestas condições, parte da área

Fig. 11 – Permeabilidade Potencial

envolvente ao Hospital de São José e ao Complexo do Instituto Superior Técnico. Nas restantes situações onde ocorriam substratos geológicos de baixa permeabilidade, devido à predominância de declives baixos ou aplanados, obtiveram-se valores moderados de permeabilidade potencial, o que elevou a capacidade de infiltração destas áreas. Pode afirmar-se assim, que é ao nível de toda a vertente direita do vale da Avenida Almirante Reis que o potencial para a infiltração das águas pluviais se revela mais significativo, podendo contribuir de forma inquestionável para a diminuição do escoamento superficial e para o aumento da recarga dos aquíferos.

No caso da Colina de Santo André e Colina do Castelo, as áreas com Permeabilidade Potencial Baixa e Muito Baixa são mais significativas que no caso da Colina de Santana, remetendo na sua maioria para situações de declives elevados onde os substratos geológicos apresentam moderada permeabilidade. Aqui assiste-se a um decréscimo da capacidade de infiltração das águas pluviais ao nível do solo e subsolo, o que vem aumentar a quantidade de escoamento superficial, nesta situação. No entanto, é possível encontrar algumas áreas, sobretudo ao longo da faixa correspondente às Areias da Quinta do Bacalhau (com moderada permeabilidade), onde a existência de espaços vazios construídos em terraços contribui para um aumento significativo dos processos de infiltração. Com a análise desta carta pode ainda reafirmar-se a importância que a área envolvente à linha de água principal (onde surgem classes de Permeabilidade Potencial Muito Alta e Alta) apresenta para a infiltração das águas pluviais e recarga dos aquíferos.

5.5.3 PERMEABILIDADE REAL

Para um melhore apuramento da capacidade real de infiltração das águas pluviais e de escorrência superficial na Área de Estudo, falta considerar o tipo de ocupação do território que lhe é característica. Para além das características geológicas e do tipo de solo a que deram origem, dos declives com a sua distribuição e variação, existem ainda outros factores que determinam a maior ou menor quantidade de água que se infiltra no solo e subsolo. Esses factores são: o tipo de coberto vegetal e a situação urbana (que em conjunto com os diferentes pavimentos utilizados, definem o grau de impermeabilização do solo).

À partida, podemos diferenciar duas situações tipo: as áreas permeáveis, onde o solo ainda mantém as suas características, apresentando-se revestido por vegetação de porte arbóreo/arbustivo ou por vegetação herbácea; e as áreas impermeáveis, que englobam os diversos edifícios, construções, vias de circulação, passeios e outros pavimentos.

5.5.3.1 **Situação Urbana e Tipo de Pavimento**

O desenvolvimento de aglomerados urbanos e a sua expansão são os factores antrópicos que têm maior impacte nos processos de infiltração das águas pluviais, uma vez que levam à impermeabilização de grandes áreas do território (Pena, 2008). Obviamente, quanto maior for a área de solo urbano impermeabilizada, menor será a sua capacidade de infiltração e, consequentemente, maior será a quantidade de escoamento superficial que se origina após um episódio de precipitação.

Segundo Liptan e Murase (2002), as superfícies impermeáveis no contexto da cidade (que englobam telhados e outros tipos de cobertura de edifícios e a generalidade dos pavimentos) constituem zonas ambientais mortas, que para além dos impactes directos que têm sobre as dinâmicas da água, contribuem para as condições da "ilha de calor", para o aumento do dióxido de carbono e reduções de oxigénio no meio urbano, influenciando desta forma os processos de fotossíntese bem como os vários ciclos ecológicos fundamentais para o equilíbrio da paisagem.

Em situações urbanas muito artificializadas, como é o caso da área em estudo neste trabalho, o grau de permeabilidade do material utilizado, sobretudo ao nível dos pavimentos, vai influenciar de forma significativa a quantidade de água infiltrada.

Uma superfície asfaltada, por exemplo, apresenta um grau de permeabilidade menor que uma superfície revestida por pavimentos semi-permeáveis, como é o caso das calçadas ou pavimentos empedrados, cujas características do assentamento e a existência de juntas entre cada elemento, permitem a infiltração de parte das águas pluviais (Távora, S. F. L. M., 2007). Já as superfícies de material "solto" (saibros, gravilhas, seixos, britas, etc.) permitem a drenagem natural das águas pluviais, estando a maior ou menor capacidade de infiltração dependente da dimensão e natureza do material utilizado[47]. Segundo Fergunson (2002) os pavimentos constituídos por material muito poroso permitem a infiltração quase total da água precipitada, resolvendo grande parte dos problemas de escoamento urbano na sua origem (no local onde a chuva cai), minimizando os problemas a jusante.

Contudo, no meio urbano, são raros os casos em que se recorre à utilização de pavimentos permeáveis com materiais não agregados, e na maioria das vezes utilizam-se argamassas impermeáveis no assentamento de calçadas ou lajes de pedra de forma a garantir a sua resistência e durabilidade, face à grande carga a que estão sujeitos estes pavimentos.

Com o intuito de determinar a distribuição e representatividade dos diferentes tipos de Ocupação do Solo no contexto da Sub-bacia Hidrográfica da Avenida Almirante Reis, procedeu-se ao seu levantamento com base nas Plantas de Localização On-line[48] disponibilizadas pelo Departamento de Informação Geográfica e Cadastro da Câmara Municipal de Lisboa, complementado com a análise de fotografias aéreas[49] (ver Quadro 4).

Quadro 4 – Diferentes tipos de Ocupação do Solo no Contexto da Áreas de Estudo

Ocupação do Espaço Urbano	Área de ocupação	Percentagem de ocupação
Áreas Impermeáveis (Total)	**2 621 485m²**	**83,05%**
Edificado e outras construções	1 452 150m²	46,19%
Vias de circulação, Passeios e outros Pavimentos	1 169 335m²	37,20%
Áreas de Infiltração (Total)	**530 953m²**	**16,82%**

Através do Quadro 4, conclui-se que apenas cerca de 17% da Área de Estudo se apresenta livre de construções e pavimentos, ou seja, é este pequeno conjunto disperso entre a malha urbana que ainda está apto a realizar os processos de infiltração das águas de escoamento superficial, contribuindo para a recarga de aquíferos.

A elevada percentagem de áreas impermeabilizadas, induz a soluções projectuais que se concentrem em torno da captação, condução e armazenamento da água, procurando potenciar a sua infiltração nas áreas onde este processo ainda é possível. Nas zonas que apresentam Permeabilidade Potencial Muito Alta, mas que se encontram edificadas ou pavimentadas, a contribuição para a recarga do aquífero poderá ser conseguida, por exemplo, através da aplicação de alguns métodos de recarga artificial.

5.5.3.2 **As Áreas de Infiltração**

Para a concretização do estudo da permeabilidade, é fundamental apurar, dentro do contexto urbano, as áreas onde o solo ainda mantém as suas características permeáveis. Para tal, elaborou-se uma base designada de *Carta de Áreas de Infiltração* (ver Peça nº 14, ANEXO X) onde se identificaram todas as áreas que correspondem a espaços vazios não impermeabilizados (ver fig. 12). Neste levantamento foram consideradas todas as superfícies revestidas por vegetação

[47] Alfaiate, M. T. A., 2004 *in* Ribeiro, L. (coord.), Alfaiate, M. T. A.; Mendes, P.; Botequilha, A., e Ferreira, H. 2004. *Al_Hama – Metodologia de Integração das Águas Subterrâneas no Planeamento e Gestão Sustentáveis de Paisagens Urbanas*. O Caso de Estudo do Bairro de Alfama, Lisboa. Projecto I&D Fundação para a Ciência e Tecnologia POCI/GEO/60942/2004.

[48] Disponivel em: http://lxplantas.cm-lisboa.pt/ViewerPlantasLocalizacaoLx/Viewer.aspx

[49] Disponivel em: http://www.bing.com/maps/default.aspx?v=2&cp=44.023938~-99.71&style=h&lvl=4&tilt=-89.875918865193&dir=0&alt=7689462.6842358

herbácea e/ou arbórea e arbustiva, informação que foi obtida, igualmente, através da análise directa de fotografias aéreas[50], tendo por base as Plantas de Localização On-line de Lisboa[51].

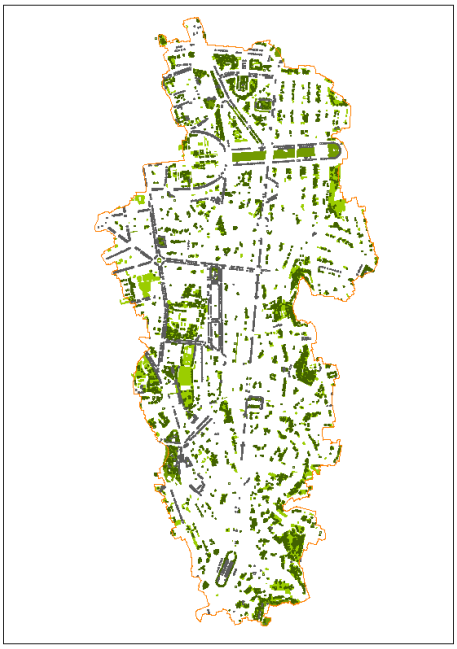


Fig. 12 – Áreas de Infiltração - Áreas em Logradouro vs. Áreas em Espaço Público

A presença da vegetação tem um papel fulcral ao nível do balanço hidrológico, sobretudo no âmbito da paisagem urbana. Ao reter parte da água de precipitação ao nível das folhas, caules e troncos (retenção aérea), a vegetação aumenta o intervalo de tempo entre o início de uma chuvada e a queda da água no solo, evitando a sua erosão hídrica e a rápida saturação dos poros deste sistema (Pena, 2008). Parte da água retida por intercepção é evaporada de volta para a atmosfera enquanto que a água que atinge o terreno pode infiltrar-se ou correr à superfície, consoante as características do local. Por outro lado, parte da água que atinge o solo e se infiltra, também é aproveitada pelas plantas, que a absorvem ao nível do sistema radicular e a libertam parcialmente por transpiração (Roque *et al*., 2003).

Importa referir que é ao nível da vegetação arbórea que as taxas de intercepção e retenção da água são maiores. Esta capacidade varia conforme a dimensão da copa, o tipo de folhagem e a densidade do povoamento em que a vegetação se insere (Pena, 2008). De igual forma as taxas de transpiração também são mais significativas na vegetação de grande porte (vegetação arbórea e/ou arbustiva), uma vez que o seu desenvolvimento radicular é maior, permitindo-lhes um melhor, mais eficaz e mais prolongado acesso às reservas de água do solo e subsolo.

Simultaneamente a vegetação desempenha funções importantes para a melhoria da estrutura do solo, favorecendo a sua porosidade e, consequentemente, aumentando a sua capacidade de se deixar atravessar pela água (melhor permeabilidade). Assim, a presença de vegetação com raízes aprumadas[52] que penetram no solo em maior profundidade, garante a infiltração da água até às camadas mais profundas, contribuindo de forma eficaz para a recarga dos aquíferos. Por sua vez, a vegetação com raízes fasciculadas[53] aumentam a área potencial de infiltração e de retenção, melhorando a estrutura do solo e contribuindo para a diminuição da quantidade de água à superfície[54].

Pelo exposto conclui-se, que o tipo de cobertura vegetal (estrato vegetal, espécie e suas características) afecta directamente o balanço hidrológico de um local. O estrato arbóreo, como supramencionado, apresenta uma grande capacidade de retenção da água de precipitação e elevadas taxas de evapotranspiração. Contudo, para que se minimize a quantidade de água que escorre à superfície e os efeitos erosivos desta sobre o solo, a vegetação arbórea deve estar associada ao estrato arbustivo e/ou herbáceo (Pena, 2008). A presença dos três estratos de vegetação, com os vários tipos

[50] Disponível em: http://www.bing.com/maps/default.aspx?v=2&cp=44.023938~-99.71&style=h&lvl=4&tilt=-89.875918865193&dir=0&alt=7689462.6842358

[51] Disponível em: http://lxplantas.cm-lisboa.pt/ViewerPlantasLocalizacaoLx/Viewer.aspx

[52] Uma raiz diz-se aprumada quando apresenta uma raiz principal ou mestra, a partir da qual se desenvolvem raízes secundárias mais finas. Este tipo de raiz é habitual nas plantas Gimnospérmicas e dicotiledóneas (Vasconcelos, 1969).

[53] Uma raiz denomina-se fasciculada, quando se caracteriza por raízes não hierarquizadas, ou seja, não apresenta diferenciação de uma raiz principal, sendo formada por um conjunto de numerosas raízes adventícias. É o tipo de raiz habitual das plantas monocotiledóneas (Vasconcelos, 1969).

[54] Alfaiate, M. T. A., 2004 *in* Ribeiro, L. (coord.), Alfaiate, M. T. A.; Mendes, P.; Botequilha, A., e Ferreira, H. 2004. *Al_Hama – Metodologia de Integração das Águas Subterrâneas no Planeamento e Gestão Sustentáveis de Paisagens Urbanas*. O Caso de Estudo do Bairro de Alfama, Lisboa. Projecto I&D Fundação para a Ciência e Tecnologia POCI/GEO/60942/2004.

de copado e raizame, será a situação ideal para facilitar e intensificar os processos de infiltração da água, contribuindo para a recarga dos aquíferos e para uma melhor conservação e protecção do solo.

Por este motivo, no levantamento realizado (*Carta de Áreas de Infiltração*) consideraram-se dois tipos fundamentais de áreas permeáveis: as revestidas com vegetação arbórea/arbustiva, e as que apresentam o predomínio do extracto herbáceo. A partir desta delimitação estabeleceu-se a percentagem total de Áreas de Infiltração, bem como a sua representatividade no espaço público e ao nível dos interiores de quarteirão (ver Quadro 5).

Quadro 5 – Percentagem de Áreas de Infiltração no Contexto da Área de Estudo

	Áreas com Vegetação Herbácea	Áreas com Vegetação Arbórea/Arbustiva	Total de Áreas de Infiltração
Área de Estudo (Total)	**10,69%**	**6,13%**	**16,82%**
Espaço Público	2,05%	3,88%	5,93%
Logradouros	8,65%	2,25%	10,89%

Comparativamente às áreas de logradouro, os espaços públicos (que englobam jardins, parques, canteiros e alinhamentos de árvores) apresentam, no seu total, um menor número de Áreas de Infiltração. Mesmo assim, verifica-se que a presença de vegetação arbórea é dominante nestas circunstâncias, constituindo as suas principais áreas de infiltração.
Todavia, é ao nível dos interiores de quarteirão que a presença de Áreas de Infiltração é mais representativa, correspondendo a mais de metade do total destas áreas no contexto da Sub-bacia Hidrográfica da Avenida Almirante Reis. Esta condição vem reforçar a importância dos Logradouro na manutenção e equilíbrio dos ciclos biológicos na paisagem urbana, nomeadamente nos processos de infiltração, recarga de aquíferos e diminuição do escoamento superficial. Por outro lado, é ao nível dos interiores de quarteirão que é possível intervir eficazmente, através da manipulação da vegetação (utilizando os três estratos sempre que possível), podendo alterar de forma representativa os actuais problemas relacionados com a gestão das águas pluviais.

Importa ainda referir que, para além de influenciar o balanço hidrológico, a vegetação desempenha um vasto conjunto de funções indispensáveis no contexto da cidade. O seu papel mais divulgado, sobretudo nos séculos XVIII e XIX, é o da transformação do dióxido de carbono em oxigénio (Efeito Pulmão) (Magalhães, 2001). Simultaneamente, a vegetação constitui um termorregulador da temperatura do ar, contribui para o aumento da humidade relativa e funciona como filtro de poeiras em suspensão, melhorando desta forma o microclima e o ambiente da cidade (Magalhães, 2001). Constituem elementos de cor, textura e movimento que pontuam o espaço urbano, enfatizando pontos dominantes, marcando percursos, dando escala aos edifícios e amenizando algumas dissonâncias, sendo desta forma, "um elemento indispensável à construção da cidade" (Magalhães, 2001, p. 383).

5.5.3.3 **Análise da Permeabilidade Real**

Para a obtenção da *Carta de Permeabilidade Real* realizou-se o cruzamento da *Carta de Áreas de Infiltração* com a *Carta da Permeabilidade Potencial*, determinando-se, desta forma, as áreas que apresentam capacidade real para a infiltração das águas pluviais. Com o objectivo de simplificar esta abordagem, procedeu-se à união prévia das áreas de Muito Alta e Alta Permeabilidade Potencial, bem como à junção das áreas de Baixa e Muito Baixa Permeabilidade Potencial. Desta forma, na *Carta de Permeabilidade Real*, surgem apenas três classes de permeabilidade: Alta, Moderada e Baixa (ver Peça nº 15, ANEXO X).

Através da análise da base elaborada é possível observar que as áreas correspondentes à classe de maior permeabilidade real são as mais representativas no contexto da área de estudo. Desta forma, e apesar da grande percentagem de áreas impermeabilizadas, as áreas de solo livre que ainda se encontram na Sub-bacia da Avenida Almirante Reis têm um enorme contributo para a recarga do aquífero, sublinhando ainda mais a sua importância no meio urbano.

A título elucidativo, os valores relativos a cada uma das classes de Permeabilidade Real, são apresentados no Quadro 6.

Quadro 6 – Representatividade de cada Classe de Permeabilidade Real no Contexto da Área de Estudo

Classe de Permeabilidade Real	Área de Ocupação	Percentagem de Ocupação
Alta	**372 172m²**	**11,79%**
Vegetação arbórea/arbustiva	154 317m²	4,89%
Vegetação herbácea	217 855m²	6,90%
Moderada	**138 714m²**	**4,39%**
Vegetação arbórea/arbustiva	35 387m²	1,12%
Vegetação herbácea	103 327m²	3,27%
Baixa	**20 062m²**	**0,64%**
Vegetação arbórea/arbustiva	3 770m²	0,12%
Vegetação herbácea	16 292m²	0,52%

Pelo exposto, pode concluir-se que a maioria dos espaços vazios não impermeabilizados contidos na Sub-bacia da Avenida Almirante Reis apresentam uma forte capacidade para a infiltração das águas pluviais e de escorrência. Isto reforça a relevância duma intervenção que garanta a manutenção destas áreas como zonas permeáveis, facultando a infiltração da água e favorecendo a recarga dos aquíferos. Outra estratégia importante na gestão sustentável da água passará pelo seu controlo e condução nas áreas impermeabilizadas, encaminhando os escorrimentos superficiais, sempre que possível, para áreas onde os processos de infiltração possam ocorrer, ou colectando esses caudais para posterior utilização da água acumulada.

5.6 CONCLUSÕES

Tendo por base as ferramentas de estudo identificadas neste capítulo e a análise interpretativa realizada, verifica-se que as características presentes no Vale da Avenida Almirante Reis induzem, à partida, uma boa parte das alternativas existentes para intervir neste espaço.

Para dar resposta aos actuais problemas relacionados com os escoamentos superficiais, tendo em vista uma abordagem holística e sistémica, um dos principais objectivos passa por promover a infiltração das águas pluviais em profundidade, sempre que possível. A infiltração destas águas para as camadas mais profundas do terreno, constitui um processo bastante eficaz no "restauro" das bacias hidrográficas em meio urbano (Ferguson, 2002), favorecendo a manutenção do ciclo hidrológico, a recarga de aquíferos, a melhoria da qualidade da água, a sua preservação e, adicionalmente, diminuindo os escoamento superficiais e a acumulação de água nos pontos mais baixos da cidade. Assim, e dentro das limitações de cada local, a infiltração pode dar resposta à maioria dos problemas de escoamento urbano, devendo por isso constituir um dos princípios base para a elaboração de estratégias de intervenção que visem a gestão sustentável do recurso água. Este propósito pode ser atingido, por exemplo, pela utilização de vegetação com raiz aprumada (associada ao estrato herbáceo e arbustivo sempre que possível) e pela aplicação de superfícies drenantes (ou permeáveis), principalmente nas áreas de máxima infiltração.

Nas situações em que se verifique a presença de solo vivo, mas onde os processos de infiltração não são tão expressivos, é fundamental reter a água ao nível do solo, sobretudo nos espaços de logradouro, de forma a aumentar o tempo que esta

demora a ser lançada de volta para o sistema de drenagem superficial. Mais uma vez, a utilização de vegetação adequada a esta circunstância, que favoreça a retenção da água tanto ao nível aéreo (nas folhas, caules e troncos), como ao nível do solo, (melhorando a sua estrutura), e ainda a utilização de sistemas de infiltração eficazes que conduzam o excesso de água retida para as camadas mais profundas do solo, são algumas das soluções a adoptar.
Adicionalmente, é necessário gerir a fracção das águas pluviais que, por razões específicas de cada sítio, não podem ser infiltradas ou retidas no solo e subsolo (permanecendo à superfície), através da sua captação, condução e acumulação em pontos estratégicos. Este conjunto de soluções permite o reaproveitamento de parte das águas pluviais que actualmente seguem para os colectores públicos, possibilitando a sua utilização, por exemplo, na rega e lavagem de espaços públicos e privados, minimizando, assim, o consumo de água potável para esses fins. Estas estratégias correspondem a uma forma sustentável de diminuir a quantidade de água que circula no sistema de drenagem superficial, de aumentar os tempos de concentração e, subsequentemente, de minorar os riscos de inundação associados a picos de precipitação.

Nas áreas de vertente onde os declives são maiores, a cobertura vegetal é essencial para a diminuição do efeito erosivo provocado pelo impacto das gotas da chuva no solo e pela formação de escoamentos desorganizados, que provocam a remoção e arrastamento de partículas do solo, pondo em causa a sua estrutura. A protecção destas áreas com recurso aos três estratos vegetais permite a diminuição dos escoamentos superficiais desorganizados tanto em velocidade como em quantidade, podendo de alguma forma aumentar o volume de água infiltrada nestas zonas.

A presença e a salvaguarda de espaços naturais na cidade (de carácter publico, semi-publico ou privado) apresentam uma série de vantagens no sentido da sua sustentabilidade. Estas áreas são fundamentais, não só para a manutenção da qualidade e quantidade de água existente na paisagem urbana, como para a melhoria do microclima, filtragem de partículas em suspensão e redução de ruído, proporcionando adicionalmente espaços para o lazer, repouso e contemplação da natureza. Por estes motivos, é essencial a preservação destes espaços e a criação de novas áreas que possam responder e favorecer os processos ecológicos fundamentais para uma paisagem urbana de qualidade.

A adaptação de soluções específicas para as diferentes circunstâncias abrangidas pela Área de Estudo permite solucionar os diversos problemas existentes de forma eficaz, respondendo às necessidades e complexidades de cada espaço. Em simultâneo é essencial levar em consideração o contexto global em que cada uma destas situações se insere, recorrendo a soluções que abordem a gestão das águas pluviais (sempre que possível) a montante, evitando a sobrecarga do sistema a jusante. Só desta forma será possível resolver e minimizar os problemas quer ao nível da Sub-bacia Hidrográfica da Avenida Almirante Reis quer ao nível de toda a Bacia Hidrográfica da Baixa.

6. ANÁLISES E INTERPRETAÇÕES DE NIVEL ESPECÍFICO

Terminada a interpretação global das componentes da paisagem urbana, no presente capítulo são abordados, de forma detalhada, os problemas relacionados com o escoamento superficial e, paralelamente, são analisadas as diferentes potencialidades que o espaço oferece para a infiltração, retenção e acumulação das águas pluviais.

Como demonstrado anteriormente, a maior percentagem de Áreas de Infiltração no contexto da Sub-bacia da Avenida Almirante Reis, corresponde a espaços de Logradouro. Assim sendo, e uma vez que estes apresentam maior risco de virem a ser alterados através de intervenções casuísticas e desarticuladas das necessidades globais em que se inserem, parece essencial centrar este estudo de âmbito específico ao nível dos interiores de quarteirão. Desta forma, torna-se possível revelar as suas potencialidades e restrições no contexto urbano e, consequentemente, delinear as soluções finais mais adequadas a cada situação.

No que respeita ao espaço público, é sobre as principais Linhas de Drenagem Urbana que o estudo irá incidir, analisando as variáveis que influenciam de forma irrefutável os processos de escoamento nestes percursos, tais como: o seu perfil bidimensional; os seus declives médios; o número de pontuações que lhes estão associadas, e as relações que estabelecem com estas pontuações e entre si. Pretende-se, neste sentido, identificar os casos mais problemáticos, revelar os Pontos Críticos do sistema e encontrar as melhores estratégias no que respeita à captação, condução e acumulação das águas pluviais.

6.1 LOGRADOUROS / INTERIORES DE QUARTEIRÃO

O estudo que se segue centra-se na questão do Logradouro, abordando alguns aspectos que permitem apreender estes espaços como elementos fundamentais na construção e evolução da cidade. Actualmente, o logradouro é um espaço desvalorizado e sem identidade, pelo que um dos objectivos deste capítulo será revelar a sua importância no espaço urbano a diferentes níveis, entendendo-os como instrumentos capazes de auto-regular, catalisar e dinamizar formas sustentáveis de desenvolvimento urbano.

6.1.1 LOGRADOUROS – UM TIPO DE ESPAÇO A "CÉU ABERTO"

A cada tipo de malha urbana corresponde, igualmente, uma tipologia de espaços abertos e uma lógica de relação entre eles (Palha, 2006). Segundo Telles *et al.* (1997), a manutenção da unidade tipológica ao nível de espaços abertos é um dos aspectos fundamentais para a preservação da identidade das áreas urbanas mais consolidadas, como é o caso da área em estudo neste trabalho.

É importante ter em conta que os espaços abertos urbanos não estão apenas representados pelo conjunto de parques, praças, largos e jardins, interligados por ruas e vias de circulação. O interior de quarteirão é mais um exemplo deste tipo de espaços no contexto da cidade. Neste sentido, parece essencial realizar uma breve análise tipológica dos espaços de Logradouro, seguindo os critérios de definição tipológica dos espaços abertos da paisagem, apresentados por Alfaiate (2000).

De uma forma geral, os tipos referem-se a ideias abstractas, imagens de lugares, ideias sobre lugares, e a espaços particulares e concretos na terra. Estes, tal como os processos de tipificação, são utilizados para reproduzir o mundo

material e dar significado ao lugar que cada um de nós tem nele (Schneekloth e Franck, 1994). Segundo Alfaiate (2000), através da formulação de tipos, o ser humano relaciona, reúne e depura informação num determinado contexto social, cultural e temporal. Para esta mesma autora o processo de tipificação é um modo de compreender a paisagem, relacionando a sua forma com as práticas que esta suporta, reunindo, simultaneamente, conteúdos da sua génese e herança cultural. Com base neste conceito, pode concluir-se que o processo de tipificação diz respeito a um modo de "arquivar" conhecimento e informação ao longo da história, de forma estruturada e organizada, onde cada tipo de espaço é entendido enquanto um exemplar que se enquadra numa determinada categoria. Assim, esta forma de estruturar e compilar informação é fundamental para quem se dedica ao projecto de espaços exteriores.

Seguindo a metodologia proposta por Alfaiate (2000) e de forma sintetizada, foram assumidos os seguintes critérios fundamentais na análise tipológica do espaço de Logradouro: fisiografia, limites, génese, uso/função e toponímia.

Como já foi referido no capítulo anterior, a relação estreita que ocorre entre a fisiografia e as formas de ocupação do solo são particularmente importante. Como já vimos a fisiografia de um sítio dá origem a um género específico de organização urbana, sendo por isso um factor pertinente na definição tipológica dos espaços abertos, sobretudo no que diz respeito aos logradouros, que estão intimamente ligados à edificação e à tipologia construtiva que lhes deu origem (Alfaiate, 2000). Assim sendo, terrenos mais acidentados dão geralmente origem a tecidos urbanos mais densos e, na generalidade dos casos, com características mais orgânicas, cuja dimensão dos lotes, arruamentos e logradouros são mais reduzidas. Contudo, e apesar das menores dimensões que os logradouros apresentam, estes surgem com maior frequência nos tecidos mais densos, constituindo no seu conjunto uma área considerável de espaços livres entre a massa edificada. Por sua vez, a existência de grandes áreas aplanadas, permite a construção de quarteirões com maiores dimensões, determinando assim a existência de Logradouros igualmente mais amplos, mas simultaneamente menos frequentes.
Daqui se conclui que a área dos Interiores de quarteirão, a frequência com que estes espaços aparecem nos vários tipos de tecidos urbanos e a sua distribuição no contexto da cidade são aspectos determinados, em primeira ordem, pela fisiografia do lugar.

No que diz respeito aos limites, estes indicam a existência de um espaço interior em relação a um espaço exterior. Adicionalmente, as características dos limites informam-nos acerca das relações estabelecidas entre essas duas realidade (interior/exterior).
Por vezes, a expressão espacial dos limites pode entender-se a partir da análise isolada de alguns aspectos como a estrutura e a morfologia do espaço (Alfaiate, 2000). Quando se trata de espaços pontuais, como o caso dos logradouros, ao avaliarmos a sua estrutura, podemos considerar a existência de, pelo menos, duas situações: os espaços limitados por formas regulares e os limitados por formas irregulares (Alfaiate, 2000). Enquanto que o primeiro caso está, geralmente, associados a situações que foram previamente programadas, o segundo caso está, na maioria das vezes, associado a situações "naturais" ou espontâneas no processo de concepção do espaço (Alfaiate, 2000).
No que diz respeito à "expressão morfológica", Alfaiate (2000) afirma que um espaço pode ser, ainda, definido a partir do encerramento proporcionado pela densidade volumétrica do seu limite, dando como exemplos de espaços que se definem desta forma: as praças, os largos e os logradouros. Os interiores de quarteirão apresentam-se, assim, como espaços pontuais, cuja existência se deve à volumetria do tecido edificado que os encerra, isto é, à expressão morfológica do seu limite, que por sua vez lhes confere uma forma regular ou irregular.

Na análise da génese de elementos pontuais, considera-se como critério fundamental, o facto destes se definirem enquanto elementos estruturantes ou estruturais ao nível do tecido urbano, ou seja, se são responsáveis pela organização dos tecidos envolventes (p. ex. a praça), ou se pelo contrário, são tipos de espaço que surgem inseridos nos tecidos urbanos, em

consequência da estrutura de outros elementos a que estão associados. Os Logradouros são tipos de espaços determinados pelo limite da edificação, como resultado de uma organização específica desta, constituindo, desta forma, vazios estruturais na malha urbana (Alfaiate, 2000).

A importância da função ou uso de um espaço aberto, enquanto critério de definição tipológica, é muito relativa, sobretudo quando se trata de espaços abertos integrados em áreas urbanizadas que apresentam, frequentemente, uma grande diversidade funcional e estão, na sua maioria, directa ou indirectamente, relacionado com actividades de recreio e/ou lazer (Palha, 2006). Alfaiate (2000) menciona a possibilidade de distinguir dois grupos de tipos de espaço: o conjunto dos tipos que podem estar associados ao recreio e ao lazer, mas onde prevalecem as funções de circulação e actividade comercial, no qual se inserem os largos, ruas, etc.; e o dos tipos em que, de uma forma geral, prevalece a função de recreio/lazer, como os jardins, logradouros, etc.

Existe quase sempre uma relação entre uma determinada configuração espacial, a função que lhe está associada e o nome que designa esse espaço (Alfaiate, 2000). Ao mencionar-se a designação "Logradouro" é possível recolher de imediato alguma informação quanto ao seu uso/função. Esta palavra está associada ao verbo Lograr, que tem origem no termo latino *Lucrare* e significa "ter lucro", "gozar a posse de", e "fruir"[55]. Assim, tendo em conta a Toponímia, o Logradouro é definido como "aquilo que pode ser logrado", como um terreno contíguo a uma habitação, para sua serventia, ou como um espaço ao ar livre para uso comunitário[56]. Adicionalmente, o conceito de "Interior de Quarteirão" revela por si só uma relação de dependência deste espaço em relação ao seu limite (edificação) (Palha, 2006), nada informando sobre o carácter próprio dessa entidade.

Com base nesta abordagem sintetizada, podemos concluir que os Logradouros constituem um sistema de pontuações na cidade, que se caracteriza, enquanto espaço a céu aberto, pela dependência da estrutura edificada que o define; pelo facto de constituírem um vazio na malha urbana (incluindo frequentemente espaço permeável e de solo vivo), e ainda pela possibilidade de cumprirem funções complementares ao edificado e ao espaço público (p. ex. como locais de estadia e lazer ou de produção familiar). Por apresentarem um carácter plurifuncional e de suma importância no ecossistema urbano, é necessário entende-los enquanto entidades com designação e carácter próprio, de natureza distinta à dos restantes espaços intersticiais do sistema urbano.

As suas dimensões, frequência e distribuição no contexto da cidade estão intimamente relacionadas com as diferentes tipologias construtivas que lhes deram origem e, adicionalmente, são as características tecidulares de cada lugar que determinam a forma e a estrutura destes espaços. Resumidamente, tecidos mais densos e orgânicos ocasionam logradouros com limites irregulares, que se distribuem de forma espontânea, constituindo espaços pontuais de menores dimensões, mas que no conjunto representam uma área significativa devido à maior frequência com que surgem na massa edificada. Já nos tecidos mais contemporâneos, com características menos densas e/ou previamente planeados, os logradouros surgem como espaços vazios menos frequentes mas de maiores dimensões, cujos limites são maioritariamente regulares, constituindo da mesma forma um conjunto significativo de espaços disponíveis no contexto urbano.

6.1.2 LOGRADOUROS – SISTEMA DE PONTOS DENTRO DA CIDADE

Segundo Magalhães (2001), quando se está na presença de tecidos urbanos tradicionais e/ou consolidados, onde a edificação e as superfícies pavimentadas ocorrem de forma quase continua, os espaços verdes existentes são

[55] Disponível em: http://www.infopedia.pt/pesquisa-global/Lograr
[56] Disponivel em: http://www.infopedia.pt/pesquisa-global/Logradouro

relativamente raros, constituindo pontuações ou "ilhas" inseridas na malha urbana, integrando aquilo que designamos de Estrutura Ecológica Urbana Descontinua[57].
Os logradouros, "pequenos enclaves entre um meio maioritariamente inerte e edificado" (Távora, 2007, p. 16), na maioria das vezes visualmente inacessíveis por quem percorre a cidade, correspondem a uma percentagem fundamental destas "ilhas" que integram a Estrutura Ecológica Descontinua.

Funcionando como um sistema de pontos que se distribuem pela cidade, os logradouros, constituem potenciais áreas de interface entre o subsolo e a atmosfera, onde as trocas de água, de produtos gasosos e de nutrientes podem ter lugar (Magalhães, 2001). Para além disto, desempenham um papel fundamental na infiltração das águas pluviais que, em vez de sobrecarregarem a rede de drenagem artificial, irão possibilitar a recarga dos aquíferos. Adicionalmente, uma vez que se trata de espaços a céu aberto onde é possível a presença de vegetação, têm uma acção termorreguladora e constituem importantes áreas de habitat para a fauna urbana (Magalhães, 2001). Deste modo, assumem uma importância fulcral para o equilíbrio ecológico da cidade consolidada pois constituem as únicas áreas (à excepção dos jardins e parques públicos) que permitem a criação e manutenção dos biótopos indispensáveis à estabilidade da paisagem urbana (Magalhães, 2001).

Nestes sentindo entende-se, que os logradouros devem permanecer permeáveis de forma a garantir a realização dos vários ciclos biológicos no contexto da cidade e devem dispor de vegetação, com presença do estrato arbóreo e arbustivo (sempre que possível) de forma a potenciar o seu papel na retenção e infiltração das águas pluviais.
A este objectivo geral podem ser sobrepostas outras funções, como a existência de estacionamentos e de áreas de recreio/lazer ou a presença de equipamentos que sejam essenciais à garantia e manutenção dos diferentes usos que possam ocorrer nestes espaços. Esta sobreposição de funções deve, para o efeito, ser assegurada através de diversas soluções técnicas que garantam a permeabilidade dos interiores de quarteirão, entre as quais se destacam: a utilização de pavimentos permeáveis ou semipermeáveis quando estes forem necessários, a progressiva desocupação de edificação (sobretudo no que respeita a construções clandestinas e ampliações de habitações não previstas), a construção de garagens subterrâneas com sistemas de infiltração adequados e a utilização de cisternas para a captação e colecção de águas pluviais em excesso, entre outras.

Todas estas opções/soluções devem ser tomadas considerando as características específicas de cada espaço. Por este motivo, os Logradouros devem ser regulamentados segundo critérios específicos que tenham em conta as suas principais potencialidades e restrições, garantindo a prevalência de material vivo na sua composição e contribuindo, deste modo, para a melhoria do ambiente urbano de forma equilibrada e sustentável.
Neste sentido, desenvolveu-se uma metodologia intimamente relacionada com as características da área em estudo, que pretende, de forma sintetizada mas concisa, determinar as potencialidades e restrições dos diversos Interiores de Quarteirão, tornando possível a reunião de espaços com características semelhantes onde as estratégias e programas de intervenção assentam numa base comum (p. ex. na definição do tipo de material vegetal e/ou das técnicas construtivas mais adequadas a cada situação).

6.1.3 LOGRADOUROS – PONDERAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO

Hoje em dia, os Interiores de Quarteirão constituem, na maioria dos casos, espaços desvalorizados, que surgem na malha urbana como "meros resíduos" das áreas construídas, desarticulados e sem coerência (Telles *et al*., 1997). Inicialmente

[57] Constitui um sistema de espaços abertos que se distribuem de uma forma descontínua, inseridos num tecido urbano denso e continuamente edificado. Por este motivo estes espaços articulam-se entre si de uma forma igualmente descontínua (Telles, 1997). O sistema descontínuo compreende, assim, os espaços não edificados (verdes ou pavimentados) existentes nos intrínsecos da malha urbana consolidada, tais como: jardins públicos e privados, quintas, logradouros, ajardinados de edifícios, miradouros, etc.

pensados como áreas verdes de carácter privado, os actuais espaços de logradouros inseridos no tecido urbano consolidado encontram-se, geralmente, ocupados por anexos, por novas construções, por estacionamentos ou estruturas não licenciadas, correspondendo, na sua maioria, a áreas pavimentadas e impermeabilizadas (ver Quadro 7).

Quadro 7 – Área Total de Logradouros e relação Espaço Permeável / Espaço Impermeável, na Sub-bacia Hidrográfica da Avenida Almirante Reis

	Área	Percentagem
Logradouros – Total	**754 746 m²**	**23,91%**
Logradouros impermeáveis	410 879 m²	54,44%
Logradouros permeáveis	343 867 m²	45,56%

Como se pode observar no Quadro 7, mais de metade dos Interior de Quarteirão presentes na Área de estudo, correspondem a áreas impermeabilizadas ao longo do tempo. Esta modificação do panorama geral, no que se refere às áreas de infiltração, veio interferir significativamente em todo o sistema hidrológico do Vale da Avenida Almirante Reis.
Com o aumento das áreas impermeáveis, os escoamentos superficiais são mais significativos e, adicionalmente, a água recolhida nos Logradouros impermeabilizados é rapidamente devolvida ao sistema de esgoto pluvial (p. ex. através dos bueiros). Os Logradouros permeáveis (que correspondem a menos de metade da área total ocupada pelos Interiores de Quarteirão) constituem os espaços livres restantes que ainda revelam capacidade para controlar os escoamento superficiais ao longo das vertes deste vale, constituindo locais fulcrais para a retenção e infiltração das águas no solo e subsolo.

De forma a corroborar a importância destes espaços quer ao nível ecológico, quer ao nível social e cultural no contexto da cidade, é essencial compreender o seu papel no funcionamento de toda a Sub-bacia da Avenida Almirante Reis. Estas pontuações dispersas no tecido urbano podem, consoante as suas características, ter influência na quantidade de água que:

- É infiltrada e que recarrega o aquífero;
- É devolvida para o sistema de drenagem superficial, sobrecarregando-o;
- É retida no solo ou ao nível radicular, ou é devolvida à atmosfera através dos processos de evapotranspiração (influenciado pelo tipo de cobertura do solo e, em especial, pelo tipo de vegetação).

Face ao exposto, pode afirmar-se que os espaços permeáveis nos interiores de quarteirão constituem verdadeiros amortecedores do sistema de drenagem superficial, já que por um lado retêm água no solo ou ao nível da vegetação retardando a sua devolução ao sistema de esgoto pluvial, e por outro permitem os processos de infiltração da mesma, para camadas mais profundas, alimentando os aquíferos.
Neste sentido, o estudo que se segue foi realizado com o objectivo de definir formas de melhorar os processos de infiltração, retenção/evapotranspiração e colecção das águas pluviais ao nível dos espaços de Logradouro permeáveis (ainda existentes na Área de Estudo), através da definição de situações tipo.

6.1.3.1 **Áreas de Infiltração e Classificação das Sub-bacias de 2ª Ordem**

A metodologia que se propõe para a intervenção nas áreas de Logradouro da Sub-bacia Hidrográfica da Avenida Almirante Reis assenta em três princípios base:
- no total de Áreas de Infiltração presentes em cada Sub-bacia de 2ª Ordem, que determinam, à partida, a maior ou menor eficiência destas Sub-bacia na infiltração das águas pluviais;

- na Permeabilidade Real dos vários espaços de Logradouro, que define a maior ou menor capacidade que cada uma destas áreas apresenta para a recarga dos aquíferos;
- na representatividade dos Logradouros com baixa, media e alta permeabilidade real, no contexto de cada Sub-bacia de 2ª Ordem, bem como no contexto global da Área de Estudo.

Assim sendo, numa primeira fase, procedeu-se à classificação das várias Sub-bacias de 2ª Ordem (ver fig. 13) (ver ANEXO V) identificadas no vale da Avenida Almirante Reis, segundo a percentagem de Áreas de Infiltração que cada uma apresenta, definindo-se, para o efeito, três classes: Sub-bacias com maior percentagem de áreas de infiltração; Sub-bacias com média percentagem de áreas de infiltração, e Sub-bacias com menor percentagem de áreas de infiltração. Para dar resposta a este propósito, consideram-se todas as Áreas de Infiltração identificadas no capítulo anterior, quer as correspondentes a situações de Logradouro, quer as presentes em espaço público.

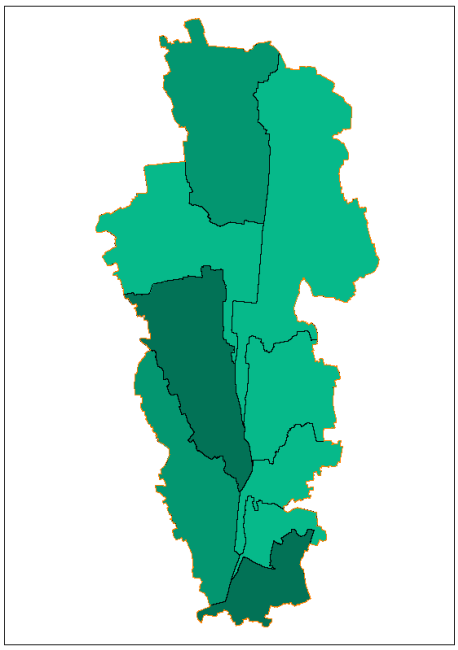


Fig. 13 – Classificação das Sub-bacias de 2ª Ordem Segundo Percentagem de Áreas de Infiltração

Esta primeira abordagem permite conhecer quais as Sub-bacias de 2ª Ordem que apresentam maior área total de espaços livres permeáveis, e consecutivamente, quais as que podem contribuir de forma mais eficiente para a infiltração das águas de escoamento superficial. Em simultâneo, obtém-se uma primeira noção de quais as Sub-bacias de 2ª Ordem que contribuem com maior escoamento superficial no contexto da Área de Estudo, considerando que: menor percentagem de Áreas de Infiltração implicam, à partida, menor eficiência na infiltração das águas pluviais.

Analisando a carta de *Classificação das Sub-bacias de 2ª Ordem* (ver Peça nº 16, ANEXO X), verifica-se que é ao longo da vertente Este da Colina de Santana que se localizam as Sub-bacias de 2ª Ordem com maior ou moderada percentagem de áreas de infiltração.
Somando a esta observação, a grande capacidade para os processos de infiltração que foram identificados nesta vertente (predomínio da classe de Permeabilidade Real Alta), conclui-se que toda esta área é a mais eficiente na recarga dos aquíferos. Esta circunstância induz, desde logo, algumas das soluções mais adequadas para estes espaços, que visam necessariamente uma maior restrição na utilização de pavimentos ao nível dos Logradouros, bem como uma oposição à realização de qualquer tipo de construção que inviabilize ou ponha em causa os processos de infiltração.
No que diz respeito às Sub-bacias de 2ª Ordem com menor percentagem de áreas de infiltração, que não contribuem de forma tão determinante na recarga dos aquíferos, as soluções e estratégias de intervenção assentam, sobretudo, pela maximização dos processos de retenção e colecção das águas pluviais, com o intuito de diminuir a quantidade de água que circula no sistema de drenagem superficial.

Contudo, para uma classificação eficiente dos vários espaços de Logradouro, com base nas suas potencialidades e restrições, é necessário ter em conta outros parâmetros, nomeadamente, a Permeabilidade Real de cada espaço de Logradouro e a representatividade que cada conjunto destes espaços tem ao nível das várias sub-bacias de 2ª Ordem.

6.1.3.2 **Ponderação para a Classificação das áreas de Logradouro:**

Numa segunda fase deste estudo, fez-se o cruzamento da *Carta de Permeabilidade Real* com a *Carta de Classificação das Sub-bacias de 2ª Ordem* e seleccionaram-se, apenas, as áreas correspondentes a logradouros (ver Peça nº 17, ANEXO X). Deste processo, foi possível obter uma matriz (ver Quadro 8) que servirá de base para a determinação das diferentes situações tipo, presentes na Sub-bacia Hidrográfica da Avenida almirante Reis.

Quadro 8 – Permeabilidade Real em Espaços de Logradouro vs. Eficiência das Sub-bacias de 2ª ordem.

		Sub-bacias de 2ª Ordem		
		Pouco eficientes na recarga dos aquíferos	*Moderadamente eficientes na recarga dos aquíferos*	*Muito eficientes na recarga dos aquíferos*
Logradouros	*Permeabilidade Real Baixa*	Baixa Percentagem de Áreas de Infiltração, com Permeabilidade Real Baixa.	Média Percentagem de Áreas de Infiltração, com Permeabilidade Real Baixa.	Elevada Percentagem de Áreas de Infiltração, com Permeabilidade Real Baixa.
	Permeabilidade Real Média	Baixa Percentagem de Áreas de Infiltração, com Permeabilidade Real Média.	Média Percentagem de Áreas de Infiltração, com Permeabilidade Real Média.	Elevada Percentagem de Áreas de Infiltração, com Permeabilidade Real Média.
	Permeabilidade Real Alta	Baixa Percentagem de Áreas de Infiltração, com permeabilidade Real Alta.	Média Percentagem de Áreas de Infiltração, com Permeabilidade Real Alta.	Elevada Percentagem de Áreas de Infiltração, com Permeabilidade Real Alta.

Este Quadro deve ser considerado apenas como um suporte para a determinação do potencial dos vários tipos de ocorrências registadas na Área de Estudo, não tendo em conta a percentagem real de ocupação que cada conjunto exibe. É fundamental compreender que, a representatividade das diferentes Situações Tipos obtidas com o cruzamento destes dados, irá determinar de forma irrefutável a capacidade efectiva que cada conjunto de Logradouros apresenta para a infiltração das águas pluviais, quer no contexto exclusivo da Sub-bacia de 2ª Ordem que os integra, quer ao nível global da Sub-bacia Hidrográfica da Avenida Almirante Reis.

Para tal, nesta fase que se designou de *Ponderação*, foram definidos diferentes graus de capacidade de infiltração, retenção e colecção, que se basearam nos princípios defendidos para a gestão das águas pluviais nos espaços de logradouro, obtendo-se três situações tipo: Logradouros com maior potencial para a infiltração das águas e recarga dos aquíferos; Logradouros com maior potencial para a retenção das águas ao nível do solo e subsolo, e Logradouros com maior potencial para a colecção das águas pluviais.

Aos **Logradouros com maior potencial para a infiltração das águas pluviais** estão associadas dinâmicas de escoamento subsuperficiais e principalmente subterrâneas. Trata-se de áreas que correspondem a situações de elevada permeabilidade real, onde a água é facilmente transportada para as camadas mais profundas do substrato rochoso, sendo por isso as mais eficientes na recarga de aquíferos e na diminuição dos escoamentos superficiais.
No conjunto dos Logradouros com maior potencial para a realização dos processos de infiltração e consequente recarga dos aquíferos, incluem-se as situações em que se verifica a predominância de espaços com alta permeabilidade real (no contexto geral da Sub-bacia Hidrográfica da Avenida Almirante Reis); as situações em que os espaços com Alta Permeabilidade têm alguma representatividade, e os casos em que, apesar dos Logradouros apresentarem media permeabilidade real, no seu conjunto definem uma área significativa, contribuindo de igual modo para a infiltração e recarga dos aquíferos (ver fig. 14).

Aos **logradouros com maior potencial para a retenção de águas pluviais** associam-se, igualmente, dinâmicas de escoamento subsuperficiais. Nestas situações, devido à moderada permeabilidade real que os espaços apresentam, a

infiltração das águas para as camadas mais profundas do solo e subsolo não é tão produtiva como no caso anterior. Contudo, apesar do transporte da água em profundidade ser mais lento, estes logradouros podem apresentar grande capacidade de armazenamento da água no solo, contribuindo desta forma, para o aumento do tempo de retorno das águas de precipitação ao sistema de drenagem.

Assim, incluem-se neste conjunto, as situações de espaços com alta permeabilidade, mas cuja representatividade, no contexto geral, é reduzida; as situações em que existe uma moderada presença de espaços com média permeabilidade real, e ainda, os casos em que, apesar dos espaços apresentarem baixa permeabilidade real, no seu conjunto correspondem a uma área significativa, que pode contribuir de forma decisiva para a retenção das águas pluviais e diminuição dos escoamentos superficiais (ver fig. 15).

Fig. 14 - Conjunto de espaços de Logradouros que contribuem de forma mais significativa para a infiltração das águas pluviais e consecutiva recarga dos aquíferos.

Fig. 15 - Conjunto de espaços de Logradouro que contribuem de forma mais significativa na retenção das águas pluviais ao nível do solo e subsolo.

Fig. 16 - Conjunto de espaços de Logradouro onde os processos de recolha e acumulação das águas pluviais devem ser potenciados.

Aos **logradouros com maior potencial para a colecção das águas pluviais** estão associadas dinâmicas de escoamento superficial. Isto deve-se à baixa permeabilidade real destas áreas, onde a água se acumula rapidamente à superfície e é de seguida devolvida ao sistema de drenagem superficial, sobrecarregando-o. Estes logradouros, cuja contribuição para a recarga do aquífero é desprezível ou nula, constituem as situações que concorrem de forma mais imediata para o agravamento dos problemas de sobrecarga dos sistemas de drenagem (ver fig. 16).
Neste conjunto estão contabilizados os Logradouros com média permeabilidade real, mas cuja representatividade, no contexto geral, é reduzida, e as situações em que se verifica uma moderada ou reduzida presença de espaços com baixa permeabilidade real.

6.1.3.3 **Classificação dos Logradouros – Situações Tipo**

Sabendo que nos Logradouros com maior potencial para a colecção de água, a infiltração é desprezível, enquanto que, para os outros dois tipos de logradouros, a maior ou menor capacidade de infiltração ou de retenção será determinada pelo tipo de cobertura (vegetal ou inerte) utilizada, facilmente se depreende a solução mais adequada a aplicar a cada caso.
À partida, os Logradouros devem manter as suas características de espaços verdes permeáveis, e desempenhar as suas funções de estadia, recreio e lazer, em simultâneo com as funções ecológicas que lhes são características. Assim, deve promover-se a qualificação destes espaços através do uso de vegetação e da utilização de pavimentos preferencialmente permeáveis (ou semi-permeáveis) e, adicionalmente deve optar-se por soluções técnicas que privilegiem a existência de sistemas autónomos de infiltração das águas (que não sobrecarreguem os colectores pluviais), bem como de sistemas de armazenamento da mesma. Em algumas circunstâncias poderá ser necessário utilizar parte da área do logradouro para estacionamento, e quando tal se verificar, deverá optar-se por estacionamentos em cave, que respeitem um índice de permeabilidade aplicada a cada espaço de Logradouro.
Contudo, como já foi abordado, existem áreas com diferentes potenciais e consequentemente com restrições específicas, onde algumas destas soluções deverão ser privilegiadas em detrimento de outras. Assim, e de forma sintetizada, podemos referir algumas das opções a tomar em cada caso identificado:

Áreas com Maior Potencial para a Infiltração – Os Logradouros incluídos neste conjunto constituem importantes pontos de recarga de aquíferos, pelo que a promoção dos processos de infiltração será o grande objectivo a atingir ao nível programático. A eficiência destas áreas pode ser garantida através da escolha de vegetação adequada (optando pela presença dos três estratos de vegetação, e privilegiando a utilização de espécies com raiz aprumada) e da aplicação de técnicas construtivas que não ponham em causa os processos de infiltração (p. ex. recorrer a pavimentos permeáveis quando estes forem indispensáveis e utilizar superfícies drenantes). Estas áreas correspondem às situações com maior restrição à construção e impermeabilização, no contexto geral do Vale da Avenida Almirante Reis, uma vez que se pretende assegurar a manutenção das características e potencialidades destes Logradouros.

Áreas com Maior Potencial para a Retenção da Água – Pretende-se que este tipo de Logradouros funcionem como pequenas bacias de retenção, que permitam reduzir a quantidade de água que circula no sistema de drenagem superficial, em determinado intervalo de tempo, isto é, concorre para a manipulação dos tempos de concentração. Para o efeito, é fundamental melhorar as condições de retenção da água tanto ao nível do solo como ao nível aéreo (nas folhas, caules e troncos), que mais uma vez pode ser potenciada pela escolha correcta do tipo de vegetação a utilizar (vegetação com raíz aprumada e de preferência de grande porte), e ainda promover técnicas construtivas especificas que melhorem as condições actuais de infiltração nestas áreas, conduzindo o excesso de água retida no solo para camadas mais profundas.

Áreas com Maior Potencial para a Colecção de Água – Estas áreas de Logradouros correspondem a situações de menor eficiência para a infiltração e, por esse motivo, contribuem para o agravamento dos problemas relacionados com excesso de escoamento superficial. Assim sendo, estes espaços constituem as situações mais problemáticas na Áreas de Estudo, cuja intervenção é mais urgente. O principal objectivo passará, então, por colectar e armazenar a água recolhida nestas áreas, evitando que esta seja lançada de imediato para o sistema de esgoto pluvial e/ou contribua para o escoamento superficial. Neste sentido, será fundamental recorrer a técnicas construtivas, que permitam recolher estas águas e armazená-las, por exemplo em de cisternas, evitando a sua perda e possibilitando a sua utilização para diversos fins, não domésticos.

Estes logradouros correspondem às áreas com menor restrição à construção (no contexto da Áreas de Estudo), desde que sejam asseguradas as suas funções de recolha e acumulação das águas pluviais, bem como os índices de ocupação estabelecidos para estes espaços.

6.2 LINHAS DE DRENAGEM URBANAS

No que diz respeito às Linhas de Drenagem Urbana, tem-se como principal objectivo, regrar o escoamento superficial através da colecção da água ao longo das encostas do Vale da Avenida Almirante Reis, da sua condução nas principais linhas de escoamento urbano e da sua acumulação em pontos estratégicos, aumentando os tempos de concentração da água e possibilitando a diminuição de caudais a jusante.

Para o efeito, o estudo que se segue centra-se numa abordagem que leva em conta, não só, aspectos de natureza hidrológica, mas também, aspectos de natureza espacial que remetem para as formas simplificadas do espaço – pontos, linhas, áreas (ver Capítulo: Estrutura Urbana) – correspondendo os alargamentos (pontos) a possíveis espaços de captação e acumulação das águas pluviais; os arruamentos aos canais de drenagem (linhas), e as áreas ao total de superfícies que contribuem com escoamento superficial para as diferentes linhas de drenagem.

6.2.1 OS PERCURSOS DA ÁGUA NA CIDADE – LINHA DE DRENAGEM PREFERENCIAL E LINHAS ADUTORAS

Através da análise detalhada dos Sentidos de Drenagem das águas superficiais (ver Peça nº 5, ANEXO X) foi possível determinar a Linha de Escoamento Preferencial, bem como as principais linhas de drenagem urbana presentes na Sub-bacia Hidrográfica da Avenida Almirante Reis (ver ANEXO VI) (ver Peça nº 18, ANEXO X). Este processo permitiu seleccionar os canais mais significativos na captação de água e, ao mesmo tempo, aqueles que podem revelar-se mais problemáticos no que respeita à questão da drenagem superficial, nesta área da cidade (ver fig. 17).

Como já foi exposto no capítulo anterior (ver Capítulo: Fisiografia Adaptada), a Linha de Drenagem Preferencial desenvolve-se, sobretudo, no sentido Norte-Sul, deambulando entre realidades contemporâneas (p. ex. percorrendo a Avenida Almirante Reis) e ancestrais (p. ex. desenvolvendo-se sobre a Rua do Regueirão dos Anjos), constituindo um elemento agregador e estruturante do espaço, que relaciona os diferentes tecidos que compõem a Área de Estudo. A esta linha, que se inicia no troço final da Avenida de Roma e termina na Praça da Figueira, chega toda a água recolhida nas encostas que definem o Vale da Avenida Almirante Reis – Vertente Este da Colina de Santana, Vertente Oeste da Colina de Santo André e parte da Encosta do Castelo.

Ao longo de todo este percurso, convergem várias Linhas de Drenagem Urbana, que foram designadas de Linhas Adutoras Principais, quando correspondem a Linhas de Água Urbanas Principais, ou Linhas Adutoras Secundárias, quando dizem respeito a Linhas de Água Urbanas Secundárias.

O encontro das Linhas Adutoras com a Linha de Drenagem Preferencial, dá origem a diversos Pontos de Confluência (ver ANEXO VII), que podem ou não, vir a revelar-se Pontos Críticos no que respeita à acumulação das águas pluviais. Assim, a análise detalhada de cada um destes Adutores (principais e secundários) será determinante para a compreensão dos processos de escoamento superficial, não só ao longo dos percursos que eles próprios definem, como ao nível da Linha de Drenagem Preferencial, onde chega toda a água que recolhem e transportam.

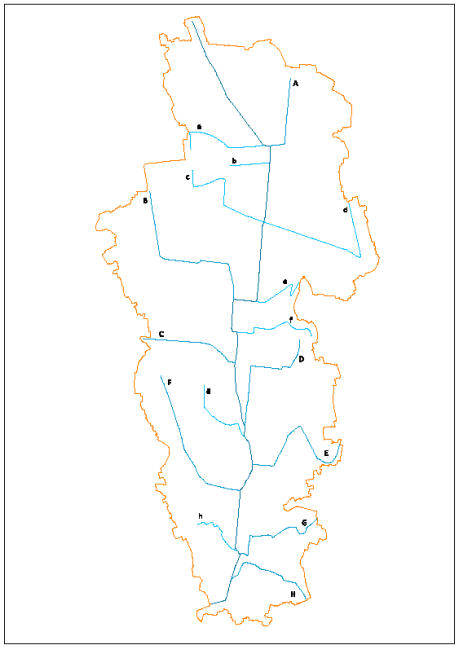


Fig. 17 – Linhas de Drenagem Urbana

No que diz respeito à repartição da água ao longo das várias linhas de drenagem, esta é influenciada pelo número de pontos (alargamentos) e sua distribuição ao longo dos arruamentos, bem como pelo número de adutores que concorrem para cada ponto. Por outro lado, a maior ou menor velocidade dos escoamentos superficiais vai ser determinada, pelo perfil bidimensional (forma e largura) e tridimensional (declives e suas variações) dos diferentes arruamentos que a água percorre. Por fim, a área que drena efectivamente para cada Linha Adutora, vai definir o caudal médio que cada um destes arruamentos vai transportar e descarregar na Linha de Drenagem Preferencial.

O estudo pormenorizado de cada um destes parâmetros – numa primeira fase, isoladamente e depois no seu conjunto – será fundamental para revelar os casos mais problemáticos e encontrar um conjunto de soluções programáticas capazes de responder às necessidades actuais do espaço.

6.2.2 LINHAS – ARRUAMENTOS

Como já foi referido, o escoamento superficial é um processo que se vê afectado pelo perfil bidimensional e tridimensional das linhas de drenagem que a água percorre. De facto a largura dos percursos e a sua sinuosidade (leitura bidimensional), em conjunto com os declives médios e as variações que estes podem apresentar (leitura tridimensional), vão determinar momentos de aceleração e de desaceleração das águas de escorrência, que condicionam, de forma evidente, as soluções a adoptar ao longo das várias linhas identificadas.

Quanto maior for a velocidade do escoamento, maior será o volume de água concentrado nas áreas de acumulação em determinado momento, uma vez que, o intervalo de tempo que a água leva a fazer o seu percurso, dos pontos mais altos para os pontos mais baixos, é menor. Assim, a análise destes dois parâmetros (Perfil Bidimensional e Perfil Tridimensional) é determinante para revelar quais os percursos da água que poderão vir a constituir alguns dos casos mais problemáticos no contexto da Área de Estudo.

6.2.2.1 **Perfil Bidimensional das Linhas de Drenagem**

A leitura bidimensional que se propõe tem em consideração o perfil transversal (largura) e o perfil longitudinal (forma/geometria) das Linhas de Drenagem Urbana, com o objectivo de revelar a influência que, o maior ou menor

tensionamento dos arruamentos e a presença ou ausência de quebras no seu traçado, têm ao nível dos escoamentos superficiais.

De facto, o perfil transversal dos canais de drenagem influencia de forma directa a velocidade e os caudais do escoamento superficial, uma vez que, quanto menor for a largura desse percurso (maior tensionamento), maior será a velocidade e altura de água deslocada. Desta forma, depreende-se que a velocidade do escoamento é, em geral, menor nos troços mais amplos e/ou nos alargamentos (pontos) que vão surgindo ao longo das várias linhas de drenagem.
Simultaneamente, a forma e o desenvolvimento longitudinal destas linhas concorrem, também, para a maior ou menor aceleração dos escoamentos superficiais, verificando-se a ocorrência de velocidades progressivamente maiores quanto menor for o número de inflexões existentes no percurso, ou seja: percursos mais rectilíneos favorecem o aumento da velocidade de escorrência, enquanto que os percursos mais meandrizados vão permitir a sua diminuição.

Assim, podemos afirmar que, percursos amplos e cujo desenvolvimento longitudinal é preferencialmente sinuoso, correspondem às situações mais favoráveis, com velocidades de escoamento superficial reduzidas e, consequentemente, maiores intervalos de tempo no transporte da água até aos pontos mais baixos. Pelo contrário, as situações menos favoráveis são aquelas onde se verifica a existência de percursos mais estreitos e simultaneamente mais rectilíneos, que favorecem o aumento da velocidade das águas de escorrência e a sua rápida acumulação em cotas mais baixas.

Procedeu-se, então, à elaboração de uma carta onde se representaram as larguras médias dos vários troços e alargamentos que compõem as linhas em estudo (ver fig. 18) (ver Peça nº 19, ANEXO X), permitindo observar a sua distribuição em relação ao perfil longitudinal de cada canal de drenagem. Com a análise desta base foi possível determinar a interferência destes dois factores (largura e geometria) no escoamento superficial, através da identificação de elementos aceleradores ou retardadores da velocidade (ver ANEXO VII).

No caso específico da **Linha de Drenagem Preferencial** (ver Peça nº 24, ANEXO X), podemos observar que são raros os troços que apresentam perfis transversais muito estreitos, sendo por isso escassas as situações em que se registam velocidades de escoamento elevadas (tendo em conta apenas o factor "largura"). Mesmo assim, no contexto geral desta linha, podemos identificar algumas ocorrências onde o seu perfil transversal surge mais tencionado, nomeadamente ao nível dos arruamentos de traçado ancestral (p. ex. Rua do Regueirão dos Anjos), onde a velocidade dos escoamentos superficiais pode ganhar alguma dimensão. Contudo, verifica-se que estas situações correspondem, simultaneamente, a traçados mais naturalizados, aos quais se associam processos de escoamento superficial mais lentos, contribuindo, assim, para diminuição da velocidade das águas de escorrência ao longo destes troços de maior tenção.
Outra situação que poderia contribuir para um aumento significativo da velocidade dos escoamentos superficiais, diz respeito aos traçados de carácter rectilíneo que a Linha de Drenagem Preferencial adquire quando atravessa tecidos mais contemporâneos (sobretudo ao longo da Avenida Almirante Reis), mas mais uma vez, esta circunstância é atenuada pela ocorrência de perfis transversais amplos que funcionam como dissipadores dessa velocidade.

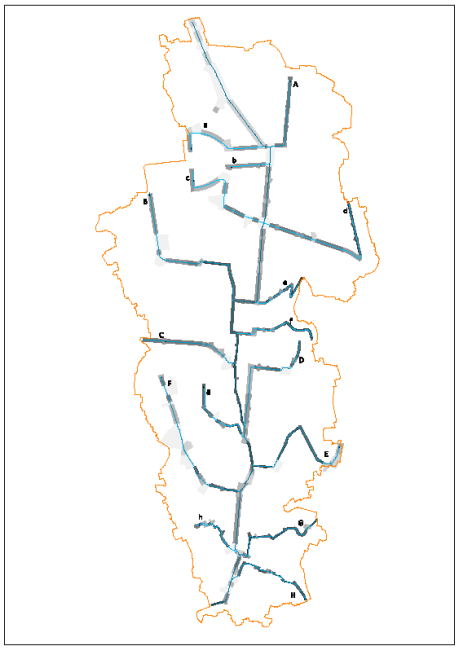


Fig. 18 – Configuração Bidimensional – Largura Média das Linhas de Drenagem Urbana

Por fim, a presença de inflexões ao longo de todo o percurso que esta linha define, e a forma com estas se relacionam com os vários troços, constituem situações igualmente favoráveis no controlo das águas de escorrência, uma vez que apresentam uma função dissipadora da velocidade, que será mais ou menos eficiente consoante o ângulo estabelecido pelos vários arruamentos que lhes dão origem. Um exemplo concreto, diz respeito à sequência de inflexões que surge ao nível das duas Situações de Excepção identificadas ao longo da Linha de Drenagem Preferencial. Aqui o escoamento percorre arruamentos com desenvolvimento perpendicular à direcção dominante (Norte-Sul), originando pontos de inflexão cujos ângulos são praticamente rectos, o que obriga a mudanças bruscas do sentido de drenagem e à consequente diminuição da sua velocidade.

No que respeita à forma e desenvolvimento das **Linhas Adutoras** (ver Peça nº 23a e 23b, ANEXO X), podemos distinguir, à partida, três situações tipo, no contexto geral da Sub-bacia Hidrográfica da Avenida Almirante Reis: a zona Norte da Área de Estudo, onde as linhas adutoras apresentam um traçado preferencialmente rectilíneo, com quebras pouco numerosas mas muito pronunciadas; a zona Central da Área de Estudo, cujas linhas adutoras tomam um desenvolvimento mais curvilíneo com algumas inflexões bem marcadas; e a zona Sul da Área de Estudo, onde se verifica a presença de Linhas Adutoras de traçado mais sinuoso/meandrizado, com quebras mais suaves e, também mais, numerosas.
Esta modificação no perfil bidimensional dos Adutores identificados resulta, fundamentalmente, das variações da malha urbana, ou seja, das características específicas dos diferentes tecidos em que estas linhas se inscrevem. Daqui podemos concluir, mais uma vez, que os tecidos de génese orgânica (mais tencionados e de carácter tradicional) determinam a existência de arruamentos estreitos, numerosos e ramificados, que se caracterizam por apresentarem um desenvolvimento bidimensional mais naturalizado, muito agarrado às formas do terreno. Em contrapartida, tecidos de traçado mais contemporâneo (com quarteirões bem definidos e de geometria regular) originam arruamentos lineares, de maiores dimensões e menos ramificados, cujo traçado é predominantemente rectilíneo e onde predomina a ocorrência de mudanças bruscas na direcção dos escoamentos superficiais.
Assim, podemos afirmar, que estas relações de dualidade (ruas mais estreitas e meandrizadas / ruas mais largas e rectilíneas) determinam um certo equilíbrio na distribuição das águas e na velocidade dos seus escoamentos superficiais, no contexto geral da Sub-bacia Hidrográfica em estudo.

Contudo, o perfil bidimensional das linhas de drenagem é apenas um dos parâmetros que influencia os processos de escoamento superficial em meio urbano, e para determinar os casos mais problemáticos ao nível da Área de Estudo, será fundamental, cruzar as conclusões obtidas desta análise, com os restantes factores que caracterizam estas linhas (perfil tridimensional, número de pontos e sua distribuição, e o caudal médio transportado por cada adutor).

6.2.2.2 **Perfil Tridimensional das Linhas de Drenagem**

Tal como já foi expresso no capitulo anterior, a distribuição dos declives e as suas variações, são os principais responsáveis pela maior ou menor velocidade dos escoamentos superficiais, influenciando, não só a infiltração da água no solo e subsolo, como também, o intervalo de tempo que esta leva a fazer determinado percurso.

Uma vez que a inclinação das superfícies que a água atravessa determina o seu comportamento, podemos afirmar que[58]:

[58] Alfaiate, M. T. A., 2004 *in* Ribeiro, L. (coord.), Alfaiate, M. T. A.; Mendes, P.; Botequilha, A., e Ferreira, H. 2004. *Al_Hama – Metodologia de Integração das Águas Subterrâneas no Planeamento e Gestão Sustentáveis de Paisagens Urbanas*. O Caso de Estudo do Bairro de Alfama, Lisboa. Projecto I&D Fundação para a Ciência e Tecnologia POCI/GEO/60942/2004.

- às linhas de drenagem com maiores declives, correspondem escoamentos superficiais mais rápidos, que se processam, preferencialmente, ao longo do seu perfil longitudinal e que concorrem para a acumulação de maiores volumes de água nos pontos de recepção, por intervalo de tempo;
- às linhas de drenagem que apresentam declives suaves, correspondem escoamentos mais lentos e mais efectivos ao longo do seu perfil transversal, que contribuem para o aumento do intervalo de tempo que a água leva a fazer o seu percurso, evitando que esta se acumule rapidamente nos pontos de recepção.

Adicionalmente, as variações de declives que podem ocorrer ao longo das linhas de drenagem e dos alargamentos que as pontuam, vão ser traduzidas por momento de aceleração e desaceleração dos escoamentos superficiais. Assim, é evidente que os troços com menores declives são os mais favoráveis na redução e controlo da velocidade de escoamento superficiais, funcionando como locais privilegiados para a retenção e colecção das águas pluviais, enquanto que os troços com declives mais acentuados, vão corresponder às situações mais problemáticas, onde as águas de escorrência terão de ser captadas e conduzidas.

Assim sendo, procedeu-se ao estudo do perfil tridimensional das várias Linhas de Drenagem Urbana (Linha de Escoamento Preferencial e Linhas Adutoras), através da análise dos seus declives e da relação que estes estabelecem entre si, de forma a determinar, no contexto da Área de Estudo, quais as situações mais problemáticas (ver ANEXO VII).

Analisando o Perfil Tridimensional da **Linha de Drenagem Preferencial** (ver Peça nº 24, ANEXO X) pode constatar-se que são raros os troços que apresentam declives muito acentuados, e os poucos casos observados ocorrem de forma isolada e dispersa no contexto global desta linha (ao longo da Rua Marques da Silva, que constitui uma das Situações de Excepção; e num troço da Rua dos Anjos). De facto, prevalecem declives muito suaves ou baixos, que não concorrem de forma determinante para o aumento da velocidade dos escoamentos superficiais.
Isto permite concluir que, no que respeita ao perfil tridimensional da Linha de Drenagem Preferencial, esta não apresenta situações graves ao nível dos escoamentos superficiais, quando analisada isoladamente.

É mais uma vez, ao nível das **Linhas Adutoras** (ver Peça nº 23a e 23b, ANEXO X), que se regista a ocorrência de troços com declives mais acentuados que concorrem, de forma significativa, para o aumento da velocidade das águas de escorrência. Consequentemente, verifica-se uma rápida acumulação das águas pluviais nos alargamentos mais planos (para um determinado intervalo de tempo) e, em última instancia, nos Pontos de Confluência com a Linha de Drenagem Preferencial, contribuindo para a sobrecarga deste canal de drenagem e pondo em risco a sua estabilidade.
Pode verificar-se, também, que no geral, os adutores na zona Norte da Área de Estudo, apresentam declives menos acentuados e com um desenvolvimento contínuo em toda a sua extensão, enquanto que, conforme se vai avançando para Sul, os adutores passam a ser mais declivosos, havendo uma alternância significativa entre espaços de maiores declives e espaços mais aplanados.

6.2.2.3 **Perfil Bidimensional vs. Perfil Tridimensional**

Sabendo que a largura e sinuosidade dos percursos (leitura Bidimensional), em conjunto com os declives médios e as suas possíveis variações (leitura Tridimensional), determinam de forma incontornável a velocidade a que ocorrem os escoamentos superficiais, procedeu-se ao cruzamento das ilações obtidas em cada uma das análises anteriores, de forma a desvendar quais os canais de drenagem mais problemáticos no contexto da Área de Estudo. Deste cruzamento resultou uma "Síntese da Problemática: Largura vs. Declives" para cada Linha de Drenagem Urbana (ver ANEXO VII).

Analisando a Síntese da **Linha de Drenagem Preferencial** (ver Peça nº 24, ANEXO X), pode concluir-se que, tal como previsto, este canal (quando considerado isoladamente) não apresenta problemas determinantes ao nível da velocidade dos escoamentos das águas pluviais que nele se processam. Assim, as situações mais graves que poderão ocorrer ao longo desta Linha, vão estar relacionadas, fundamentalmente, com o caudal de água que chega aos diversos Pontos de Confluência e com o intervalo de tempo que a água leva a percorrer cada Linha Adutora até esses mesmos pontos. Desta forma, será a Síntese obtida para cada Linha Adutora que irá determinar a ocorrência de situações mais ou menos problemática ao nível da Linha de Drenagem Preferencial.

Sabendo que, quanto maior for a velocidade do escoamento, maior será o volume de água concentrado nos pontos mais baixos (em determinado momento), pode afirmar-se que, à partida, os Adutores cujo Perfil Bidimensional e Tridimensional concorrem (em simultâneo) para o aumento dessa velocidade, vão ser os principais responsáveis pela existência de Pontos Críticos no contexto geral da Sub-bacia Hidrográfica da Avenida Almirante Reis. Assim sendo, procedeu-se à análise das Sínteses obtidas para as várias **Linhas Adutoras** (ver Peça nº 23a e 23b, ANEXO X), de forma a identificar, não só as situações mais críticas ao longo de cada canal de drenagem, mas também quais os Adutores que, no seu conjunto, se revelam mais problemáticos no contexto global.

Desta análise, concluí-se que as Linhas Adutoras mais problemáticas, no que respeita à velocidade dos escoamentos superficiais, correspondem aos Adutores Principais **H** e **G**, e aos Adutores Secundários **e**, **h** e **f**. Consequentemente, esta análise revelou-nos alguns Pontos de Confluência que poderão vir a corresponder a Pontos Críticos do sistema (pontos em que estes Adutores mais problemáticos encontram a Linha de Drenagem Preferencial).

6.2.3 PONTOS – ALARGAMENTOS

Os alargamentos (largos, praças, etc.) têm, em todo o sistema, um papel fundamental, funcionando como amortecedores da velocidade dos escoamentos superficiais e introduzindo variações na direcção em que estes processos ocorrem. Simultaneamente, podem constituir locais de acumulação e recolha das águas pluviais ao longo das encostas, permitindo colectar e, implicitamente, reduzir os caudais escoados para as zonas mais baixas da cidade (Alfaiate, 2008).

Assim, depreende-se que, a maior ou menor presença destes pontos, a sua distribuição ao longo das linhas de drenagem, a área e os declives que os caracterizam, bem como a relação que estes estabelecem com os vários arruamentos, são factores que influenciam, de forma determinante, a distribuição das águas de escorrência ao longo de todo o vale em estudo, e o modo como estes escoamentos se processam ao nível de cada arruamento.

De forma a determinar e sistematizar o papel que os alargamentos desempenham ao longo das Linhas de Drenagem Urbana, numa primeira fase, identificaram-se as principais Pontuações presentes nestas Linhas (ver fig. 19) (ver Peça nº 20, ANEXO X) e posteriormente, procedeu-se à sua avaliação, segundo os vários parâmetros previamente definidos (ver ANEXO VIII).

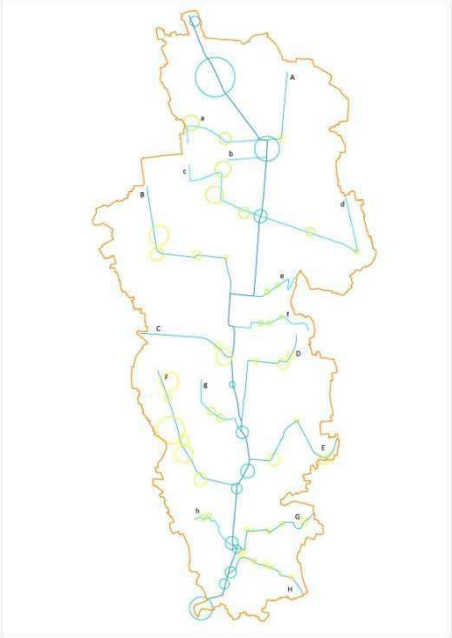


Fig. 19 – Distribuição dos Alargamentos pelas Linhas de Drenagem Urbana

6.2.3.1 **Número de Pontos e sua Distribuição nas Linhas de Drenagem**

De acordo com o estudo do Perfil Bidimensional (anteriormente abordado), depreende-se que a velocidade dos escoamentos superficiais é, em geral, menor ao nível dos alargamentos, ou seja, que estes constituem locais de desaceleração. Assim sendo, quanto maior for o número de Pontos ao longo de uma Linha, maior será o número de elementos que contribuem para a diminuição da velocidade das águas de escorrência nesse canal. Adicionalmente, a forma como estes pontos se distribuem ao longo dos arruamentos vai determinar a maior ou menor eficiência na repartição da água recolhida pelo canal. Assim, uma distribuição equilibrada dos alargamentos ao longo de toda a linha de drenagem corresponde à situação mais favorável.
Pode então concluir-se, que as situações ideais equivalem a linhas de drenagem que apresentem um elevado número de pontuações bem distribuídas ao longo de todo o seu desenvolvimento.

Uma vez que é, fundamentalmente, ao nível das Linhas Adutoras que se registam as situações mais criticas no que respeita à velocidade dos escoamentos superficiais, a seguinte análise centra-se, sobretudo nestas circunstâncias.

Para a avaliação da maior ou menor presença de pontos em cada Adutor, levou-se em consideração, não só o número total de Pontuações identificadas, mas também o comprimento médio de cada uma destas linhas. Desta forma foi possível determinar três níveis relacionados com este aspecto:

- **Alta Frequência:** constitui a situação mais favorável, correspondendo aos casos em que a relação "número de pontos / comprimento das Linhas de Drenagem" é a mais adequada (no contexto da Área de Estudo), tal como acontece com os Adutores Principais **G** e **H**.
- **Média Frequência:** corresponde às situações em que se verifica uma relação moderada entre o número de pontos identificados e o comprimento médio da linha de drenagem. Este é o caso mais comum no contexto do Vale da Avenida Almirante Reis, e engloba os Adutores Principais **B**, **D**, **E** e **F**, bem como os Adutores Secundários **c**, **e**, **f**, **g** e **h**.
- **Baixa Frequência:** corresponde às situações menos favoráveis, que se caracterizam por apresentarem um número reduzido de Pontos em relação ao comprimento da Linha de drenagem. Neste conjunto incluem-se os Adutores Principais **A** e **C**, e os Adutores Secundários **a**, **b**, **d** e **f**.

Identificaram-se, igualmente, três níveis relacionados com a distribuição dos Pontos identificados, ao longo das Linha Adutoras, sendo estes:

- **Boa Distribuição:** situações em que a distribuição dos diversos pontos ao longo das linhas é a mais equilibrada, constituindo o caso mais favorável. Fazem parte deste conjunto os Adutores Principais **B**, **F**, **G** e **H**, e os Adutores Secundários **a**, **c** e **d**.
- **Média Distribuição:** casos em que se observa uma distribuição razoável dos pontos ao longo das linhas de drenagem. Neste conjunto englobam-se os Adutores Principais **D** e **E**, e os Adutores Secundários **e** e **f**.
- **Baixa Distribuição:** corresponde a situações cuja distribuição dos Pontos não é a mais favorável, verificando-se uma concentração dos alargamentos em determinados segmentos das linhas de drenagem. Incluem-se neste caso, os Adutores Principais **A** e **C**, e os Adutores Secundários **b**, **g** e **h**.

Com a síntese das duas abordagens (ver ANEXO VIII), identificaram-se os adutores que correspondem às situações mais favoráveis no que respeita aos seus alargamentos – Adutores Principais **B**, **F**, **G** e **H**, e o Adutor Secundário **c** – bem como aqueles que constituem os casos mais preocupantes – Adutores Principais **A** e **C**, e os Adutores Secundários **b**, **g** e **h**.

Para a definição final dos Adutores (Principais e Secundários) quanto à sua problemática, resta ainda conhecer o caudal médio que estas linhas de drenagem transportam.

6.2.3.2 **Áreas, Declives Médios e Relação Linha/Ponto**

A identificação dos principais alargamentos que pontuam as diversas Linhas de Drenagem Urbana, serve ainda de base para a selecção de Pontos Estratégicos de Intervenção, sobretudo ao nível dos Adutores que se revelam mais problemáticos. Estes pontos correspondem aos locais mais favoráveis para a minimização da velocidade dos escoamentos, para a captação e acumulação das águas pluviais, e consequentemente, para o aumento do intervalo de tempo que a água leva a chegar aos pontos mais baixos (nomeadamente aos Pontos de Confluência). Assim, sendo, a escolha destes Pontos Fulcrais deverá seguir alguns critérios, tais como:

- Área – A área de cada alargamento informa-nos acerca do volume de água que cada ponto pode receber, determinando a sua maior ou menor capacidade para a acumulação/colecção dos escoamentos superficiais;
- Declive – Como já referimos, o declive vai influenciar a velocidade com que a água atravessa cada alargamento, sendo especialmente importante na determinação dos espaços mais adequados à acumulação das águas pluviais (espaços com declives baixos);
- Relação entre Ponto e Linha – É um parâmetro que nos permite compreender o comportamento que a água tem ao nível dos pontos de recepção: se esta se distribui por toda a área, se a atravessa pelo centro, se passa junto aos seus limites, etc. Desta forma podemos identificar qual a solução programática mais adequada a cada caso, procurando maximizar o papel que os alargamentos desempenham no controlo dos escoamentos superficiais.

6.2.4 ÁREAS – SUB-BACIAS DE 3ª ORDEM

No contexto deste trabalho, as Linhas são entendidas como potenciais canais de água e correspondem aos arruamentos; os Pontos (que resultam, fundamentalmente da intercepção das linhas) são vistos como potenciais locais de recolha e acumulação das águas pluviais, sendo designados (tipologicamente) de Largos e Praças; e por fim, as Áreas correspondem à superfície total (espaços pavimentados, edifícios, etc.) que contribui com o escoamento superficial para cada Linha de Drenagem.

Neste sentido, as áreas que drenam para cada Adutor e, consequentemente, para os vários Pontos de Confluência identificados ao longo da Linha de Drenagem Preferencial, correspondem a Sub-bacias Hidrográficas de 3ª Ordem.
Segundo McCuen (1998), existem vários factores importantes que caracterizam uma Bacia Hidrográfica, independentemente da escala e do pormenor a que se está a trabalhar. Segundo este autor (McCuen 1998), a *Área de Drenagem* é, provavelmente, a característica mais importante, uma vez que reflecte o volume de água que pode ser gerado a partir da precipitação que é recolhida ao nível dessa Bacia. A esta característica segue-se, em termos de importância, o *Comprimento*, que corresponde à distância média, ao longo da linha de água principal, que vai desde o limite da Bacia até ao seu ponto de saída. Este parâmetro revela-se fundamental para o cálculo do *Tempo de Concentração*, ou seja, o tempo que a água demora (como escoamento superficial) a percorrer toda a extensão da Bacia. Por fim, é ainda essencial, levar em conta o *Declive Médio*[59] da mesma linha de drenagem, uma vez que a velocidade adquirida pela água define a magnitude de uma cheia.

[59] O declive médio de um curso de água é dado pela diferença entre cotas extremas (subtracção da cota mais baixa à cota mais alta), a dividir pela sua extensão (comprimento total da Linha de drenagem).

Assim sendo, delimitaram-se estas Áreas de Drenagem (ver Peça nº 21, ANEXO X), como base nos mesmos conceitos considerados para a delimitação da Sub-bacia da Avenida Almirante Reis e das suas respectivas Sub-bacias de 2ª Ordem, e estudaram-se as Sub-bacias de 3ª Ordem identificadas (ver fig. 20), considerando a sua área total, o comprimento de cada Adutor que as percorre, bem como os seus declives médios.

O objectivo principal desta análise passa por determinar o caudal escoado ao longo de cada Linha de Drenagem e, consequentemente, por identificar os casos mais críticos no que respeita à acumulação de grandes quantidades de água em determinados Pontos.

Para o cálculo desse caudal recorreu-se ao Método Racional[60], que utiliza dados referentes à Área da Sub-bacia, ao Coeficiente de Escoamento (proporção da precipitação que se transforma em escoamento rápido) e à Intensidade de Precipitação crítica (para dada duração e probabilidade de ocorrência) (ver ANEXO IX).

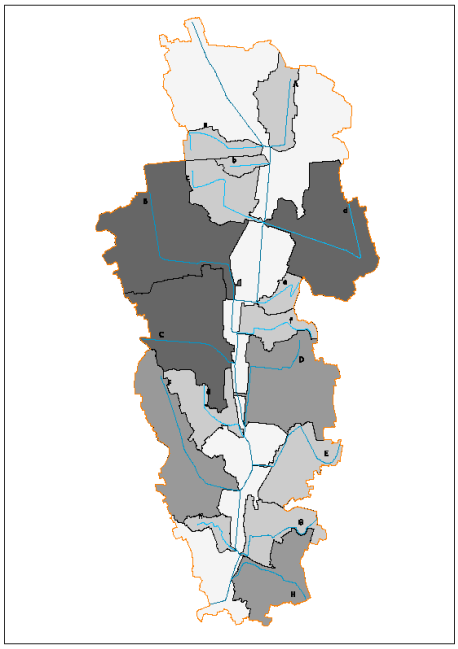


Fig. 20 – Sub-bacias de Drenagem de 3ª Ordem.

Com os valores obtidos (ver Quadro 9) percebemos, comparativamente, a dimensão e complexidade da intervenção necessária para dar resposta à quantidade de água que é drenada ao nível de cada uma das Linhas de Drenagem, por intervalo de tempo.

Quadro 9 – Caudais Totais para cada Sub-bacia de 3ª Ordem

Sub-bacias de 3ª Ordem	Q_{TOTAL} (m³/h)	Sub-bacias de 3ª Ordem	Q_{TOTAL} (m³/h)
Adutor Principal **A**	5 514	Adutor Secundário **a**	3 824
Adutor Principal **B**	19 812	Adutor Secundário **b**	2 083
Adutor Principal **C**	17 794	Adutor Secundário **c**	7 125
Adutor Principal **D**	12 655	Adutor Secundário **d**	15 783
Adutor Principal **E**	7 767	Adutor Secundário **e**	2 337
Adutor Principal **F**	12 664	Adutor Secundário **f**	4 621
Adutor Principal **G**	7 234	Adutor Secundário **g**	6 327
Adutor Principal **H**	8 918	Adutor Secundário **h**	2 588

Para simplificar esta abordagem, definiram-se três conjuntos de Sub-bacias de 3ª Ordem, tendo em consideração o seu caudal total e de que forma este poderá constituir uma situação mais ou menos preocupante no que respeita à maior ou menor acumulação de água ao nível dos Pontos de Confluência com a Linha de Drenagem Preferencial. Assim, temos:

- **Casos menos preocupantes:** Sub-bacias de 3ª Ordem com caudais entre 2.000 e 8.000 m³/h;
- **Casos moderadamente preocupantes:** Sub-bacias de 3ª Ordem com caudais entre 8.000 e 14.000 m³/h;
- **Casos mais preocupantes:** Sub-bacias de 3ª Ordem com caudais entre 14.000 e 20.000 m³/h.

Daqui podemos então concluir que, no que respeita ao caudal de escoamento superficial que cada Linha Adutora recebe e transporta:

- **Menor Problemática:** Adutores Principais **A**, **E** e **G**, e Adutores Secundários **a**, **b**, **c**, **e**, **f**, **g** e **h**;
- **Moderada Problemática:** Adutores Principais **D**, **F** e **H**;

[60] Ver: McCuen, R. H., 1998. *Hydrologic Analysis and Design*. Second Edition. Pearson Education – Prentice-Hall International (UK) Limited, London. 814 pp.

- **Maior Problemática:** Adutores Principais **B** e **C**, e Adutor Secundário **d**.

6.2.5 SÍNTESE GERAL DAS CARACTERÍSTICAS DAS LINHAS ADUTORAS

Após o estudo pormenorizado de cada um dos parâmetros abordados até aqui de forma isolada, resta-nos analisa-los no seu conjunto, cruzando todas as ilações retiradas ao longo deste capitulo, de forma a revelar os casos mais problemáticos e encontrar um conjunto de soluções programáticas capazes de responder, eficazmente, às necessidades actuais do espaço.

Assim, reuniram-se todos os dados e conclusões obtidas da Leitura Bidimensional/Tridimensional das Linhas Adutoras, da Distribuição/Frequência dos seus alargamentos (Pontos) e do caudal transportado por cada uma das linhas em estudo, obtendo-se uma Síntese Final das suas problemáticas (ver Quadro 10).

Quadro 10 – Classificação Final do Adutores (Principais e Secundários) consoante a sua Problemática

(+) Favorável; (0) Razoável; (-) Desfavorável

Adutores	Síntese Largura vs. Declives das Linhas Adutoras	Síntese Número vs. Distribuição das Pontuações	Caudais Totais por Sub-bacia de 3ª Ordem	Síntese Final
Principal **A**	+	-	+	+
Principal **B**	+	+	-	+
Principal **C**	+	-	-	-
Principal **D**	+	0	0	0
Principal **E**	0	0	+	0
Principal **F**	+	+	0	+
Principal **G**	-	+	+	+
Principal **H**	-	+	0	0
Secundário **a**	+	0	+	+
Secundário **b**	0	-	+	0
Secundário **c**	+	+	+	+
Secundário **d**	+	0	-	0
Secundário **e**	-	0	+	0
Secundário **f**	-	0	+	0
Secundário **g**	0	-	+	0
Secundário **h**	-	-	+	-

Daqui podemos, assumir que, no contexto geral da Área de Estudo:

- Os Adutores que apresentam **menor problemática**, correspondem aos Adutores Principais **A**, **B**, **F** e **G**, e aos Adutores Secundários **a** e **c**;
- Os Adutores que apresentam **moderada problemática**, dizem respeito ao Adutores Principais **D**, **E** e **H**, e aos Adutores Secundários **b**, **d**, **e**, **f** e **g**;
- Os Adutores **mais problemáticos** correspondem ao caso do Adutor Principal **C** e do Adutor Secundário **h**.

Com base nesta caracterização das Linhas Adutoras, é possível, finalmente Identificar quais os Pontos de Confluência com a Linha de Drenagem Preferencial, que constituem Pontos Críticos (ver Peça nº 24, ANEXO X) onde a acumulação de água pode gerar situações graves ao nível dos escoamentos superficiais e até mesmo situações de cheias.

Para o efeito, realizou-se uma carta onde se representaram os Adutores segundo esta Síntese Final (menor, moderada e maior problemática) e onde se revelaram os Pontos Críticos presentes no Vale da Avenida Almirante Reis (ver Peça nº 22, ANEXO X). A selecção dos Pontos Críticos levou em consideração, não só a existência de Pontos de Confluência onde chegam os Adutores mais problemáticos (Adutor Principal **C**, Adutor Secundário **h**), bem como a coincidência ou

proximidade de Pontos de Confluência com Adutores de moderada ou baixa problemática. Desta forma, garantimos que todas as pontuações ao longo da Linha de Drenagem Preferencial onde possa ocorrer a acumulação de escoamentos superficiais, são consideradas no Programa de Intervenção.

6.3 CONCLUSÕES

Com este estudo mais pormenorizado podemos concluir que, no que respeita aos Interiores de Quarteirão, estes, na verdade, promovem a existência de espaços ao ar livre de carácter privado ou doméstico em ambientes urbanos, em oposição às praças, largos e ruas. De facto, sendo um tipo de espaço aberto no tecido urbano, os Logradouros permitem a presença de luz natural e de vegetação para a realização de diferentes actividades sociais e privadas, facultando (uma vez que estão intimamente ligados à edificação) interacções entre a vida interior (que decorre no edifício) e a vida exterior (ligada à natureza).
Contudo, para que tal função seja desempenhada na sua plenitude é necessário conter os problemas relacionados com a degradação destes espaços que se devem, não só à inexistência ou ineficácia de políticas urbanas de salvaguarda, mas também ao desconhecimento da importância destes elementos no contexto da cidade.

Como já foi exposto, este sistema de pontuações é fundamental para a manutenção de uma Estrutura Ecológica Urbana eficiente e sustentável, sobretudo se forem contidas acções de impermeabilização do solo e se for potenciado o seu papel determinante para o controlo e gestão das águas pluviais.
Assim, a questão da capacidade de infiltração que os espaços de logradouro apresentam será determinante para a definição de estratégias adequadas de intervenção que assentem, fundamentalmente, nas potencialidades que cada tipo de espaço apresenta (Potencial para a Infiltração, Potencial para a Retenção e Potencial para a Colecção das águas pluviais).
Como se pode concluir, esta determinação não depende apenas da área potencial de infiltração obtida através de uma leitura espacial bidimensional (em planta), mas também da natureza do substrato sobre o qual essas áreas assentam, do tipo de cobertura – natural (tipo de vegetação) ou inerte (mais ou menos permeável) – e ainda da representatividade que cada situação identificada tem no contexto geral do Vale da Avenida Almirante Reis.
Os espaços de Logradouro classificados com maior Potencial para a Infiltração das águas pluviais, constituem áreas urbanas cuja protecção é determinante para a continuidade dos fluxos de água, maximização da recarga de aquíferos e minimização dos riscos de erosão e de cheias, pelo que a sua integração na Estrutura Ecológica Urbana é indispensável. Neste sentido, o tipo de ocupação do solo nestes Logradouros tem particular importância, sendo que o principal objectivo subjacente a qualquer intervenção, deve assentar na maximização do seu potencial para a infiltração das águas de precipitação, ou seja, deve privilegiar a permanente cobertura do solo com vegetação, de preferência ao nível dos três estratos: herbáceo, arbustivo e arbóreo.

Nos restantes espaços de Logradouro (com maior Potencial para a Retenção e Colecção das águas pluviais), as estratégias de intervenção devem assentar igualmente no objectivo principal de maximizar o potencial de cada Interior de Quarteirão. Para o efeito, deve promover-se a qualificação destes espaços através do uso de vegetação e do uso de pavimentos permeáveis e semi-permeáveis e a integração de sistemas autónomos de infiltração da água pluvial, sem sobrecarregar os colectores pluviais, bem como sistemas de armazenamento da água pluvial, do tipo cisterna, para reutilização em actividades não domésticas (rega e lavagem do próprio espaço, entre outras). Estas alternativas repercutem-se, ainda, na diminuição do consumo de água potável, tão importante numa época em que a questão da água é um problema à escala mundial.

Em determinadas situações (Logradouros com Potencial para a Colecção) admite-se a ocupação dos Interiores de Quarteirão para estacionamento em cave (por exemplo) podendo considerar-se um índice de permeabilidade ponderada aplicado ao logradouro, bem como a criação de sistemas de infiltração do tipo "poço de infiltração" ou sistemas de armazenamento do tipo cisterna, no interior do lote.

Por fim, é importante relembrar que os Interiores de Quarteirão definem, na sua totalidade, uma área considerável, que correctamente regulamentada e projectada poderá constituir um importante complemento e alternativa aos espaços naturais da cidade (jardins, parques, etc.).

Concluindo, o conjunto destas informações conduzem-nos a uma estratégia de intervenção adaptada às condições específicas de cada espaço de Logradouro, de onde se depreende a pertinência da criação de um regulamento que possa vir a ter força jurídica e que proteja as áreas permeáveis que se encontrem em situações privilegiadas de capacidade de infiltração ou retenção das águas pluviais.

Por sua vez, no que diz respeito às principais Linhas de Drenagem Urbana, constatou-se que as características das Linhas Adutoras apontam para a necessidade de controlar os escoamentos quer ao nível da sua velocidade quer ainda na retenção e acumulação de caudais a montante. Assim, pretende-se minimizar a acumulação das águas de escorrência superficial nas zonas mais baixas, nomeadamente ao nível dos Pontos de Confluência e, em última instância, no Ponto de Descarga da Sub-bacia em Estudo (coincidente com a Praça da Figueira).

Adicionalmente, concluiu-se que, quer do ponto de vista da geometria dos traçados bidimensionais, quer do ponto de vista das variações Tridimensionais, os alargamentos têm em todo o sistema um papel fundamental por constituírem amortecedores do escoamento superficial. Na sua maioria, estas áreas apresentam declives inferiores ao troço de rua que as antecede, e introduzem variações na direcção em que se processa o escoamento, favorecendo desta forma a diminuição da velocidade das águas de escorrência, e aumentando o intervalo de tempo que estas levam a chegar aos restantes Pontos de recepção. Por outro lado, quando a sua área e declive são favoráveis, os alargamentos podem, também, constituir pontos de acumulação e recolha de água ao longo das várias encostas que definem o Vale da Avenida Almirante Reis, permitindo a redução dos caudais escoados para as zonas mais baixas.

Esta situação sugere, à partida, a definição de canais de escoamento para os arruamentos e de pontos de acumulação/retenção para os alargamentos, sobretudo quando estes concorram para a introdução de estruturas hidráulicas que permitam a captação/colecção das águas pluviais.
A implantação de estruturas hidráulicas (caleiras, cisternas, etc.), por sua vez, deverá respeitar as características do elemento água e apresentar uma adequação às suas imposições:
- situações de maior velocidade de escoamentos superficiais, especialmente ao longo dos arruamentos, requerem o controlo e transporte dessas águas, por exemplo, através introdução de caleiras e de caixas de queda, que permitam regrar os processos de escoamento e diminuírem as suas velocidades;
- situações em que os escoamentos apresentem menores velocidades, nomeadamente ao nível dos alargamentos, possibilitam a recolha dessas águas e a sua acumulação, por exemplo, em cisternas enterradas, ou ao nível de elementos de água que possam ser temporariamente inundados, favorecendo a retenção dos escoamentos.

Compreender as dinâmicas da água e manipular alguns destes parâmetros de forma consciente permitem controlar a velocidade de escoamento das águas pluviais, o grau de infiltração desta no solo e a sua retenção em determinados pontos.

Estas conclusões, tanto ao nível dos espaços de Logradouro, como ao nível das Linhas de Drenagem Urbana, sublinham a importância de desenvolver estudos desta natureza, noutras zonas da cidade, que estejam bem vinculados e adaptados às características específicas de cada local, tendo como objectivos fundamentais e transversais: regrar, controlar, e conduzir os escoamentos superficiais, quer no sentido da minimização de problemas ao nível da rede de infra-estruturas, quer na melhoraria das condições de infiltração que permitam a recarga dos aquíferos.

7. PROGRAMA DE INTERVENÇÃO

O Programa de Intervenção tem como objectivo estratégico identificar as áreas preferenciais de intervenção com base nas restrições e potencialidades do espaço, tendo em vista critérios de ordem ecológica e espacial. Trata-se de uma estratégia de sustentabilidade, no sentido em que se apoia no controlo do escoamento superficial e na utilização da água, quer no favorecimento das condições de infiltração a nível mais profundo, quer na sua utilização efectiva a nível urbano.

Este Programa visa responder a um dos principais problemas abordados na dissertação: a necessidade de conduzir, controlar e captar a água de montante para jusante. Pretende-se, de igual forma, fomentar um uso criterioso da água e simultaneamente revelar este elemento a nível cultural, favorecendo a sua fruição por parte da comunidade, recorrendo, sempre que possível, ao seu papel amenizador do microclima urbano. Neste sentido, o Programa de Intervenção pressupõe uma leitura integrada de toda a Área de Estudo, adaptando as soluções pretendidas às características específicas de cada espaço, seja ele público ou privado.

A Água será o elemento central e estruturante de toda a proposta, entendida como motivo arquitectónico capaz de construir e relacionar coerentemente todo o espaço abrangido pelo Vale da Avenida Almirante Reis.

A estratégia em causa apoia-se num conjunto de estruturas arquitectónicas e hidráulicas que revelam, conduzem e colectam a água, permitindo controlar o processo de escoamento, espaçar no tempo as suas descargas de modo a reduzir os actuais problemas nas zonas baixas da cidade e, adicionalmente aproveitar a água recolhida/colectada para fins alternativos ao consumo doméstico.

7.1 LOGRADOUROS / INTERIORES DE QUARTEIRÃO

7.1.1 BREVE ENQUADRAMENTO LEGAL

Os espaços de Logradouros são contemplados directa e indirectamente em vários diplomas legais, de âmbitos diferentes, que os define e regulamenta, na generalidade dos casos, em função da edificação. Desde o RGEU (Regulamento Geral das Edificações Urbanas, de 7 de Agosto de 1951) onde os logradouros são considerados, fundamentalmente, como áreas essências na manutenção da salubridade dos edifícios, até a 1ª Publicação do PDM de Lisboa (Plano Director Municipal de 1993-1994) já muito se conseguiu, no que respeita a identificação destes espaços no contexto urbano e à sua definição.

Neste longo caminho, os logradouros foram deixando de constituir espaços residuais na malha urbana cuja utilidade assentava na conservação da salubridade do edificado, para serem considerados "áreas fundamentais para o equilíbrio e qualidade ambiental da cidade"[61] quando integrados nas Áreas Históricas de Lisboa, onde a construção de caves (mesmo que destinadas a estacionamento) passa a ser limitada (nº 5 do ponto II.A do Preambulo do Plano Director Municipal, Resolução do Conselho de Ministros nº 94/94). Apenas os Logradouros integrados na Estrutura Verde da cidade tinham garantidas as suas características de espaço permeável (ponto 1 do art. 20º, Capitulo I, Titulo III do Regulamento do Plano Director Municipal, Resolução de Ministros nº 94/94)

Em 2009, com a Revisão do Plano Director Municipal de Lisboa, no Relatório da Proposta Preliminar (Sumário Executivo V – Estrutura Ecológica Municipal) a definição e regulamentação dos logradouros passa a realizar-se através do cruzamento e associação da *Estrutura Ecológica Fundamental* com a *Estrutura Patrimonial / Traçados Urbanos*. Daqui resultam metodologias de salvaguarda destes espaços que já contemplam as características dos tecidos em que eles se integram[62].

[61] Ver: nº 5 do ponto II.A do Preambulo do Plano Director Municipal, ratificado pela Presidência do Conselho de Ministros, na sua resolução nº 94/94 de 14 de Julho de 1994 – Publicada em Diário da Republica I Série-B, nº 226 de 29/09/94

[62] Disponível em: http://pdm.cm-lisboa.pt/RevPDM_Documentos/V_Estrutura_ecologica.pdf

Prevê-se também, neste Relatório da Proposta Preliminar que "os Logradouros devem constituir espaços verdes permeáveis, sendo adjacentes ou integrados num edifício ou conjunto de edifícios, e desempenhar funções de estadia, recreio e lazer, podendo ser privados, de utilização colectiva ou de utilização comum"[63]. Adicionalmente, a promoção e qualificação dos espaços de logradouro através da vegetação e usos de pavimentos permeáveis / semi-permeáveis, bem como a integração de sistemas de infiltração independentes dos colectores públicos e de cisternas para reutilização das águas recolhidas, são temas que começam a tomar forma com o presente Relatório. Contudo os índices de ocupação destas superfícies, não são aqui abordados.

A este Relatório de Proposta Preliminar, segue-se, no mesmo ano, a publicação do Aviso n.º 15825/2009 (Aprovação do Plano de Urbanização da Avenida da Liberdade e Zona Envolvente) que no art. 21º, no Sector A, Secção III, do Capitulo IV, define os logradouros presentes na Av. da Liberdade e nos quarteirões definidos pelo Plano de Ressano Garcia como espaços preferencialmente destinados a zonas verdes, onde é admitida uma ocupação excepcional (construção ou pavimentação) desde que esta não exceda 20% da sua área total e garanta uma drenagem adequada das águas pluviais.

Estas primeiras definições de áreas de ocupação das superfícies de Logradouro são um passo fundamental para que se assegure o importante papel que estes espaços têm no equilíbrio ecológico das cidades. Contudo, é necessário levar em conta, não só a tipologia dos tecidos urbanos em que os Logradouros se inserem, mas também, as variações das suas condições geológicas e topográficas que definem dinâmicas da água distintas, bem como as dimensões e características das sub-bacias hidrográficas em que se inserem. Neste sentindo, as diferentes características inerentes aos vários Logradouros (ou conjunto de Logradouros), determinam comportamentos distintos em relação aos processos de infiltração (maior ou menor Permeabilidade Real), pressupondo a necessidade de formas de intervenção, também elas, diferenciadas.

7.1.2 PROPOSTA DE INTERVENÇÃO

Uma das prioridades a ter em conta no que diz respeito ao vale em estudo está relacionada com as áreas permeáveis de Logradouro / Interior de Quarteirão ainda existentes, onde se pretende uma melhoria das condições de infiltração, retenção e colecção de águas pluviais que, hoje em dia, se encontram altamente comprometidas pela crescente pressão urbana e pela elevada impermeabilização dos espaços. Revela-se essencial encontrar soluções ao nível programático e legislativo que garantam a protecção das áreas permeáveis incluídas na malha urbana (sobretudo ao nível dos Logradouros). Só dessa forma será possível minimizar as graves alterações que decorrem da modificação profunda do ciclo natural da água na cidade – a redução da quantidade de água infiltrada no solo; a afectação dos movimentos internos da água (ao nível subsuperfial e subterrâneo); a deficiência na recarga de aquíferos; o aumento do escoamento superficial, e a redução da evapotranspiração.

As soluções ao nível programático devem prever, para o efeito, a selecção dos espaços de Logradouro em função do seu potencial/restrição, considerando a tipologia construtiva em que se integram, a Permeabilidade Real do solo que os constitui e o tipo de Sub-bacia de 2ª Ordem (área e grau de impermeabilização) de que fazem parte.

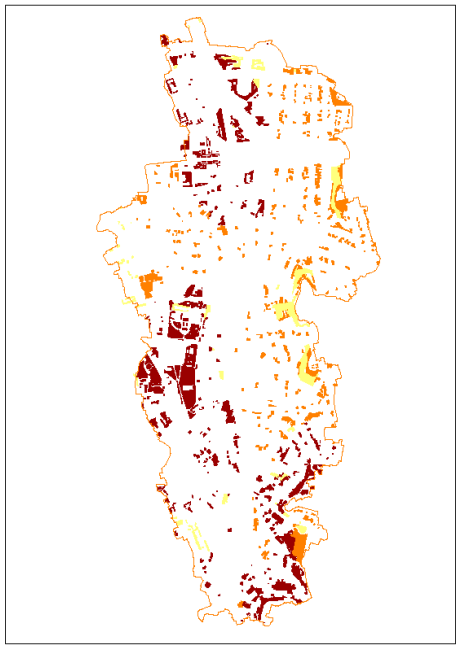


Fig. 21 – Classificação dos Logradouros segundo o Programa de Intervenção

[63] Ver: pág. 10 da Revisão do Plano Director Municipal de Lisboa – Relatório da Proposta Preliminar – Sumário Executivo V. Estrutura Ecológica Municipal. Disponível em: http://pdm.cm-lisboa.pt/RevPDM_Documentos/V_Estrutura_ecologica.pdf

Adicionalmente, pretende-se promover o desenvolvimento de Estratégias de Compensação, que permitam assegurar a existência de espaços de Logradouro com maior restrição e, paralelamente, responder às necessidades da população no que respeita a áreas de estacionamento na cidade, entre outros uso/funções que impliquem a utilização de superfícies impermeáveis.

Com o intuito de simplificar e sistematizar uma abordagem estratégica adequada às diferentes características dos espaços de Logradouro, determinaram-se três categorias basilares que definem o conjunto de intervenções mais adequadas para cada Situação Tipo identificada (ver fig. 21) (ver Peça nº 25, ANEXO X):

7.1.2.1 **Logradouros com maior potencial para a infiltração da água**

Os Interiores de Quarteirão, incluídos nesta categoria constituem os principais pontos de recarga do aquífero, pelo que, a sua preservação, enquanto espaços permeáveis, é fundamental e prioritária. Neste sentido, estas áreas remetem para as situações com maior restrição à construção e impermeabilização, sendo imprescindível conter qualquer tipo de intervenção que ponha em causa os processos de infiltração e recarga do aquífero. Defende-se então que, nestes Logradouros, seja assegurada uma área permeável que corresponda, no mínimo, a 90% da superfície total destes espaços[64].

Uma proposta de intervenção para este tipo de Logradouros deverá primacialmente, assegurar, manter, e potenciar a infiltração da água ao nível profundo, sendo, por isso, determinante o tipo de coberto vegetal proposto para estas áreas. Interessa portanto, a presença dos três níveis de vegetação (vegetação herbácea, arbustiva e arbórea) que favoreçam a intercepção da chuva ao nível das folhas, troncos e caules (retenção ao nível aéreo) e actuem ao nível do solo, melhorando a sua estrutura e promovendo a retenção de água nas suas partículas. A selecção de espécies arbóreas e arbustivas com raízes aprumadas é mais a adequada e a aconselhável, uma vez que facultam a condução da água para camadas do solo e subsolo, sucessivamente, mais profundas.

Na necessidade de utilizar pavimentos neste tipo de Logradouros, há que ter em conta a maior restrição à impermeabilização que eles apresentam, pelo que, interessa propor superfícies permeáveis (p. ex. pavimentos de material solto) que não impeçam nem inviabilizem a infiltração da água, correspondendo no máximo a 10%[65] da área total do Logradouro. Complementarmente, é aconselhável a introdução de valas cegas, sobretudo em áreas onde se prevê a acumulação de água, utilizando materiais de granulometria mais grossa junto à base da vala, progressivamente mais finos até se atingir a cota de superfície. Recorrendo a este tipo de técnicas construtivas, irá favorecer-se e maximizar-se a filtragem e o movimento interno da água (ver fig. 22).

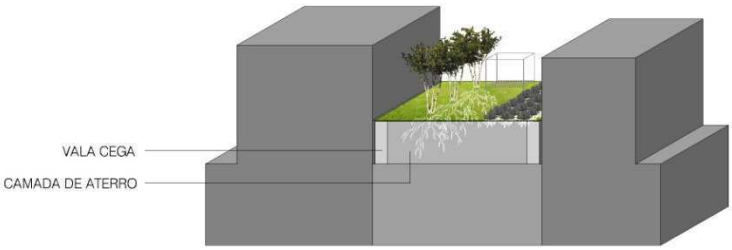


Fig. 22 – Secção Tipo para o conjunto de Logradouros com maior potencial para a infiltração da água (Adaptado de Quintino *in* Alfaiate *et al.*, 2011).

[64] Valores de ocupação do solo nos espaços de Logradouro segundo as suas potencialidades/restrições, propostos no âmbito do *Enquadramento de Dados do Projecto I&D: AI_Hama – Metodologia de Integração das Águas Subterrâneas no Planeamento e Gestão Sustentáveis de Paisagens Urbanas.* Ver: Alfaiate *et al*., 2011.

[65] Valores de ocupação do solo nos espaços de Logradouro segundo as suas potencialidades/restrições, propostos no âmbito do *Enquadramento de Dados do Projecto I&D: AI_Hama – Metodologia de Integração das Águas Subterrâneas no Planeamento e Gestão Sustentáveis de Paisagens Urbanas.* Ver: Alfaiate *et al*., 2011.

7.1.2.2 **Logradouros com maior potencial para a retenção da água**

Estas áreas são, pelas suas características, pontos essenciais para proporcionar a retenção da água no solo, atrasando a sua devolução ao sistema de drenagem superficial e restringindo a quantidade de água que é devolvida à rua, num determinado intervalo de tempo. Neste sentido, deseja-se manipular os tempos de concentração da água, desfasando as descargas e reduzindo, dessa forma, problemas de inundação a jusante.

É essencial, mais uma vez, a plantação dos três estratos de vegetação, com prevalência (neste caso especifico) de espécies arbóreas e arbustivas de maior porte e de folhagem mais densa, capazes de interceptar as gotas da chuva com maior eficiência, aumentando a retenção da água ao nível aéreo (folhas, troncos e caules), favorecendo a evaporação da água a partir das copas molhadas durante e imediatamente após a ocorrência de precipitação, e protegendo o solo do impacto directo das gotas da chuva. A selecção de vegetação com raiz fasciculada, também é a mais adequada, actuando ao nível da estrutura do solo, favorecendo a permanência da água ao nível das suas partículas e possibilitando, igualmente, a infiltração ao nível das camadas mais profunda. A presença de vegetação de maior porte, sempre que possível, revela-se uma mais-valia na absorção da água e na sua devolução posterior para a atmosfera através da transpiração, uma vez que o seu desenvolvimento radicular é maior, permitindo-lhes um melhor, mais eficaz e mais prolongado acesso às reservas de água do solo e subsolo. Nestes termos, definiu-se para este tipo de Logradouros uma área permeável que corresponda a 80% da superfície total destes espaços, prevendo-se, contudo, eventuais construções leves, desde que destacadas do solo e com uma área de ocupação nunca superior a 20%[66].

A capacidade de infiltração nestas pequenas bacias de retenção, e a consequente recarga do aquífero, pode ser de algum modo potenciada, através da aplicação de técnicas construtivas específicas que melhorem as condições actuais de infiltração. Algumas destas soluções visam, mais uma vez, a implantação de superfícies ou valas drenantes, que favoreçam a infiltração imediata da água para as camadas mais profundas do solo (ver fig. 23).

Fig. 23 - Secção Tipo para o conjunto de Logradouros com maior potencial para a recarga da água (Adaptado de Quintino *in* Alfaiate *et al*., 2011).

7.1.2.3 **Logradouros com maior potencial para a colecção e acumulação da água**

Os Logradouro incluídos neste conjunto, constituem as situações mais problemáticas da Área de Estudo, uma vez que correspondem aos casos menos eficientes na infiltração das águas pluviais e que, por esse motivo, contribuem para o agravamento dos problemas relacionados com excesso de escoamento superficial. Para este tipo de Interior de Quarteirão pretende-se promover a captação, colecção e acumulação da água pluvial com o intuito de obter reservas deste bem que possam ser posteriormente utilizadas para fins alternativos ao consumo de água potável (p. ex. rega de espaços privados ou públicos, lavagem de carros ou ruas, bocas de incêndio, etc.). Simultaneamente, a recolha das águas pluviais ao nível destas áreas, permite controlar a vazão de escoamento que circula no sistema de drenagem superficial. Será importante a implantação de tanques ou cisternas de acumulação que colectem a água captada e facilitem a sua subsequente utilização. Revela-se igualmente importante para a garantia do equilíbrio ecológico no meio urbano, a plantação de um coberto vegetal

[66] Valores de ocupação do solo nos espaços de Logradouro segundo as suas potencialidades/restrições, propostos no âmbito do *Enquadramento de Dados do Projecto I&D: AI_Hama – Metodologia de Integração das Águas Subterrâneas no Planeamento e Gestão Sustentáveis de Paisagens Urbanas.* Ver: Alfaiate *et al*., 2011.

adequado à protecção do solo, que permita a manutenção dos ciclos naturais da água e do ar. No que se refere às áreas mais declivosas (incluídas nesta categoria), a sua cobertura permanente com vegetação é, igualmente, fundamental, não só para diminuir os processos erosivos da água sobre o solo, como também para favorecer a retenção e possível infiltração dessa água.

Estes logradouros correspondem às áreas com menor restrição à construção (no contexto da Áreas de Estudo), uma vez que não apresentam um papel representativo na recarga de aquíferos. Porém, é necessário que se assegurem as suas funções de recolha e acumulação das águas pluviais, bem como os índices de ocupação estabelecidos para estes espaços. Neste sentido, propõe-se a manutenção de uma área permeável que ocupe 65% da superfície do logradouro, onde a presença de vegetação com raiz fasciculada permita, alguma forma, a retenção da água ao nível do solo, e a construção de cisternas sobra áreas impermeabilizadas, áreas essas que podem servir para estacionamento ou outros usos considerados essenciais (nunca ocupando mais de 35%[67] do logradouro) (ver fig. 24).

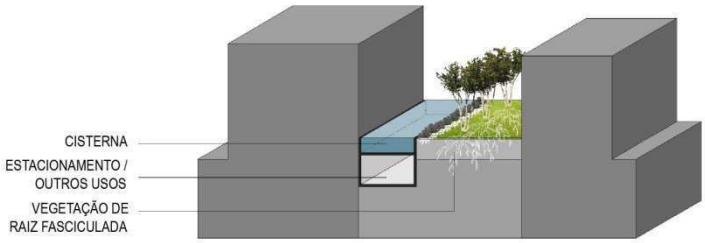


Fig. 24 - Secção Tipo para o conjunto de Logradouros com maior potencial para a colecção da água (Adaptado de Quintino *in* Alfaiate *et al*., 2011).

É importante referir a hipótese de uma recarga artificial, através de cisternas enterradas com mecanismo autónomo de descarga de fundo (p. ex. cisternas equipadas com sensores, que a partir de determinada altura de água permitem a sua condução até à zona do freático). Esta solução construtiva revela-se interessante, mormente, para os casos de Logradouros impermeabilizados que surgem sobre áreas de *Elevada Permeabilidade Potencial*, permitindo que, de algum modo, estes espaços possam contribuir para a recarga do aquífero.

7.2 LINHA DE ESCOAMENTO PREFERENCIAL E SEUS ADUTORES

O programa de intervenção ao nível da Linha de Escoamento Preferencial e dos seus Adutores, tem como propósito fundamental a resolução de problemas ao nível da drenagem superficial e, simultaneamente, reconsiderar as estruturas, a presença e a memória da água no espaço urbano. Interessa, para o efeito, criar uma sequência espacial baseada na dinâmica da água, visando sobretudo a reestruturação do sistema de drenagem pluvial, através de estruturas arquitectónicas e hidráulicas, que possam definir um novo equilíbrio e um novo interesse no sistema que integra a área de estudo.

Procura-se, com a presente proposta, a introdução de um sistema de caleiras a céu aberto (que captem e conduzam a água) e de cisternas enterradas (que colectem e armazém a mesma) de forma a minimizar a sobrecarga da rede de drenagem pluvial existente, evitando a sua ruptura.

[67] Valores de ocupação do solo nos espaços de Logradouro segundo as suas potencialidades/restrições, propostos no âmbito do *Enquadramento de Dados do Projecto I&D: AI_Hama – Metodologia de Integração das Águas Subterrâneas no Planeamento e Gestão Sustentáveis de Paisagens Urbanas.* Ver: Alfaiate *et al*., 2011.

7.2.1 LINHAS ADUTORAS

No que diz respeito aos vários Adutores identificados, procura-se com este trabalho lançar bases projectuais para futuras intervenções mais pormenorizadas. O objectivo principal subjacente a esta estratégia prende-se com a diminuição da velocidade do escoamento superficial ao longo destas Linhas Adutoras, controlando e conduzindo o escoamento, de forma a espaçar no tempo a chegada da água aos Pontos de Confluência com a Linha de Drenagem Preferencial. Simultaneamente, pretende-se diminuir o caudal que chega, a esses mesmos pontos e, especialmente, aos Pontos Críticos identificados na Área de Estudo, minimizando assim, a ocorrência de cheias relacionadas com grandes chuvadas. Acresce que, a recolha de água ao nível dos Adutores permitirá a acumulação de água para usos alternativos aos domésticos.

Neste sentido, importa criar condições de desaceleração no escoamento superficial e, paralelamente, desenvolver situações que permitam a captação e colecção da água em determinados alargamentos que pontuam os Adutores estudados. Tal objectivo pode cumprir-se intervindo especificamente em Pontos Estratégico cujas características, declive e relação Linha/Pontos, se revelam as mais favoráveis. Para o efeito, foram identificados os pontos de maior interesse para a realização das intervenções pretendidas (ver Peça nº 26, ANEXO X). Nestas áreas, a retenção/colecção das águas pluviais pode ser facultada, por exemplo, recorrendo à utilização de cisternas enterradas e pavimentos perfurados que permitam a captação dos escoamentos superficiais e a redução sucessiva do caudal acumulado nos pontos mais baixos.

Desta forma, assegura-se a criação de condições favoráveis ao controlo das águas de escorrência nas áreas mais a montante das respectivas Sub-bacia de 3ª Ordem, desfasando no tempo as descargas efectuadas pelos Adutores, e favorecendo, em consequência, os processos de escoamento que se realizam ao nível da Linha de Drenagem Preferencial

7.2.2 LINHA DE DRENAGEM PREFERENCIAL

A estratégia de intervenção ao longo da Linha de Escoamento Principal, visa o trabalho da água em movimento, recorrendo à sua condução através de um sistema de caleiras que se desenvolve ao longo de todo o percurso, culminado na Praça da Figueira, onde o Vale do Regueirão dos Anjos (ou da Av. Almirante Reis) conflui com o Vale Verde (ou da Av. da Liberdade), reconstituindo dessa forma o caminho natural traçado pela água em direcção ao rio (ver fig. 25) (ver Peça nº 27, ANEXO X).

O conceito de intervenção tem como base resgatar e desvendar o elemento água dentro da cidade, nomeadamente ao nível do espaço público, e leva em conta os diferentes percursos que a água realiza ao longo de todo o sistema. Tal como foi concluído em capítulos anteriores, a Linha de Escoamento Preferencial "passeia" entre traçados ancestrais – caracterizados pela presença de perfis transversais estreitos e ruas de desenho sinuoso – e traçados contemporâneos – do início do séc. XX, cujos perfis são desafogados, correspondendo a percursos de desenho rectilíneo. Para além do mais, esta Linha percorre troços em que se verifica a sobreposição de traçados mais recentes (posteriores ao levantamento de Lisboa de 1904-1922 de Silva Pinto) sobre as linhas ancestrais – p. ex. o troço final da Av. de Roma e a Praça de Londres que ocupam actualmente a antiga Estrada da Charneca. Resta ainda, referir as Situações de Excepção (onde o sentido do escoamento se faz de forma perpendicular à direcção dominante de toda a Linha de Drenagem Preferencial) que possibilitam a ligação entre realidades ancestrais e contemporâneas – na Rua Marques da Silva e parte da Rua Francisco Foreiro.

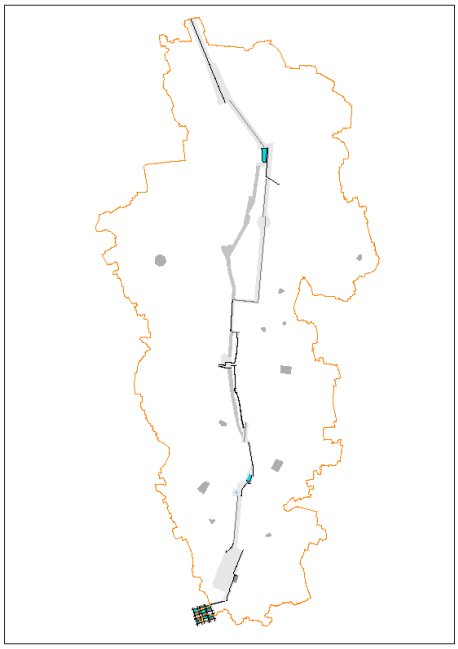


Fig. 25 – Desenho da Água – Proposta de Intervenção.

Assim, e de forma a assinalar estas singularidades, propõe-se um sistema constituído por diferentes tipos de caleiras consoante as diferentes características inerentes ao longo do percurso. O perfil destas caleiras leva em consideração o tipo de uso preferencial de cada percurso (tráfego mais ou menos intenso de automóveis, ou a ocorrência de trajectos preferencialmente pedonais) adaptando-se, por isso, às diferentes circunstâncias em que se inserem.

As características topográficas do vale, são igualmente descritas pela maior ou menor presença de caixas de queda, que revelam o movimento da água através da sua sonoridade, surgindo com maior frequência nas zonas mais declivosas, uma vez que constituem locais de dissipação de energia, onde é possível controlar e reduzir a velocidade da água.

Sistema de Caleiras Proposto para as Linhas Ancestrais – Nos traçados ancestrais propõe-se a presença de uma caleira a céu aberto de carácter mais expressivo, trazendo a água à superfície e permitindo a sua fruição estética e lúdica. Estas caleiras de aspecto mais rústico, podem fazer a transição entre os pavimentos que lhe são adjacentes através de um lancil de pedra, dando origem a pequenos canais de água cujas larguras podem variar consoante a característica, mais ou menos pedonal, dos vários troços que atravessa. Essa variação permite que, em determinadas circunstâncias, estes elementos possam ser utilizados de forma lúdica, permitindo a interacção da população com a água em movimento. Um exemplo deste tipo de canais está muito presente em Friburgo, onde a requalificação da cidade central teve como base a conexão arquitectónica dos espaços através da reinterpretação do antigo sistema de pequenos canaletes que no passado serviam para fornecer água à cidade, assim como, para o escoamento de detritos (Gehl e Gemzøe, 2002). Actualmente estes canais percorrem as ruas do centro da cidade animando-a e tornando-a num espaço privilegiado de lazer, funcionando, paralelamente, como uma separação funcional e visual entre a área de peões e a via de circulação de transportes públicos (Gehl e Gemzøe, 2002).

Sistema de Caleiras Proposto para as Linha Contemporâneas – Nas situações em que a Linha de Escoamento Preferencial atravessa traçados mais contemporâneos, pretende-se a presença de caleiras com um desenho mais rígido e controlado onde a utilização de calhas de largura constante, cobertas por grelhas em ferro ou por chapa perfurada permitem marcar, inequivocamente, o trajecto da água. Uma vez que estes percursos coincidem na sua maioria com situações de elevado trânsito automóvel, esta solução apresenta-se como a mais adequada, não só para a revelação da presença da água a nível estético, como funcional. A título exemplificativo, refira-se a utilização de chapas metálicas perfuradas, na Praça Schouwburg, em Roterdão (Holanda), onde uma extensa área se encontra revestida com este tipo de material (Gehl e Gemzøe, 2002).

Sistema de Caleiras Proposto para os Percursos de Sobreposição Recente – Sempre que se verifique a sobreposição de situações mais recentes ao nível das Linhas ancestrais, propõe-se a utilização de caleiras a céu aberto mais delicadas (largura de cerca de 2cm), cuja presença é apenas perceptível pela linha de sombra contínua produzida ao longo do percurso, e pela eventual sonoridade da água em movimento do seu interior. Neste plano pretende-se mostrar a duplicidade destes troços, utilizando caleiras a céu aberto (como as previstas para as Linhas Ancestrais), mas recorrendo a materiais e traçados mais contemporâneos.

Sistema de Caleiras Proposto para as Situações de Excepção – Nestes troços, considerados de excepção, não só por fazerem a ligação entre linhas ancestrais e linhas contemporâneas, mas também por se desenvolverem, como já foi referido, num sentido e direcção (Este – Oeste) contrária à dominante (de Norte para Sul), pretende-se a utilização de caleiras mais largas (cerca de 60cm), preferencialmente cobertas com pedra perfurada. Assim, obter-se-á coesão entre os espaços e uma transição agradável entre estas duas realidades distintas. Por serem situações de excepção, e por coincidirem com as linhas de relação visual entre o Miradouro da Penha de França e o Hospital da Estefânia, propõe-se ainda uma plantação de excepção, através de um alinhamento de árvores de espécie distinta à utilizada, por exemplo, ao longo da Avenida Almirante Reis, de forma a enfatizar estas singularidades.

A Proposta de intervenção, no que concerne à Linha de Drenagem Preferencial, rege-se ainda por outro conceito espacial intimamente relacionado com o desenvolvimento topográfico das colinas que encerram o vale da Avenida Almirante Reis (Colinas de Sant'Ana, de Santo André e de São Jorge), ou seja, com as suas escalas, com a maior ou menor proximidade em relação à Linha de Escoamento Preferencial e pelos maiores ou menores declives das suas encostas. Entende-se que estes factores são determinantes na forma como o percurso se configura e se apreende, sendo que, a posição relativa das caleiras ao longo dos vários arruamentos, pode funcionar como indicador dessas variações. Assim, e numa primeira abordagem, a localização das várias caleiras, ao longo de todo o sistema, vai estar estreitamente influenciada pela relação entre a linha de talvegue e as vertentes que definem o vale. Sintetizam-se estas relações, em três situações tipo:

- Situações em que o talvegue se desenvolve numa posição mediana em relação as suas vertentes;
- Situações em que o talvegue tem uma relação de maior proximidade com a colina de Sant'Ana;
- Situações em que o talvegue tem uma relação de maior proximidade com a colina de Santo André e posteriormente, no seu trajecto final, com a colina do Castelo (Colina de São Jorge).

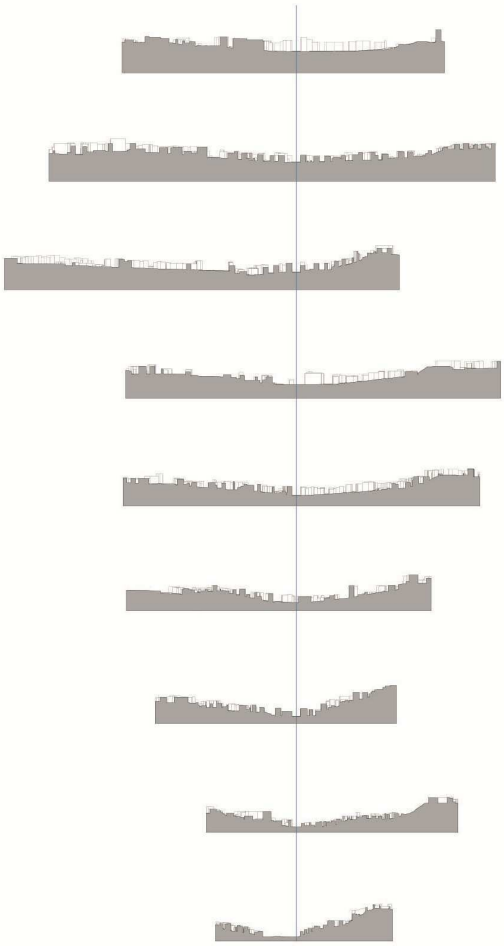


Fig. 26 – Relação: Linha de Drenagem Principal com as colinas que definem o Vale da Avenida Almirante Reis.

Neste sentido, em espaços onde a presença das colinas de Sant'ana e Santo André se dilui com a envolvente (situação planáltica a montante, onde surge o troço final da Av. de Roma, a Praça de Londres e a Av. Guerra Junqueiro) ou quando a Linha de Drenagem Preferencial se desenvolve numa situação mediana entre estas ocorrências topográficas, as caleiras surgem ao longo do eixo central dos vários percursos.

Em contra partida, quando se verifica uma maior relação com a Colina de Sant'Ana, a caleira passa a desenvolver-se na transição entre o passeio e a faixa de circulação automóvel (a Oeste do eixo central da via) aproximando-se da situação de relevo mais expressiva, sublinhando-a. Por último, refere-se a situação onde se verifica uma maior relação com as colinas de Santo André e do Castelo que, seguindo a mesma lógica do caso anterior, determina a localização das caleiras, também na transição entre o passeio e a via que, neste caso, passa a desenvolver-se a Este do eixo central da faixa de circulação automóvel.

A assimetria, em ambos os casos, permite representar situações de escoamento superficial distintas, relacionadas com a velocidade que a água adquire nas diversas situações de vertente que definem o vale em estudo. Sabendo que, as superfícies mais declivosas contribuem com maior quantidade de água escoada para a Linha de Drenagem Preferencial (num determinado intervalo de tempo), a proximidade destas caleiras consoante a maior ou menor relação que as colinas estabelecem com o talvegue, permite, adicionalmente, solucionar alguns dos problemas relacionados com a recolha de água superficial.

Sendo a água o motor dinamizador da paisagem, moldando o terreno à sua passagem, e estando a morfologia urbana profundamente ligada à fisiografia do lugar é possível, como já foi referido, identificar uma variedade de tecidos e situações urbanas que se diferenciam segundo este parâmetro. Ora correndo sobre uma Linha Ancestral, ora surgindo ao eixo de uma Linha de Excepção (dentro de todas as outras variações possíveis, aqui indicadas), a água sugere uma relação indissociável entra as dinâmicas naturais e a paisagem urbana, evocando significados e respondendo simultaneamente às particularidades do lugar e às circunstâncias globais em que este se insere.

7.2.3 PONTOS CRÍTICOS / PONTOS ESTRATÉGICOS DA LINHA DE DRENAGEM PREFERENCIAL

Ao longo da Linha de Escoamento Preferencial, foram identificados Pontos Estratégicos de intervenção (ver Peça nº 26, ANEXO X) que coincidem com Pontos Críticos do sistema e se encontram, simultaneamente, no alinhamento de importantes relações visuais entre elementos de referência da cidade. Assim sendo, estes pontos devem ser projectados tendo em vista dois propósitos fundamentais:

- colectar a água superficial ao longo da Linha de Drenagem Preferencial, condicionando os tempos de concentração e promovendo usos alternativos deste bem (rega, lavagens, bocas de incêndio, etc.);
- valorizar estes Pontos como espaços de interesse estético e/ou lúdico, através da revelação do elemento água, ou insinuando a sua presença.

Os pontos estratégicos para a recolha de águas identificados dizem respeito (de montante para jusante):

- Ao ponto de encontro da Av. Guerra Junqueiro, com a Alameda D. Afonso Henriques e a Av. Almirante Reis, que se encontra na linha de relação visual estabelecida entre a Fonte Luminosa da Alameda e o Complexo do Instituto Superior Técnico.
- O Largo de Santa Barbara, que recebe as águas de escorrência de um dos Adutores considerados mais problemáticos (Adutor Principal **C**) e se encontra no alinhamento que o Convento da Nossa Senhora da Penha de França estabelece com o Complexo da Escola do Exercito;
- O Largo do Intendente Pina Manique, que constitui um ponto de confluência de águas alinhado com a relação visual estabelecida entre o Miradouro do Monte Agudo e o Campo Mártires da Pátria;
- O Largo da Capela da Nossa Senhora da Saúde, que surge na linha de relação visual entre o Castelo de São Jorge e o Hospital de São José;
- A Praça da Figueira, onde confluem as águas do Vale da Av. Almirante Reis com o Vale da Av. da Liberdade.

Consoante as características e potencialidades que cada um destes espaços apresenta, pretende-se:

- implantar cisternas enterradas, revestidas com pavimentos de pedra perfurada, que colectem e acumulem a água pluvial, conduzida através do sistema de caleiras previsto, ou que é captada directamente no local, e que disponham de dispositivos próprios que permitam, não só o uso alternativo da água recolhida, mas também a possibilidade de, em situações ideais, estas cisternas contribuírem para a recarga profunda;
- trabalhar a água à superfície através da construção de elementos arquitectónicos que valorizem o espaço urbano, fomentando a existência de lugares agradáveis do ponto de vista estético, lúdico e ambiental e que, em simultâneo, contribuam para o equilíbrio do sistema de drenagem, por exemplo, utilizando a água recolhida ao longo das caleiras para a adução destes elementos de água ou para a sua inundação temporária.

Deste modo, é possível dar resposta à necessidade de gerir e utilizar o recurso água de forma sustentável, e adicionalmente utilizar este elemento como instrumento estratégico do desenho urbano.

A título de exemplo, enunciam-se algumas intervenções em largos e praças, realizadas em vários países da Europa, que respondem às necessidades de requalificação de diversos espaços integrados na cidade, e que se enquadram no âmbito de um uso cuidadoso e sustentável da água urbana, permitindo solucionar problemas relacionados com a identidade do lugar.

Núcleo Histórico da Cidade de Friburgo, Alemanha – Já referida anteriormente, esta intervenção no núcleo histórico da cidade de Friburgo, representa um bom exemplo de reconstrução e reinterpretação do espaço urbano, baseada na compreensão de que a água é um elemento estruturante e unificador do espaço. A presença constante da água ao longo dos diversos percursos pedonais torna esta cidade numa das mais atraentes da Europa (Gehl e Gemzøe, 2002). As ruas do centro da cidade destinam-se, unicamente ao uso pedestre, de ciclistas e de transportes públicos, e os canais de água permitem a segregação dos diferentes usos da via.

Place de la Bourse em Bordeaux, França – Realizada em 2006 em Bordéus, na França, pelo Arq. Paisagista Michel Corajoud, pelo Artista Jean-Marc Llorca e pelo Arq. Pierre Gangnet, esta Praça representa uma obra onde a água tem o papel central na arquitectura do espaço. A Praça apresenta-se definida por uma plataforma de granito coberta apenas por 2cm de água, que origina uma "janela" reflectora do céu e da envolvente do espaço. A água utilizada neste projecto é recolhida e conservada num reservatório subterrâneo, onde têm lugar processos de filtragem e tratamento, e é posteriormente bombeada para a superfície através de inúmeros orifícios, sob a forma de névoa, permitindo inundar toda a plataforma, repetindo-se este ciclo ao longo do tempo[68].

Projecto de Urbanização do Casco Antigo de Banyoles, Barcelona, Espanha – Este Projecto remete para a área de traçado medieval da cidade de Barcelona, e teve como objectivo a recuperação deste espaço urbano. Para tal, foi reconvertido o sistema de irrigação ancestral aqui presente, através reconstrução de canais que fazem a ligação dos vários Largos existentes, utilizando a água como elemento de valor visual e sonoro, que unifica toda a área de intervenção[69].

Fig. 27 – A Place de la Bourse em Bordeaux, França (à direita); Recuperação do Casco Antigo de Banyoles (ao centro), e Recuperação do Núcleo Histórico da Cidade de Friburgo (à esquerda).

7.3 CONCLUSÃO

Pretendemos com este Programa de Intervenção, a valorização arquitectónica dos distintos espaços integrados na cidade (Logradouros, Linhas de Drenagem Urbana e Espaços Públicos), cuja génese esteve, desde sempre, associada à presença da água. Com o conjunto de estratégias propostas é possível recuperar a ligação vital entre a água, o Homem, e o modo como este último apreende e ocupa o espaço que habita. Tal propósito é atingido pela contínua presença da água, revelada visualmente, quando trazida à superfície (elementos de água), ou através da sua sonoridade, correndo ao longo de caleiras com carácter distinto.

[68] Disponível em: http://corajoudmichel.nerim.net/index.html
[69] Disponível em: http://www.miasarquitectes.com/cmsFiles/proyectos/Casco_Antiguo_de_Banyoles.pdf

A metodologia de intervenção nos Interiores de Quarteirão pressupõe entender estes espaços como locais estratégicos capazes de dinamizar formas sustentáveis de desenvolvimento urbano, no que respeita à manutenção dos ciclos ecológicos, nomeadamente o da água. Para a reconversão e reinvenção destes espaços devem ser consideradas estratégias que assentem na análise de cada tecido urbano e na potencialidade/restrição de qualquer espaço que neles se insira. Fica claro que cada Logradouro ou conjunto de Logradouros pressupõe um programa de intervenção específico que permite responder às necessidades concretas de cada uma das situações identificadas.

A nível jurídico deverão ser criados regulamentos que protejam as áreas de infiltração e respeitem as diferentes características de permeabilidade dos Logradouros, definindo-se percentagens de ocupação do solo adequadas às necessidades características dos vários tecidos e promovendo Estratégias de Compensação para aqueles que apresentam maior nível de restrição.

8. CONCLUSÕES GERÁIS

Com o estudo realizado na presente dissertação, depreende-se a urgência de encontrar novas formas de intervenção que repensem a construção/reestruturação do espaço urbano, quer na esfera pública como na privada, e sejam capazes de responder às necessidades crescentes em manter e garantir a continuidade dos fluxos ecológico, nomeadamente do ciclo da água. De facto, o contínuo aumento da população mundial e a procura de melhores condições de vida no último século, resultaram numa crescente concentração populacional nos centros urbanos, que se traduziu numa expansão desregrada onde o respeito pelo património histórico, ambiental e paisagístico, foi muitas vezes esquecido. Pode deduzir-se a necessidade do elemento água tomar uma posição central na forma de planear e ordenar o território, através da definição de estratégias de gestão deste recurso que visem assegurar a sobrevivência do homem, garantir o equilíbrio da paisagem a curto e longo prazo e permitir criar situações de elevada qualidade ambiental e espacial, tanto à escala global como à local.

Neste sentido, através do estudo criterioso da água nas suas várias dimensões, foi possível demonstrar o seu papel instrumental no funcionamento, estruturação e sustentação dos espaços da cidade e, acima de tudo, revelar a água como motivo e motor do desenho urbano.

As análises interpretativas realizadas permitiram apreender características globais e, posteriormente, particulares do Vale da Avenida Almirante Reis, que foram revelando, ao longo de todo o processo, os pontos fortes e as situações de maior contingência existentes neste espaço, sendo que, em ambas as análises foram simultaneamente ponderadas, e transversalmente reconsideradas as componentes biofísicas e culturais do espaço relacionadas com os processos hidrológicos, nomeadamente as configurações espaciais que mais directamente influenciam os processos de infiltração, escoamento e condução de água. Esta simultaneidade da abordagem apresenta-se como determinante, no sentido de encontrar directrizes que possam vir a responder a propósitos de um uso sustentável da água e defesa dos sistema naturais que sustentam a paisagem, como antecipam princípios de actuação que assegurem o encontro de soluções espacialmente equilibradas e claramente enunciadas do ponto de vista arquitectónico

Neste sentido, o conhecimento adquirido acerca: do tecido e estrutura urbana; da variação dos declives ao longo das encostas que definem este vale; do modo como a água de distribui e corre à superfície (sobretudo ao longo dos arruamentos); da dimensão das várias Sub-bacias de 2ª e 3ª Ordem; da existência de substratos de permeabilidade alta/elevada, e da predominância de espaços livres para infiltração ao nível dos logradouros, fomentou as bases para o desenvolvimento de um conjunto de estratégias capazes de resolverem, directa ou indirectamente, os vários problemas de escoamento superficial presentes no lugar. Perspectiva-se, a identificação dos locais onde a efectivação de recarga profunda nos espaços com maior aptidão hidrogeológica, bem como a identificação daqueles que poderão potencialmente concorrer para a colecção da água.

O conjunto de soluções propostas prevê, não só a diminuição da quantidade de água que circula como escoamento superficial, mas também o reaproveitamento de parte das águas pluviais que actualmente seguem para os colectores públicos, possibilitando a sua utilização para usos não-doméstico e minimizando o consumo de água potável para esses fins, indo ao encontro de propósitos enunciados na Carta de Aalborg, que apontam a necessidade de gerir sustentadamente o capital natural – atmosfera, solo, água e florestas. Tal pressuposto, implica a leitura total e sistémica das sub-bacias de drenagem, em consonância com as configurações e variações dos tecidos urbanos, com a consciência de que a generalização de um modo de agir estandardizado pode, provavelmente, comprometer os pressupostos de sustentabilidade que em primeira ordem deveriam ser garantidos por essas intervenções.

A adaptação de soluções específicas para as diferentes circunstâncias abrangidas pela Área de Estudo permitiu resolver os diversos problemas existentes de forma eficaz, respondendo às necessidades e complexidades de cada espaço. Em simultâneo levou-se sempre em consideração o contexto global em que cada uma das situações estudas individualmente (Espaços de Logradouro e Linhas de Drenagem Urbana) se insere, e o modo como interagem entre si, entendendo-as como catalisadoras e dinamizadoras de formas sustentáveis de desenvolvimento urbano.
Por outro lado, prevê-se tirar o melhor partido da presença da água enquanto elemento compositivo e plástico, gerador e qualificador do espaço arquitectónico urbano, a partir de soluções muito simples que poderão ser quase integralmente viabilizados por custos de renovação de infra-estruturas, já com evidentes problemas de funcionamento ou mesmo em rotura.

As soluções previstas passaram, também, pelo equacionar da legislação existente e a forma em que esta poderia ser melhorada e apurada. As estratégias de intervenção no espaço público urbano e sobretudo nos logradouros pressupõem uma negociação vantajosa através de Estratégias de Compensação e procura incentivos para a sua implementação com as comunidades locais, entendendo o seu envolvimento como determinante para a sua efectivação. Apontam, também para a manipulação dos logradouros enquanto elementos fundamentais na regeneração urbana, entendendo que estes podem cumprir um fim social a vários níveis, desde os que incluem o recreio urbano como os que possibilitem o apoio à economia familiar (p. ex. através de hortas urbanas), e paralelamente o seu contributo para o bem comum, num recurso fundamental para a vida urbana.

As conclusões obtidas, sublinham a importância de desenvolver estudos comparativos a partir de critérios uniformes, noutras zonas da cidade, que possam vir a servir de indicadores de referência para intervenções em tecidos urbanos de carácter similar, entendendo-se a transversalidade destes estudos como premissa fundamental na sua eficácia e abrangência, aos seus vários níveis.

9. BIBLIOGRAFIA

Abreu, M. M. e Pena, S., 2007. Conceitos Base de Alguns Sub-sistemas da Paisagem. Sub-sistema Geologia – Geomorfologia. In *Estrutura Ecológica da Paisagem. Conceitos e Delimitação – Escala Regional e Municipal*, Magalhães, M. R.; Abeu, M. M.; Lousã, M. e Cortez, N. (coord.), pp. 47-52. ISA Press, Lisboa.

Alfaiate, M.T.A., 2000. *Expressão do Valore do Sítio na Paisagem*. Tese de Doutoramento em Arquitectura Paisagista. Instituto Superior de Agronomia, Lisboa. 225 pp.

Alfaiate, M. T. A. (coord.); Quintino, M. I.; Plácido, I.; Moura, C., 2001. *Enquadramento de Dados do Projecto I&D: Al_Hama – Metodologia de Integração das Águas Subterrâneas no Planeamento e Gestão Sustentáveis de Paisagens Urbanas.* PowerPoint de Apresentação.

Alfaiate, M. T. A. E Ribeiro, L. (coord.); Mendes, P.; Botequilha, A., e Ferreira, H. 2004. *Al_Hama – Metodologia de Integração das Águas Subterrâneas no Planeamento e Gestão Sustentáveis de Paisagens Urbanas*. O Caso de Estudo do Bairro de Alfama, Lisboa. Projecto I&D Fundação para a Ciência e Tecnologia POCI/GEO/60942/2004.

Cancela d'Abreu, A.; Pinto-Correia, T., e Oliveira, R., 2004. *Contributos para a Identificação e caracterização da Paisagem em Portugal Continental*. Volume IV – Grupos de Unidades de Paisagem K (Maciço Calcário da Estremadura) a Q (terras do Sado). Colecção Estudos 10, DGOTDU, Lisboa. 270 pp.

Christensen, A. J., 2005. *Dictionary of Landscape Architecture and Construction*. The McGraw-Hill Companies, Inc., United States of America. 479 pp.

Cosgrove, D., 1999. Liminal Geometry and Elemental Landscape: Construction and Representation. In. *Recovering Landscape. Essays in Contemporary Landscape Architecture*, Corner, J. (ed.). Princeton Architectural Press, New York. 287pp.

Cortez, N., 2007. Conceitos Base do Alguns Sub-Sistemas da Paisagem. Sub-sistema Solo. In *Estrutura Ecológica da Paisagem. Conceitos e Delimitação – Escala Regional e Municipal*, Magalhães, M. R.; Abeu, M. M.; Lousã, M. e Cortez, N. (coord.), pp. 52-57. ISA Press, Lisboa.

Declaração n.º 265/97 (2.ª série). Regulamento do Plano de Urbanização do Núcleo Histórico da Mouraria. Diário da República. II Série. N.º 239, 12643.

Decreto-Lei n.º 93/90, de 19 de Março. Reserva Ecológica Nacional. Diário da Republica. I Série – N.º 65, ANEXO III.

Ferguson, B. K., 2002. Stormwater management and stormwater restoration. In *Handbook of Water Sensitive Planning and Design*. Integrative Studies in Water Management and Land Development, France, R. L. (ed.), pp 11-28. Lewis Publishers, United States of América.

France, R. L. (ed.), 2002. *Handbook of Water Sensitive Planning and Design*. Integrative Studies in Water Management and Land Development. Lewis Publishers, United States of América. 699 pp.

FAO, (2006). *World Reference Base For Soil Resources 2006.* A framework for international classification, correlation and communication. FAO publications, Roma. 132 pp.

Gehl, J. e Gemzøe, I., 2002. *Novos Espaços Urbanos*. Edição: Gostavo Gil, SA, Barcelona. 263 pp.

Instituto da Água, 1999. *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tejo*. 1ª Fase – Análise e Diagnóstico da Situação de Refereência. Volume III – Análise. 1 – Caracterização Geral da Bacia Hidrográfica. Ministério do Ambiente, Lisboa. 100 pp.

Jellicoe, G. e Jellicoe, S., 2000. *El Paisaje Del Hombre*. La Configuración del Entrono desde la prehistoria hasta nuestros días. Gustavo Gili, Barcelona. 408 pp.

Liptan, T. and Murase, R. K., 2002. Water Gardens as Stormwater Infrastructure (Portland, Oregon). In *Handbook of Water Sensitive Planning and Design*. Integrative Studies in Water Management and Land Development, France, R. L. (ed.), pp 125-153. Lewis Publishers, United States of América.

Lynch, K., 1996. *A Imagem da Cidade*. Edições 70, Lisboa. 205 pp.

Magalhães, M. R., 2001. *A Arquitectura Paisagista. Morfologia e Complexidade*. Editorial Estampa, 1ª Edição, Lisboa. 525 pp.

Magalhães, M. R., 2007. Conceitos Base do Planeamento Ambiental. In *Estrutura Ecológica da Paisagem. Conceitos e Delimitação – Escala Regional e Municipal*, Magalhães, M. R.; Abeu, M. M.; Lousã, M. e Cortez, N. (coord.), pp. 25-46. ISA Press, Lisboa.

Magalhães, M. R., 2007b. Escala Regional – Área Metropolitana de Lisboa. In *Estrutura Ecológica da Paisagem. Conceitos e Delimitação – Escala Regional e Municipal*, Magalhães, M. R.; Abeu, M. M.; Lousã, M. e Cortez, N. (coord.), pp. 71-101. ISA Press, Lisboa.

McCuen, R. H., 1998. *Hydrologic Analysis and Design*. Second Edition. Pearson Education – Prentice-Hall International (UK) Limited, London. 814 pp.

Miranda, P. M. A., 2001. *Meteorologia e Ambiente*. Fundamentos de Meteorologia, Clima e Ambiente atmosférico. Universidade Aberta, Lisboa. 321 pp.

Morgado, S., 2005. *Protagonismo de la ausencia. Interpretación urbanística de la formación metropolitana de Lisboa desde lo desocupado*. Tese de doutoramento, Departament d'Urbanisme i Ordenació del Territori – Universidade Politécnica da Cataluña, Barcelona. 100 pp.

Norberg-Schulz, C., 1975. *Existencia, Espacio y Arquitectura*. Editorial Blume, Espanha. 135 pp.

Oliveira, L. M. (coord.), 1984. *Lexicoteca – Moderna Enciclopédia Universal*. Tomo I – A/ANA. Circulo de Leitores, Lisboa. 286pp.

Pais, J.; Moniz, C.; Cabral, J.; Cardoso, J.; Legoinha, P.; Machado, S.; Morais, M. A.; Lourenço, C.; Ribeiro, M. L.; Henriques, P. e Falé, P., 2006. *Carta Geológica de Portugal na escala de 1:50 000. Notícia Explicativa da Folha 34-D Lisboa* (2ª Edição). Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, Lisboa. 74pp.

Palha, M.L.P., 2006. *Interiores de Quarteirão/Logradouros: Que Programa de Intervenção*. Relatório do Trabalho de Fim de Curso da Licenciatura em Arquitectura Paisagista. Instituto Superior de Agronomia, Lisboa. 48 pp.

Pena, S. B. A. N., 2008. *Modelo de Permeabilidade e Máxima Infiltração no Contexto da Estrutura Ecológica: A sua importância no Planeamento Municipal e no Desenho Urbano*. Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Ordenamento do Território e Planeamento Ambiental. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa. 125 pp.

Pereira, A. R., 2003. Geografia Física e Ambiente. In *Atlas Metropolitano de Lisboa*, Tenedório, J. A. (Coord.), pp. 45-65. Edições da Área Metropolitana de Lisboa, Lisboa.

Quintino, M. I., 2007. *A Água Enquanto Matéria Construtora no Projecto de Arquitectura Paisagista*. Trabalho de Fim de Curso da Licenciatura de Arquitectura Paisagista. Instituto Superior de Agronomia, Lisboa. 52 pp.

Resolução do Conselho de Ministros n.º 94/94. Plano Director Municipal de Lisboa. 1ª Publicação. Diário da República. I Série-B. N.º 226, 5916.

Ribeiro, L. P. F., 1992. *Sistemas de água em composição Paisagística. Aspectos estéticos e técnicos*. Instituto Superior de agronomia, Lisboa. 42 pp.

Roque, M.; Ferreira, M. A.; Castro, A., 2003. *Geologia – Geologia 12º ano*. Edição Revista e Actualizada. Porto Editora, Porto. 427 pp.

Scheekloth, L. H., 1994. Notions of the Inhabited. In *Ordering Space: Types in Architecture and Design*, Franck, K.A. e Schneekloth, L.H. (eds.), 41-60. Van Nostrad Reinhold, New York.

Silva, A. D.; Gtamaxo, F.; Santos, M. E.; Mesquita, A. F., 1999. *Terra Universo de Vida – Ciências da Terra e da Vida*. Porto Editora, Porto. 320 pp.

Spellmam, C., 2003. *Re-envisoining Lanscape / Architecture*. Actar and Catherine Spellmam, Barcelona. 294 pp.

Távora, S.F.L.M., 2007. *Vazios Urbanos – Logradouros: Para a intervenção nos espaços intersticiais do tecido urbano consolidado.* Relatório do Trabalho de Fim de Curso da Licenciatura em Arquitectura Paisagista. Instituto Superior de Agronomia, Lisboa. 61 pp.

Telles, G. R. (coord.), Magalhães, M. R., Alfaiate, M. T. A., 1997. *Plano Verde de Lisboa*. Componente do Plano Director Municipal de Lisboa. Edições Colibri, Lisboa. 197 pp.

Thomas, D., 2002. *Architecture and the Urban Environment. A Vision for the New Age*. Architectural Press, Oxford. 224 pp.

Vasconcelos, J. C., 1969. *Noções Sobre a Morfologia Externa das Plantas Superiores*. Série: Estudos e Informação Técnica nº25. 3ª Edição Ministério da Economia, Direcção Geral dos Serviços Agrícolas, Lisboa. 227 pp.

Vaz, L. e Mangorrinha, J., 2005. *Levantamento da Planta de Lisboa: 1904-1911 – Sob a direcção do Eng. Silva Pinto*. Câmara Municipal de Lisboa. Departamento de Património Cultural. Arquivo de Lisboa, Lisboa. 322 pp.

Viegas, I. M. (coord.) e Tojal, A. A., 2000. *Atlas da Carta Topográfica de Lisboa – Sob a direcção de Filipe Folque: 1856 – 1858*. Catálogos do Arquivo Municipal de Lisboa. Câmara Municipal. Departamento de Património Cultural. Arquivo Municipal de Lisboa, Lisboa. 119 pp.

9.1 REVISTAS E OUTRAS PUBLICAÇÕES PERIÓDICAS

Alfaiate, M.T.A., 2008. A Água Enquanto Matéria Construtora da Paisagem. Alfama, Parte 1. *Arquitectura e Vida*, **nº 94**: 50-55.

Alfaiate, M. T. A., 2011. Paisagem In Prevista. A Água Enquanto Matéria Construtora de Espaço – Do Logradouro ao Tecido Urbano. *Arquitectura Paisagista*, **nº 7 –** Junho a Dezembro: 4-7

9.2 ARTIGOS ON-LINE

_.Água Subterrânea. Disponivel em: http://www.geocities.com/Athens/Forum/5265/subterra.htm. Acesso a: Janeiro de 2008

_ Carta Geológica de Portugal. Disponível em: http://sites.google.com/site/geologiaebiologia/carta-geol%C3%B3gia-de-portugal. Acesso a: Julho de 2011

_. Clima de Lisboa. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Lisboa#Clima. Acesso a: Janeiro de 2011

_. "Estrutura", in *Dicionário Priberam da Língua Portuguesa*, 2010. Disponível em: http://www.priberam.pt/lpo/dlpo.spx?pal=estrutura. Acesso a: Junho de 2010

_. Geologia de Lisboa. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Lisboa#Geologia. Acesso a: Novembro de 2010

_ Place de la Bourse. Disponível em: Disponível em: http://corajoudmichel.nerim.net/index.html

_ Projecto de Urnabinazação do Casco Antigo de Banyoles. Disponível em: http://www.miasarquitectes.com/cmsFiles proyectos/Casco_Antiguo_de_Banyoles.pdf

_. Sete Colinas de Lisboa. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Sete_Colinas_de_Lisboa. Acesso a: Dezembro de 2010

_. Tales de Mileto. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Tales_de_Mileto. Acesso a: Janeiro de 2011

Almeida, C., Mendonça, J. J. L., Jesus, M. R. e Gomes, A. J., 2000. Sistemas Aquíferos de Portugal Continental. Edição Online do SNIRH em parceria com o Centro de Geologia e o Instituto da Água. Disponível em: http://snirh.pt/snirh/download/aquiferos_PortugalCont/Introducao_Orla_Ocidental .pdf. Acesso a: Maio de 2010

Aprovação do Plano de Urbanização da Avenida da Liberdade e Zona Envolvente. Aviso n.º 15825/2009, de 9 de Setembro. Disponível em: http://pdm.cm-lisboa.pt/VigorPDM_Documentos/ pualze.pdf. Acesso a: Fevereiro de 2011.

Câmara Municipal de Lisboa. Julho de 2009. Revisão do Plano Director Municipal de Lisboa – Relatório da Proposta Preliminar – Sumário Executivo V. Estrutura Ecológica Municipal. 11 pp. Disponível em: http://pdm.cm-lisboa.pt/RevPDM_Documentos/V_Estrutura_ecologica.pdf. Acesso a: Setembro de 2009

Câmara Municipal de Lisboa. Fevereiro de 2010. Revisão do Plano Director Municipal. Relatório de Caracterização Biofísica de Lisboa no âmbito da Revisão do Plano Director Municipal de Lisboa. Disponível em: http://pdm.cm-lisboa.pt/RevPDM_Documentos/Relatorio_sintese_Caracterizacao_ Biofisica.pdf. Acesso a: Março de 2011

Carta das Cidades Europeias para a Sustentabilidade. Disponível em: http://www.cm-condeixa.pt/departamentos/ambiente/CARTAAALBORG.pdf. Acesso a: Fevereiro de 2010

Dicionário Priberam da Língua Portuguesa Online. Definição de Pré-socratico. Disponível em: http://www.priberam.pt/dlpo/default.aspx?pal=pré-socrático. Acesso a: Setembro de 2011

Instituto Geológico e Mineiro, 2001. Água Subterrânea: Conhecer para Preservar o Futuro. Instituto Geológico e Mineiro. Disponível em: http://e-Geo.ineti.pt/geociencias/edicoes_online/diversos/agua _subterranea/indice.htm. Acesso a: Janeiro de 2010

Instituto Geológico e Mineiro. Léxico de Termos Geológicos. Disponível em: http://e-geo.ineti.pt/bds/lexico_geologico/default.aspx?. Acesso a: Janeiro de 2010

Oliveira, P. E., Ramos, C. 2002. Inundações na cidade de Lisboa Durante o Século XX e os seu s factores agravantes. 22 pp. Disponível em: http://www.ceg.ul.pt/finisterra/numeros/2002-74/74_02.pdf. Acesso a: Setembro de 2009

ANEXO

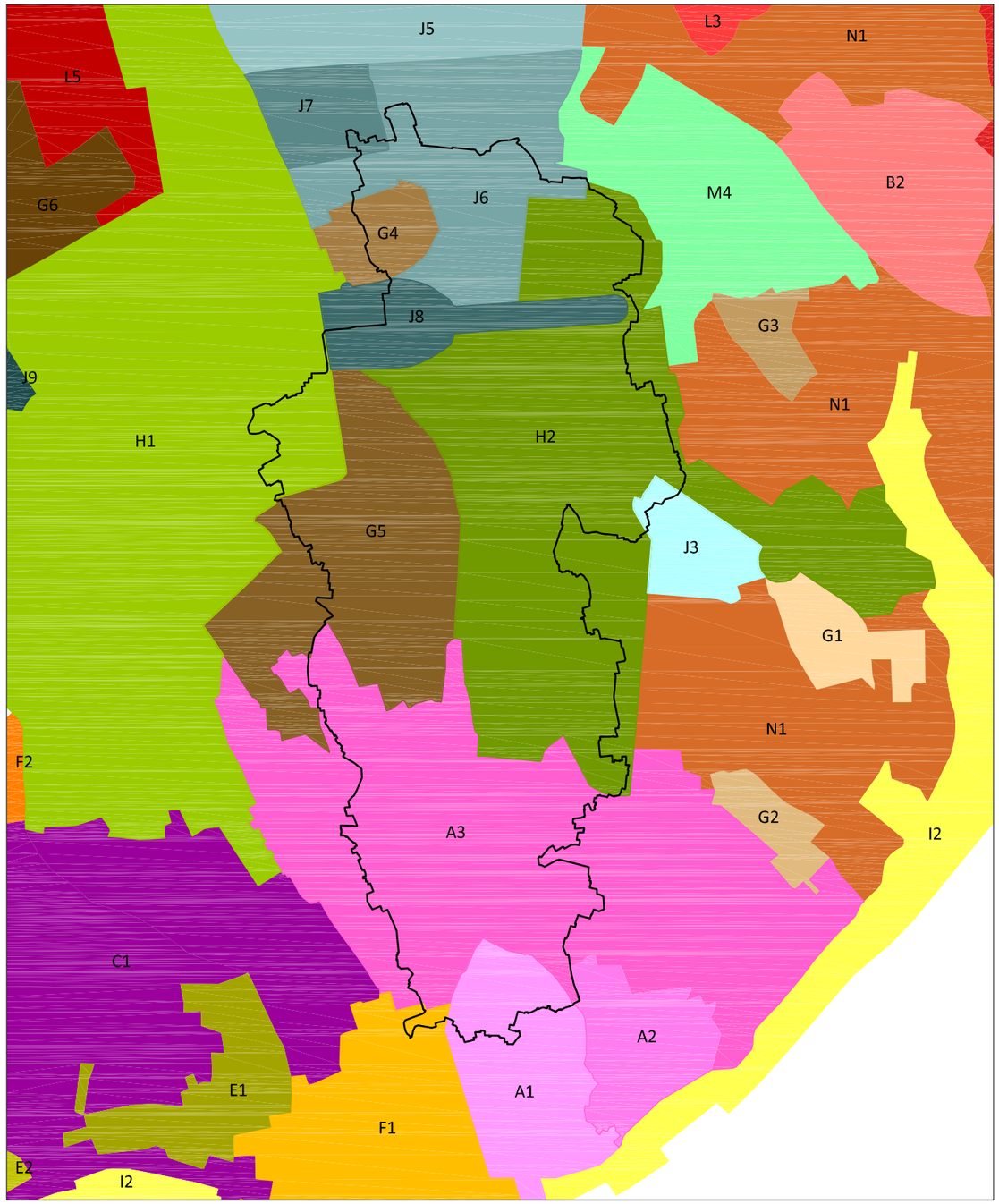
MAPAS DE APOIO

ANEXO I

1. MAPAS DE APOIO

1.1 MAPA 1 – CARTA LITOLOGICA DE PORTUGAL CONTINENTAL

1.2. MAPA 2 – CARTA DE IDENTIDADE URBANA



Limite da Área de Estudo

A1 - Malha orgânica com génese concêntrica (séc. XII a XVII)
A2 - Malha orgânica com génese linear polarizada (sec. XV a XVIII)
A3 - Malha orgânica com génese linear (séc. XV a XVIII)

B2 - Arrabaldes Históricos - Chelas

C - Áreas muito afectadas pelo terramoto de 1755 e reconstruidas parcialmente em periodo Pombalino

E1 - Primeiros Planos (séc. XVI) - Bairro Alto / Santa Catarina
E2 - Primeiros Planos (séc. XVI) - Madragoa

F1 - Áreas Pombalinas, 1º Plano (Baixa / Chiado e Rua do Alecrim)
F2 - Áreas Pombalinas - Bairro das Amoreiras

G1 - Conj. Urbano Alto de S. João
G2 - B. Operário Calçada do Barbadinho
G3 - B. da Calçada da Picheleira
G4 - B. Arco do Cego
G5 - B. Camões / Estefânea
G6 - B. de Santos (ao Rego)

H1 - Conjunto Urbano das Avenidas
H2 - Almirante Reis e Penha de França

I2 - Frente Ribeirinha, 1ª Industrialização (finais do séc. XIX, séc. XX)

J3 - Conj. Urbano à Praça Paiva Couceiro
J5 - B. Alvalade
J6 - Conj. Urbano Avenida de Roma / Areeiro
J7 - Conj. Urbano Campo Pequeno
J8 - Conj. Urbano Técnico / Alameda
J9 - B. Azul

L3 - Conj. Urbano Chelas / Parque Oriental
L4 - Conj. Urbano Chelas (zona J)
L5 - Cidade Universitária

M4 - Conj. Urbano das Olaias

N1 - Áreas em mutação urbana - Chelas

CARTA IDENTIDADE URBANA

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

AUTORA:
Inês Vasques da Silva Plácido

DESIGNAÇÃO:
Carta de Identidade Urbana - Adapatada do Plano Verde de Lisboa (Telles *et al.*, 1997)

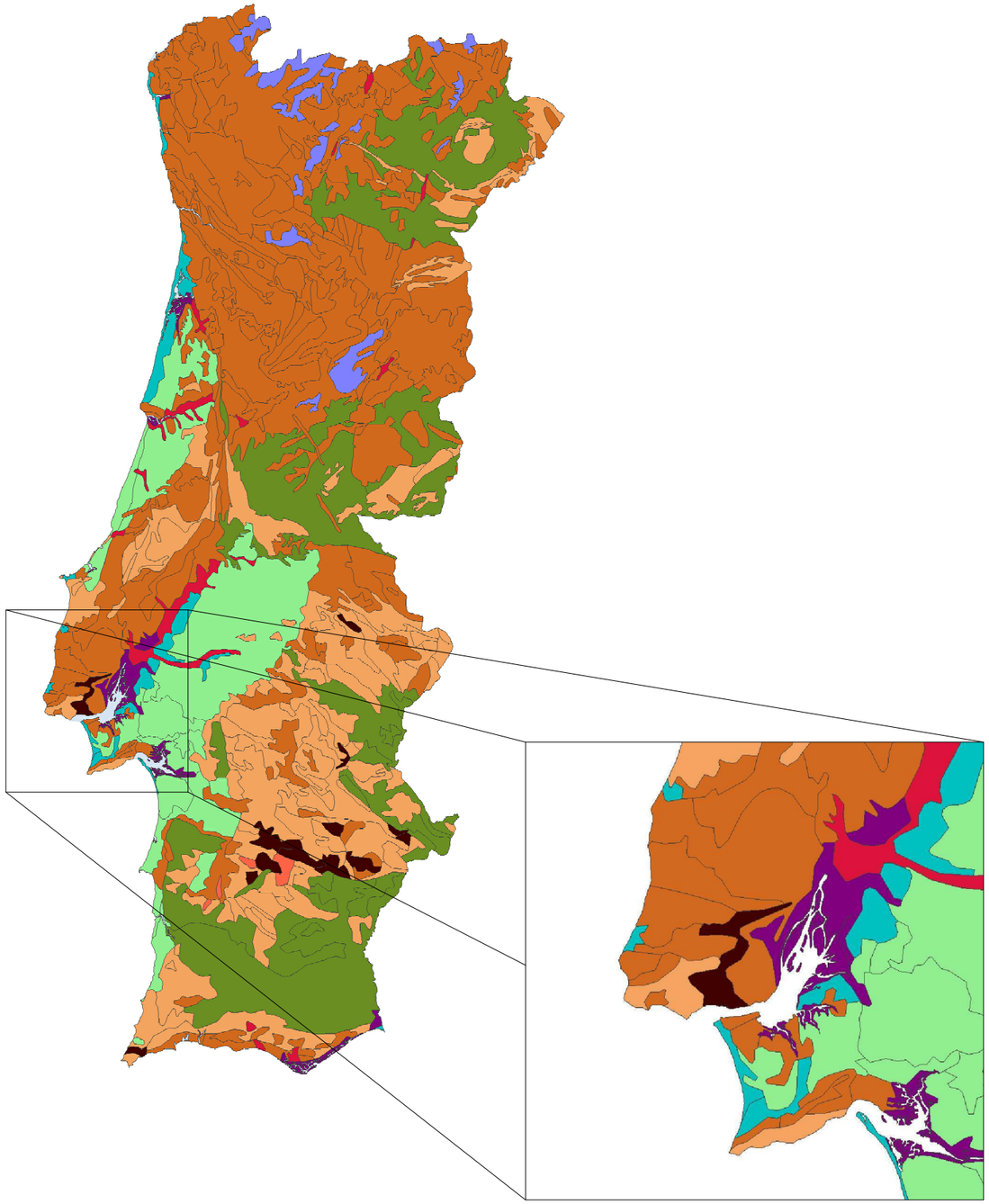
MAPA nº:
1

ÁREA DE ESTUDO:
Vale da Avenida Almirante Reis - Lisboa

DATA:
SET. 2011

CARTA LITOLÓGICA

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO



- Cambissolos
- Fluvissolos
- Litossolos
- Luvissolos
- Planossolos
- Podzois
- Rankers
- Regossolos
- Solonchaks
- Vertissolos

0 30 60m

Carta Litológica de Portugal à escala 1:1.000.000

0 15 30m

Litologia da Região de Lisboa à escala 1:500.000

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

AUTORA:
Inês Vasques da Silva Plácido

DESIGNAÇÃO:
Carta Litológica de Portugal Continental - Adaptado do Atlas do Ambiente Digital

ÁREA DE ESTUDO:
Vale da Avenida Almirante Reis - Lisboa

DATA:
SET. 2011

MAPA nº:
2

2. BIBLIOGRAFIA

Carta Litológica de Portugal Continental. Disponível em: http://sniamb.apambiente.pt/webatlas/. Acesso a: Novembro de 2010

Telles, G. R. (coord.), Magalhães, M. R., Alfaiate, M. T. A., 1997. *Plano Verde de Lisboa*. Componente do Plano Director Municipal de Lisboa. Edições Colibri, Lisboa. 197 pp.

ANEXO II

CARACTERIZAÇÃO DAS FORMAÇÕES GEOLÓGICAS

ANEXO II

1. CARACTERIZAÇÃO DAS FORMAÇÕES GEOLÓGICAS

A caracterização das várias formações geológicas presentes na Área de Estudo é fundamental para determinar o comportamento destas rochas na presença da água, uma vez que é a textura e a estrutura destes substratos que influenciam a porosidade e permeabilidade, parâmetros importantes na determinação das áreas com maior capacidade de infiltração. Assim, com o objectivo de obter o maior número de informações que permitissem a classificação hidrogeológica das formações, fez-se uma caracterização sumária referente a cada um destes substratos tendo em conta a sua estratigrafia[1].

1.1 PERÍODO QUATERNÁRIO

Época Holocénica

- Aluviões e/ou aterros – a

  As aluviões constituem sedimentos formados por argila, limo, areia, cascalho ou material detrítico afim, depositado por águas correntes (Roque *et al*., 2003).

  Na região de Lisboa, constituem formações de litologia sedimentar muito recentes, pouco consolidadas e muito heterogéneas, onde se encontram materiais de matriz areno-argilosa com articulações lodosas ou essencialmente arenosas ou argilosas. Em alguns destes depósitos podem também encontrar-se matérias de granulometria mais grosseira e pouco rolados, desde seixos a blocos, predominantemente de natureza basáltica[2].

  Ocorrem ao longo das principais linhas de água de Lisboa (Vales da ribeira de Algés, de Alcântara, de Benfica, do Campo Grande, da Baixa, da Avenida Almirante Reis, de Chelas, etc.) (Pais *et al*., 2006).

1.2. PERÍODO TERCIÁRIO – Neogénico

Época Miocénica – Idade Burdigaliano

- Areias com *Placuna Miocenica* – M_{Pm}

  Este substrato é composto por areias fluviais, argilas arenosas e por areias com pirolustite (MnO_2) (Cabral, 2007). Estas areias, como o nome indica, possuem fósseis de *Placuna miocenica*[3]. No topo, podem ainda surgir areias de ambientes deltaícos e areias dunares (Cabral, 2007).

- Calcários de Casal Vistoso – M_{CV}

  Os Calcário de Casal Vistoso pertencem ao Burdigaliano (data de 17,88 Ma.) e são compostos por calcários mais ou menos arenosos, ricos em moluscos e algas rodófitas (Pais *et al*., 2006). Trata-se essencialmente de uma bancada carbonatada, gresosa, por vezes grosseira, apresentando uma espessura máxima de 12m (Cabral, 2007). Esta formação aflora sobretudo na área de Alfama, Castelo de São Jorge, Graça, Penha de França e Areeiro (Pais *et al*., 2006).

- Areias da Quinta do Bacalhau – M_{QB}

  As Areias de Quinta do Bacalhau pertencem ao Burdigaliano e são constituídas por areias do tipo fluvial e por argilas de planícies de inundação. No topo, possui bancos de ostras intercaladas[4]. Segundo Pais *et al.* (2006)

[1] A Estratigrafia diz respeito ao estudo das rochas estratificadas, de forma a determinar correlações e ajudando a estabelecer a história da evolução geológica a nível local, regional e mundial. Disponível em: http://e-geo.ineti.pt/bds/lexico_geologico/default.aspx?letra=E

[2] http://www.cm-odivelas.pt/extras/pdm/anexos/Vol_4_1/V4.1_I_CaracterizacaoBiofisica.pdf

[3] http://pt.wikipedia.org/wiki/Lisboa#Geologia

[4] Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Lisboa#Geologia

constituem depósitos progradantes, relativamente espessos (até 35 m), de areias arcósicas fluviais, com bancadas de argilitos correspondentes a canais e a depósitos pelíticos de planície de inundação. Os afloramentos estendem-se, na região de Lisboa, entre o Castelo de S. Jorge, a Graça, a Penha de França, o Arreiro, o Campo Grande e o Lumiar (Pais *et al*., 2006).

- Argilas de Forno do Tijolo – M_{FT}

  As Argilas de Forno do Tijolo são datadas do Burdigaliano. São compostas por areias de carácter argiloso, por siltitos e por grés finos, com muitos fósseis que são intercalados por biocalcarenitos de aparição rara[5]. Segundo Pais *et al.* (2006) correspondem à maior transgressão do Burdigaliano. Apresentam uma espessura máxima de 30m (Cabral, 2007). Afloram entre o Terreiro do Trigo, a colina do Castelo de S, Jorge, Este da Avenida Almirante Reis, Areeiro, Alvalade, Campo Grande, Telheiras e Carnide (Pais *et al*., 2006).

- Calcários de Entrecampos ("Banco Real") – M_{Ec}

  Os Calcários de Entrecampos constituem uma formação que, no topo, é coberta por areia de granulosidade fina e por siltitos argilosos, e mais profundamente apresenta biocalcarenitos finamente arenosos com grande quantidade de moldes de moluscos[6]. As areias finas e siltitos argilosos do topo apresentam cor cinzenta. Afloram num faixa estreita, com espessura máxima de 10m (Cabral, 2007) entre Alfama, a Avenida Almirante Reis, Campo Grande e Carnide (Pais *et al*., 2006).

- Areolas da Avenida da Estefânia – M_{Es}

  As Areolas de Avenida da Estefânia são constituídas, na base, por areias e grés argilosos. Possui também areias argilosas micáceas com fósseis de *Chlamys pseudopandorae*. No topo destas areolas existem biocalcarenitos[7]. Afloram na região de Lisboa, desde Carnide até à Baixa (Pais *et al*., 2006), apresentando uma espessura máxima de 70m (Cabral, 2007).

- Camadas dos Prazeres – M_{Pr}

  As Camadas de Prazeres datam do Aquitaniano até ao Burdigaliano inferior. São compostas por argilas intercaladas por margas calcárias com fósseis de *Venus riberoi* e por níveis carbonosos. No topo podem ser encontradas argilas avermelhadas com canais formados por ostreídeos[8]. Atinge uma espessura máxima de 45m (Cabral, 2007).

2. BIBLIOGRAFIA

Cabral, M. 2007. Contributo para o conhecimento do património geológico no conselho de Lisboa. Relatório de Final de Curso Pós-graduado de Especialização em Geologia Aplicada. 41 pp. Disponível em: http://geologia.fc.ul.pt/PosGrad/EstudosCaso0708/ManuelCabral_Apresentacao1.pdf. Acesso a: Outubro de 2010

Pais, J.; Moniz, C.; Cabral, J.; Cardoso, J.; Legoinha, P.; Machado, S.; Morais, M. A.; Lourenço, C.; Ribeiro, M. L.; Henriques, P. e Falé, P., 2006. *Carta Geológica de Portugal na escala de 1:50 000. Notícia Explicativa da Folha 34-D Lisboa* (2ª Edição). Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, Lisboa. 74pp.

Roque, M.; Ferreira, M. A.; Castro, A., 2003. *Geologia – Geologia 12º ano*. Edição Revista e Actualizada. Porto Editora, Porto. 427 pp.

[5] Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Lisboa#Geologia
[6] Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Lisboa#Geologia
[7] Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Lisboa#Geologia
[8] Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Lisboa#Geologia

ANEXO III

ESTUDO E DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE DECLIVES

ANEXO III

1. ESTUDO E DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE DECLIVES

Na construção da *Carta de Declives*, para além da aptidão às várias actividades humanas (Magalhães, 2001), e do comportamento da água nas diferentes situações de vertente (Pena, 2008), foram, ainda, tomadas algumas considerações de forma a classificar as áreas de Logradouro, onde não foi possível obter informação acerca da sua implantação altimétrica. Para estes casos optou-se por atribuir uma classe de declives semelhante à das suas áreas contíguas, recorrendo, sempre que possível à ferramenta *Bird's eye* do Bing Maps[1] e à visualização do terreno em 3D disponível no Google Maps[2], de forma a confirmar as várias classificações e a determinar a ocorrência de situações de excepção.

Por outro lado, uma vez que não se dispunha das cotas de implantação dos lanços de escadas que surgem ao longo das várias encostas, e na ausência de informação acerca das cotas a que se desenvolvem os respectivos patamares, consideraram-se as seguintes situações, para a atribuição das classes de declives nestas áreas:

- Assumiu-se que todos os patamares (ou plataformas de espera) não poderiam ultrapassar os 8% de declive, atribuindo a estas situações uma classe de declives de 3-8%;
- Para os lanços de escada que se desenvolvem entre situações cuja implantação altimétrica é conhecida, foram considerados os desníveis médios existentes;
- Para os lanços de escada que se desenvolvem entre áreas cujas cotas são desconhecidas, optou-se por assumir uma classificação de declives de 8-12%.

Por fim, para o conhecimento da distribuição das diferentes classes de declives consideradas, tanto no contexto total da Área de Estudo, como em cada Sub-bacia de 2ª Ordem definida, procedeu-se à determinação das suas representatividades aos dois níveis, expressas no seguinte Quadro:

	Classes				
	0 – 3%	3 – 8%	8 – 12%	12 – 25%	>25%
Área de Estudo (total)	**31,67%**	**14,29%**	**4,00%**	**2,46%**	**1,57%**
Sub-bacia de 2ª Ordem					
Nº 1	39,11%	19,65%	5,93%	1,10%	0,25%
Nº 2	28,43%	12,53%	3,41%	3,26%	2,95%
Nº 3	29,67%	14,37%	1,91%	0,85%	0,04%
Nº 4	24,87%	12,77%	4,55%	3,06%	3,23%
Nº 5	41,82%	12,83%	3,21%	1,38%	0,47%
Nº 6	25,51%	13,20%	5,63%	2,06%	1,22%
Nº 7	29,59%	16,07%	4,67%	3,31%	0,72%
Nº 8	26,03%	10,75%	2,47%	5,43%	1,80%
Nº 9	27,49%	11,40%	5,29%	5,72%	5,56%

2. BIBLIOGRAFIA

Magalhães, M. R., 2001. *A Arquitectura Paisagista. Morfologia e Complexidade*. Editorial Estampa, 1ª Edição, Lisboa. 525 pp.

[1] http://www.bing.com/maps/
[2] http://maps.google.pt/

Pena, S. B. A. N., 2008. *Modelo de Permeabilidade e Máxima Infiltração no Contexto da Estrutura Ecológica: A sua importância no Planeamento Municipal e no Desenho Urbano*. Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Ordenamento do Território e Planeamento Ambiental. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa. 125 pp.

ANEXO IV

DETERMINAÇÃO DA PERMEABILIDADE POTENCIAL

ANEXO IV

1. DETERMINAÇÃO DA PERMEABILIDADE POTENCIAL

A elaboração da *Carta da Permeabilidade Potencial* foi conseguida através do cruzamento da *Carta de Declives* com a *Carta da Permeabilidade do Solo e Subsolo*. Para tal, construiu-se uma matriz (ver Quadro 1) com os valores de permeabilidade atribuídos tanto aos vários intervalos de declives (ver tabela 1) como aos diferentes substratos geológicos (ver tabela 2), onde se procedeu à correlação entre estas duas realidades, obtendo-se cinco classes de Permeabilidade Potencial.

Tabela 1 – Valores de Permeabilidade atribuídos às Formações Geológicas

Formações Geológicas	Permeabilidade
Aluviões	Muito Alta
Areias com *Placuna Miocenica*, Calcários de Casal Vistoso, Calcários de Entrecampos e Aréolas da Avenida da Estefânia	Alta
Areias da Quinta do Bacalhau	Moderada
Argilas do Forno de Tijolo e Argilas de Prazeres	Baixa

Tabela 2 – Valores de Permeabilidade atribuídos às Classes de Declives consideradas

Classes de Declives	Permeabilidade
0 – 3%	Muito Alta
3 – 8%	Alta
8 – 12%	Moderada
12 – 25%	Baixa
> 25%	Muito Baixa

Quadro 1 – Matriz – Declives vs. Permeabilidade do Solo e Subsolo

	Solo e Subsolo			
Declives	Muito Alta	Alta	Moderada	Baixa
Muito Alta	Muito Alta	Muito Alta	Alta	Moderada
Alta	Muito Alta	Alta	Alta	Moderada
Moderada	Alta	Alta	Moderada	Baixa
Baixa	Moderada	Moderada	Baixa	Baixa
Muito Baixa	Moderada	Moderada	Baixa	Muito Baixa

Foi com base nesta matriz que se procedeu à classificação dos diferentes espaços vazios inseridos no contexto da Sub-bacia Hidrográfica da Avenida Almirante Reis, quanto à sua potencialidade para a infiltração das águas pluviais.

ANEXO V

PONDERAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE LOGRADOUROS

ANEXO V

1. PONDERAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE LOGRADOUROS

Como já foi exposto ao longo deste trabalho, uma das formas de responder aos actuais problemas relacionados com os escoamentos superficiais no contexto da cidade, assenta na promoção da infiltração das águas pluviais em profundidade sempre que as características do espaço o permitam. Simultaneamente, nas áreas onde os processos de infiltração não são tão expressivos, é fundamental encontrar soluções que favoreçam a retenção das águas ao nível do solo e subsolo, com o objectivo de aumentar o tempo de retorno destas, ao sistema de drenagem superficial. É ainda necessário gerir a fracção das águas que, por razões específicas de cada local não são infiltradas nem retidas, acumulando-se à superfície, sendo, na maioria das vezes, rapidamente lançadas para o sistema de drenagem superficial.

Como também já foi referido, os espaços de logradouro podem, consoante as suas características, ter influência na quantidade de água que:

- É infiltrada e que recarrega o aquífero;
- É retida no solo ou ao nível radicular (podendo ser devolvida à atmosfera através dos processos de evapotranspiração);
- É devolvida para o sistema de drenagem superficial, sobrecarregando-o;

Como é, sobretudo, ao nível dos interiores de quarteirão que podemos intervir de forma eficiente, esta metodologia foi desenvolvida com o objectivo de definir as áreas de logradouro mais representativas para os processos de infiltração, de retenção/evapotranspiração e de colecção das águas pluviais.

Este Metodologia assenta em três princípios fundamentais:
- no total de Áreas de Infiltração presentes em cada Sub-bacia de 2ª Ordem, que determinam, à partida, a maior ou menor eficiência destas Sub-bacia na infiltração das águas pluviais;
- na Permeabilidade Real dos vários espaços de Logradouro, que define a maior ou menor capacidade que cada uma destas áreas apresenta para a recarga dos aquíferos;
- na representatividade dos logradouros com baixa, media e alta permeabilidade real, no contexto de cada Sub-bacia de 2ª Ordem.

1.1 CLASSIFICAÇÃO DAS SUB-BACIAS DE 2ª ORDEM – ANÁLISE DE DADOS

Numa primeira fase deste estudo, procedeu-se à classificação das Sub-bacias de 2ª Ordem em três classes, segundo a percentagem total de Áreas de Infiltração que cada uma integra (ver Quadro 1).

Para a Classificação das Sub-bacias de 2ª Ordem, consideraram-se os seguintes intervalos de percentagem de Áreas de Infiltração:

- 13 a 17% - Baixa Eficiência na infiltração
- 17 a 21% - Média Eficiência na Infiltração
- 21 a 25% - Alta Eficiência na infiltração

Quadro 1 – Classificação das Sub-bacias de 2ª Ordem, segundo a percentagem de Áreas de Infiltração.

Sub-bacia de 2ª Ordem	Área Total da Sub-bacia	Total de Áreas de Infiltração	Percentagem de Áreas de Infiltração	Eficiência para a infiltração das águas pluviais
Nº 1	501.067 m²	92.932 m²	18,54%	Média
Nº 2	756.055 m²	108.370 m²	14,31%	Baixa
Nº 3	431.825 m²	55.559 m²	12,87%	Baixa
Nº 4	270.478 m²	39.367 m²	14,46%	Baixa
Nº 5	422.193 m²	94.784 m²	22,33%	Alta
Nº 6	156.598 m²	20.489 m²	13,08%	Baixa
Nº 7	359.055 m²	65.112 m²	18,55%	Média
Nº 8	98.972 m²	13.997 m²	14,14%	Baixa
Nº 9	160.136 m²	40.339 m²	26,65%	Alta

Assim, segundo esta classificação, as Sub-bacias de 2ª Ordem mais eficientes, no contexto do Vale da Avenida Almirante Reis, são a Sub-bacia nº 9 e a Sub-bacia nº 5. A estas seguem-se (com moderada eficiência) as Sub-bacias nº 1 e nº 7. Por fim, as restantes Sub-bacias de 2ª Ordem são classificadas com baixa eficiência, sendo que, as menos eficientes (considerando apenas a percentagem de Áreas de Infiltração) são as Sub-bacias nº 3 e 6.

Tendo esta abordagem em conta, numa segunda fase, considerou-se a distribuição das Classes de Permeabilidade Real, no contexto de cada Sub-bacia Hidrográfica de 2ª Ordem, contabilizando todos os espaços verdes, tanto ao nível dos Logradouros, como ao nível do espaço público (ver Quadro 2).

Quadro 2 – Representatividade das diferentes classes de Permeabilidade Real ao nível das Sub-bacia de 2ª Ordem.

	Permeabilidade Real		
Sub-bacia de 2ª Ordem	Alta	Média	Baixa
Nº 1	16,26%	1,95%	0,33%
Nº 2	5,98%	4,61%	3,72%
Nº 3	9,94%	2,72%	0,21%
Nº 4	7,10%	3,94%	3,42%
Nº 5	21,07%	1,26%	0,00%
Nº 6	7,14%	4,93%	1,05%
Nº 7	15,92%	1,93%	0,70%
Nº 8	6,85%	5,49%	1,81%
Nº 9	13,54%	6,67%	6,44%

Da análise destes dados, concluiu-se que é ao nível da Sub-bacia de 2ª Ordem nº 5 que se registam maiores capacidades para a infiltração das águas pluviais, uma vez que esta apresenta a maior percentagem de Áreas de Infiltração com alta permeabilidade real no contexto do Vale da Avenida Almirante Reis. Seguem-se, a esta, as Sub-bacias nº 1 e nº 7, que correspondem a situações com média percentagem de Áreas de Infiltração, bem como a Sub-bacia nº 9 que, por sua vez, é aquela que apresenta maior percentagem de Áreas de Infiltração, no contexto geral.
Por fim, dentro do grupo das Sub-bacias de 2ª Ordem de baixa eficiência surgem, por ordem decrescente, as Sub-bacias nº 3, nº 6 e nº 4, sendo as Sub-bacias nº 8 e nº 2 as que apresentam menor capacidade para a recarga dos aquíferos, no contexto geral da Áreas de Estudo.

Assim, reunindo estas informações, podemos concluir que a Sub-bacia nº 5 corresponde à situação que mais contribui para a infiltração das águas pluviais, para a recarga dos aquíferos e, simultaneamente, para a diminuição dos escoamentos superficiais. A esta segue-se a Sub-bacia nº 9 por ser a que apresenta maior percentagem de Áreas de Infiltração, com uma importante presença de espaços com alta permeabilidade real.

As Sub-bacias nº 1 e nº 7, apesar de classificadas com moderada eficiência, oferecem uma percentagem determinante de Logradouros com permeabilidade real alta, que contribuem de forma indiscutível para a recarga dos aquíferos, não apresentando áreas com média ou baixa permeabilidade real, muito significativas.

Já no caso das restantes Sub-bacias de 2ª ordem as conclusões não são tão esclarecedoras. Por um lado, temos as Sub-bacias nº 3 e nº 6, que apresentam as menores percentagens de Áreas de Infiltração no contexto geral, mas onde predominam espaços com alta permeabilidade real. Por outro lado, temos o caso das Sub-bacias nº 4 e nº 2, cuja distribuição das diferentes classes de permeabilidade real é mais equilibrada. E por fim, o caso da Sub-bacia nº 8 que, em termos de percentagem de Áreas de Infiltração se aproxima dos dois últimos casos (Sub-bacia nº4 e nº 2), mas que ao nível da representatividade das diferentes classes de permeabilidade se assemelha às situações das Sub-bacias nº 3 e nº 6.

1.2 PONDERAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS ESPAÇOS DE LOGRADOURO – ANÁLISE DE DADOS

1.2.1 CLASSIFICAÇÃO DOS ESPAÇOS DE LOGRADOURO

De forma a remeter as deduções anteriores para o contexto da Áreas de Estudo, focámos a nossa atenção na distribuição das classes de Permeabilidade Real, considerando unicamente os espaços de logradouro (ver Quadro 3).

Quadro 3 – Representatividade das diferentes classes de Permeabilidade Real ao nível das Sub-bacias de 2ª Ordem, considerando apenas os espaços de Logradouro.

	Permeabilidade Real		
Sub-bacia de 2ª Ordem	Alta	Média	Baixa
Nº 1	6,05%	1,02%	0,27%
Nº 2	2,93%	2,17%	3,13%
Nº 3	3,65%	0,43%	0,00%
Nº 4	3,18%	2,35%	3,22%
Nº 5	10,48%	0,98%	0,00%
Nº 6	5,00%	4,13%	0,95%
Nº 7	5,88%	0,97%	0,69%
Nº 8	3,93%	4,17%	1,81%
Nº 9	10,75%	4,46%	6,32%

Assim, foi possível identificar a importância que, cada conjunto destes espaços (logradouros com alta, média ou baixa permeabilidade) tem, não só no contexto de cada Sub-bacia de 2ª Ordem, como também no âmbito global do Vale da Avenida Almirante Reis.

Com a análise destes dados e sua sistematização, determinaram-se diferentes graus de representatividade para cada conjunto de Logradouros (ver Quadro 4) e, consequentemente, procedeu-se à sua classificação (ver Quadro 5 e 6), tendo como base a Ponderação anteriormente realizada.

Posteriormente, realizou-se o estudo mais detalhado da distribuição das classes de Permeabilidade Real, ao nível da área total que os espaços de Logradouro ocupam (por Sub-bacia de 2ª Ordem), de forma a determinar a representatividade destas classes no contexto específico dos interiores de quarteirão (Quadro 7).

Quadro 4 – Determinação dos vários graus de representatividade, no contexto geral da Áreas de Estudo.

	Percentagem de ocupação	Ponderação
Logradouros com Alta Permeabilidade Real	2 a 5% - Baixa Representatividade	**Poucas Áreas com Alta Permeabilidade**
	5 a 8% - Média Representatividade	**Algumas Áreas com Alta Permeabilidade**
	8 a 11% - Alta Representatividade	**Muitas Áreas com Alta Permeabilidade**
Logradouros com Média Permeabilidade Real	0 a 2% - Baixa Representatividade	**Poucas Áreas com Média Permeabilidade**
	2 a 4% - Média Representatividade	**Algumas Áreas com Média Permeabilidade**
	4 a 6% - Alta Representatividade	**Muitas Áreas com Média Permeabilidade**
Logradouros com baixa Permeabilidade Real	0 a 2% - Baixa Representatividade	**Poucas Áreas com Baixa Permeabilidade**
	2 a 4% - Média Representatividade	**Algumas Áreas com Baixa Permeabilidade**
	4 a 6% - Alta Representatividade	**Muitas Áreas com Baixa Permeabilidade**

Quadro 5 – Representatividade de cada conjunto de Logradouros, no contexto global da Área de Estudo.

	Representatividade		
Sub-bacia de 2ª Ordem	Logradouros com Alta Permeabilidade	Logradouros com Média Permeabilidade	Logradouros com Baixa Permeabilidade
Nº 1	Média	Baixa	Baixa
Nº 2	Baixa	Média	Média
Nº 3	Baixa	Baixa	-
Nº 4	Baixa	Média	Média
Nº 5	Alta	Baixa	-
Nº 6	Alta	Alta	Baixa
Nº 7	Média	Baixa	Baixa
Nº 8	Baixa	Alta	Baixa
Nº 9	Alta	Alta	Alta

Quadro 6 – Classificação dos espaços de Logradouro, segundo as suas potencialidades.

	Classificação		
Sub-bacia de 2ª Ordem	Logradouros com Alta Permeabilidade	Logradouros com Média Permeabilidade	Logradouros com Baixa Permeabilidade
Nº 1	Potencial para a Infiltração	Potencial para a Colecção	Potencial para a Colecção
Nº 2	Potencial para a Retenção	Potencial para a Retenção	Potencial para a Colecção
Nº 3	Potencial para a Retenção	Potencial para a Colecção	-
Nº 4	Potencial para a Retenção	Potencial para a Retenção	Potencial para a Colecção
Nº 5	Potencial para a Infiltração	Potencial para a Colecção	-
Nº 6	Potencial para a Infiltração	Potencial para a Infiltração	Potencial para a Colecção
Nº 7	Potencial para a Infiltração	Potencial para a Colecção	Potencial para a Colecção
Nº 8	Potencial para a Retenção	Potencial para a Infiltração	Potencial para a Colecção
Nº 9	Potencial para a Infiltração	Potencial para a Infiltração	Potencial para a Retenção

Quadro 7 – Representatividade das diferentes classes de Permeabilidade Real ao nível da área total dos Logradouros.

	Permeabilidade Real		
Sub-bacia de 2ª Ordem	Alta	Média	Baixa
Nº 1	82,39%	13,94%	3,66%
Nº 2	35,65%	26,38%	38,06%
Nº 3	89,57%	10,43%	0,00%
Nº 4	36,35%	26,89%	36,76%
Nº 5	91,44%	8,56%	0,00%
Nº 6	49,58%	40,94%	9,47%
Nº 7	78,06%	12,82%	9,11%
Nº 8	39,66%	42,10%	18,24%
Nº 9	49,93%	20,73%	29,34%

Face a todos os dados recolhidos, podemos concluir que:

1. **Ao nível das Sub-bacias de 2ª Ordem com maior eficiência para a infiltração**:
   - A Sub-bacia nº 5, apesar de não ser a que apresenta maior percentagem de Áreas de Infiltração (dentro deste conjunto), é aquela que oferece maior percentagem de Logradouros com Permeabilidade Real Alta (cerca de 91% dos logradouros, que correspondem a 10% da área total da Sub-bacia), contribuindo de uma forma inquestionável para a infiltração das águas pluviais e para a recarga dos aquíferos. As restantes áreas de Logradouro (cerca de 9%, que equivalem a aproximadamente 1% desta Sub-bacia de 2ª Ordem) correspondem a espaços com Permeabilidade Real Média, não se verificando a ocorrência de logradouros com baixa permeabilidade real. Estas áreas com média permeabilidade real correspondem a situações dispersas dentro da sub-bacia e com baixa representatividade, sendo por esse motivo consideradas como determinantes para os processos de colecção.
   - A Sub-bacia nº 9 é aquela que apresenta maior percentagem de Áreas de Infiltração no contexto geral da Área de Estudo. Contudo apenas metade das áreas que correspondem a logradouros (aproximadamente 50%) apresentam alta permeabilidade real. A outra parcela de logradouros engloba áreas com média ou baixa permeabilidade real, sendo esta última classe mais predominante (cerca de 29% dos logradouros com baixa permeabilidade real). Ainda assim, como se trata da Sub-bacia de 2ª Ordem com maior percentagem de Áreas de Infiltração, onde metade dos logradouros apresenta alta permeabilidade real (correspondendo aproximadamente a 11% da área total da Sub-bacia), estes interiores de quarteirão são igualmente determinantes para a realização dos processos de infiltração e recarga dos aquíferos.

     No que diz respeito aos espaços com média permeabilidade real, é importante referir que, no seu total, correspondem a uma área considerável (bastante superior à do caso anterior) no contexto geral do Vale a Avenida Almirante Reis. Assim, e apesar de cada logradouro, individualmente, não apresentar a capacidade máxima de permeabilidade, no seu conjunto têm um papel importante para a infiltração da água e diminuição dos escoamentos superficiais. Da mesma forma, se levarmos em conta a percentagem de ocupação que os Logradouros com baixa permeabilidade real apresentam nesta Sub-bacia, podemos admitir que no seu conjunto, são pontos importantes, não só para a colecção das águas pluviais, como para a retenção destas se forem adoptadas soluções que maximizem este processo.

2. **Ao nível das Sub-bacias de 2ª Ordem com média eficiência para a infiltração**:
   - A Sub-bacia nº 1, dentro deste conjunto, é aquela que apresenta maior percentagem de Áreas de Infiltração e, simultaneamente, maior percentagem de Logradouros com Permeabilidade Real Alta (cerca de 82% dos logradouros, correspondendo a 6% da área da Sub-bacia), tendo um importante contributo para a infiltração das águas pluviais e para a recarga dos aquíferos. As restantes áreas de Logradouro que se encontram nesta Sub-bacia de 2ª Ordem, correspondem a espaços com Permeabilidade Real Média e Baixa, sendo esta última classe a menos representativa (apenas cerca de 4% dos logradouros).

     No que diz respeito aos espaços em interior de quarteirão com média permeabilidade real, estes não apresentam uma área conjunta muito expressiva (aproximadamente 1% da área total da Sub-bacia) e, por este motivo, o seu papel para a infiltração das águas não surge tão relevante como na situação anterior (Sub-bacia de 2ª Ordem nº 9). O mesmo sucede com os logradouros que apresentam baixa permeabilidade real, e que no seu conjunto correspondem a uma área muito reduzida (menos de 1% do total da Sub-bacia). Devido à baixa representatividade destas duas situações, considera-se que para o efeito, estes logradouros terão uma contribuição mais determinante ao nível da colecção das águas pluviais.

- A Sub-bacia nº 7, apresenta uma percentagem de Áreas de Infiltração ligeiramente menor, bem como uma percentagem igualmente menor de logradouros com Permeabilidade Real Alta (cerca de 78%) que o caso anterior. Verifica-se também um pequeno aumento da percentagem de logradouros com baixa permeabilidade real (cerca de 9% dos logradouros). Contudo, podemos considerar que esta Sub-bacia de 2ª Ordem, ao nível da representatividade das várias classes de permeabilidade real, é bastante semelhante à anterior, uma vez que os logradouros com alta permeabilidade ocupam praticamente a mesma percentagem de área da Sub-bacia (cerca de 6%, como no caso anterior), contribuído de igual forma para a infiltração das águas pluviais. O mesmo sucede com os logradouros com média e baixa permeabilidade real, que devido às áreas pouco representativas que ocupam, terão um papel mais expressivo nos processos de colecção das águas pluviais ou de escorrência.

3. **Ao nível das Sub-bacias de 2ª Ordem com baixa eficiência para a infiltração**:
   - A Sub-bacia nº 4 é aquela que apresenta maior percentagem de Áreas de Infiltração, considerando apenas as restantes Sub-bacias de 2ª Ordem integradas neste conjunto. Contudo, podemos observar que as percentagens de ocupação das várias classes de permeabilidade real (Alta, Média e Baixa) nesta Sub-bacia são muito semelhantes, não ocorrendo uma predominância acentuada de nenhuma delas (ao contrário do que se tem verificado nas Sub-bacias analisadas até aqui). Mesmo assim, são os espaços de logradouro com permeabilidade real baixa que têm maior presença (cerca de 37%, que correspondem a 3% da área total da Sub-bacia), o que nos leva a concluir que esta Sub-bacia não é determinante para a recarga dos aquíferos.
     Os logradouros com alta permeabilidade real (cerca de 36%), correspondem a uma área não muito expressiva no contexto geral (cerca de 3% da área da Sub-bacia) e por este motivo, não é ao nível da infiltração que estes espaços se destacam, mas sim ao nível dos processos de retenção das águas pluviais. Por sua vez, os logradouros com média permeabilidade real, ocupam no seu conjunto uma área moderada ao nível do Vale da Avenida Almirante Reis. Por este motivo, constituem espaços fundamentais para a realização de processos de retenção das águas pluviais, facultando a diminuição do tempo de retorno destas águas ao sistema de escoamento superficial. No caso das áreas de logradouro com baixa permeabilidade real, que de igual forma ocupam uma área moderada, determinou-se que a sua representatividade é determinante apenas ao nível da colecção das águas pluviais.
   - A Sub-bacia nº 2, como já vimos, corresponde ao caso menos eficiente na infiltração e recarga dos aquíferos, cuja representatividade das classes de permeabilidade é bastante semelhante à da Sub-bacia nº 4, ocorrendo da mesma forma, uma ligeira predominância de espaços de logradouro com baixa permeabilidade real (cerca de 38%, correspondendo a 3% da área total da Sub-bacia). Assim, determinou-se que, tal como no caso anterior, os logradouros com alta e média permeabilidade real, terão no seu conjunto um papel importante ao nível da retenção das águas pluviais, enquanto que os logradouros com baixa permeabilidade real serão determinantes para a sua colecção.
   - A Sub-bacia nº 8, distingue-se de todos os casos até aqui abordados, por apresentar uma predominância de espaços de logradouro com média permeabilidade real (cerca de 42% dos logradouros, que corresponde a 4% da áreas total da sub-bacia). Por este motivo, e por representarem uma área expressiva no seu conjunto, estes logradouros constituem importantes pontos para a recarga dos aquíferos. Já no caso dos logradouros com permeabilidade real alta, cuja ocupação não é tão representativa no contexto global, apesar de manterem as suas características de espaços de infiltração, no seu conjunto serão determinantes, sobretudo ao nível da retenção das águas pluviais. Por fim no que respeita aos logradouros que apresentam baixa

permeabilidade real, considera-se que a sua representatividade é reduzida, constituindo por isso pontos onde a colecção de água será a principal solução a adoptar.

- A Sub-bacia nº 6, por sua vez, apresenta uma percentagem de logradouros com alta permeabilidade real que corresponde a metade do total destes espaços (cerca de 50% dos logradouros, que representam 5% da Sub-bacia) tendo por isso um papel relevante na infiltração e recarga dos aquíferos. No que respeita aos logradouros com média permeabilidade real, estes correspondem a uma área considerável (cerca de 4% da área total da Sub-bacia) que no seu conjunto são também importantes para a infiltração das águas pluviais. Já os logradouros com baixa permeabilidade real, correspondem no seu total, a uma área pouco representativa, contribuindo de forma mais expressiva na colecção das águas pluviais.
- Por fim, a Sub-bacia nº 3, caracteriza-se por ser a única Sub-bacia, integrada no conjunto das sub-bacias coma baixa eficiência para a recarga dos aquíferos, que não apresenta áreas de logradouro com baixa permeabilidade real. Contudo, no contexto geral da Área de Estudo, esta é a Sub-bacia de 2ª Ordem com menor percentagem de áreas de infiltração, o que de alguma forma condiciona as potencialidades dos logradouros que nela se inserem. De facto, no contexto do Vale da Avenida Almirante Reis, o conjunto das áreas de alta permeabilidade desta Sub-bacia não é tão representativo, e por este motivo, apesar delas contribuírem para a infiltração das águas, é sobretudo ao nível dos processos de retenção que se irão distinguir. O mesmo sucede com os espaços de logradouro com média permeabilidade real, que por corresponderem a uma área pouco representativa, constituem pontos essenciais para a colecção das águas pluviais.

ANEXO VI

LINHA DE ESCOAMENTO PREFERENCIAL, LINHAS ADUTORAS E PONTOS DE CONFLUÊNCIA

ANEXO VI

1. LINHA DE ESCOAMENTO PREFERENCIAL, LINHAS ADUTORAS E PONTOS DE CONFLUÊNCIA

Tal como já tínhamos referido, a Linha de Drenagem Preferencial, que percorre a Sub-bacia Hidrográfica no sentido Norte-Sul, inicia-se no troço final da Avenida de Roma (no sentido Norte-Sul), atravessa a Praça de Londres e toda a Avenida Guerra Junqueiro em direcção à Alameda D. Afonso Henriques, onde sofre um desvio, passando a correr sobre a Avenida Almirante Reis. Do cruzamento da Avenida Almirante Reis com a Rua Marques da Silva, surge a 1ª Situação de Excepção, onde o sentido de drenagem toma uma direcção perpendicular à direcção dominante, passando a correr sobre esta mesma rua. No final deste percurso, ocorre uma inflexão pronunciada no encontro da Rua Marques da Silva com a Rua de Arroios, passando o escoamento superficial a realizar-se mais uma vez no sentido dominante (Norte-Sul), até à 2ª Situação de Excepção. Esta última ocorre com o cruzamento da Rua de Arroios com a Rua Francisco Foreiro e termina com o encontro desta rua com a Rua do Regueirão dos Anjos, que marcam mais uma forte inflexão no percurso da água. A partir daqui as águas pluviais vão percorrer toda a linha ancestral (Rua do Regueirão dos Anjos e Rua dos Anjos) até ao largo do Intendente Pina Manique, readquirindo um pouco do seu carácter mais meandrizado. No seu troço final, a linha de água principal, volta a alinhar-se com a Avenida Almirante Reis, correndo sobre a Rua da Palma para chegar, ao longo do Largo do Martim Moniz (sobre a Rua da Nossa Senhora da Saúde) e por fim atravessando toda a Rua João das Regras, até chegar à Praça da Figueira.

Todos os arruamentos que contribuem directamente com a descarga de águas pluviais em pontos específicos (Pontos de Confluência) da Linha de Drenagem Principal, são considerados Linhas Adutoras Principais – quando correspondem a Linhas de água urbanas principais – ou Linhas Adutoras Secundárias – quando dizem respeito a Linhas de água urbanas secundárias.

Os Adutores Principais identificados na Sub-bacia Hidrográfica da Avenida almirante Reis são (de Norte para Sul): Adutor **A**, que percorre toda a Rua Carlos Mardel até à Alameda D. Afonso Henriques, terminando na Avenida almirante Reis; Adutor **B**, que corre sobre a Rua da Estefânia, Largo da Estefânia e a Rua Pascal de Melo, inflectindo para a Rua Aquiles Monteverde e percorrendo parte da Rua de Arroios até chegar à Rua Marques da silva; Adutor **C**, que se inicia na Rua Joaquim Bonifácio e se dirige para o Largo de Santa Barbara (passando pela Rua Jacinta Marta), ligando-se depois à Rua do Regueirão dos Anjos; Adutor **D**, que tem origem na Rua Ilha do Príncipe, atravessa a Praça da Novas Nações, inflectindo (já na Rua de Angola) para a Avenida Almirante Reis, percorrendo-a até que esta se cruze com a Rua do Regueirão dos Anjos; Adutor **E**, que parte dos Sapadores, percorre a Rua Angelina Vidal, bem como toda a Rua Maria da Fonte até chegar à Travessa do Maldonado (para onde inflecte), unindo-se por fim à Rua dos Anjos; Adutor **F**, que atravessa a Rua Gomes Freire até ao Campo Mártires da Pátria, seguindo na direcção do Largo do Mastro, percorrendo a Rua do Saco e a Rua Nova do Desterro para chegar por fim à Avenida Almirante Reis; o Adutor **G**, que se inicia no troço final da Travessa do Monte, segue pela Calçada do Monte até chegar à Rua das Olarias, onde inflecte para a Calçada Agostinha de Carvalho, percorrendo-a até à Rua do Benformoso, curvando por fim (quando chega à Rua dos Cavaleiros), na direcção do Martim Moniz; e o Adutor **H**, que parte do Largo Rodrigues de Freitas, segue pela Calçada de Santo André, Rua da Amendoeira e Rua da Guia até chegar ao Largo da Severa, cruzando-o na direcção da Rua do Capelão, e percorrendo a Rua da Mouraria até ao Largo da Nossa Senhora da Saúde, onde se liga à Linha de Drenagem Principal.

No que respeita aos Adutores Secundários presentes na Áreas de estudo, temos: Adutor **a**, que se inicia no complexo do Instituto Superior Técnico, percorre o troço final da Avenida António José de Almeida e a Alameda D. Afonso Henriques, até

chegar à Avenida almirante Reis; Adutor **b**, que parte da Avenida Manuel da Maia e segue para a Avenida almirante Reis (ao longo da Alameda D. Afonso Henriques); Adutor **c**, que percorre o troço final da Avenida Rovisco Pais, inflectindo para a Avenida Manuel da Maia na direcção da Rua António Pereira Carrilho, chegando por fim à Praça do Chile; Adutor **d**, que percorre a Rua Barão de Sabrosa e a Rua Morais Soares até chegar, também, à Praça do Chile; Adutor **e**, que segue pela Rua Marques da silva até que esta se cruze com a avenida almirante Reis; o Adutor **f**, que desce a Rua Cidade de Cardiff e a Rua Cidade de Liverpool, atravessando a Avenida Almirante Reis na direcção da Rua Francisco Foreiro, até chegar à Rua do Regueirão dos Anjos; o Adutor **g**, que percorre parte da Rua da Escola do Exercito na direcção do Largo Conde de Pombeiro, seguindo pela Calçada do Conde de Pombeiro, atravessando depois o troço final da Rua dos Anjos até chegar, mais uma vez, à Avenida Almirante Reis, e por fim, o Adutor **h**, que se inicia no Hospital de São José, segue pela Rua do Outeiro de São Lazaro e Rua de São Lazaro até ao encontro com a Rua Fernando da Fonseca.

Adicionalmente, foram identificados os vários Pontos de Confluência (de Norte para sul) que surgem na Sub-bacia Hidrográfica em estudo: o grande Ponto de Confluência (onde convergem três linhas adutoras – Adutor Secundário **a**, Adutor Principal **A** e Adutor Secundário **b**) que corresponde ao troço da Avenida Almirante Reis que cruza a Alameda D. Afonso Henriques; o Ponto que coincide com a Praça do Chile (onde mais dois adutores convergem com a Linha de Drenagem Principal – Adutores Secundários **c** e **d**); o cruzamento da Rua Marques da Silva (Adutor Secundério **e**) com a Avenida Almirante Reis, bem como o cruzamento do troço final da mesma rua com a Rua de Arroios (Adutor Principal **B**); o confronto da Rua Francisco Foreiro (Adutor Secundário **f**) com a Rua do Regueirão dos Anjos; a ligação do Largo de Santa Barbara (Adutor Principal **C**) com a Rua do Regueirão dos Anjos; a confluência desta ultima rua com a Avenida Almirante Reis (Adutor Principal **D**), bem como a confluência da Rua dos Anjos (Adutor Secundário **g**) com a mesma Avenida; o encontro da Travessa do Maldonado (Adutor Principal **E**) com a Rua dos Anjos; o confronto da Rua Nova do Desterro (Adutor Principal **F**), mais uma vez, com a Avenida Almirante Reis; o cruzamento da Rua de são Lazaro (Adutor Secundário **h**) e da Rua dos Cavaleiros (Adutor Principal **G**) com a Rua Fernando da Fonseca, e por fim o encontro da Rua da Mouraria (Adutor Principal **H**) com a Rua da Nossa Senhora da Saúde, já no Largo do Martim Moniz.

Estes Pontos de Confluência, poderão constituir Pontos Críticos do Sistema onde as águas pluviais se acumulam rapidamente, dando origem a situações de cheia ou a problemas relacionados com os escoamentos superficiais, quer ao longo da Sub-bacia Hidrográfica da Avenida Almirante Reis, quer no contexto geral da Bacia Hidrográfica da Baixa. Contudo a definição de Pontos Críticos pressupõe a análise de outros parâmetros determinantes como os declives (perfil tridimensional), dimensão e forma dos canais de escoamento (perfil bidimensional), bem como a quantidade de água que chega efectivamente a cada um destes Pontos de Confluência.

ANEXO VII

ESTUDO BIDIMENSIONAL E TRIDIMENSIONAL DAS LINHAS DE DRENAGEM URBANA

ANEXO VII

1. ESTUDO BIDIMENSIONAL E TRIDIMENSIONAL DAS LINHAS DE DRENAGEM URBANA

1.1 ESTUDO DO PERFIL BIDIMENSIONAL

1.1.1 LARGURA MÉDIA DAS LINHAS DE DRENAGEM URBANA E SUA INFLUÊNCIA NO ESCOAMENTO SUPERFICIAL

Para a análise das Larguras médias das diferentes linhas de drenagem urbana (Linha de Escoamento preferencial e Linhas Adutoras) identificadas na Área de estudo, definiram-se vários intervalos de valores (0-5m, 5-10m, 10-15m, 15-20m, 20-25m, 25-30m, 30-40m e >40m) levando em conta as diferentes características dos tecidos que estas linhas atravessam. Com base nos intervalos de *Largura Média dos Arruamentos* considerados, realizou-se uma carta designada *Configuração Bidimensional – Largura Média das Linhas de Drenagem Urbana* (ver Peça nº 19, ANEXO X) que representa as variações dos perfis transversais nos vários canais de escoamento superficial, permitindo identificar os troços mais problemáticos e consecutivamente, as Linhas de Drenagem Urbana que podem revelar-se mais críticas, no contexto da Área de Estudo.

De forma a simplificar esta análise, agruparam-se os vários intervalos definidos, considerando a sua maior ou menor influência na velocidade dos escoamentos superficiais. Consecutivamente, identificaram-se os troços mais ou menos problemáticos, ao nível de cada linha de drenagem urbana e no contexto geral da Sub-bacia Hidrográfica da Avenida Almirante Reis (ver Quadro 1).

Quadro 1 – Influência da Largura Média dos arruamentos na velocidade dos escoamentos superficiais, e sua problemática.

Largura Média dos Arruamentos	Influencia no Escoamento Superficial	Problemática
0 a 5m	Velocidade de Escoamento Elevada	Situações mais problemáticas
5 a 15m	Velocidade de Escoamento Moderada	Situações moderadamente problemáticas
15 a 25m	Velocidade de Escoamento Reduzida	Situações menos problemáticas
> 25m	Velocidade de Escoamento muito reduzida	Situações ideais

Com base nos parâmetros definidos, analisaram-se as várias Linhas de Drenagem Urbana, no que respeita, apenas, à largura média dos vários troços que as compõem.

1.1.1.1 **Linha de Escoamento Preferencial**

Ao longo da Linha de Escoamento Preferencial, são muito raros os troços que apresentam larguras inferiores a 5m (ver Peça nº 24), sendo por isso, escassas as situações em que se registam velocidades de escoamento elevadas (considerando apenas o parâmetro "Largura"). Apesar disto, registam-se algumas situações com moderada problemática, que se encontram, sobretudo, ao nível dos troços ancestrais que a Linha de Drenagem Preferencial atravessa, tais como: todo o percurso que se inicia no cruzamento da Rua Marques da Silva com a Rua de Arroios e que segue pela Rua do Regueirão dos Anjos até chegar à Avenida Almirante Reis; o troço da Rua dos Anjos que parte do encontro da Avenida Almirante Reis com a Rua Andrade, e que vai até ao inicio do Largo do Intendente Pina Manique, e por fim, toda a Rua João das Regras.

Contudo, no contexto geral desta Linha, são mais representativos os troços que apresentam menores problemas ao nível da velocidade do escoamento superficial, havendo mesmo um predomínio das situações consideradas ideais, caracterizadas por velocidades de escoamento muito reduzidas. Assim, e considerando apenas o parâmetro "Largura", a Linha de Drenagem Preferencial, não é de todo, a mais problemática no contexto geral da Área de Estudo.

1.1.1.2 **Linhas Adutoras (Principais e Secundárias)**

É sobretudo ao nível das Linhas adutoras que se regista a existência mais representativa de troços muito estreitos, que definem canais de escoamento muito tencionados, e onde as velocidades de escorrência das águas pluviais serão necessariamente maiores (ver Peça nº 23, ANEXO X). Estas situações ocorrem, sobretudo: na ligação do Adutor Principal **C**, com a Linha de Drenagem Preferencial; no troço final do Adutor Principal **E** (ao longo da Travessa do Maldonado); em parte do Adutor Secundário **h** (no cotovelo originado pelo encontro da Travessa do Hospital com a Rua do Outeiro de São Lazaro); no troço inicial do Adutor **G**, bem como ao longo da Rua do Benformoso, quase no final deste adutor; e em vários troços dispersos ao longo do Adutor Principal **H** (segmentos da Rua da Amendoeira e toda a Rua do Capelão).

No que diz respeito às situações de moderada problemática, onde ocorrem escoamento com velocidades moderadas, estas também tem bastante representatividade ao nível dos Adutores, surgindo principalmente: no troço inicial do adutor Secundário d, coincidindo com grande parte da Rua Barão de Sabrosa; em quase toda a extensão do Adutor Secundário **e**; nos troços que correspondem à Rua Pascal de Melo e parte da Rua de Arroios, por onde passa o Adutor Principal **B**; em quase toda a extensão do Adutor Secundário **f**; em segmentos iniciais do Adutor Principal **D**, que correspondem à Rua Ilha do Príncipe e a parte da Rua de Angola; em quase toda a extensão do Adutor Secundário **g**, bem como do Adutor Principal **E**; nos troços finais do Adutor Principal **F** (sobretudo ao nível da Rua Nova do Desterro); em grande parte do Adutor Secundário **h**, bem como do Adutor Principal **H**; e em quase toda a extensão do Adutor Principal **G**.

Por sua vez, o Adutor Principal **A**, o Adutor Secundário **b**, bem como o Adutor Principal **C**, apresentam-se com larguras médias muito constantes (entre os 15 e os 25m), que correspondem a situações onde a velocidade das águas de escorrência é reduzida, representando linhas de drenagem pouco problemáticas, considerando unicamente o parâmetro "largura". Por fim, as situações ideais onde o perfil transversal dos arruamentos apresenta larguras superiores a 25m, ocorrem sobretudo ao nível do Adutor Secundário a, do adutor Secundário c, bem como ao nível dos vários alargamentos que vão surgindo ao longo dos restantes adutores.

1.1.2 Forma / Desenvolvimento das Linhas de Drenagem Urbana e Sua Influência no Escoamento Superficial

A forma dos canais de escoamento (Perfil Longitudinal das Linhas de Drenagem Urbana) é um parâmetro representativo do escoamento superficial, podendo funcionar como um retardador ou promotor da velocidade desse mesmo processo. Como já foi referido, aos canais com desenvolvimento mais rectilíneo correspondem maiores velocidades de escoamento superficial, enquanto que, aos canais de traçado mais meandrizado, ou onde se verifica a ocorrência de inflexões, associam-se processos de escoamento superficial mais lentos. Estas últimas circunstâncias (canais meandrizados e/ou existência de inflexões) são as mais favoráveis para o controlo das águas de escorrência, pois têm uma função dissipadora da velocidade, que será mais ou menos eficiente consoante os ângulos estabelecidos entre os diferentes troços que constituem a linha de drenagem.

Procedeu-se, então, ao estudo do desenvolvimento da Linha de Drenagem Preferencial e das suas Linhas Adutoras (Principais e Secundárias) de forma a completar a análise Bidimensional destes canais.

1.1.2.1 **Linha de Escoamento Preferencial**

Observando a Linha de Drenagem Preferencial, podemos constatar que, apesar das alterações produzidas pela implantação progressiva da estrutura urbana, esta apresenta um desenvolvimento que se aproxima do seu antigo traçado natural, ou seja, mantém algumas das suas características mais meandrizadas (ver Peça nº 24, ANEXO X). Inicialmente, a Linha de Drenagem Preferencial apresenta um traçado curvilíneo (coincidente com o troço final da Avenida de Roma, com Praça de Londres e com a Avenida Guerra Junqueiro), ao qual se seguem duas inflexões (sendo a 2ª bastante pronunciada), que desempenham um papel retardador na escorrência das águas pluviais recolhidas na cabeceira da Sub-bacia Hidrográfica em estudo. Depois destas inflexões, verifica-se a presença de um troço com desenvolvimento rectilíneo, onde as águas pluviais podem ganhar maior velocidade, correspondendo a parte da Avenida Almirante Reis (desde a Alameda D. Afonso Henriques até ao Cruzamento desta avenida com a Rua Marques da Silva). Contudo a este troço rectilíneo, sucede uma sequência de inflexões bastante pronunciadas, que contribuem para a dissipação da eventual velocidade que o escoamento superficial adquire ao longo do percurso anterior (cruzamento da Avenida Almirante Reis com a Rua Marques da Silva; o cruzamento desta rua com a Rua de Arroios; o cruzamento da Rua de Arroios com a Rua Francisco Foreiro, e o encontro desta última com a Rua do Regueirão dos Anjos). Por fim, podemos considerar que todo o último segmento da Linha de Drenagem Preferencial se caracteriza pela presença de um traçado mais meandrizado (em parte determinado pelos percursos ancestrais que esta linha atravessa), ou seja, com funções dissipadoras da velocidade.

1.1.2.2 **Linhas Adutoras (Principais e Secundárias)**

No que diz respeito à forma e desenvolvimento das Linhas Adutoras, distinguiram-se três situações tipo, no contexto geral da Sub-bacia Hidrográfica da Avenida Almirante Reis:

- a zona Norte, onde as Linhas Adutoras apresentam um desenvolvimento, preferencialmente, rectilíneo e com quebras pouco numerosas mas muito prenunciadas, nomeadamente os Adutores Principais **A** e **B**, e os Adutores secundários **a**, **b**, **c** e **d**.
- a zona Central, cujas linhas adutoras tomam um desenvolvimento mais curvilíneo, apresentando algumas inflexões bem marcadas, tais como o Adutores Principais **C**, **D**, **E** e **F**, e os Adutores Secundários **e**, **f** e **g**.
- e a zona Sul, onde se verifica a presença de Linhas Adutoras de traçado mais curvilíneo e/ou meandrizado, com maior número de inflexões ao longo dos seus percursos, que dizem respeito aos Adutores Principais **G** e **H**, bem como ao Adutor Secundário **h**.

Somando estas duas análises, e no que respeita à Linha de Drenagem Preferencial, verifica-se que, os troços mais estreitos coincidem com traçados mais sinuosos, e que o troço mais rectilíneo apresenta uma largura média considerável. Estas circunstâncias permitem, de alguma forma, equilibrar a velocidade das águas de escorrência, num e noutro caso, o que nos leva a concluir que a Linha de Drenagem Preferencial, quanto ao seu perfil bidimensional, constitui o caso menos problemático de toda a rede de drenagem em estudo.

Já ao nível aos Adutores as situações que poderão revelar-se mais preocupantes, dizem respeito ao segmento inicial do Adutor Secundário **d**, e a um dos troços do Adutor Principal **B**, onde se verifica a ocorrência de arruamentos com desenvolvimento rectilíneo e, simultaneamente, com larguras consideradas moderadamente problemáticas.

Contudo o perfil bidimensional das linhas de drenagem, é apenas um dos parâmetros que influencia a velocidade dos escoamentos superficiais em meio urbano, por isso, para determinar com exactidão quais as linhas de drenagem mais problemáticas no contexto global da Sub-bacia Hidrográfica da Avenida Almirante Reis, será fundamental estudar o desenvolvimento tridimensional destes canais, bem como a quantidade de água que recolhem e transportam.

1.2 ESTUDO DO PERFIL TRIDIMENSIONAL

Para o estudo do perfil tridimensional dos diferentes canais de drenagem urbana (Linha de Escoamento preferencial e Linhas Adutoras), recorremos à análise detalhada da *Carta de Declives*, centrando a nossa atenção ao nível das várias linhas de drenagem identificadas na Sub-bacia Hidrográfica da Avenida Almirante Reis. Com base nesta análise, fez-se o levantamento dos declives ao longo do perfil longitudinal de cada Linha Adutora e da Linha de Drenagem Preferencial, representando-os num corte que traduz as diversas situações de escorrência das águas de drenagem (momentos de aceleração e desaceleração), permitindo identificar os troços mais problemáticos e consecutivamente, as Linhas de Drenagem Urbana que podem revelar-se mais críticas, no contexto da Área de Estudo.

De forma a simplificar esta análise, agruparam-se os vários intervalos de declives definidos, considerando a sua maior ou menor influência na velocidade dos escoamentos superficiais. Consecutivamente, identificaram-se os troços mais ou menos problemáticos, ao nível de cada Linha de Drenagem Urbana e no contexto geral da Sub-bacia Hidrográfica da Avenida Almirante Reis (ver Quadro 2).

Quadro 2 – Influência dos Declives Médios dos arruamentos na velocidade dos escoamentos superficiais, e sua problemática.

Largura Média dos Arruamentos	Influencia no Escoamento Superficial	Problemática
0 a 3%	Velocidade de Escoamento muito reduzida	Situações ideais
3 a 8%	Velocidade de Escoamento reduzida	Situações menos problemática
8 a 12%	Velocidade de Escoamento moderada	Situações moderadamente problemáticas
> 12%	Velocidade de Escoamento elevada	Situações Maios problemáticas

Com base nos parâmetros definidos, analisaram-se as várias Linhas de Drenagem Urbana, no que respeita, apenas, aos declives dos vários troços que as compõem e à forma como estes variam.

1.2.1 LINHA DE ESCOAMENTO PREFERENCIAL

Ao longo da Linha de Escoamento Preferencial, são muito raros os troços que apresentam Declives muito acentuados (ver Peça nº 24, ANEXO X), sendo por isso, escassas as situações em que se registam velocidades de escoamento elevadas (considerando apenas o parâmetro "declive"). Apesar disto, ainda podemos identificar duas situações ao longo desta linha de drenagem onde os declives são mais pronunciados, nomeadamente ao longo da Rua Marques da Silva (uma das Situações de Excepção identificadas na Linha de Drenagem Preferencial) e no troço da Rua dos Anjos que se segue ao cruzamento desta rua com a Avenida Almirante Reis. Contudo, no contexto geral, são mais representativos os troços que apresentam menores declives, e consequentemente menores problemas ao nível da velocidade dos escoamentos superficiais, havendo mesmo um predomínio das situações consideradas ideais (declives de 0-3%), caracterizadas por velocidades de escoamento muito reduzidas. Assim, e considerando apenas este parâmetro, a Linha de Drenagem Preferencial, não representa a situação mais problemática no contexto geral da Área de Estudo.

1.2.2 LINHAS ADUTORAS (PRINCIPAIS E SECUNDÁRIAS)

Mais uma vez, é ao nível das Linhas adutoras que se regista a existência mais representativa de troços muito declivosos, que definem canais de escoamento muito inclinados, e onde as velocidades de escorrência das águas pluviais serão necessariamente maiores (ver Peça nº 23, ANEXO X). Estas situações ocorrem, sobretudo: em alguns troços dos Adutores Secundários **b** e **c**; em segmentos do Adutor Secundário **d**, ao longo Rua Barão de Sabrosa; em grande parte do Adutor Secundário **e**; no troço do Adutor Secundário **f** que coincide com as escadarias da Rua Cidade de Liverpool; na ligação do

Adutor Principal **C** com a Rua do Regueirão dos Anjos; em parte do Adutor Principal **D**, coincidente com a Rua de Angola; no troço do Adutor Secundário **g** que corre sobre a Calçada do Conde de Pombeiro; no troço final do Adutor Principal **F**, que corresponde à Rua Nova do Desterro; ao longo do Adutor Secundário **h**; em quase toda a extensão do Adutor Principal **G**, e no segmento inicial do Adutor Principal **H**, coincidente com a Calçada de Santo André e parte da Rua das Amendoeiras.
No que diz respeito às situações de moderada problemática, onde ocorrem escoamento com velocidades moderadas, estas também têm bastante representatividade ao nível dos Adutores, surgindo principalmente: no troço final do Adutor Secundário **a**, coincidindo com parte da Alameda D. Afonso Henriques; em quase toda a extensão do Adutor Secundário **b**; em segmentos dispersos ao longo do Adutor Secundário **c**; no troço inicial do Adutor Secundário **d**, também coincidente com a Rua Barão de Sabrosa; em quase toda a extensão do Adutor Secundário **c**; em alguns troços do Adutor Principal **B**, ao longo da Rua Aquiles Monteverde; ao longo de grande parte do Adutor Secundário **f**; no troço que corresponde à Rua Jacinta Marta, do Adutor Principal **C**; mais uma vez ao longo da Rua de Angola, no Adutor Principal **D**; em alguns troços do Adutor Secundário **g**; em quase toda a extensão do Adutor Principal **E**; em alguns troços do Adutor Principal **F**; em quase toda a extensão do Adutor Secundário **h**, e em alguns segmentos dos Adutores Principais **G** e **H**.

Analisando estes dados, podemos observar que os Adutores Secundários **b** e **e** constituem os casos mais críticos no que respeita à análise do perfil tridimensional das Linhas de Drenagem Urbana, uma vez que apresentam em toda a sua extensão declives superiores a 8%, predominando, mesmo, os declives superiores a 12%.
Podemos concluir que, no geral, é ao longo das Linhas Adutoras (Principais e Secundárias), que se regista uma maior ocorrência de ruas com declives mais acentuados, onde a velocidade dos escoamentos será necessariamente maior, concorrendo, desta forma, para a rápida descarga das águas pluviais recolhidas (ao nível dos vários Adutores) sobre a linha de Drenagem Preferencial. Isto contribui, definitivamente, para a sobrecarga deste canal de drenagem, destabilizando os escoamentos superficiais que este apresentaria, se considerado isoladamente.

Contundo, será necessário cruzar esta abordagem com as conclusões retiradas da análise bidimensional, de forma a desvendar, de facto, quais os casos mais problemáticos.

1.3 PERFIL BIDIMENSIONAL VS. PERFIL TRIDIMENSIONAL

Para o cruzamento dos dados obtidos na leitura bidimensional e tridimensional das diversas Linhas de Drenagem Urbana, consideraram-se as simplificações feitas ao nível das duas abordagens (Quadro 1 e 2) e realizou-se um quadro final (Quadro 3) que sumariza a problemática existente, no que respeita à velocidade dos escoamentos superficiais.

Quadro 3 – Síntese da Problemática relativa à velocidade dos Escoamentos Superficiais

		Perfil Transversal			
		> 25m	15 a 25m	5 a 15m	< 5m
Declives Médios	0 a 3%	Mínima	Mínima	Baixa	Moderada
	3 a 8%	Mínima	Baixa	Moderada	Alta
	8 a 12%	Baixa	Moderada	Alta	Máxima
	> 12%	Moderada	Alta	Máxima	Máxima

Posteriormente, agruparam-se as várias classes obtidas, em três conjuntos – Situações Menos Problemáticas (Classe Mínima e Baixa), Situações Moderadamente Problemáticas (Classe Moderada) e Situações Mais Problemáticas (Classe Alta e Máxima) – e classificaram-se (com base nesta síntese) os diferentes troços que compõem as Linhas de Drenagem Urbana.

Desta forma, foi possível determinar os vários segmentos ao nível de cada Linha onde se verificam as condições mais criticas no que respeita à velocidade dos escoamentos superficiais, e determinar, no contexto da Área de Estudo, os canais de drenagem que, no seu conjunto, constituem os casos mais problemáticos a este nível.

Analisando a **Linha de Drenagem Preferencial**, podemos concluir que as situações mais problemáticas remetem para casos muito específicos ao longo deste canal e surgem associadas a situações de moderada problemática. Estas ocorrências verificam-se ao longo da Rua Marques da Silva e no troço da Rua dos Anjos que se segue ao cruzamento da Avenida Almirante Reis com esta rua. No que respeita, unicamente, às Situações de Moderada Problemática, registam-se apenas algumas ocorrências ao longo da Rua do Regueirão dos Anjos, relacionadas, fundamentalmente, com as larguras (perfil transversa) que o arruamento toma em determinados momentos.

No estudo realizado ao nível das **Linhas Adutoras** (ver Peça nº 23, ANEXO X) procedeu-se à contabilização das Situações Menos Problemáticas, Moderadamente Problemáticas e Mais Problemáticas que ocorrem em cada uma destas linhas, de forma a podermos compara-las num contexto global (ver Quadro 4 e 5).

Quadro 4 – Percentagem de ocorrência das diferentes problemáticas ao nível de cada Linha Adutora Principal.

	Problemática		
Adutores Principais	**Baixa**	**Moderada**	**Elevada**
Adutor A	100%	0%	0%
Adutor B	85%	12%	3%
Adutor C	71%	22%	7%
Adutor D	65%	24%	11%
Adutor E	49%	41%	10%
Adutor F	84%	6%	10%
Adutor G	27%	15%	58%
Adutor H	24%	23%	53%

Quadro 5 – Percentagem de ocorrência das diferentes problemáticas ao nível de cada Linha Adutora Secundária

	Problemática		
Adutores Secundários	**Baixa**	**Moderada**	**Elevada**
Adutor a	75%	24%	1%
Adutor b	26%	55%	19%
Adutor c	87%	13%	0%
Adutor d	83%	14%	3%
Adutor e	8%	13%	79%
Adutor f	23%	36%	41%
Adutor g	46%	26%	28%
Adutor h	31%	13%	56%

A partir destes dados, podemos determinar quais as linhas Adutoras Mais Problemáticas no seu conjunto, no que respeita à velocidade em que se processam os escoamentos superficiais e, consequentemente, aquelas que poderão vir a condicionar a existência de Pontos Críticos no sistema.

Assim, no contexto da Sub-bacia Hidrográfica da Avenida Almirante Reis, temos:

- Adutores Menos Problemáticos: os Adutores Principais **A**, **B**, **C**, **F** e **D**, bem como os Adutores Secundários **a**, **c** e **d**;
- Adutores Moderadamente Problemático: o Adutor Principal **E**, bem como os Adutores Secundários **b** e **g**;
- Adutores Mais Problemáticos: os Adutores Principais **H** e **G**, bem como os Adutores Secundários **e**, **h** e **f**.

ANEXO VIII

PONTOS – ALARGAMENTOS

1. PONTOS – ALARGAMENTOS

Como foi já foi exposto neste trabalho, os alargamentos tem um papel fundamental ao nível dos processos de escoamento superficial, podendo funcionar como amortecedores da velocidade desses escoamentos e/ou introduzir variações na direcção em que estes processos ocorrem.

Assim, os principais factores que determinam a maior ou menor influencia destes pontos, ao nível das várias Linhas de Drenagem Urbana, são:

- Frequência – o maior ou menor número de alargamentos presentes em cada uma das Linhas de Drenagem Urbana;
- Distribuição – a forma como os pontos se distribuem ao longo dessas mesmas linhas (maior ou menor proximidade entre os alargamentos);
- Área – superfície total que pode receber e acumular as águas pluviais;
- Declive – inclinação média dos alargamentos, que irá determinar a maior ou menor capacidade para a acumulação de água;
- Relação entre Ponto e Linha – que determina a forma como a água, transportada pelas várias Linhas de Drenagem Urbana, chega aos diferentes pontos de recepção.

Foram, então, identificados os principais alargamentos presentes, quer na Linha de Escoamento Preferencial, quer nas Linhas Adutoras (ver Peça nº 20, ANEXO X) e, de seguida, avaliaram-se estes pontos segundo os parâmetros anteriormente referidos, de forma a desvendar o seu papel nos processos de escoamento superficial, centrando a nossa atenção, sobretudo ao nível dos Adutores.

1.1 NÚMERO DE PONTOS E SUA DISTRIBUIÇÃO NAS LINHAS DE DRENAGEM URBANA

Para a avaliação da maior ou menor presença de pontos em cada Adutor, levou-se em consideração o número total de Pontuações identificadas, e o comprimento médio de cada uma destas linhas, determinando-se três níveis relacionados com este aspecto: *Alta Frequência*, *Média Frequência* e *Baixa Frequência* (ver Quadro 1 e 2).

Quadro 1 – Frequência dos alargamentos ao nível das Linhas Adutoras Principais

	Número de Pontos	**Comprimento da Linha de Drenagem**	**Frequência de Pontos**	
Adutor A	1	453m	0,22%	Baixa
Adutor B	4	971m	0,41%	Baixa
Adutor C	3	563m	0,53%	Moderada
Adutor D	4	738m	0,54%	Moderada
Adutor E	4	802m	0,50%	Moderada
Adutor F	6	860m	0,70%	Moderada
Adutor G	7	624m	1,12%	Alta
Adutor H	6	552m	1,09%	Alta

Quadro 2 – Frequência de alargamentos ao nível das Linhas Adutoras Secundárias

	Número de Pontos	Comprimento da Linha de Drenagem	Frequência de Pontos	
Adutor a	2	537m	0,37%	Baixa
Adutor b	0	224m	0,00%	Baixa
Adutor c	3	666m	0,45%	Moderada
Adutor d	2	884m	0,23%	Baixa
Adutor e	2	380m	0,53%	Moderada
Adutor f	3	496m	0,60%	Moderada
Adutor g	2	435m	0,46%	Moderada
Adutor h	2	328m	0,61%	Moderada

Com a análise dos dados obtidos podemos concluir que, no que respeita à frequência de Pontos por linha de drenagem:

- Os Adutores Principais **G** e **H** representam as situações mais favoráveis de todo o sistema, exibindo uma boa frequência de Pontos.
- Os Adutores Principais **C**, **D**, **E** e **F**, bem como os Adutores Secundários **c**, **e**, **f**, **g** e **h**, correspondem a situações cuja frequência de Pontos é razoável.
- Por fim, os Adutores Principais **A** e **B**, e os Adutores Secundários **a**, **b** e **d**, surgem como as situações mais problemáticas, neste contexto.

Adicionalmente, analisou-se a distribuição destes pontos ao longo das Linhas Adutoras, e definiram-se, igualmente três níveis: *Boa distribuição*, *Média Distribuição* e *Baixa Distribuição*.

Para o efeito, e tendo em conta o número de pontos que cada linha apresenta, delineou-se de que forma a distribuição destes alargamentos seria mais vantajosa para cada caso, e comparou-se essa projecção com a realidade apresentada por cada Adutor (ver figura 1 e 2). Assim, foi possível identificar os casos que mais se aproximam das situações ideais de distribuição, bem como aqueles cuja distribuição não é tão favorável.

Esquemas Representativos dos Autores Principais:

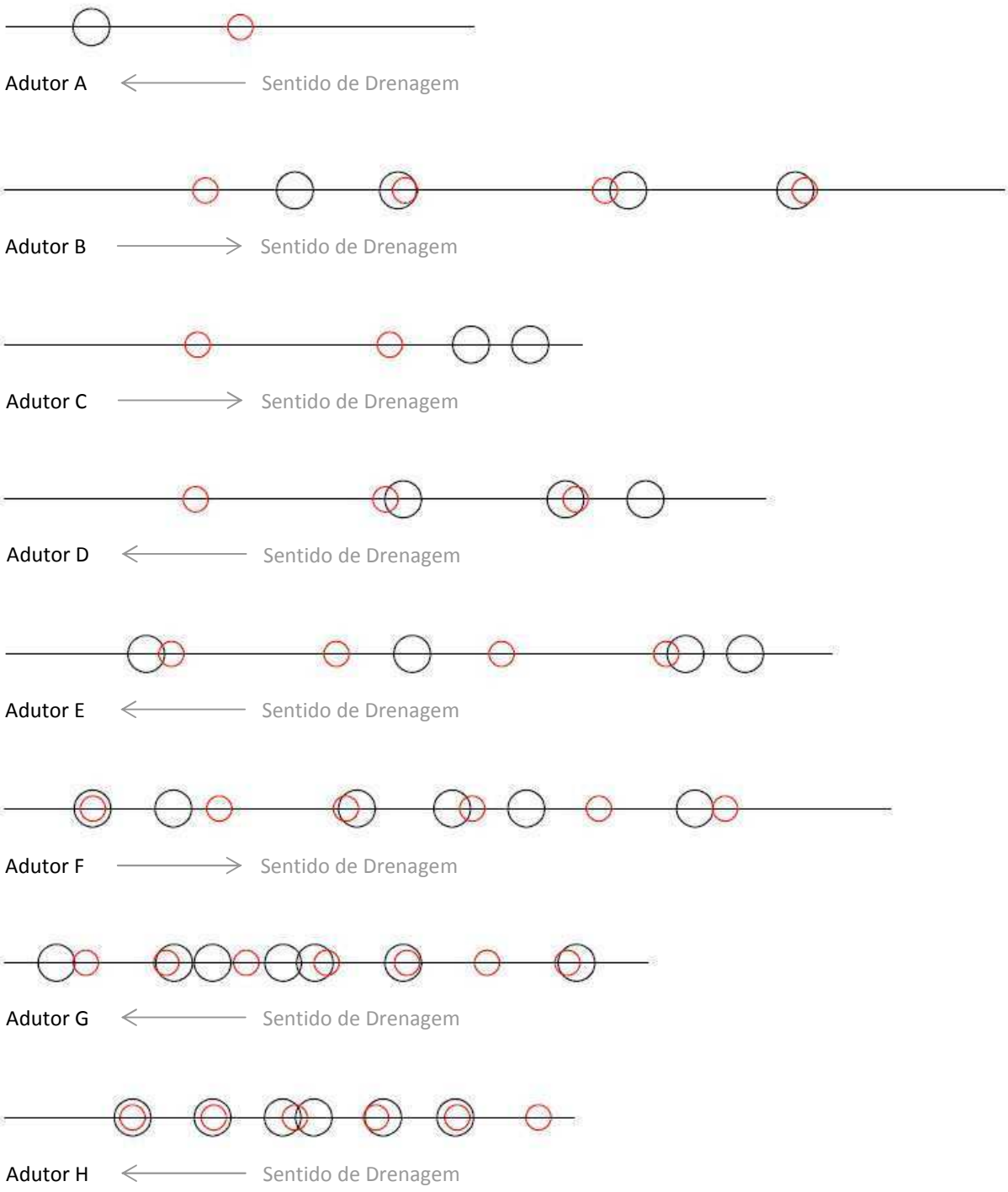


Figura 1 – Distribuição Real dos Pontos (círculos a preto) vs. Distribuição Ideal (círculos a vermelho), ao longo das Linhas Adutoras Principais.

Esquemas Representativos dos Autores Secundários:

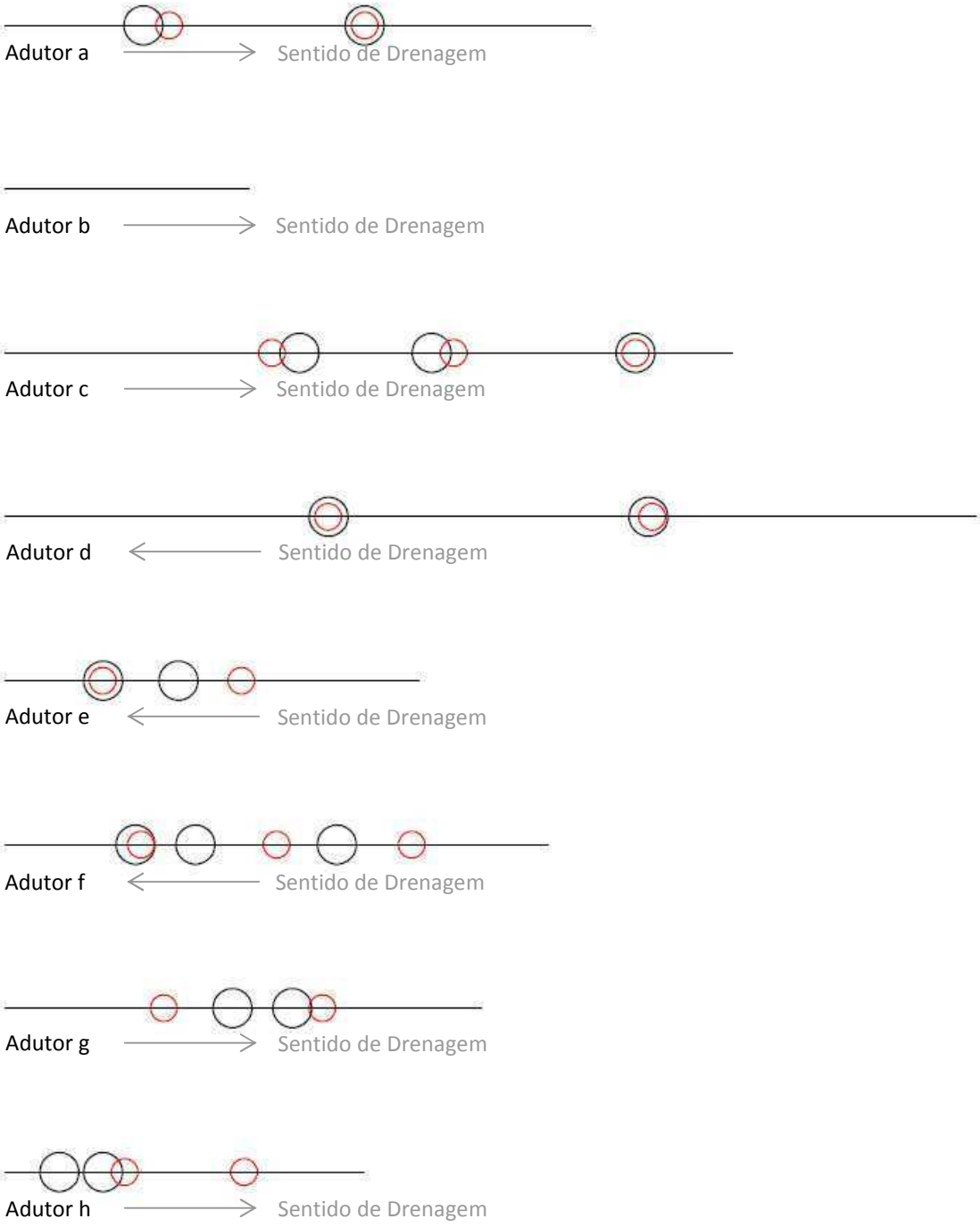


Figura 2 – Distribuição Real dos Pontos (círculos a preto) vs. Distribuição Ideal (círculos a vermelho), ao longo das Linhas Adutoras Secundárias.

Com a análise comparativa destes esquemas representativos, concluímos que:

- **Boa Distribuição:** ocorre ao nível dos Adutores Principais **B**, **F**, **G** e **H**, e dos Adutores Secundários **a**, **c** e **d**.
- **Média Distribuição:** verifica-se nos Adutores Principais **D** e **E**, bem como nos Adutores Secundários **e** e **f**.
- **Baixa Distribuição:** diz respeito aos casos dos Adutores Principais **A** e **C**, e dos Adutores Secundários **b**, **g** e **h**.

Por fim, procedeu-se ao cruzamento destas duas abordagens (numero e distribuição), obtendo-se uma síntese acerca da problemática dos vários Adutores em estudo, no que respeita às suas pontuações (ver Quadro 3 e 4).

Quadro 3 – Síntese da Problemática dos Adutores Principais, segundo o estudo dos seus alargamentos (Pontos).

(+) Favorável; (0) Razoável; (-) Desfavorável.

Adutores Principais	Numero de Pontos	Distribuição	Síntese
Adutor **A**	-	-	-
Adutor **B**	0	+	0+
Adutor **C**	-	-	-
Adutor **D**	0	0	0
Adutor **E**	0	0	0
Adutor **F**	0	+	0+
Adutor **G**	+	+	+
Adutor **H**	+	+	+

Quadro 4 – Síntese da Problemática dos Adutores Secundários, segundo o estudo dos seus alargamentos (Pontos).

(+) Favorável; (0) Razoável; (-) Desfavorável.

Adutores Secundários	Numero de Pontos	Distribuição	Síntese
Adutor **a**	-	+	0
Adutor **b**	-	-	-
Adutor **c**	0	+	0+
Adutor **d**	-	+	0
Adutor **e**	0	0	0
Adutor **f**	0	0	0
Adutor **g**	0	0	0
Adutor **h**	0	0	0

Podemos então concluir que:

- Os Adutores que apresentam menor problemática no que respeita aos alargamentos são: os Adutores Principais **B**, **F**, **G** e **H**, e o Adutor Secundário **c**.
- Os Adutores que apresentam moderada problemática no que respeita aos alargamentos são: os Adutores Principais **D** e **E**, e os Adutores Secundários **a**, **d**, **e**, **f**, **g** e **h**.
- Os Adutores que apresentam maior problemática no que respeita aos alargamentos são: os Adutores Principais **A** e **C**, e os Adutor Secundário **b**.

ANEXO IX

CÁLCULO DOS CAUDAIS DE PONTA DE CHEIA PARA CADA SUB-BACIA DE 3ª ORDEM

ANEXO IX

1. CÁLCULO DOS CAUDAIS DE PONTA DE CHEIA PARA CADA SUB-BACIA DE 3ª ORDEM

Para o cálculo do Caudal de Ponta de Cheia, recorreu-se ao método Racional[1], que utiliza a seguinte fórmula:

$$Q = c \,.\, i \,.\, a$$

Onde:

Q – Caudal em m^3/h

c – Coeficiente de Escoamento (proporção de precipitação que se transforma em escoamento rápido)

i – Intensidade de Precipitação crítica (para dada duração e probabilidade de ocorrência – período de Retorno) em mm/h

a – Área da Bacia Hidrográfica, em m^2

1.1 ÁREA DE DRENAGEM

Como já foi exposto ao longo do Capitulo 5 da presente Dissertação, segundo McCuen (1998), a Área de Drenagem de qualquer bacia em estudo, é a sua característica mais importante, sobretudo quando se tem em vista um projecto cujo desenho assente em aspectos hidrológicos. Para a determinação da área de drenagem é necessário definir o traçado dos limites da Bacia (ou Sub-bacia). Assim, foram delimitadas as várias Sub-bacias que drenam para cada Linha Adutora (ver Peça nº 21, ANEXO X), e consequentemente, determinaram-se as suas respectivas áreas de drenagem (ver Quadro 1).

Quadro 1 – Área de Drenagem de cada Sub-bacia de 3ª Ordem e descriminação das Áreas Permeáveis e Não Permeáveis.

Sub-bacias de 3ª Ordem	Área Total (m^2)	Áreas Permeáveis (m^2)	Áreas Impermeáveis (m^2)
Adutor Principal **A**	85 467	13 325	72 142
Adutor Principal **B**	354 269	45 818	308 451
Adutor Principal **C**	267 309	63 960	203 349
Adutor Principal **D**	233 416	35 326	198 090
Adutor Principal **E**	120 193	18 474	101 719
Adutor Principal **F**	226 251	46 222	180 028
Adutor Principal **G**	96 629	13 896	82 733
Adutor Principal **H**	134 675	33 118	101 557
Adutor Secundário **a**	53 739	8 190	45 549
Adutor Secundário **b**	23 346	1 319	22 027
Adutor Secundário **c**	109 153	15 284	93 869
Adutor Secundário **d**	275 851	37 988	237 863
Adutor Secundário **e**	32 538	9 467	23 071
Adutor Secundário **f**	62 069	9 386	52 683
Adutor Secundário **g**	93 774	26 041	67 733
Adutor Secundário **h**	29 640	883	28 757

1.2 COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL

O coeficiente de escoamento superficial (***c***) é um aspecto conhecido (valores tabelados) que indica o potencial comparativo para o escoamento da água (ver Tabela 1) tendo em conta o tipo e características da superfície do terreno, ou seja, os diferentes usos do solo (Dunnett and Clayden, 2007).

[1] Ver McCuen, 1998

Tabela 1 – Coeficiente de Escoamento. Valores Médios do Coeficiente **c** da Formula Racional

Áreas Urbanas (valores válidos para um período de retorno, T, compreendido entre 5 a 10 anos)

Tipo de ocupação	Coeficiente c
Zonas Verdes	
Relvados em solos arenosos	0,05 – 0,20
Relvados em solos pesados	0,15 – 0,35
Parques e cemitérios	0,10 – 0,25
Campos desportivos	0,20 – 0,35
Zonas Comerciais	
Centro da cidade	0,70 – 0,95
Periferia	0,50 – 0,70
Zonas Residenciais	
Vivendas no centro da cidade	0,30 – 0,50
Vivendas na periferia	0,25 – 0,40
Prédios de apartamentos	0,50 – 0,70
Zonas Industriais	
Industria dispersa	0,50 – 0,80
Industria concentrada	0,60 – 0,90
Vias-férreas	0,20 – 0,40
Ruas e estradas	
Asfaltadas	0,70 – 0,95
De betão	0,80 – 0,95
De tijolo	0,70 – 0,85
Passeios	0,75 – 0,85
Telhados	0,75 – 0,95
Baldios	0,10 – 0,30

Assim, com base nos intervalos de valores estabelecidos para o Coeficiente de Escoamento e de forma a simplificar esta abordagem, para este estudo foram considerados valores médios de ***c*** para todas as áreas impermeabilizadas e para todas as áreas permeáveis (Quadro 2).

Quadro 2 – Valores Médio de ***c*** considerados para o cálculo do Caudal de Ponta de Cheia de cada Sub-bacia de 3ª Ordem

Zonas Impermeáveis	Valores Tabelados	Valores Médios Considerados
Ruas e Estradas	0,70 – 0,95	≈ 0,90
Passeios	0,75 – 0,85	
Telhados	0,75 – 0,95	
Zonas Permeáveis	Valores Tabelados	Valores Médios Considerados
Relvados	0,05 – 0,35	≈ 0,30
Parques	0,10 – 0,25	
Campos Desportivos	0,20 – 0,35	
Baldios	0,10 – 0,30	

1.3 INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO

Para a obtenção da Intensidade de Precipitação (***i***) recorreu-se ao gráfico das Curvas Características de Duração/Intensidade de Hathaway (ver Fig. 1), logo foi necessário determinar a Intensidade de Precipitação Horária (***ih***) para Lisboa, bem como o seu tempo de concentração (***tc***).

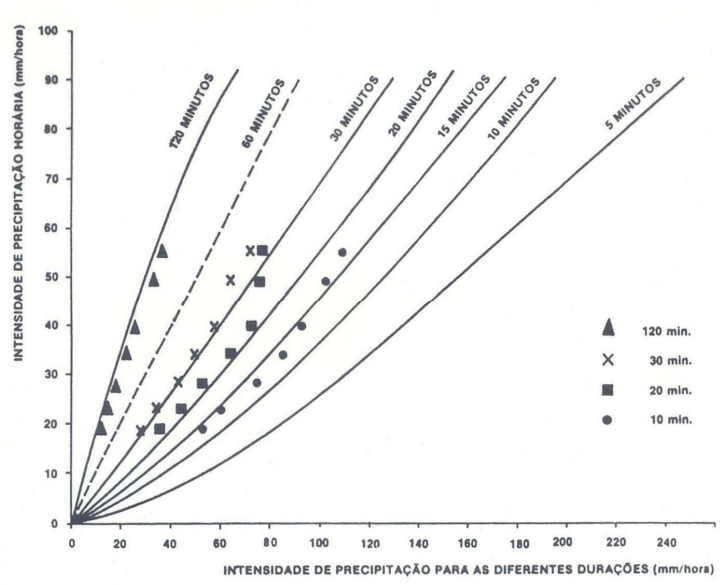


Fig. 1 – Curvas Características de Duração/Intensidade de Precipitação segundo Hathaway.

1.3.1 CÁLCULO DA INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO HORÁRIA

É comum em projectos hidrológicos, assumir-se uma constante de precipitação que ocorre uniformemente numa bacia hidrográfica (McCuen, 1998). Assim, para a definição da Intensidade de Precipitação Horária (***ih***) foram consultados Mapas de Isolinhas dos Valores Máximos de Precipitação (Faria *et al.*, 1980) (ver Fig. 2) considerando tempos de retorno de 10 anos.

Assim, foi possível determinar a Intensidade de Precipitação Horária (***ih***) para a cidade de Lisboa:

$$Ih_{Lisboa} = 35mm/h$$

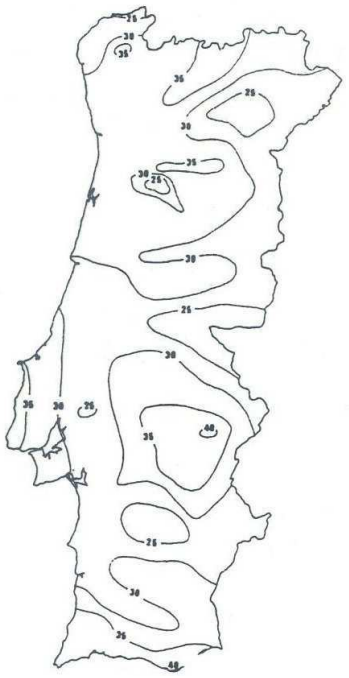


Fig. 2 – Mapa de Isolinhas de Valores Máximos de Precipitação para Tempos de Retorno de 10 anos. (adaptado de Faria *et al.,* 1980)

1.3.2 CÁLCULO DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

O *Tempo de Concentração* corresponde ao tempo que a água demora, como escoamento superficial, a chegar do ponto mais distante de cada Sub-bacia de 3ª Ordem, até aos respectivos pontos de saída.

Para o cálculo dos *Tempos de Concentração* (***tc*** em minutos) utilizou-se a seguinte formula:

$$tc = 0{,}0195\,(L^{0{,}77} \times S^{-0{,}385})$$

Onde:

L – É a distância média, ao longo da linha de drenagem (neste caso ao longo dos Adutores), que vai do ponto de entrada de água na Sub-bacia de 3ª Ordem até ao ponto de saída (em metros).

S – Declive de L

Assim, determinou-se o *Comprimento* (***L***), o *Declive Médio*[2] (***S***) e, por fim os *Tempos de Concentração* (***tc***) para cada Sub-bacia de 3ª Ordem (ver Quadro 3).

Quadro 3 – Comprimento, Declive Médio e Tempos de Concentração para cada Sub-bacia de 3ª Ordem.

Sub-bacias de 3ª Ordem	L (m)	S (%)	tc (minutos)
Adutor Principal **A**	453m	2,74%	9
Adutor Principal **B**	971m	3,97%	13
Adutor Principal **C**	563m	6,65%	7
Adutor Principal **D**	738m	5,40%	10
Adutor Principal **E**	802m	7,78%	9
Adutor Principal **F**	860m	5,70	11
Adutor Principal **G**	624m	10,98%	6
Adutor Principal **H**	552m	7,81%	7
Adutor Secundário **a**	537m	5,66%	7
Adutor Secundário **b**	224m	8,69%	3
Adutor Secundário **c**	666m	5,75%	9
Adutor Secundário **d**	884m	4,95%	12
Adutor Secundário **e**	380m	14,33%	4
Adutor Secundário **f**	496m	9,97%	6
Adutor Secundário **g**	435m	6,82%	6
Adutor Secundário **h**	328m	10,17%	4

1.3.3 DETERMINAÇÃO DA INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO

Com base nos valores da *Intensidade de Precipitação Horária* (***ih*** em mm/h) e dos *Tempos de Concentração* (***tc*** em minutos), através gráfico de Hathaway, foi possível determinar a Intensidade de Precipitação (***i*** em mm/h) para cada caso em estudo (ver Quadro 4).

Quadro 4 – Valores de ***i***, para cada Sub-bacia de 3ª Ordem

Adutores Principais	*i* (mm/h)	*i* (m/h)
Adutor **A**	80	0,08
Adutor **B**	68	0,068
Adutor **C**	88	0,088
Adutor **D**	67	0,067
Adutor **E**	80	0,08
Adutor **F**	72	0,072
Adutor **G**	92	0,092
Adutor **H**	88	0,088

Adutores Secundários	*i* (mm/h)	*i* (m/h)
Adutor **a**	88	0,088
Adutor **b**	103	0,103
Adutor **c**	80	0,08
Adutor **d**	70	0,07
Adutor **e**	99	0,099
Adutor **f**	92	0,92
Adutor **g**	92	0,092
Adutor **h**	99	0,099

1.4 CÁLCULO DOS CAUDAIS DE PONTA DE CHEIA

O cálculo dos Caudais de Ponta de Cheia foi realizado em duas fases, recorrendo, como já foi referido anteriormente, ao método racional. Numa primeira fase consideraram-se apenas os caudais específicos provenientes das Áreas Impermeáveis (***c*** = 0,90) e os resultantes nas Áreas Permeáveis (***c*** = 0,30). Na segunda fase somaram-se os caudais anteriores e obteve-se o caudal total para cada Sub-bacia de 3ª Ordem (ver Quadro 5).

[2] O declive médio de um curso de água é dado pela diferença entre cotas extremas (subtracção da cota mais baixa à cota mais alta), a dividir pela sua extensão (comprimento total da Linha de drenagem).

Quadro 5 – Caudais provenientes de Áreas Impermeáveis, provenientes de Áreas Permeáveis e Caudais Totais, para cada Sub-bacia de 3ª Ordem

Sub-bacias de 3ª Ordem	$Q_{Áreas\ Impermeáveis}$ (m^3/h)	$Q_{Áreas\ Permeáveis}$ (m^3/h)	Q_{TOTAL} (m^3/h)
Adutor Principal **A**	5 194	320	5 514
Adutor Principal **B**	18 877	935	19 812
Adutor Principal **C**	16 105	1689	17 794
Adutor Principal **D**	11 945	710	12 655
Adutor Principal **E**	7 324	443	7 767
Adutor Principal **F**	11 666	998	12 664
Adutor Principal **G**	6 850	384	7 234
Adutor Principal **H**	8 043	874	8 918
Adutor Secundário **a**	3 607	216	3 824
Adutor Secundário **b**	2 042	41	2 083
Adutor Secundário **c**	6 756	367	7 125
Adutor Secundário **d**	14 985	798	15 783
Adutor Secundário **e**	2 056	281	2 337
Adutor Secundário **f**	4 362	259	4 621
Adutor Secundário **g**	5 608	719	6 327
Adutor Secundário **h**	2 562	26	2 588

O caudal drenado por cada adutor será um dos factores considerados na avaliação da maior ou menor problemática destas linhas, no que respeita ao escoamento superficial, que em conjunto com os restantes agentes já abordados (Perfil Bidimensional e Tridimensional das Linhas Adutoras e as suas Pontuações), irá permitir a identificação de Pontos Críticos ao longo da Linha de Drenagem Preferencial, onde chega toda a água recolhida ao nível das Sub-bacias de 3ª Ordem aqui estudadas.

2. BIBLIOGRAFIA

Dunnett, N. and Clayden, A., 2007. *Rain Gardens – Managing water sustainably in the garden and designed landscape*. Timber Press, Portland. 190 pp.

Faria, J.M.R., Godinho, S., Almeida, M.J., Machado, M.S., 1980. O clima de Portugal. Análise estatística dos valores máximos do ano da quantidade diária de precipitação em Portugal. INMG, Lisboa. 92 pp.

McCuen, R. H., 1998. *Hydrologic Analysis and Design*. Second Edition. Pearson Education – Prentice-Hall International (UK) Limited, London. 814 pp.

ANEXO X

PEÇAS DESENHADAS

ANEXO X

1. PEÇAS DESANHADAS

PEÇA Nº 1 – PATRIMÓNIO EDIFICADO E ELEMENTOS DE ÁGUA PRESENTES NA ÁREA DE ESTUDO

PEÇA Nº 2 – FISIOGRAFIA NATURAL

PEÇA Nº 3 – PONTOS SIGNIFICATIVOS E SEQUÊNCIAS LINEARES NA PAISAGEM

PEÇA Nº 4 – FISIOGRAFIA ADAPTADA À SITUAÇÃO URBANA – LINHAS DE ÁGUA E FESTOS URBANOS

PEÇA Nº 5 – SENTIDOS DE DRENAGEM

PEÇA Nº 6 – BACIAS, SUB-BACIAS E SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS DE 2ª ORDEM

PEÇA Nº 7 – LIMITE DA ÁREA DE ESTUDO – SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DA AVENIDA ALMIRANTE REIS

PEÇA Nº 8 – ÁREAS ADJACENTES E ÁREAS DE TRANSIÇÃO EM RELAÇÃO À ÁREA DE ESTUDO

PEÇA Nº 9 – FIGURA FUNDO – CHEIOS E VAZIOS

PEÇA Nº 10 – CARTA GEOLÓGICA

PEÇA Nº 11 – CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA – PERMEABILIDADE DO SOLO E SUBSOLO

PEÇA Nº 12 – CONFIGURAÇÃO TRIDEMENSIONAL DO ESPAÇO - DECLIVES

PEÇA Nº 13 – PERMEABILIDADE POTENCIAL

PEÇA Nº 14 – ÁREAS DE INFILTRAÇÃO – ÁREAS EM LOGRADOURO vs. ÁREAS EM ESPAÇO PÚBLICO

PEÇA Nº 15 – PERMEABILIDADE REAL

PEÇA Nº 16 – CLASSIFICAÇÃO DAS SUB-BACIAS DE 2ª ORDEM SEGUNDO PERCENTAGEM DE ÁREAS DE INFILTRAÇÃO

PEÇA Nº 17 – LINHAS DE DRENAGEM URBANA

PEÇA Nº 18 – PERMEABILIDADE REAL EM ÁREAS DE LOGRADOURO vs. CARACTERIZAÇÃO DAS SUB-BACIAS DE 2ª ORDEM

PEÇA Nº 19 – CONFIGURAÇÃO BIDIMENSIONAL – LARGURA MÉDIA DAS LINHAS DE DRENAGEM URBANA

PEÇA Nº 20 – DISTRIBUIÇÃO DOS ALARGAMENTOS PELAS LINHAS DE DRENAGEM URBANA

PEÇA Nº 21 – SUB-BACIAS DE DRENAGEM DE 3ª ORDEM

PEÇA Nº 22 – CLASSIFICAÇÃO DOS ADUTORES SEGUNDO A SUA PROBLEMÁTICA E IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS CRÍTICOS

PEÇA Nº 23 a – ESTUDO PORMENORIZADOS DAS LINHAS ADUTORAS PRINCIPAIS E SECUNDÁRIAS – LINHAS ADUTORAS PRINCIPAIS

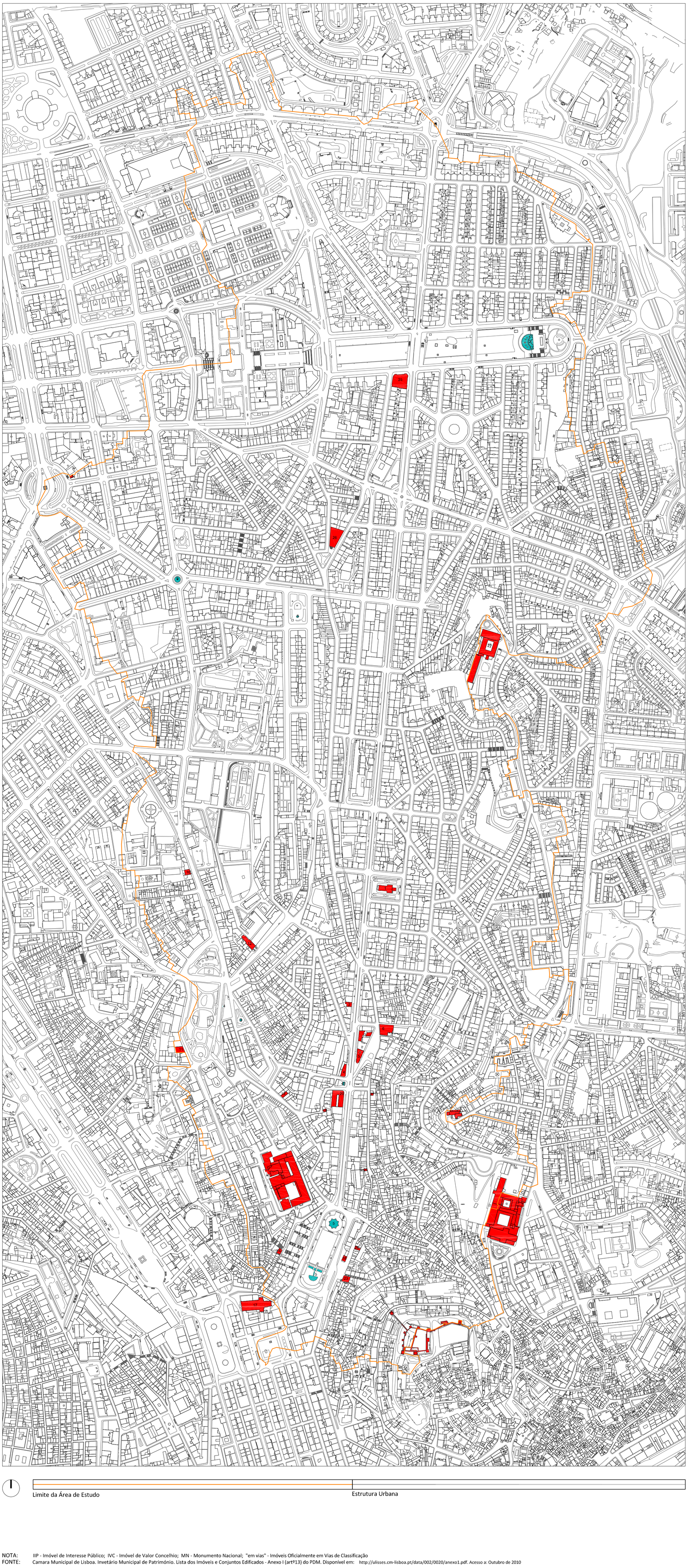
PEÇA Nº 23 b – ESTUDO PORMENORIZADOS DAS LINHAS ADUTORAS PRINCIPAIS E SECUNDÁRIAS – LINHAS ADUTORAS SECUNDÁRIAS

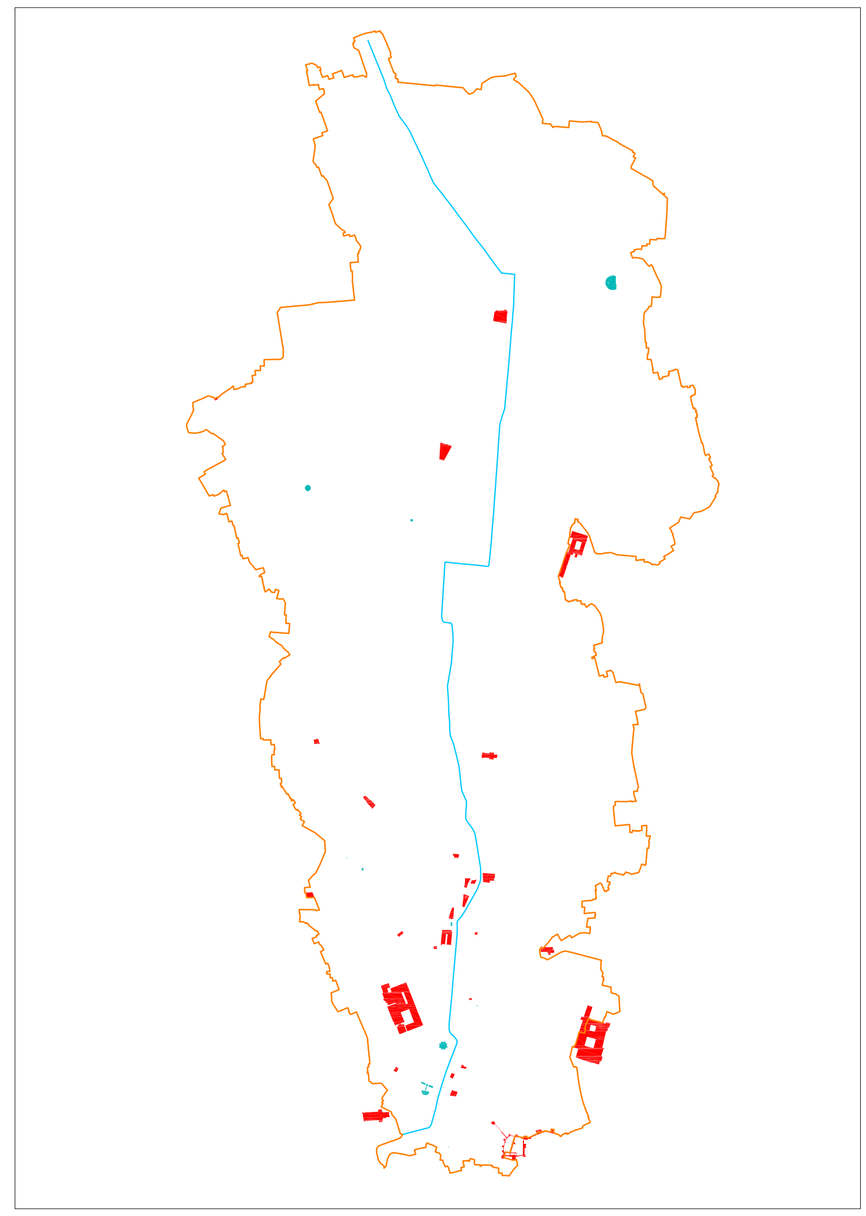
PEÇA Nº 24 – ESTUDO PORMENORIZADO DA LINHA DE DRENAGEM PREFERENCIAL

PEÇA Nº 25 – CLASSIFICAÇÃO DOS LOGRADOUROS SEGUNDO O PROGRAMA DE INTERVENÇÃO

PEÇA Nº 26 – DESENHO DA ÁGUA – ESTRATÉGIA DE INTERVENÇÃO

PEÇA Nº 27 – DESENHO DA ÁGUA – PROPOSTA DE INTERVENÇÃO





Limite da Área de Estudo

Estrutura Urbana

Património Edificado e Imóveis de Interesse

1. Igreja Paroquial da Nossa Senhora dos Anjos (IIP)
2. Antiga Loja Madame Garcia (IVC)
3. Fábrica de Cerâmica Viuva Lamego (IIP)
4. Edifício de Habitação, Av. Almirante Reis, 1-1C (IIP)
5. Edifício de Habitação, Av. Almirante Reis, 2 e Lg. do Intendente, 4-10 (IIP)
6. Palácio do Intendente Pina Manique
7. Castelo de São Jorge (MN)
8. Capela da Senhora do Monte / Largo da Senhora do Monte (IIP)
9. Igreja e Convento da Graça / Largo da Graça (MN)
10. Edifício de Habitação, Rua Gomes Freire, 135
11. Prédio de Rendimento, Campo do Martires da Pátria, 22-24 (IIP)
12. Capela do Paço Real da Bemposta (MN - em vias)
13. Edifício de Habitação, Rua de São Lázaro, 150-154 (IIP)
14. Casa Nobre, Rua do Arco da Graça, 39-43 (IIP - em vias)
15. Hospital de São José (antigo Colégio e Igreja de S. Antão-o-Novo) (IIP)
16. Igreja e Convento de Nossa Sra. da Penha de França
17. Igreja de São Domingos (MN)
18. Capela (ou Ermida) da Nossa Sra. da Saúde (IIP - em vias)
19. Edifício de Habitação, Calçada do Desterro, 11D-13 (IIP)
20. Garagem Liz, Rua da Palma, 265-287 e Calçada do Desterro, 1 (IIP)
21. Casa de Anadares em Ressalto, Rua do Benformoso, 101-103 (IIP)
22. Torre de São Lourenço e Lanço da Muralha do Castelo (MN)
23. Salão Lisboa, Rua da Mouraria, 2-6 (IIP- em vias)
24. Edifício de Habitação Unifamiliar, Praça Duque de Saldanha, 12 (IIP)
25. Antigo Cinema Império (Actual IURD) (IIP - em vias)
26. Igreja de São Jorge de Arroios, Largo de Arroios (IIP)
27. Edifício na Rua do Benformoso, 244 (IIP)
28. Antigo Colégio dos Meninos Orfãos (actual PSP) (IIP)

Elementos de Água

1. Chafariz do Intendente (IIP)
2. Fonte Monumental da Alameda D. Afonso Henriques (não classificado)
3. Chafariz do Largo do Mastro (não classificado)
4. Bica do Largo do Mastro (não classificado)
5. Fontes da Praça do Martim Moniz (não classificado)
6. Bica da Rua do Benformoso (não classificado)
7. Bica do Largo dos Trigueiros (não classificado)
8. Chafariz do Jardim Constantino (não classificado)
9. Fonte do Largo D. Estefânia (não classificado)

NOTA: IIP - Imóvel de Interesse Público; IVC - Imóvel de Valor Concelhio; MN - Monumento Nacional; "em vias" - Imóveis Oficialmente em Vias de Classificação

FONTE: Camara Municipal de Lisboa. Invetário Municipal de Património. Lista dos Imóveis e Conjuntos Edificados - Anexo I (artº13) do PDM. Disponível em: http://ulisses.cm-lisboa.pt/data/002/0020/anexo1.pdf. Acesso a: Outubro de 2010

PATRIMÓNIO

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

AUTORA:
Inês Vasques da Silva Plácido

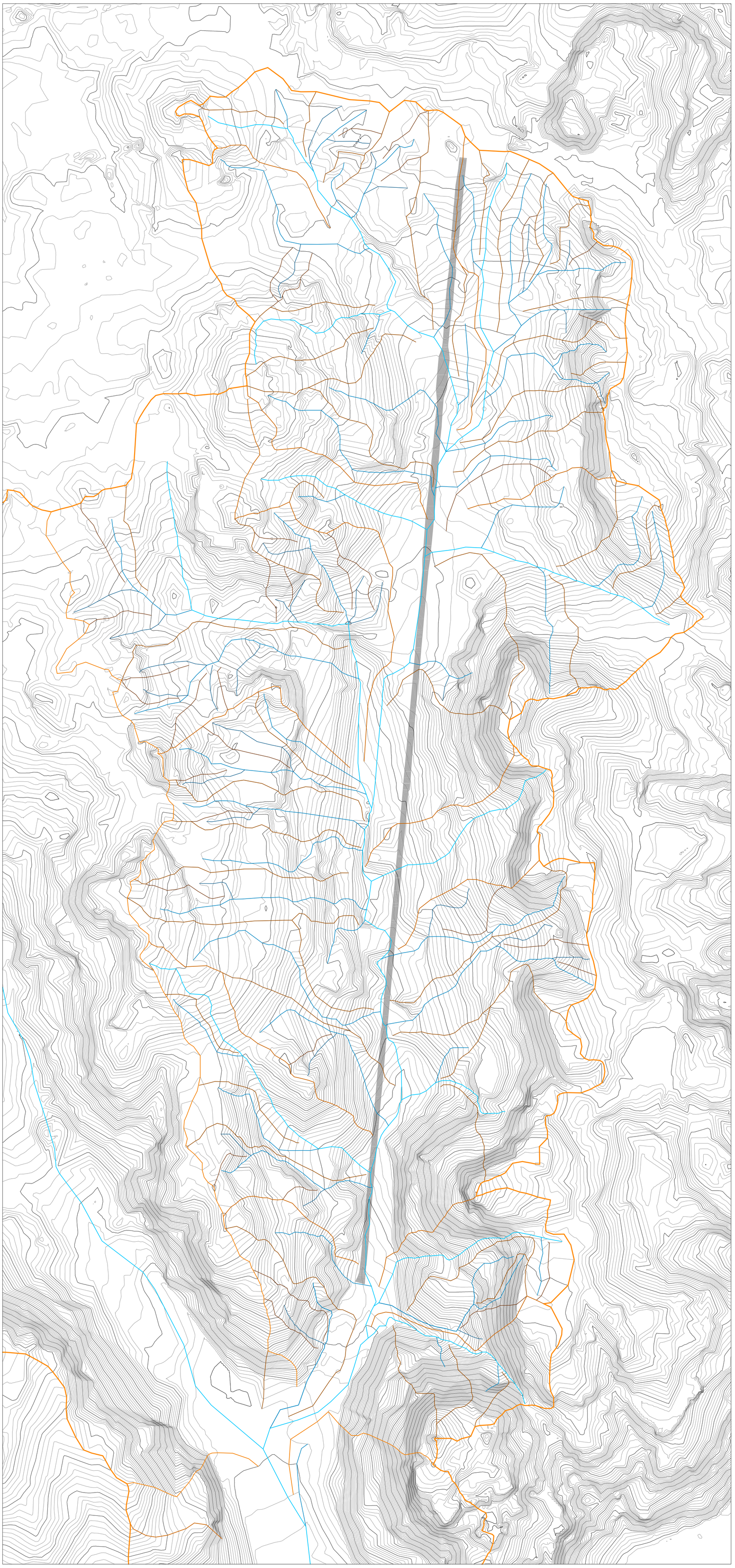
DESIGNAÇÃO DA PEÇA:
Património Edificado e Elementos de Água Presentes na Área de Estudo

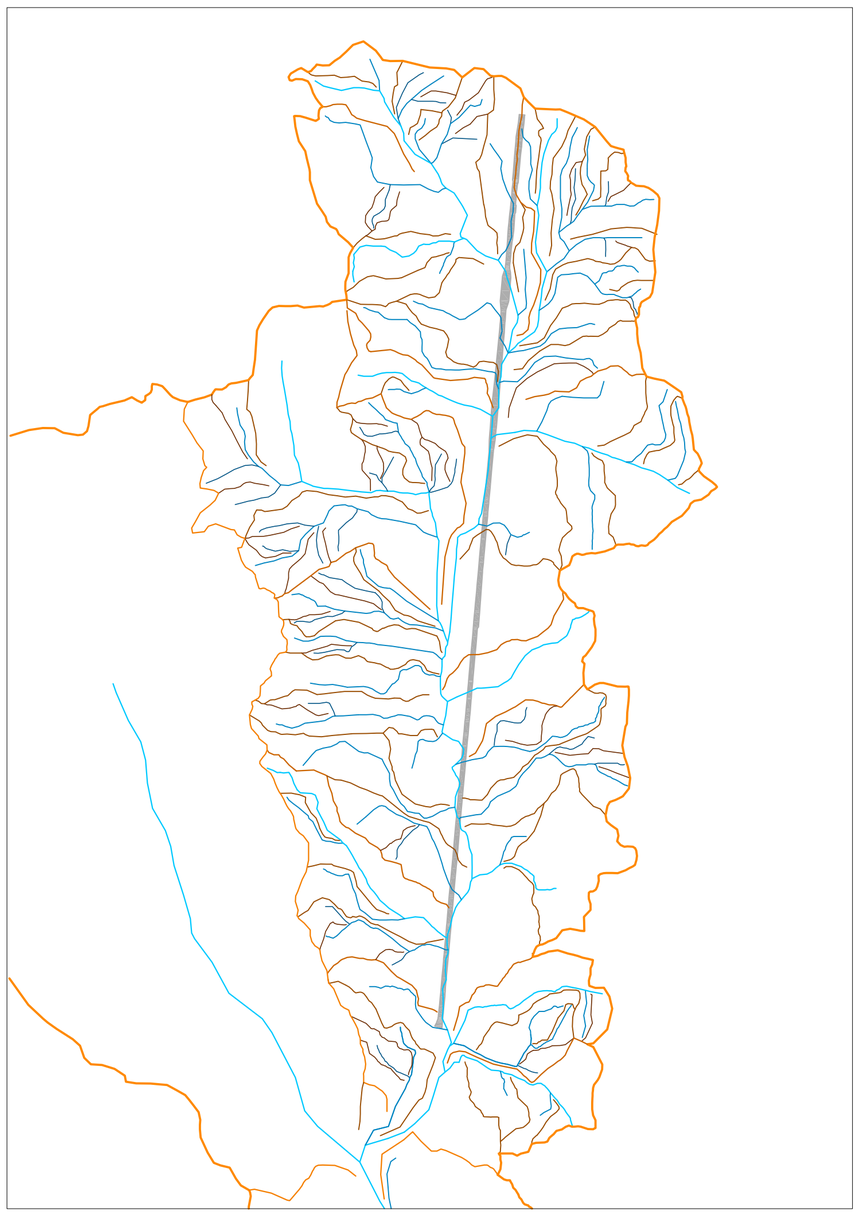
ÁREA DE ESTUDO:
Vale da Avenida Almirante Reis - Lisboa

DATA:
SET. 2011

ESCALA:
1/5000

PEÇA nº:
1





Curvas de Nível Mestras (E=5m)

Curvas de Nível (E=1m)

Linhas de Festo Naturais

Festos Principais

Festos Secundários

Festos Terciários

Linhas de Água Naturais

Talvegues Principais

Talvegues Secundários

Talvegues Terciários

Festo que limita a Bacia Hidrográfica da Baixa

Festos que limitam as Sub-bacias Hidrográficas

FISIOGRAFIA NATURAL

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

AUTORA:
Inês Vasques da Silva Plácido

DESIGNAÇÃO DA PEÇA:
Fisiografia Natural

ÁREA DE ESTUDO:
Vale da Avenida Almirante Reis - Lisboa

DATA:
SET. 2011

ESCALA:
1/5000

PEÇA nº:
2

PONTOS E LINHAS

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

AUTORA:
Inês Vasques da Silva Plácido

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

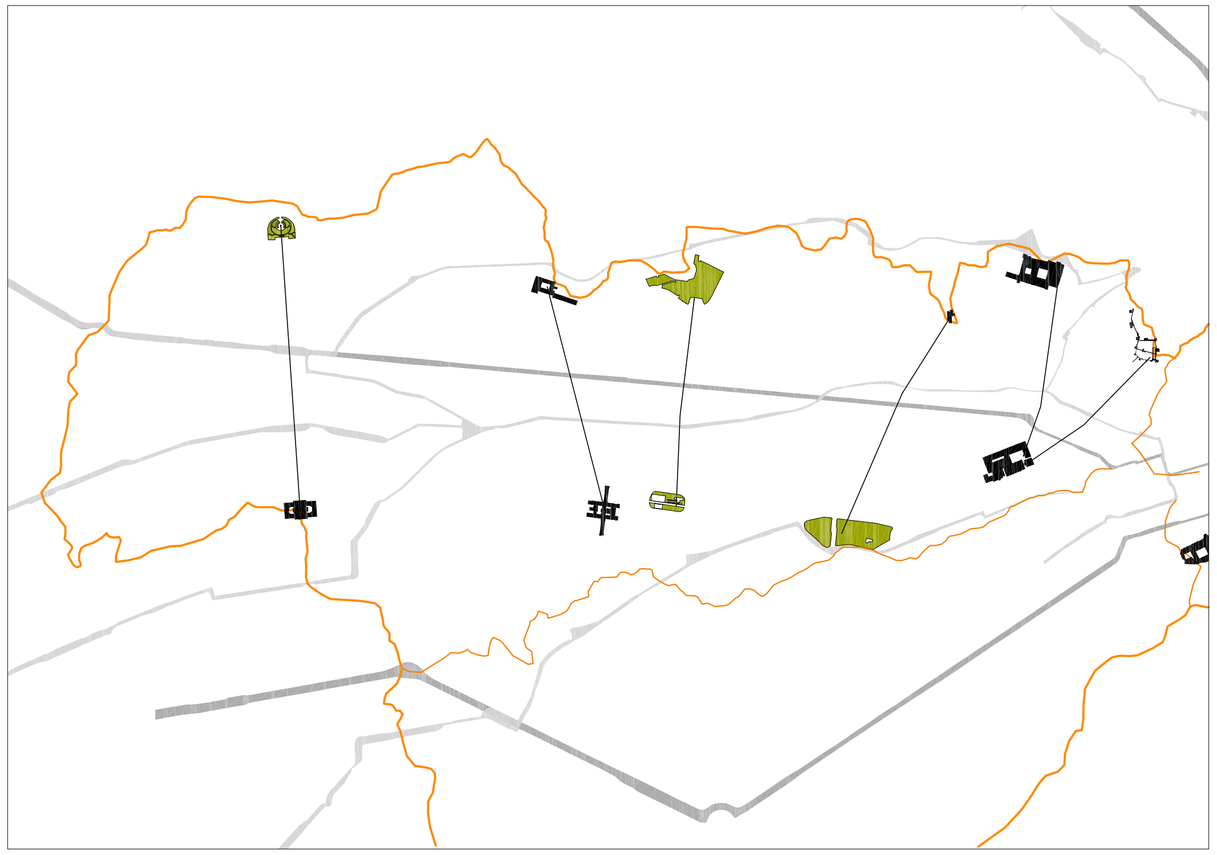
DESIGNAÇÃO DA PEÇA:
Pontos Significativos e Sequências Lineares na Paisagem

ÁREA DE ESTUDO:
Vale da Avenida Almirante Reis - Lisboa

ESCALA:
1/5000

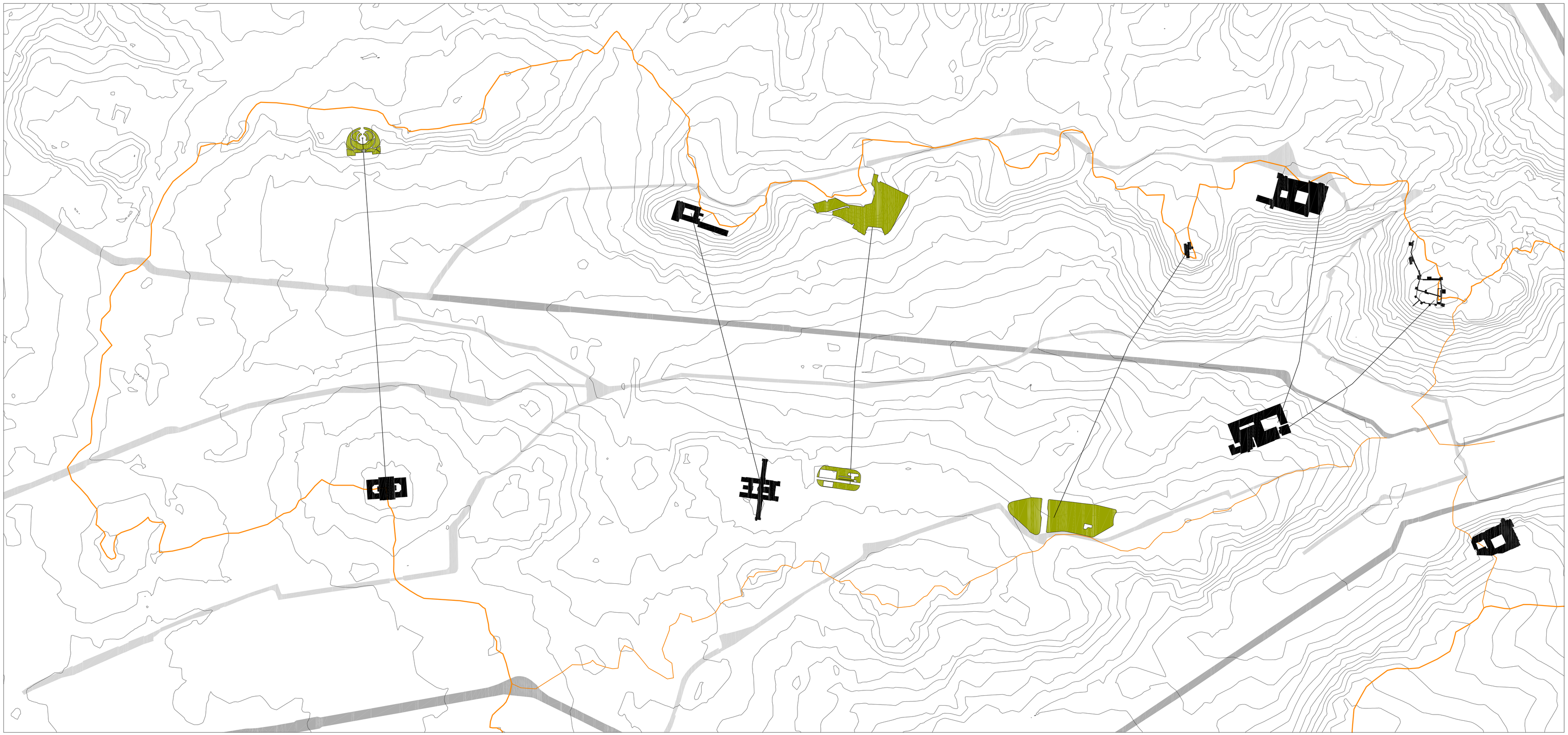
DATA:
SET. 2011

PEÇA nº:
3

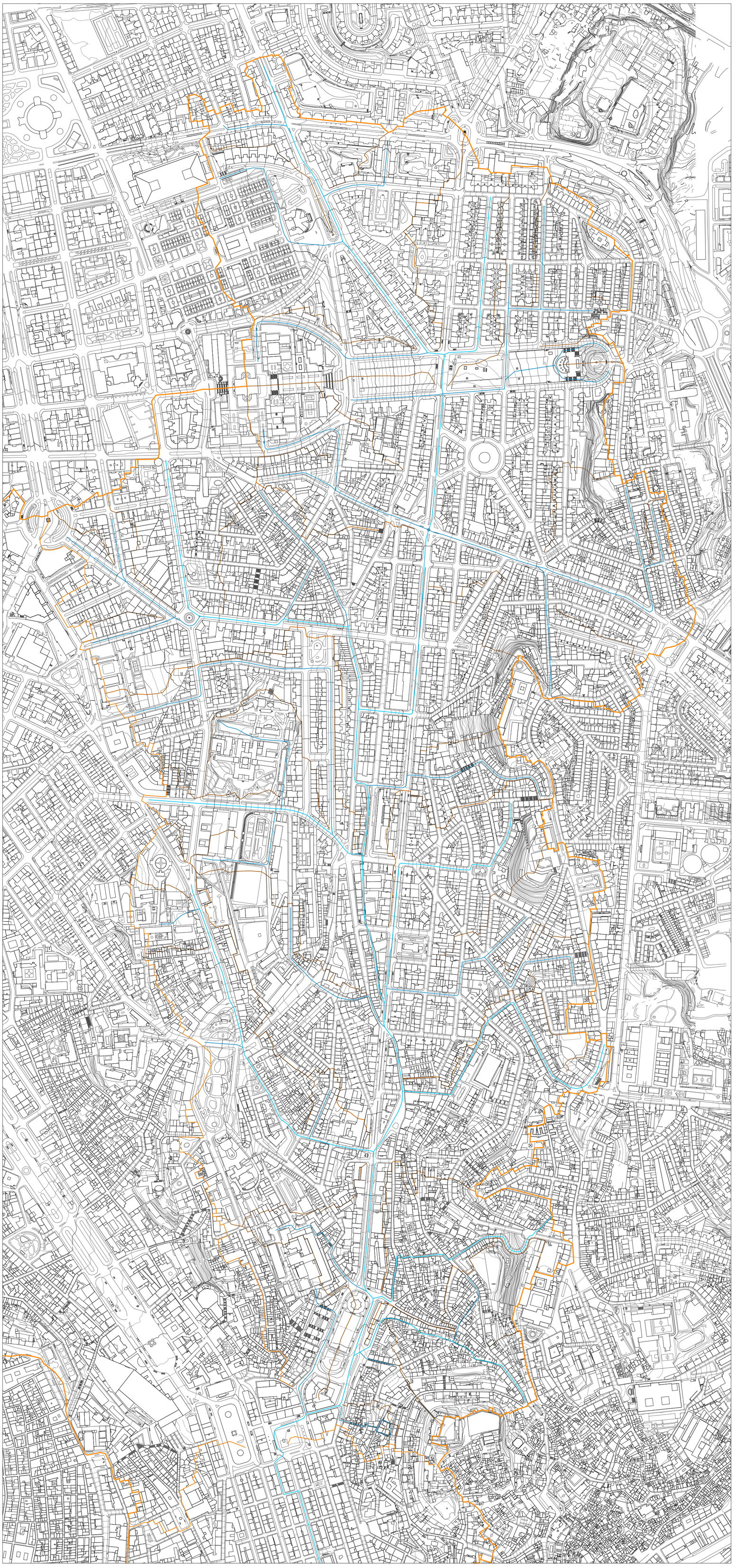


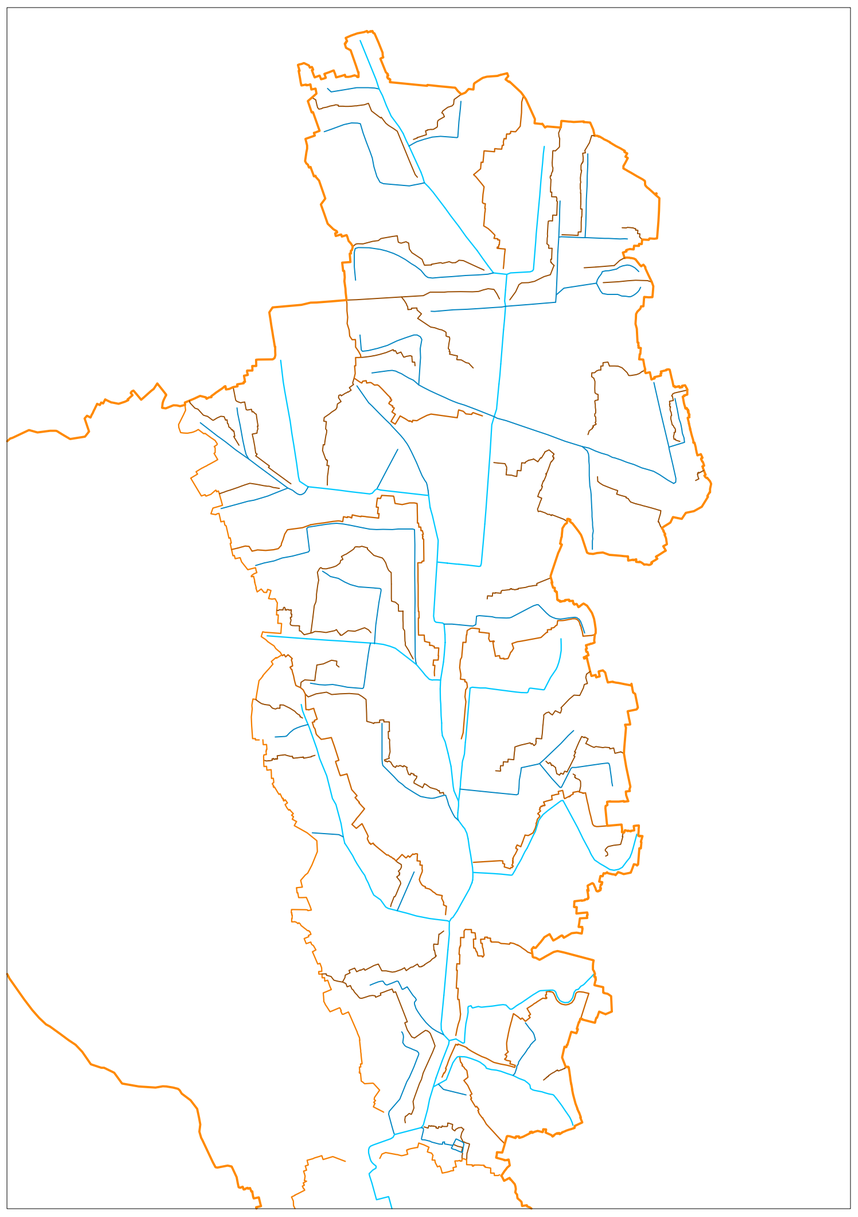
Pontos Significativos - Edifícios
Pontos Significativos - Espaços Verdes
Relações Visuais entre Pontos Significativos

Linhas Ancestrais
Linhas Contemporâneas



Festo que limita a Bacia Hidrográfica da Baixa
Festos que limitam as Sub-bacias Hidrográficas
Curvas de Nível Mestras (E=5m)





Curvas de Nível Mestras (E=5m)

Curvas de Nível (E=1m)

Linhas de Festo Urbanas

Festos Principais

Festos Secundários

Linhas de Água Urbanas

Talvegues Principais

Talvegues Secundários

Festo Adaptado que limita a Bacia Hidrográfica da Baixa

Festo Adaptado que limita as Sub-bacias Hidrográficas

Estrutura Urbana

FISIOGRAFIA ADAPTADA

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

AUTORA:
Inês Vasques da Silva Plácido

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

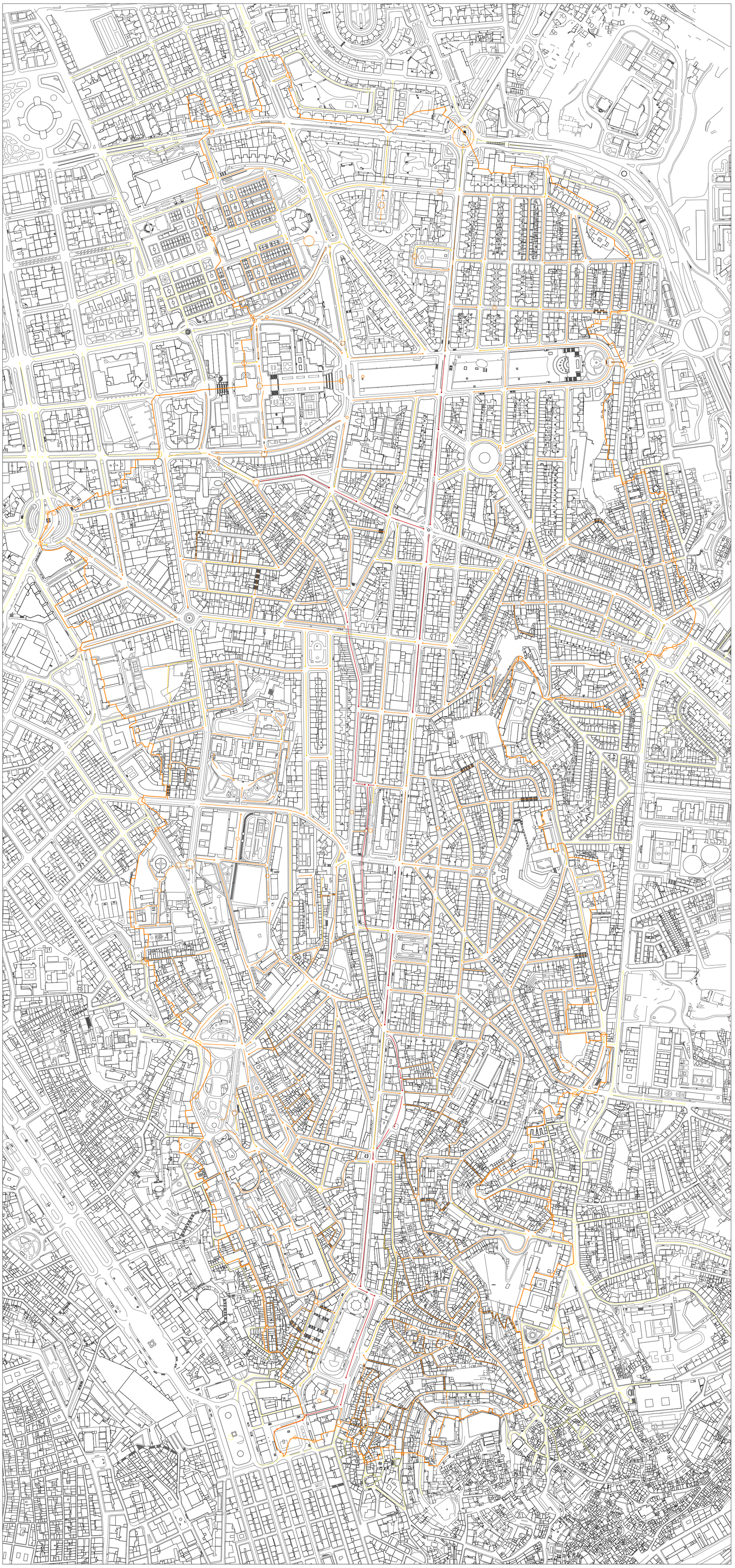
DESIGNAÇÃO DA PEÇA:
Fisiografia Adapatada à Situação Urbana - Linhas de Água e Festos Urbanos

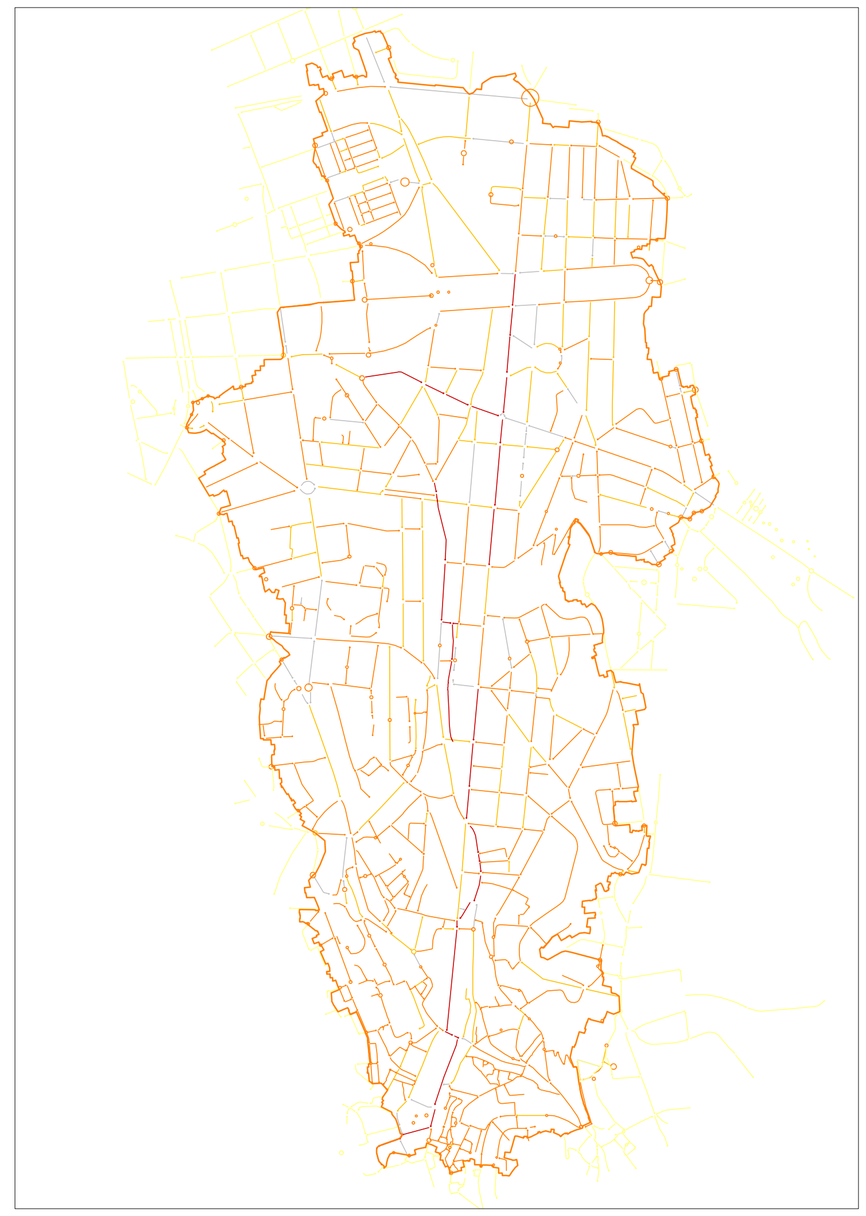
ÁREA DE ESTUDO:
Vale da Avenida Almirante Reis - Lisboa

DATA:
SET. 2011

ESCALA:
1/5000

PEÇA nº:
4





Sentidos de Drenagem Superficial

- Troços com Declives Médios Altos
- Troços com Declives Médios Moderados
- Troços com Declives Médios Baixos
- Troços de Acumulação das Águas de Escoamento
- Troços que Drenam para Fora da Área de Estudo

Limite da Área de Estudo

Estrutura Urbana

Sentidos de Drenagem

A Água como Motivo e Motor do Desenho Urbano

Instituto Superior de Agronomia Secção Autónoma de Arquitectura Paisagista

Autora:
Inês Vasques da Silva Plácido

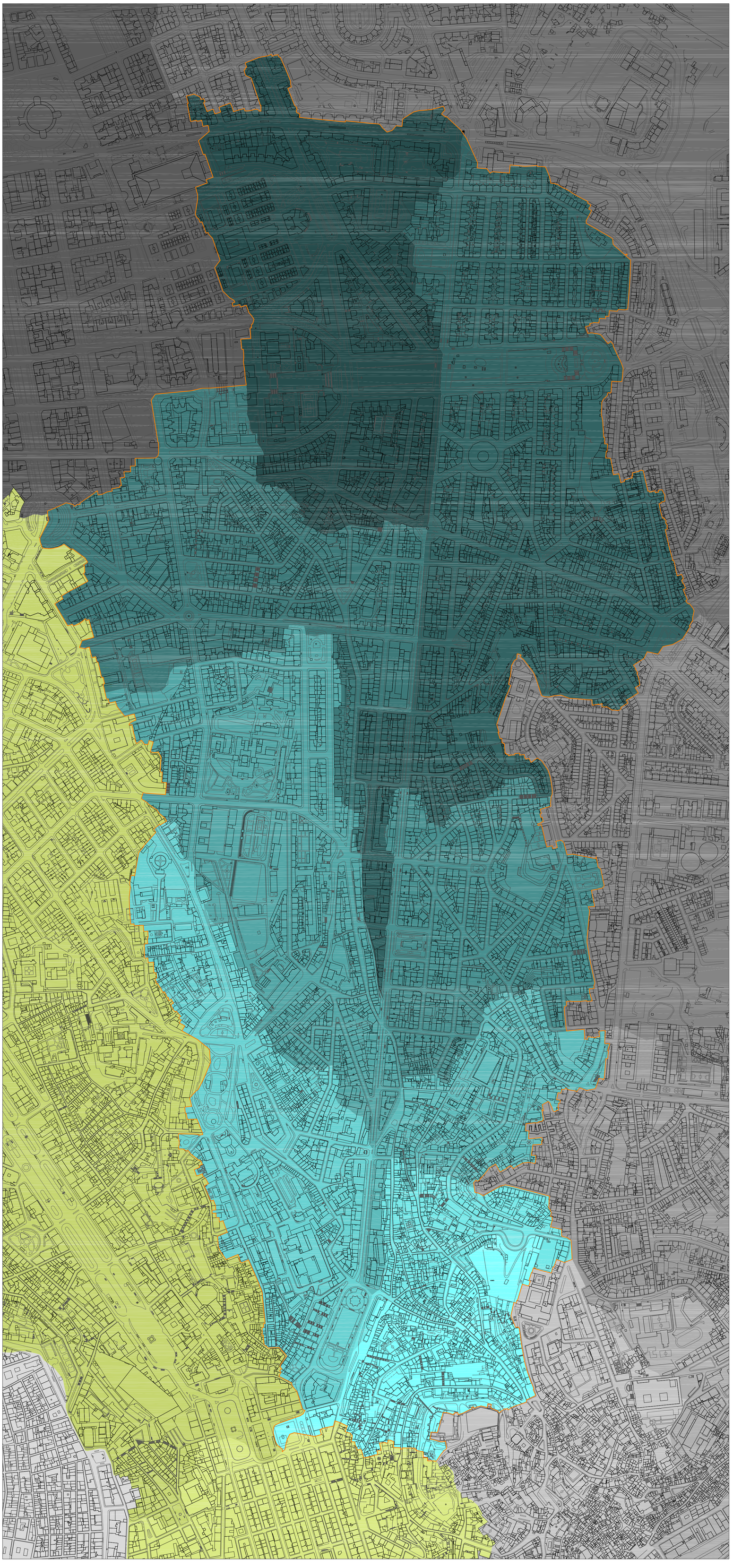
Designação da peça:
Sentidos de Drenagem

Área de Estudo:
Vale da Avenida Almirante Reis - Lisboa

Data:
SET. 2011

Escala:
1/5000

Peça nº:
5



Sub-bacia Hidrográfica da Avenida Almirante Reis

- Sub-bacia de 2ª Ordem nº **1**
- Sub-bacia de 2ª Ordem nº **2**
- Sub-bacia de 2ª Ordem nº **3**
- Sub-bacia de 2ª Ordem nº **4**
- Sub-bacia de 2ª Ordem nº **5**
- Sub-bacia de 2ª Ordem nº **6**
- Sub-bacia de 2ª Ordem nº **7**
- Sub-bacia de 2ª Ordem nº **8**
- Sub-bacia de 2ª Ordem nº **9**

- Sub-bacia Hidrográfica da Avenida da Liberdade
- Bacia Hidrográfica da Baixa - Troço Final

Bacias Hidrográficas Adjacentes à Área em Estudo

Limite da Sub-bacia Hidrográfica da Avenida Almirante Reis

Estrutura Urbana

SUB-BACIAS DE 2ª ORDEM

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

AUTORA:
Inês Vasques da Silva Plácido

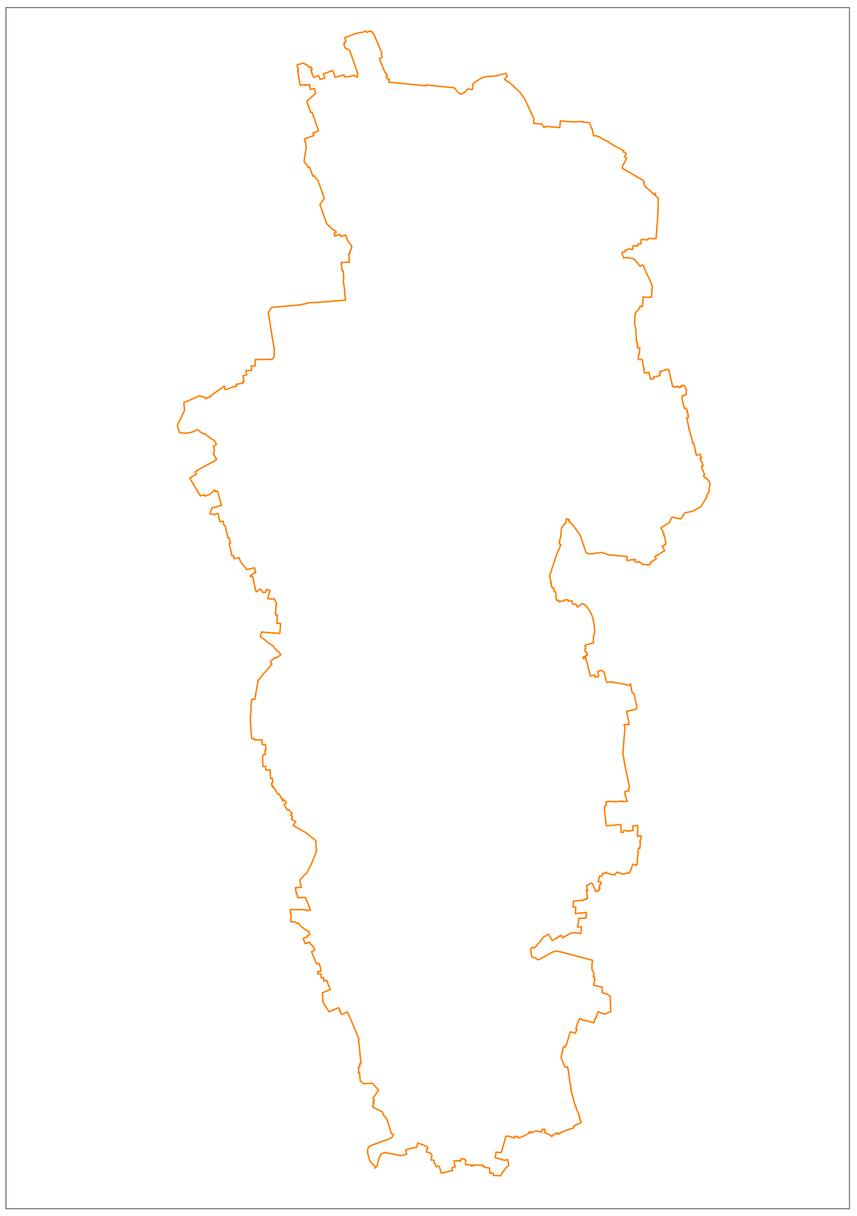
ESCALA:
1/5000

DESIGNAÇÃO DA PEÇA:
Bacias, Sub-Bacias e Sub-bacias Hidrográficas de 2ª Ordem

PEÇA nº:
6

ÁREA DE ESTUDO:
Vale da Avenida Almirante Reis - Lisboa

DATA:
SET. 2011



Edifícios
Edifícios (corpo secundário)
Outros Edifícios
Construções Abarracadas

Limite da Área de Estudo
Estrutura Urbana

LIMITE DA ÁREA DE ESTUDO

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

AUTORA:
Inês Vasques da Silva Plácido

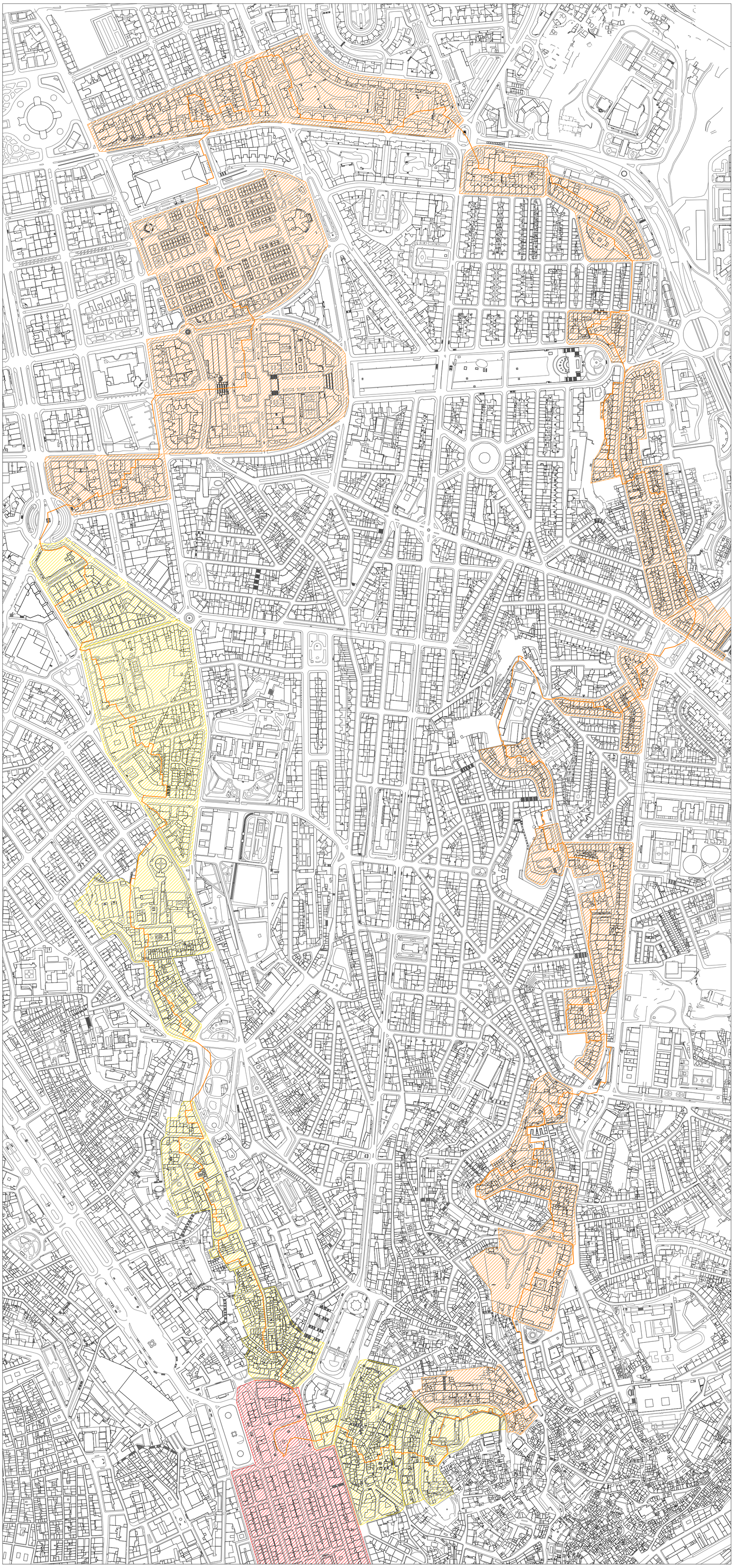
DESIGNAÇÃO DA PEÇA:
Limite da Área de Estudo - Sub-bacia Hidrográfica da Avenida Almirante Reis

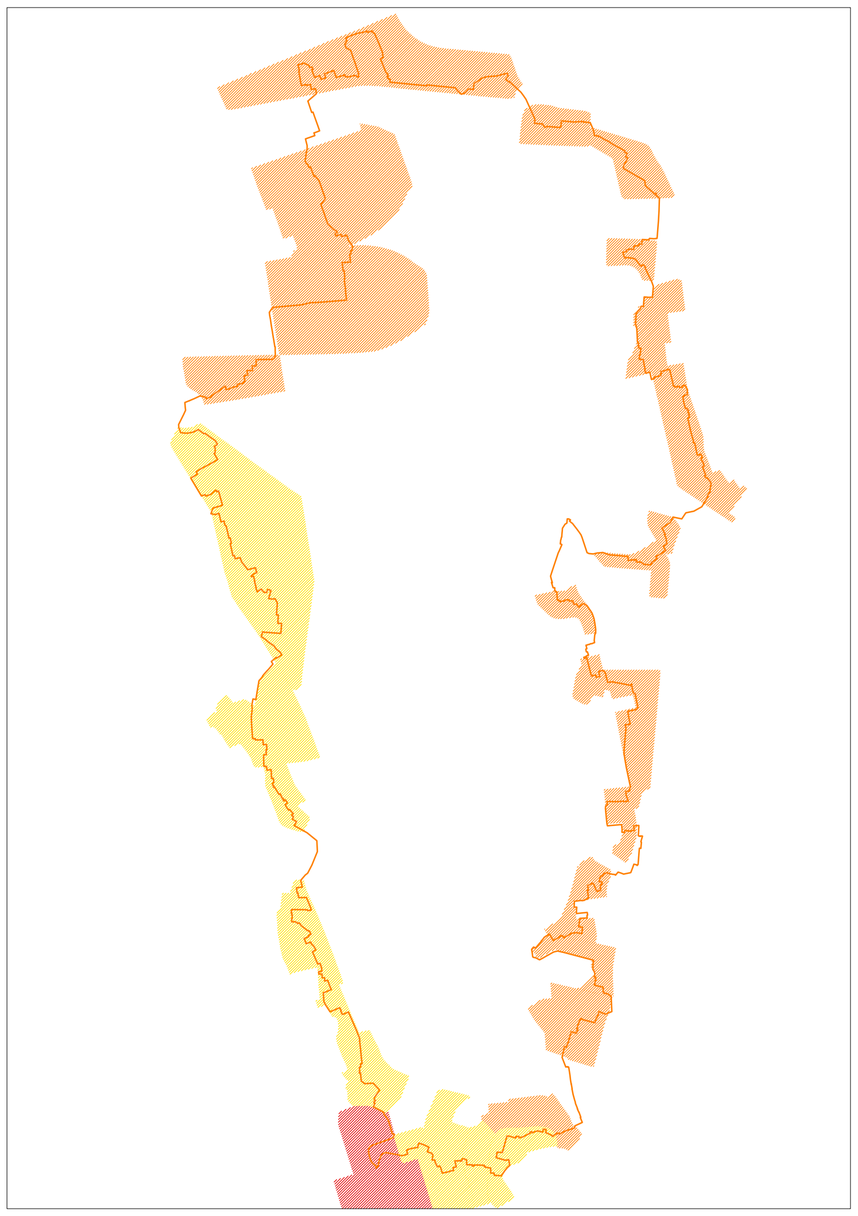
ÁREA DE ESTUDO:
Vale da Avenida Almirante Reis - Lisboa

DATA:
SET. 2011

ESCALA:
1/5000

PEÇA nº:
7





Áreas de Transição
Áreas Adjacentes
Área de Sobreposição

Limite da Área de Estudo
Estrutura Urbana

ÁREAS ADJACENTES E DE TRANSIÇÃO

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

AUTORA:
Inês Vasques da Silva Plácido

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

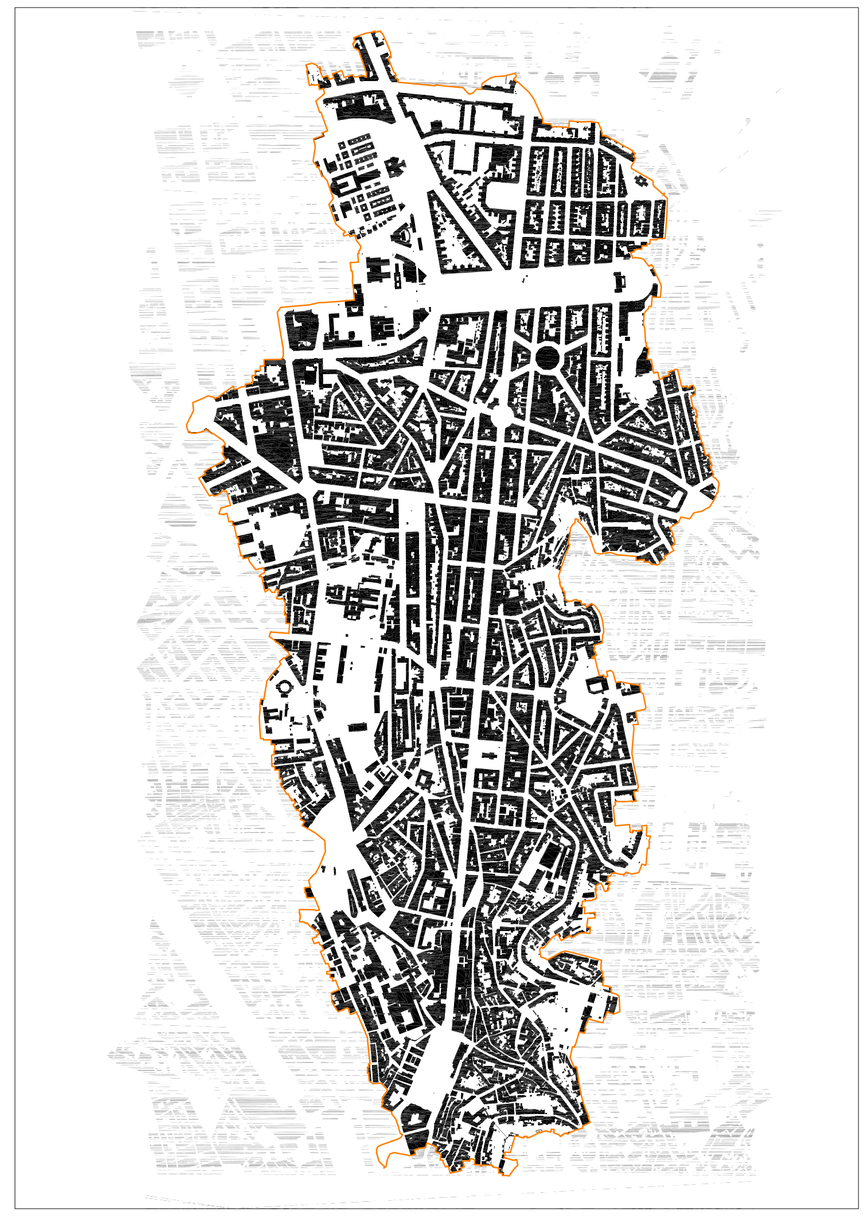
DESIGNAÇÃO DA PEÇA:
Áreas Adjacentes e Áreas de Transição em Relação à Área de Estudo

ÁREA DE ESTUDO:
Vale da Avenida Almirante Reis - Lisboa

DATA:
SET. 2011

ESCALA:
1/5000

PEÇA nº:
8



Cheios

Vazios

Limite da Área de Estudo

CHEIOS E VAZIOS

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

AUTORA:
Inês Vasques da Silva Plácido

DESIGNAÇÃO DA PEÇA:
Figura Fundo - Cheios e Vazios

ÁREA DE ESTUDO:
Vale da Avenida Almirante Reis - Lisboa

DATA:
SET. 2011

ESCALA:
1/5000

PEÇA nº:
9

Holocénico

	Aluviões e/ou Aterros	a

Miocénico

	Calcários de Musgueira	M_{Mu}
	Areias com *Placuna miocenica*	M_{pm}
	Calcários de Casal Vistoso	M_{CV}
	Areias da Quinta do Bacalhau	M_{QB}
	Argilas Azuis de Forno do Tijolo	M_{FT}
	Calcários de Entrecampos (Banco Real)	M_{Ec}
	Areolas da Avenida da Estefânia	M_{Es}
	Argilas de Prazeres	M_{Pr}

CARTA GEOLÓGICA

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

AUTORA:
Inês Vasques da Silva Plácido

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

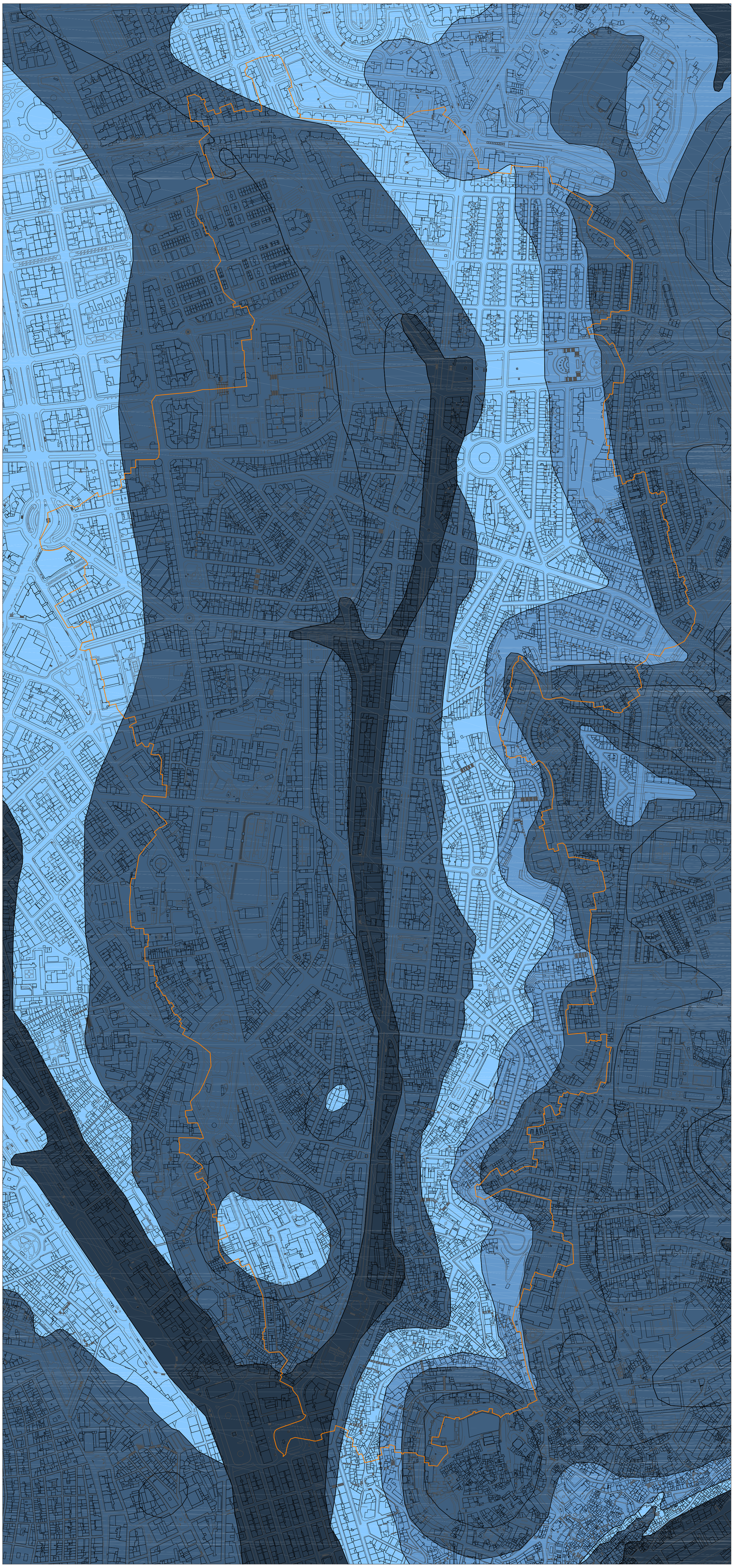
DESIGNAÇÃO DA PEÇA:
Carta Geológica

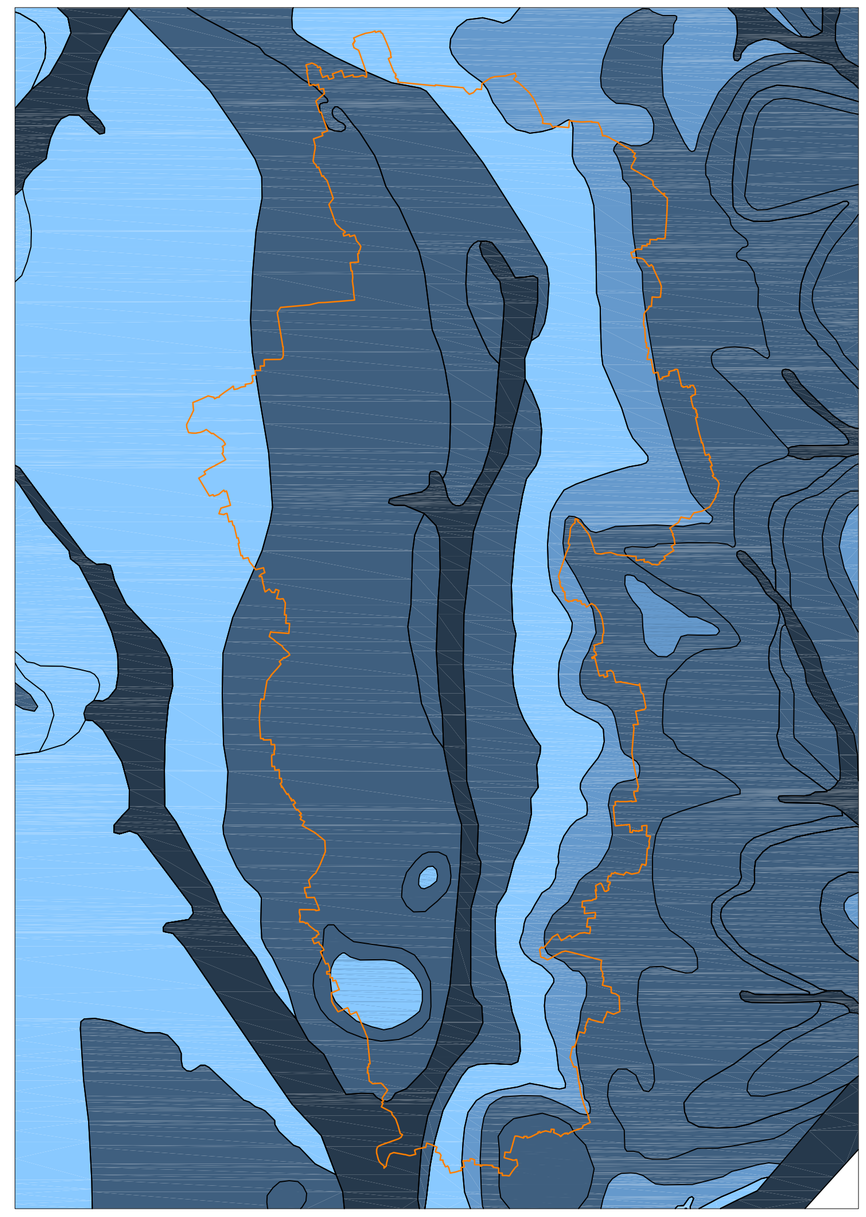
ÁREA DE ESTUDO:
Vale da Avenida Almirante Reis - Lisboa

DATA:
SET. 2011

ESCALA:
1/5000

PEÇA nº:
10





Permeabilidade do Solo e Subsolo Muito Alta
Permeabilidade do Solo e Subsolo Alta
Permeabilidade do Solo e Subsolo Moderada
Permeabilidade do Solo e Subsolo Baixa

Limite da Área de Estudo
Estrutura Urbana

CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

AUTORA:
Inês Vasques da Silva Plácido

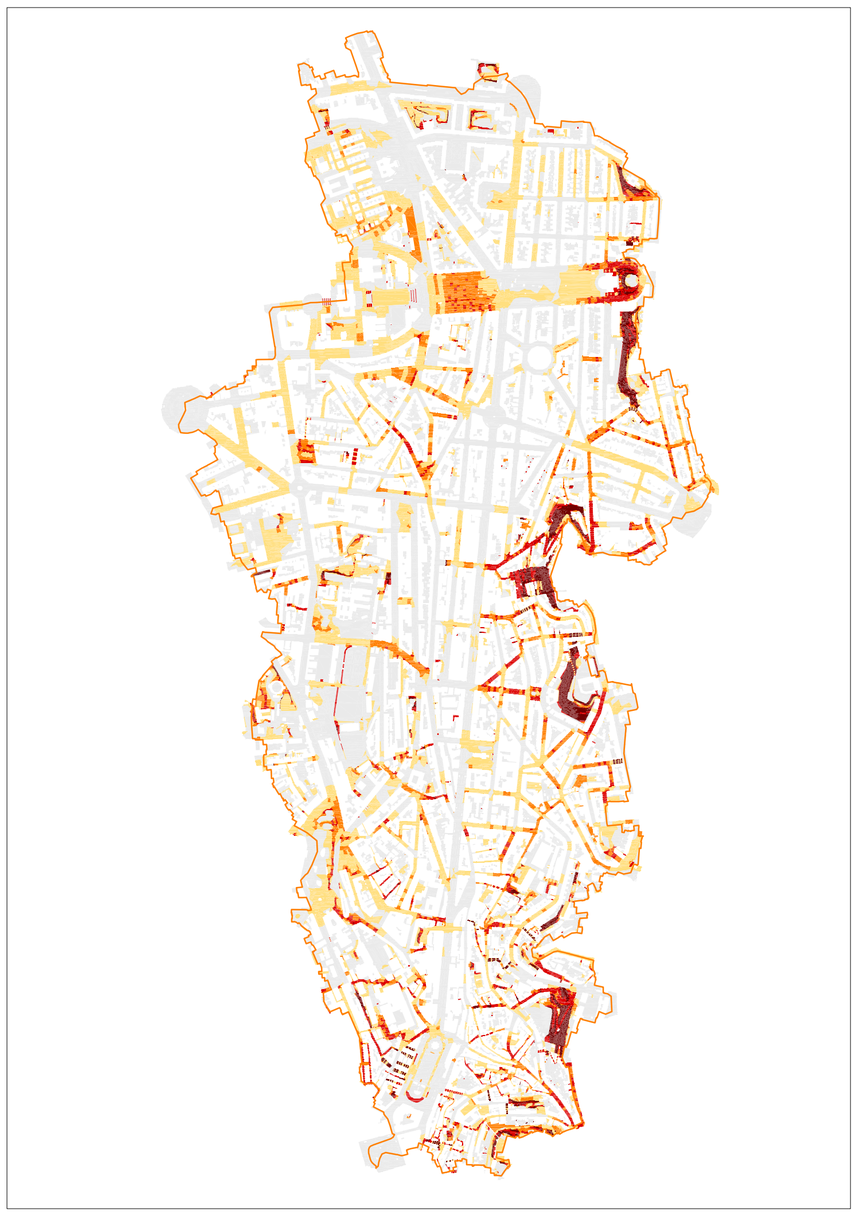
DESIGNAÇÃO DA PEÇA:
Caracterização Hidrogeológica - Permeabilidade do Solo e Subsolo

ÁREA DE ESTUDO:
Vale da Avenida Almirante Reis - Lisboa

DATA:
SET. 2011

ESCALA:
1/5000

PEÇA nº:
11



Declives de 0 a 3%
Declives de 3 a 8%
Declives de 8 a 12%
Declives de 12 a 25%
Declives superiores a 25%

Limite da Área de Estudo
Estrutura Urbana

CONFIGURAÇÃO TRIDIMENSIONAL

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

AUTORA:
Inês Vasques da Silva Plácido

DESIGNAÇÃO DA PEÇA:
Configuração Tridimensional do Espaço - Declives

ÁREA DE ESTUDO:
Vale da Avenida Almirante Reis - Lisboa

DATA:
SET. 2011

ESCALA:
1/5000

PEÇA nº:
12

Permeabilidade Potencial Máxima
Permeabilidade Potencial Alta
Permeabilidade Potencial Moderada
Permeabilidade Potencial Baixa
Permeabilidade Potencial Minima

Limite da Área de Estudo
Estrutura Urbana

PERMEABILIDADE POTENCIAL

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

AUTORA:
Inês Vasques da Silva Plácido

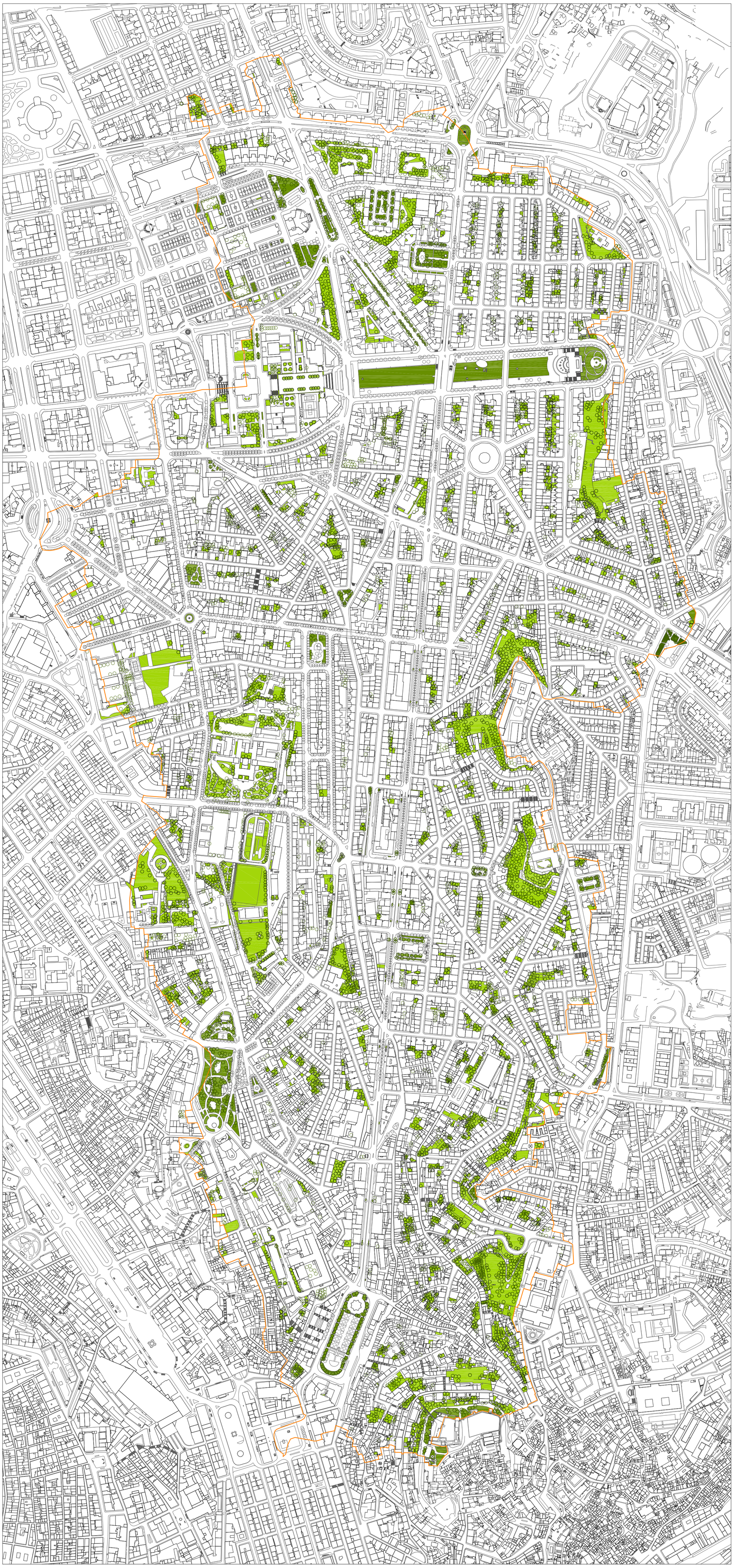
DESIGNAÇÃO DA PEÇA:
Permeabilidade Potencial

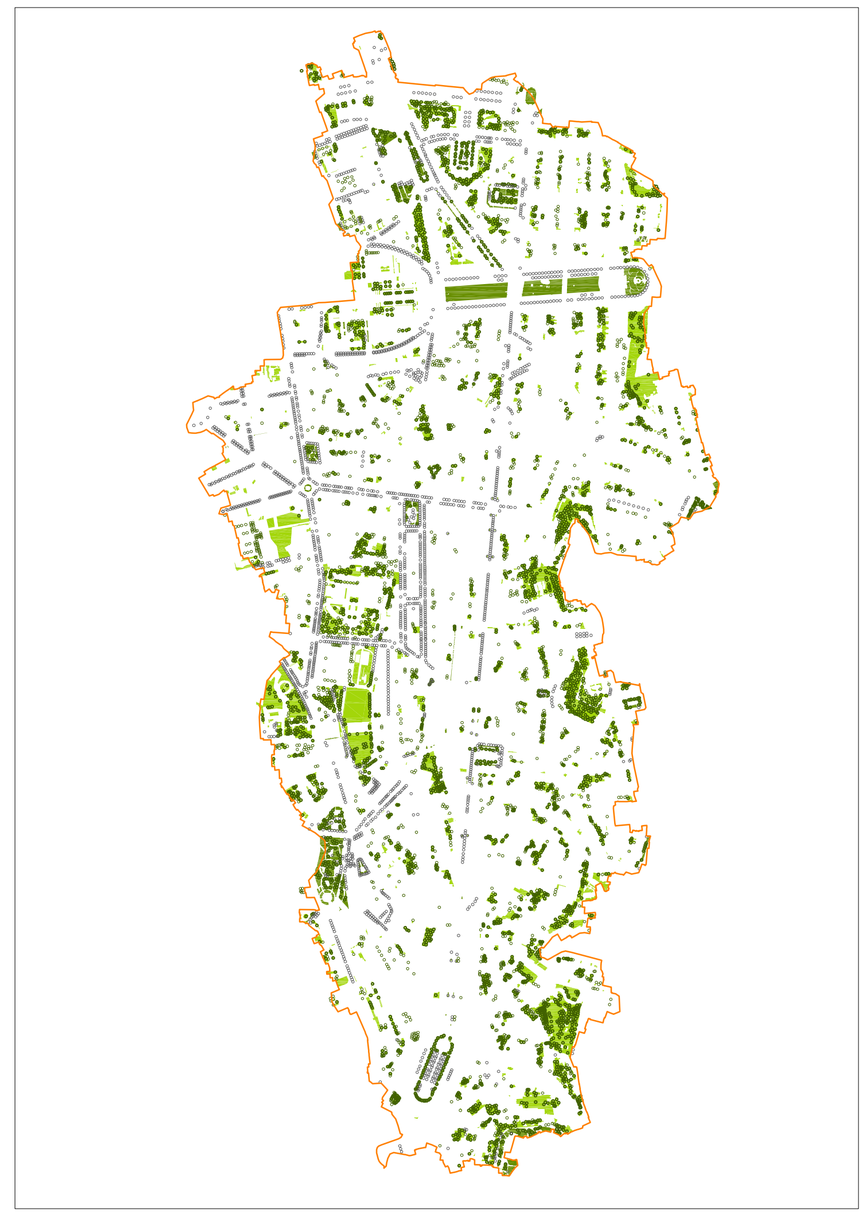
ÁREA DE ESTUDO:
Vale da Avenida Almirante Reis - Lisboa

DATA:
SET. 2011

ESCALA:
1/5000

PEÇA nº:
13





Áreas de Infiltração em Logradouros

Áreas com Vegetação Herbácea

Áreas com Vegetação Arbórea e Arbustiva

Áreas de Infiltração em Espaço Público

Áreas com Vegetação Herbácea

Áreas com Vegetação Arbórea e Arbustiva

Limite da Área de Estudo

Estrutura Urbana

ÁREAS DE INFILTRAÇÃO

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

AUTORA:
Inês Vasques da Silva Plácido

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

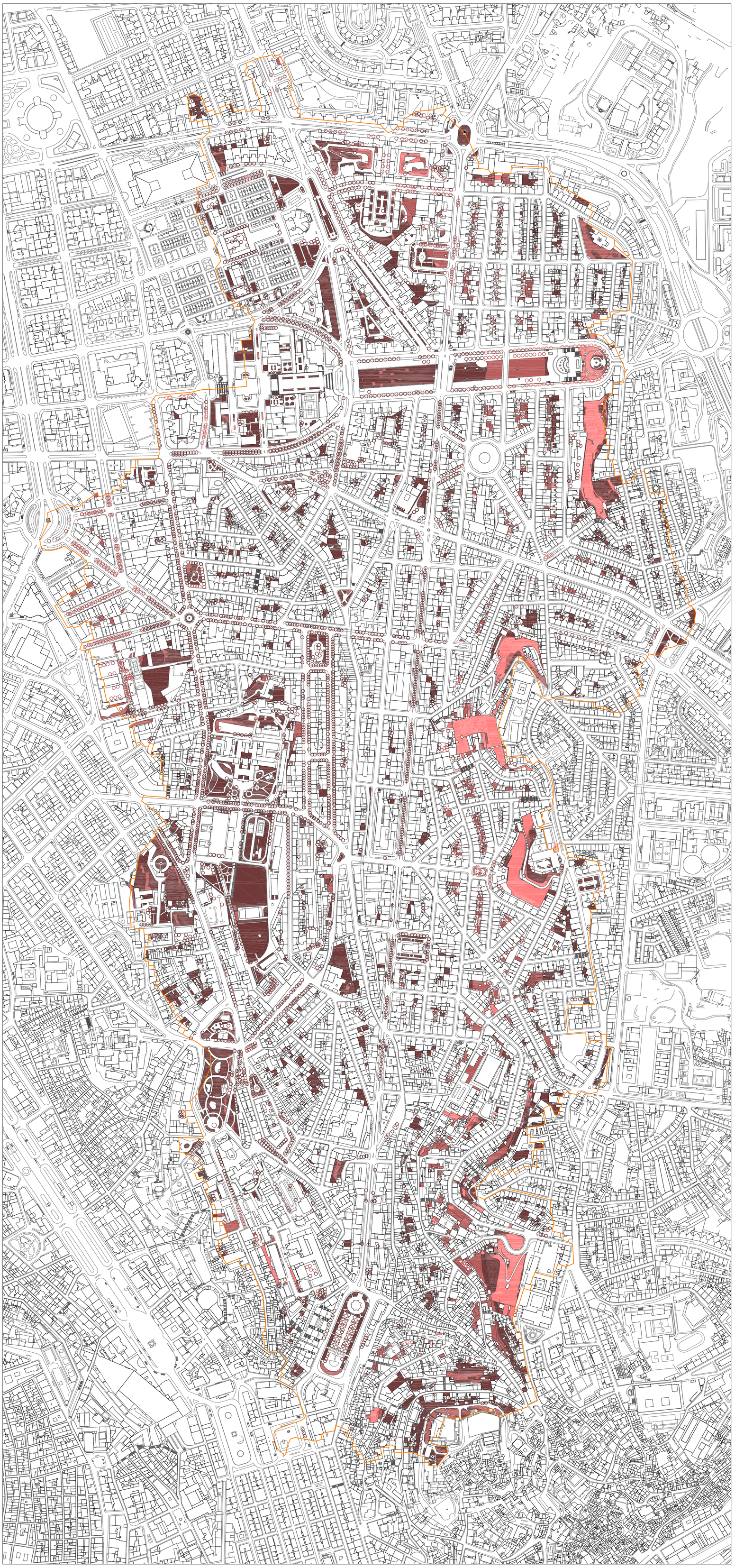
DESIGNAÇÃO DA PEÇA:
Áreas de Infiltração - Áreas em Logradouros vs. Áreas em Espaço Público

ÁREA DE ESTUDO:
Vale da Avenida Almirante Reis - Lisboa

DATA:
SET. 2011

ESCALA:
1/5000

PEÇA nº:
14



Permeabilidade Real Alta
Permeabilidade Real Moderada
Permeabilidade Real Baixa

Limite da Área de Estudo
Estrutura Urbana

PERMEABILIDADE REAL

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

AUTORA:
Inês Vasques da Silva Plácido

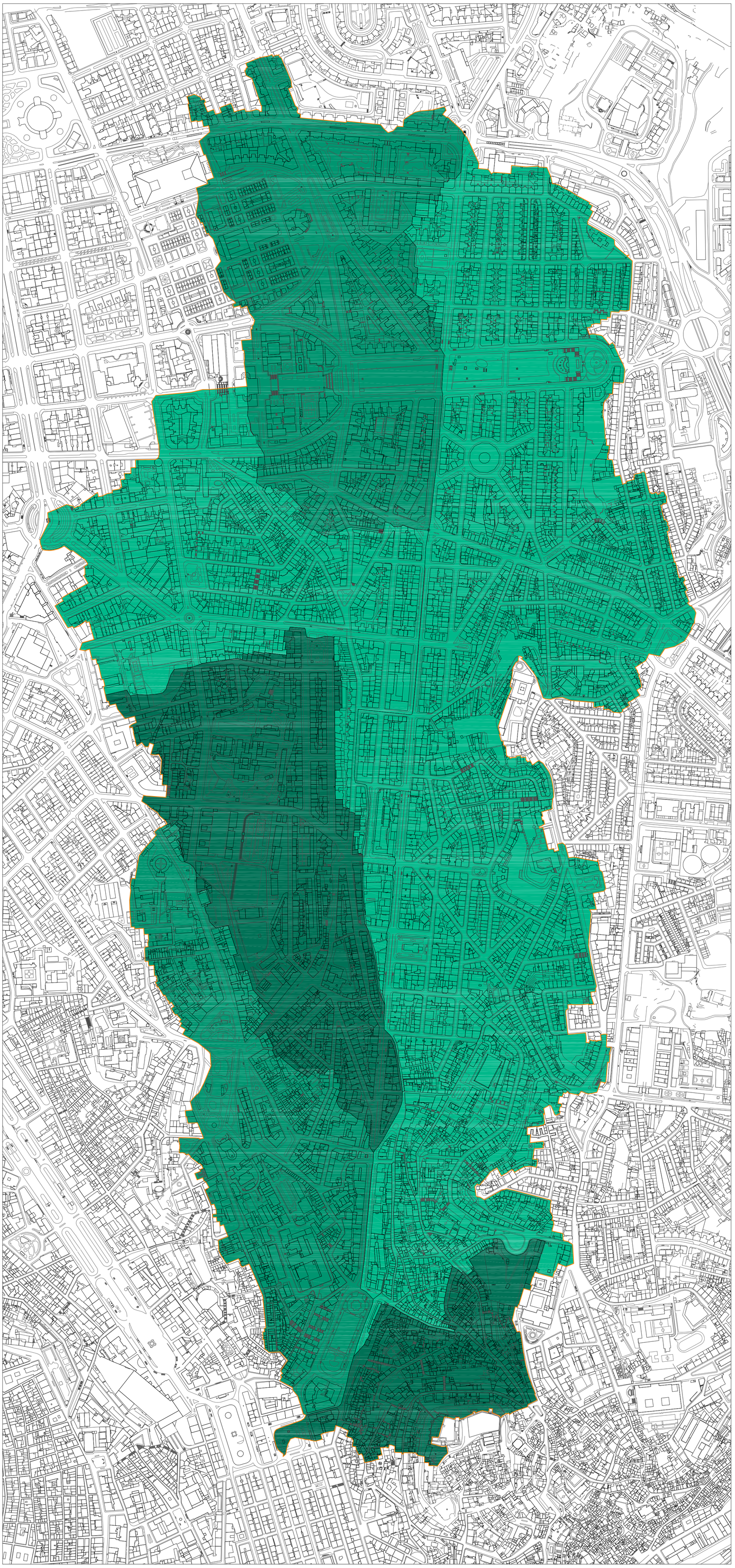
DESIGNAÇÃO DA PEÇA:
Permeabilidade Real

ÁREA DE ESTUDO:
Vale da Avenida Almirante Reis - Lisboa

DATA:
SET. 2011

ESCALA:
1/5000

PEÇA nº:
15



Sub-bacias de 2ª Ordem

- com Menor Percentagem de Áreas de Infiltração - 13 a 17%
- com Média Percentagem de Áreas de Infiltração - 17 a 21%
- com Maior Percentagem de Áreas de Infiltração - 21 a 25%

Limite da Área de Estudo

Estrutura Urbana

CLASSIFICAÇÃO DAS SUB-BACIAS

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

AUTORA:
Inês Vasques da Silva Plácido

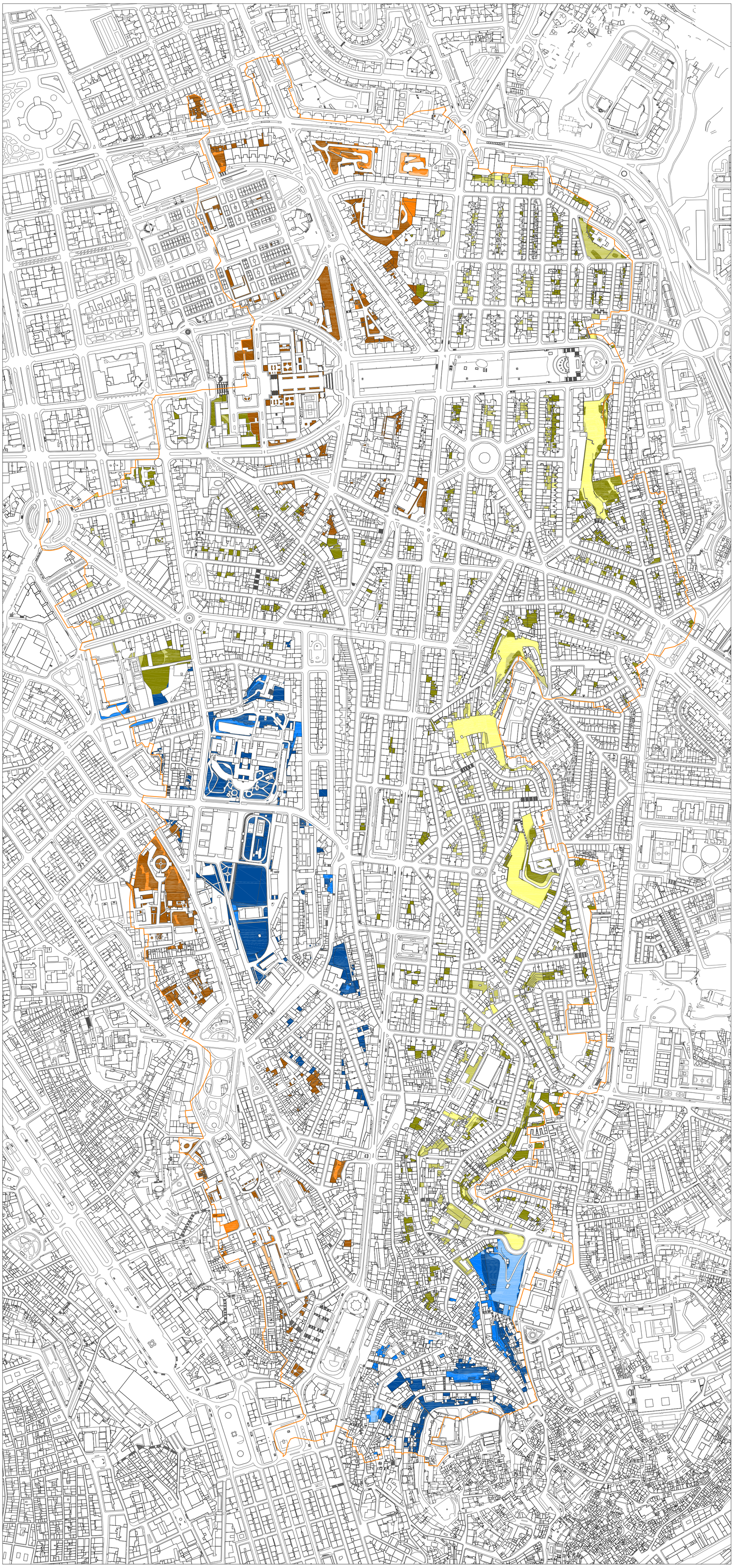
DESIGNAÇÃO DA PEÇA:
Classificação das Sub-bacias de 2ª Ordem Segundo Percentagem de Áreas de Infiltração

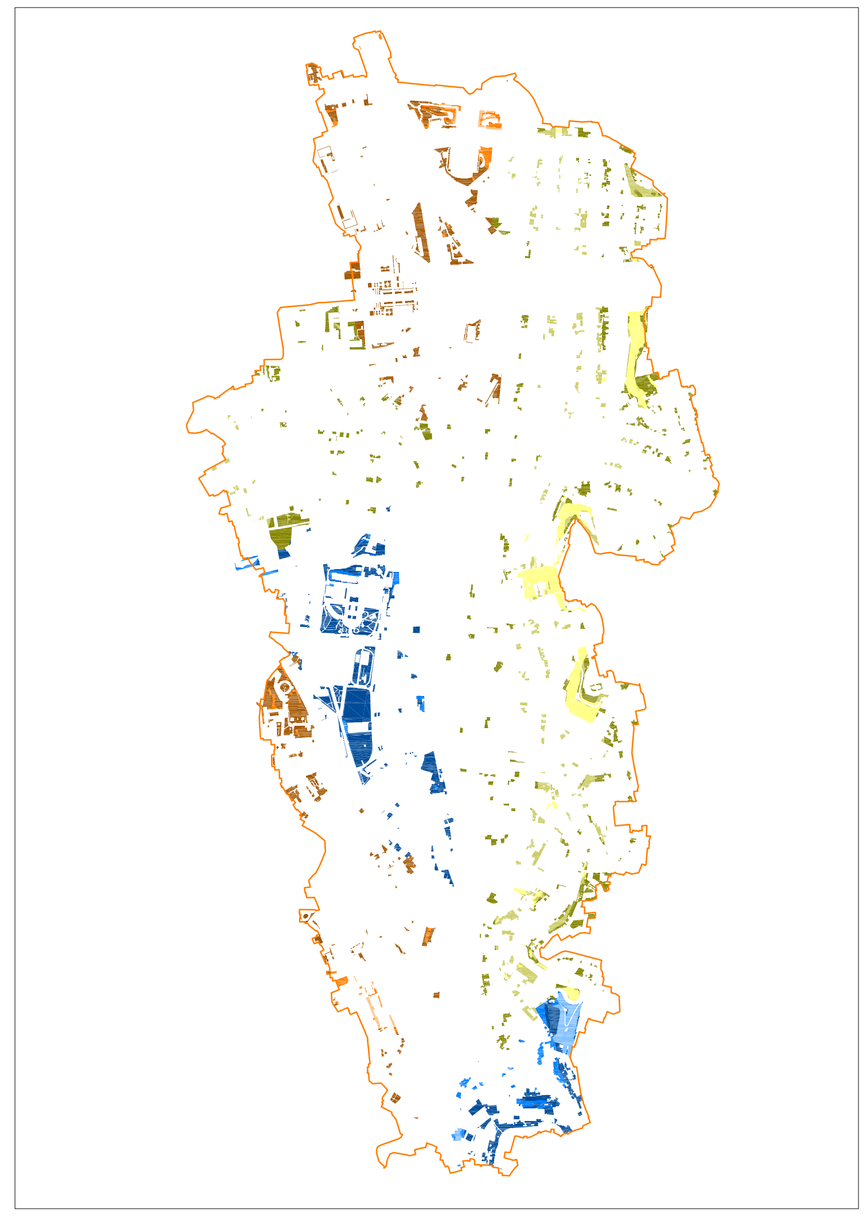
ÁREA DE ESTUDO:
Vale da Avenida Almirante Reis - Lisboa

DATA:
SET. 2011

ESCALA:
1/5000

PEÇA nº:
16





Permeabilidade Real em Sub-bacias de 2ª Ordem com Maior Percentagem de Áreas de Infiltração

- Permeabilidade Alta
- Permeabilidade Moderada
- Permeabilidade Baixa

Permeabilidade Real em Sub-bacias de 2ª Ordem com Média Percentagem de Áreas de Infiltração

- Permeabilidade Alta
- Permeabilidade Moderada
- Permeabilidade Baixa

Permeabilidade Real em Sub-bacias de 2ª Ordem com Menor Percentagem de Áreas de Infiltração

- Permeabilidade Alta
- Permeabilidade Moderada
- Permeabilidade Baixa

Limite da Área de Estudo

Estrutura Urbana

PONDERAÇÃO - LOGRADOUROS

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

AUTORA:
Inês Vasques da Silva Plácido

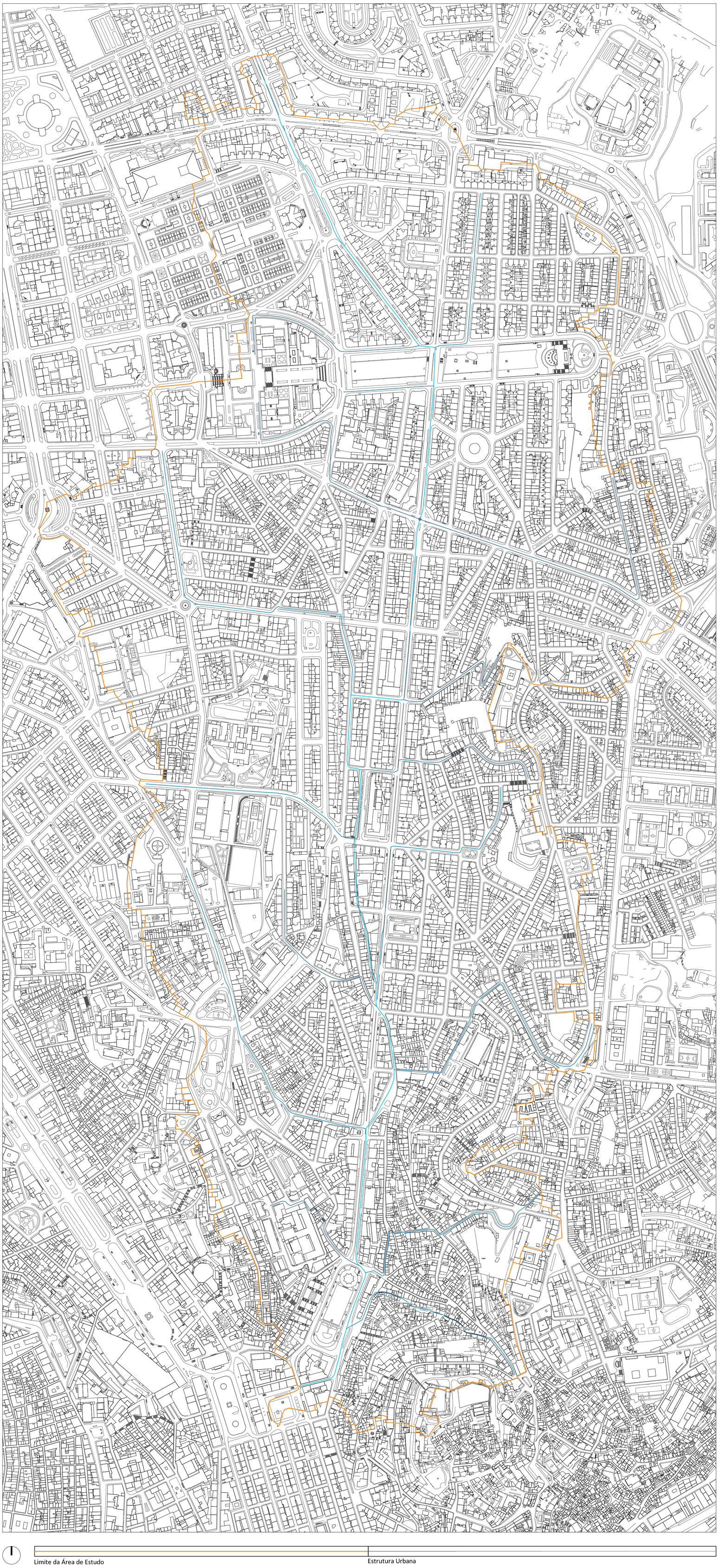
DESIGNAÇÃO DA PEÇA:
Permeabilidade Real em Áreas de Logradouro vs. Caracterização das Sub-bacias de 2ª Ordem

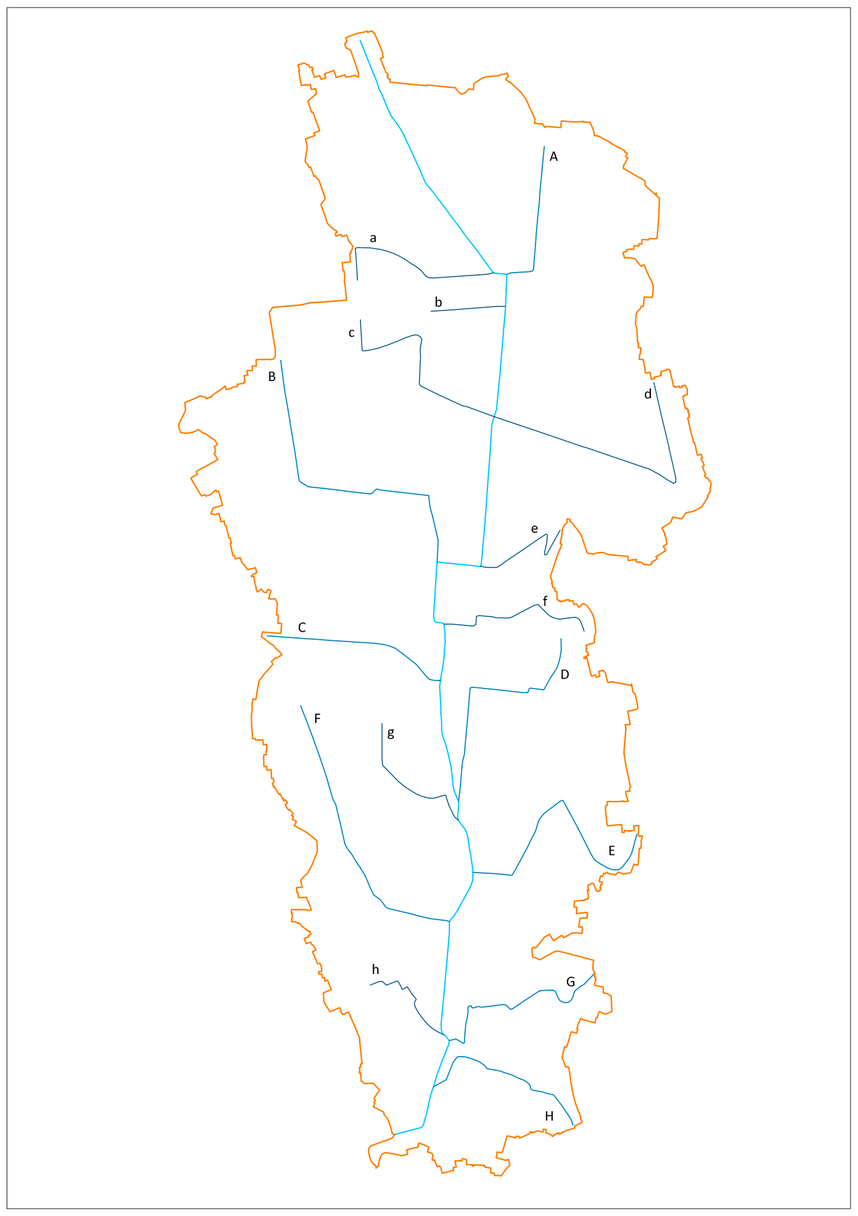
ÁREA DE ESTUDO:
Vale da Avenida Almirante Reis - Lisboa

DATA:
SET. 2011

ESCALA:
1/5000

PEÇA nº:
17





Limite da Área de Estudo

Estrutura Urbana

Linha de Escoamento Preferêncial

Linhas Adutoras Principais

Linhas Adutoras Secundárias

LINHAS DE DRENAGEM URBANA

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

AUTORA:
Inês Vasques da Silva Plácido

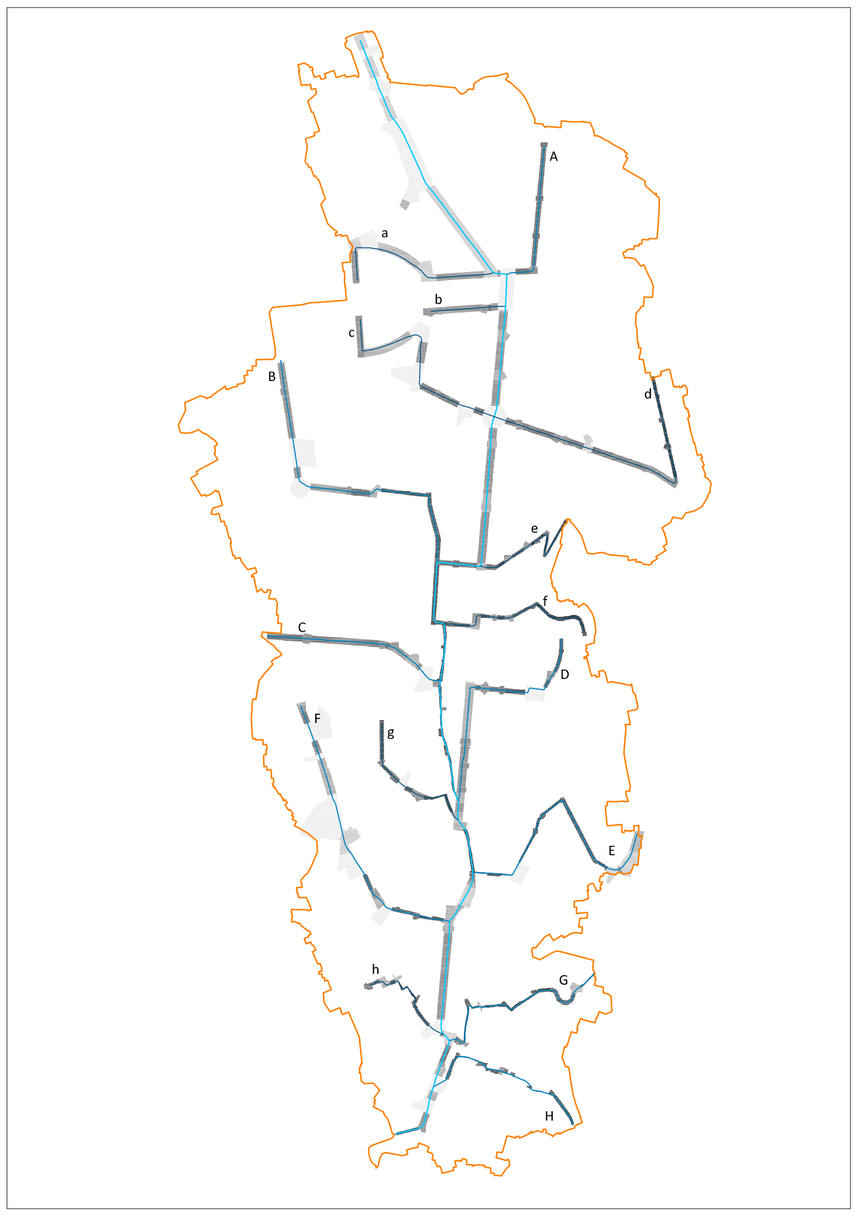
DESIGNAÇÃO DA PEÇA:
Linhas de Drenagem Urbana

ÁREA DE ESTUDO:
Vale da Avenida Almirante Reis - Lisboa

DATA:
SET. 2011

ESCALA:
1/5000

PEÇA nº:
18



Largura Média maior que 40m
Largura Média de 30 a 40m
Largura Média de 25 a 30m
Largura Média de 20 a 25m
Largura Média de 15 a 20m
Largura Média de 10 a 15m
Largura Média de 5 a 10m
Largura Média menor que 5m

Limite da Área de Estudo

Estrutura Urbana

CONFIGURAÇÃO BIDIMENSIONAL

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

AUTORA:
Inês Vasques da Silva Plácido

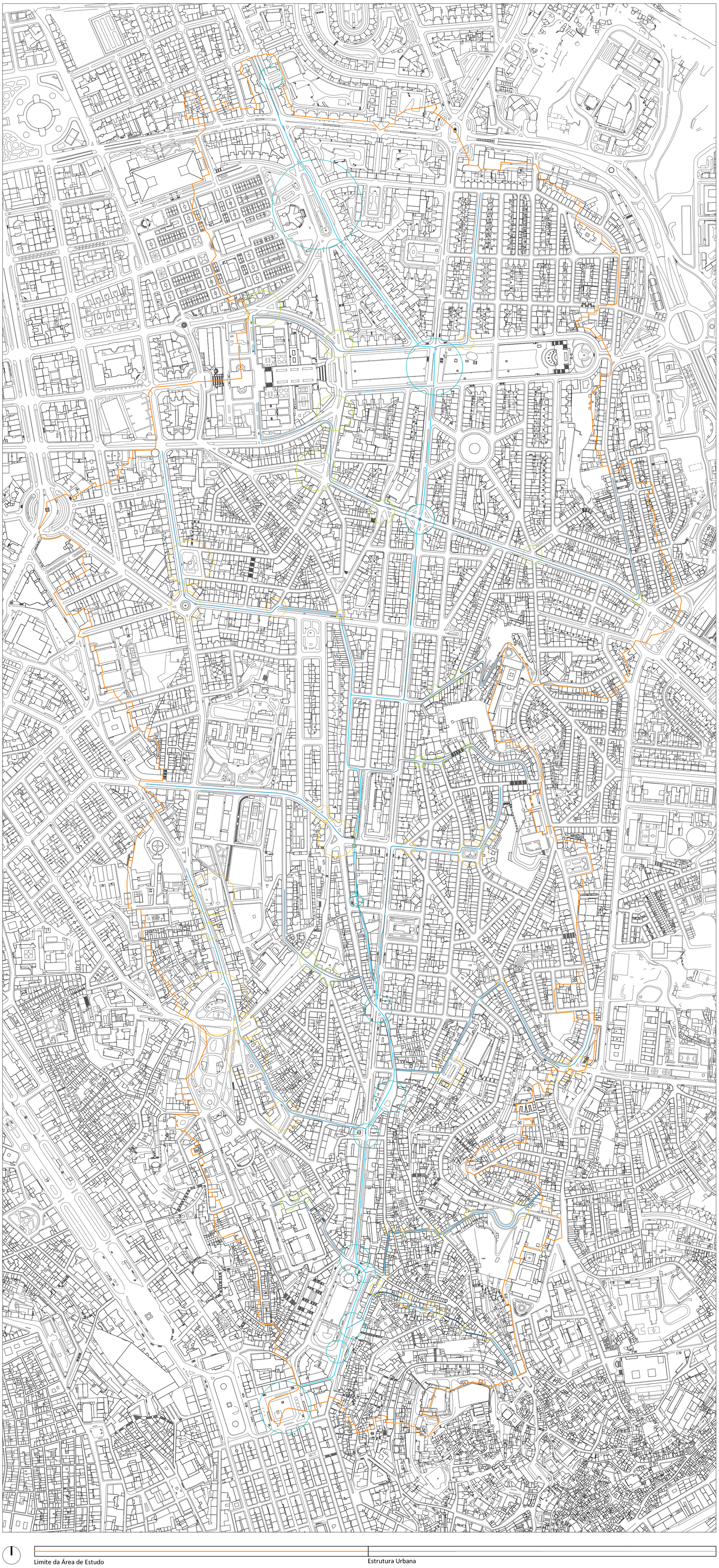
DESIGNAÇÃO DA PEÇA:
Configuração Bidimensional - Largura Média das Linhas de Drenagem Urbana

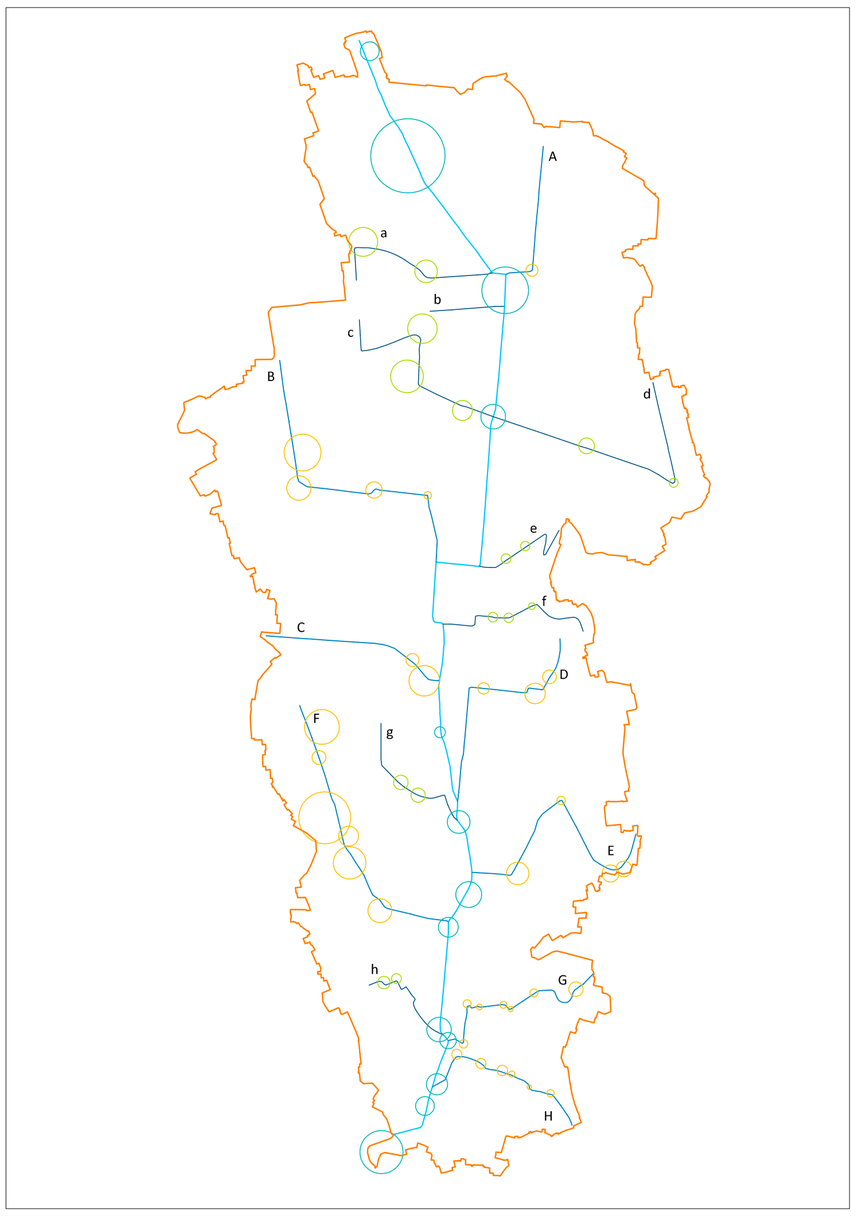
ÁREA DE ESTUDO:
Vale da Avenida Almirante Reis - Lisboa

DATA:
SET. 2011

ESCALA:
1/5000

PEÇA nº:
19





Linha de Escoamento Preferencial

Linhas Adutoras Principais

Linhas Adutoras Secundárias

Pontuações ao Longo da Linha de Escoamento Preferencial

Pontuações ao Longo das Linhas Adutoras Principais

Pontuações ao Longo das Linhas Adutoras Secundárias

Limite da Área de Estudo

Estrutura Urbana

PONTOS - ALARGAMENTOS

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

AUTORA:
Inês Vasques da Silva Plácido

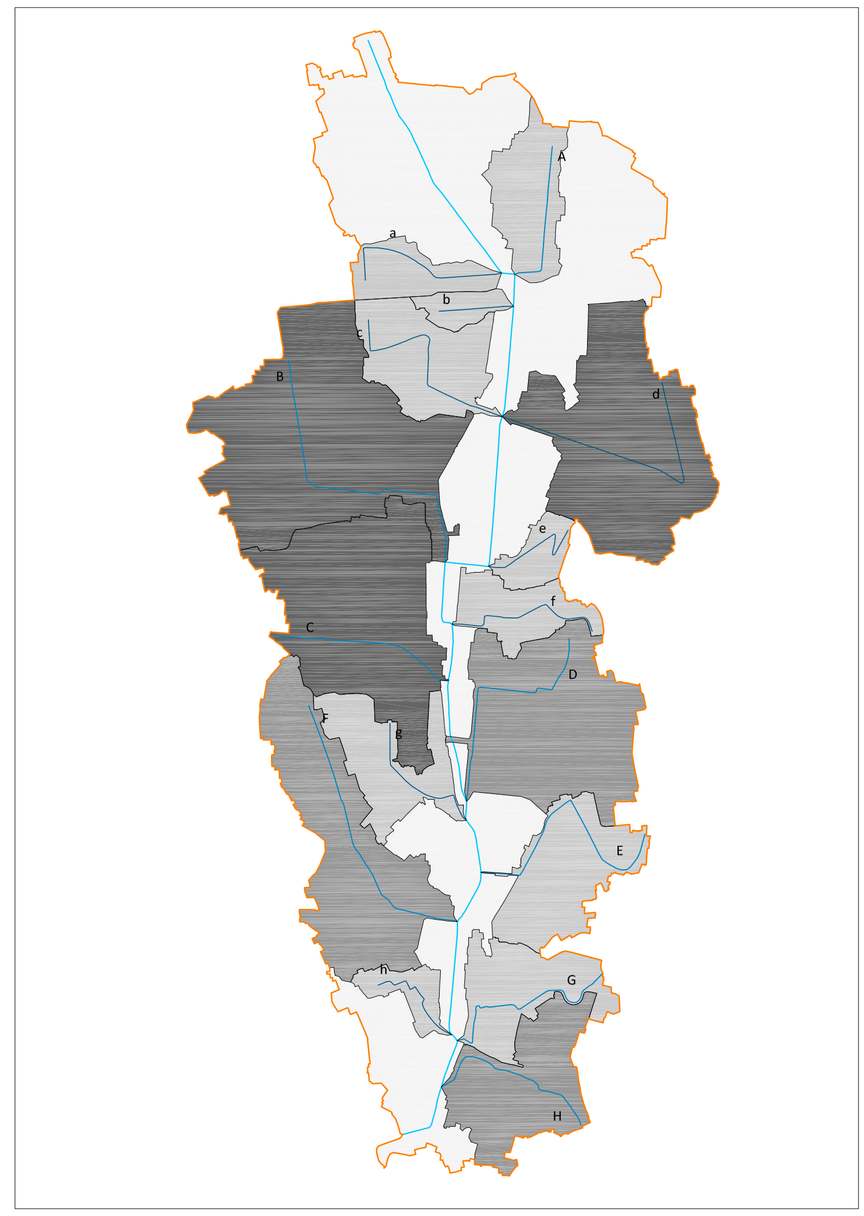
DESIGNAÇÃO DA PEÇA:
Distribuição dos Alargamentos Pelas Linha de Drenagem Urbana

ÁREA DE ESTUDO:
Vale da Avenida Almirante Reis - Lisboa

DATA:
SET. 2011

ESCALA:
1/5000

PEÇA nº:
20



Hemibacias com Caudal Médio Elevado

Hemibacias com Caudal Médio Moderado

Hemibacias com Caudal Médio Baixo

Limite da Área de Estudo

Estrutura Urbana

SUB-BACIAS DE 3ª ORDEM

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

AUTORA:
Inês Vasques da Silva Plácido

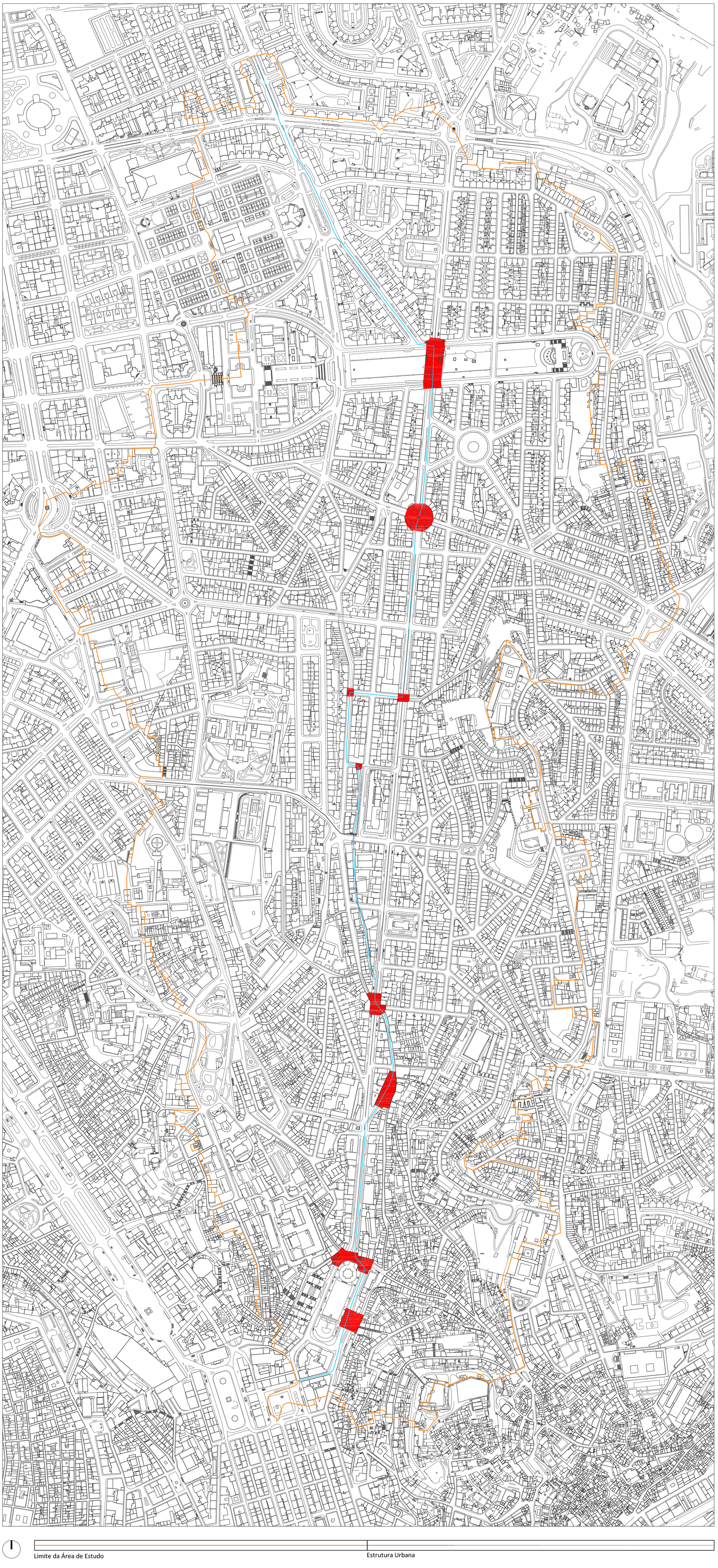
DESIGNAÇÃO DA PEÇA:
Sub-bacia de Drenagem de 3ª Ordem

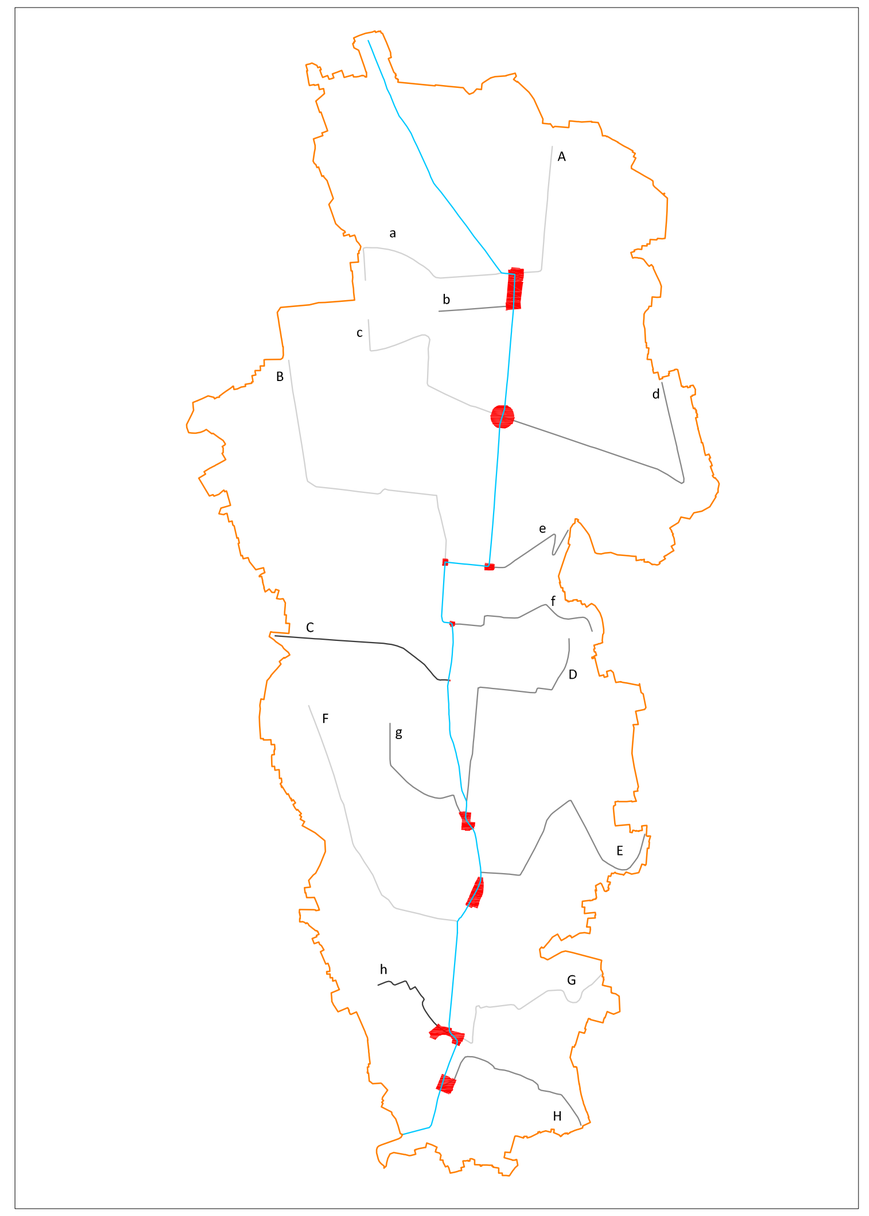
ÁREA DE ESTUDO:
Vale da Avenida Almirante Reis - Lisboa

DATA:
SET. 2011

ESCALA:
1/5000

PEÇA nº:
21





Linha de Escoamento Preferencial

Adutores com Maior Problemática

Adutores com Moderada Problemática

Adutores com Menor Problemática

Pontos Criticos ao Longo da Linha de Escoamento Preferencial

Limite da Área de Estudo

Estrutura Urbana

PROBLEMÁTICA DOS AUTORES

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

AUTORA:
Inês Vasques da Silva Plácido

DESIGNAÇÃO DA PEÇA:
Classificação dos Adutores Segundo a Sua Problemática e Identificação de Pontos Críticos

ÁREA DE ESTUDO:
Vale da Avenida Almirante Reis - Lisboa

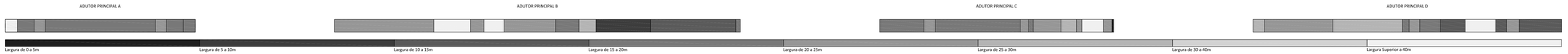
DATA:
SET. 2011

ESCALA:
1/5000

PEÇA nº:
22

ESTUDO PORMENORIZADO DAS LINHAS ADUTORAS PRINCIPAIS

PERFIL BIDIMENSIONAL TRANSVERSAL - LARGURAS MÉDIAS



Pontuações Presentes nas Linhas Adutoras Secundárias

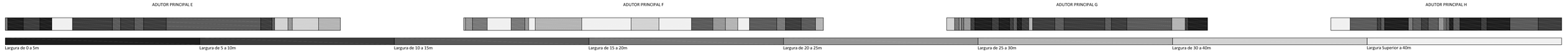
Pontos Estratégicos de Intervenção nas Linhas Adutoras Secundárias

PERFIL TRIDIMENSIONAL DAS LINHA ADUTORAS PRINCIPAIS

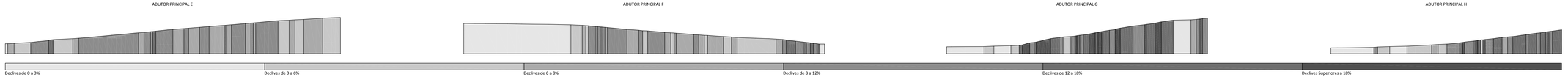
SINTESE: LARGURAS vs. DECLIVES

PONTUAÇÕES - FREQUÊNCIA, DISTRIBUIÇÃO E PONTOS ESTRATÉGICOS DE INTERVENÇÃO

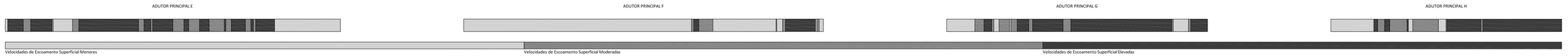
PERFIL BIDIMENSIONAL TRANSVERSAL - LARGURAS MÉDIAS



PERFIL TRIDIMENSIONAL DAS LINHA ADUTORAS PRINCIPAIS



SINTESE: LARGURAS vs. DECLIVES



PONTUAÇÕES - FREQUÊNCIA, DISTRIBUIÇÃO E PONTOS ESTRATÉGICOS DE INTERVENÇÃO

LINHAS ADUTORAS PRINCIPAIS

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

AUTORA:
Inês Vasques da Silva Plácido

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

DESIGNAÇÃO DA PEÇA:
Estudo Pormenorizado das Linhas Adutoras Principais e Secundárias

ÁREA DE ESTUDO:
Vale da Avenida Almirante Reis - Lisboa

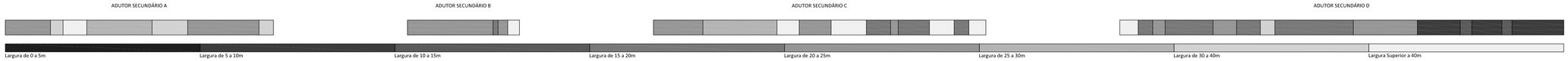
DATA:
SET. 2011

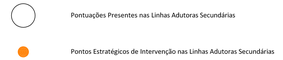
ESCALA:
1/3250

PEÇA nº:
23a

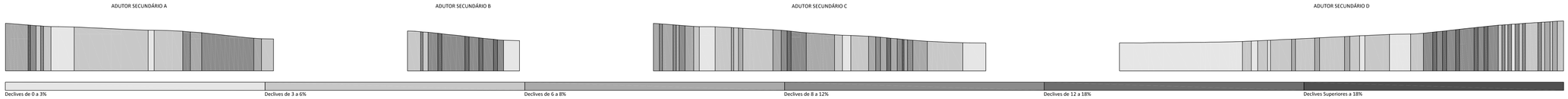
ESTUDO PORMENORIZADO DAS LINHAS ADUTORAS SECUNDÁRIAS

PERFIL BIDIMENSIONAL TRANSVERSAL - LARGURAS MÉDIAS

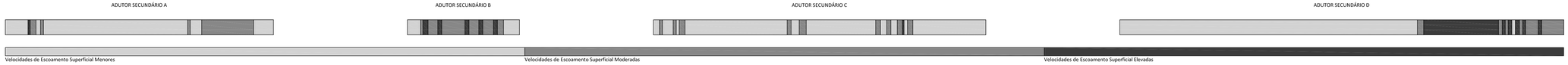




PERFIL TRIDIMENSIONAL DAS LINHA ADUTORAS SECUNDÁRIAS



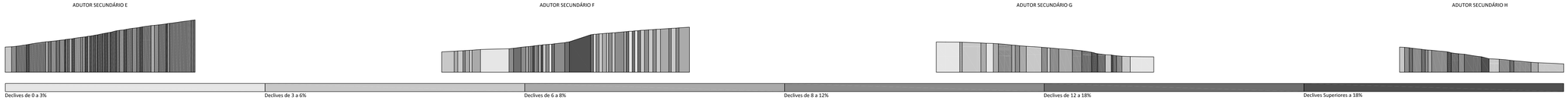
SINTESE: LARGURAS vs. DECLIVES



PONTUAÇÕES - FREQUÊNCIA, DISTRIBUIÇÃO E PONTOS ESTRATÉGICOS DE INTERVEÇÃO

PERFIL BIDIMENSIONAL TRANSVERSAL - LARGURAS MÉDIAS

PERFIL TRIDIMENSIONAL DAS LINHA ADUTORAS SECUNDÁRIAS



SINTESE: LARGURAS vs. DECLIVES

PONTUAÇÕES - FREQUÊNCIA, DISTRIBUIÇÃO E PONTOS ESTRATÉGICOS DE INTERVEÇÃO

LINHAS ADUTORAS SECUNDÁRIOS

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

AUTORA:
Inês Vasques da Silva Plácido

DESIGNAÇÃO DA PEÇA:
Estudo Pormenorizado das Linhas Adutoras Principais e Secundárias

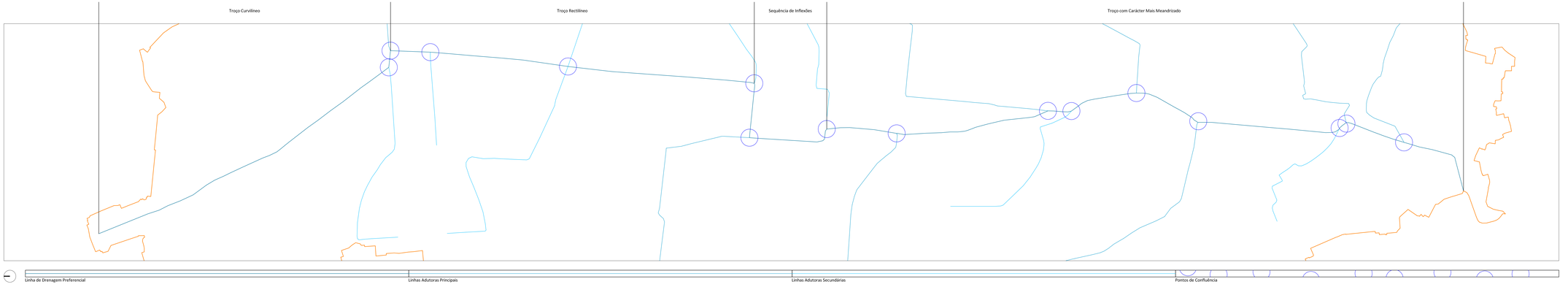
ÁREA DE ESTUDO:
Vale da Avenida Almirante Reis - Lisboa

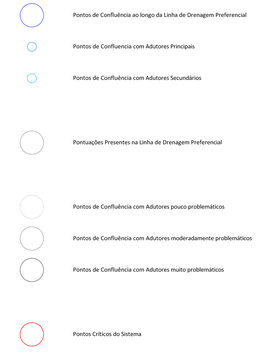
DATA:
SET. 2011

ESCALA:
1/3250

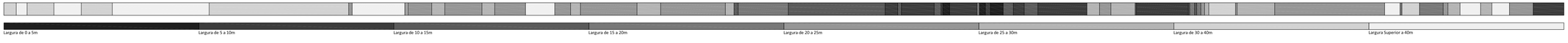
PEÇA nº:
23b

PERFIL BIDIMENSIONAL LONGITUDINAL - FORMA E DESENVOLVIMENTO DA LINHA DE DRENAGEM PREFERENCIAL

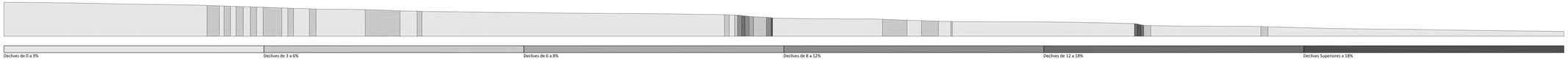




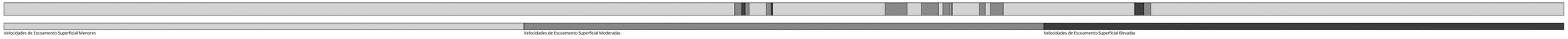
PERFIL BIDIMENSIONAL TRANSVERSAL - LARGURAS MÉDIAS



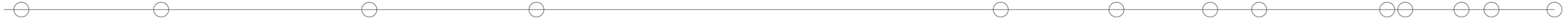
PERFIL TRIDIMENSIONAL DA LINHA DE DRENAGEM PREFERENCIA



SINTESE: LARGURAS vs. DECLIVES



PONTUAÇÕES - FREQUENCIA E DISTRIBUIÇÃO



PONTOS DE CONFLUENCIA vs. PROBLEMÁTICA DOS ADUTORES PRINCIPAIS E SECUNDÁRIOS

PONTOS CRÍTICOS DO SISTEMA DE DRENAGEM

LINHA DE DRENAGEM PREFERENCIAL

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

AUTORA:
Inês Vásques da Silva Plácido

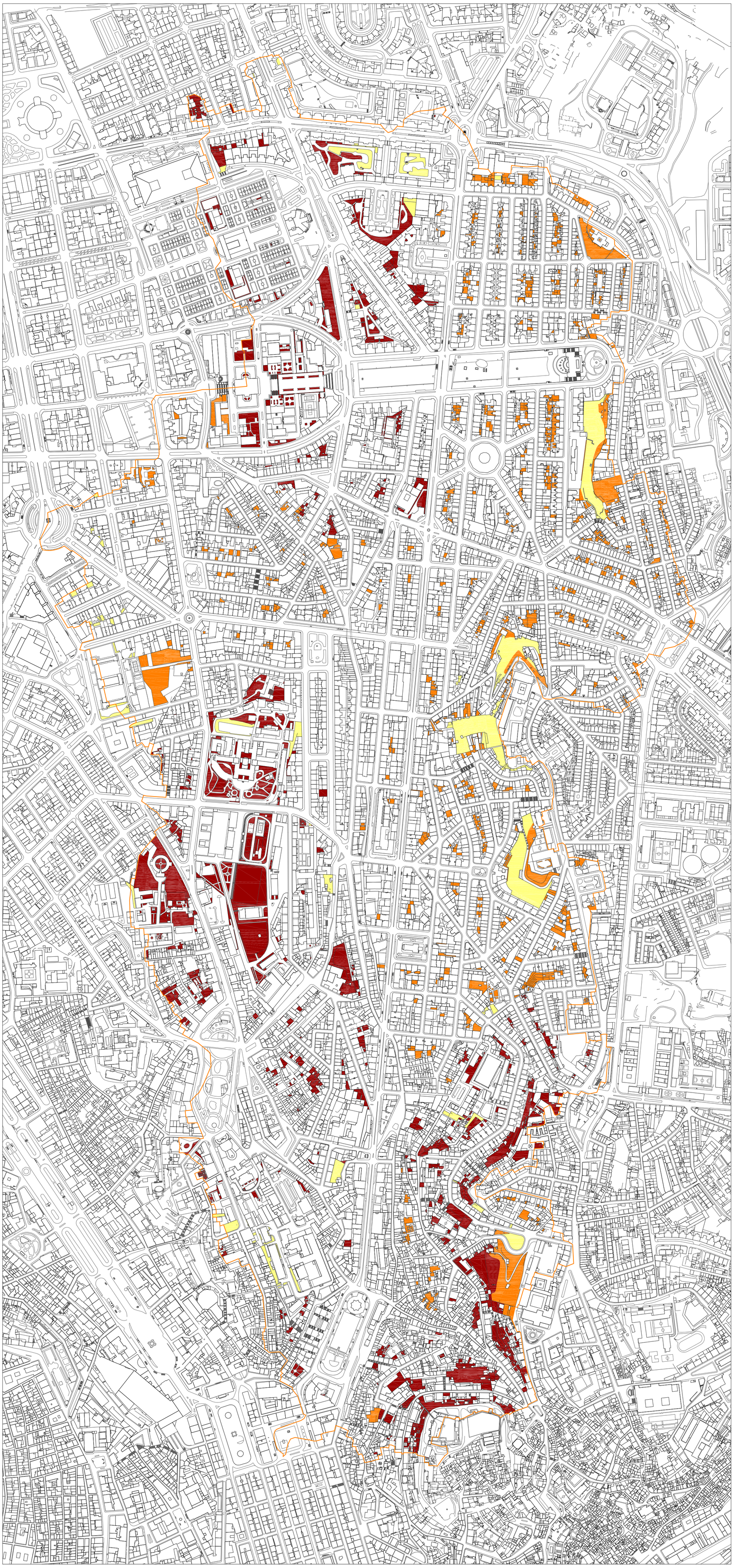
DESIGNAÇÃO DA PEÇA:
Estudo Pormenorizado da Linha de Drenagem Preferencial

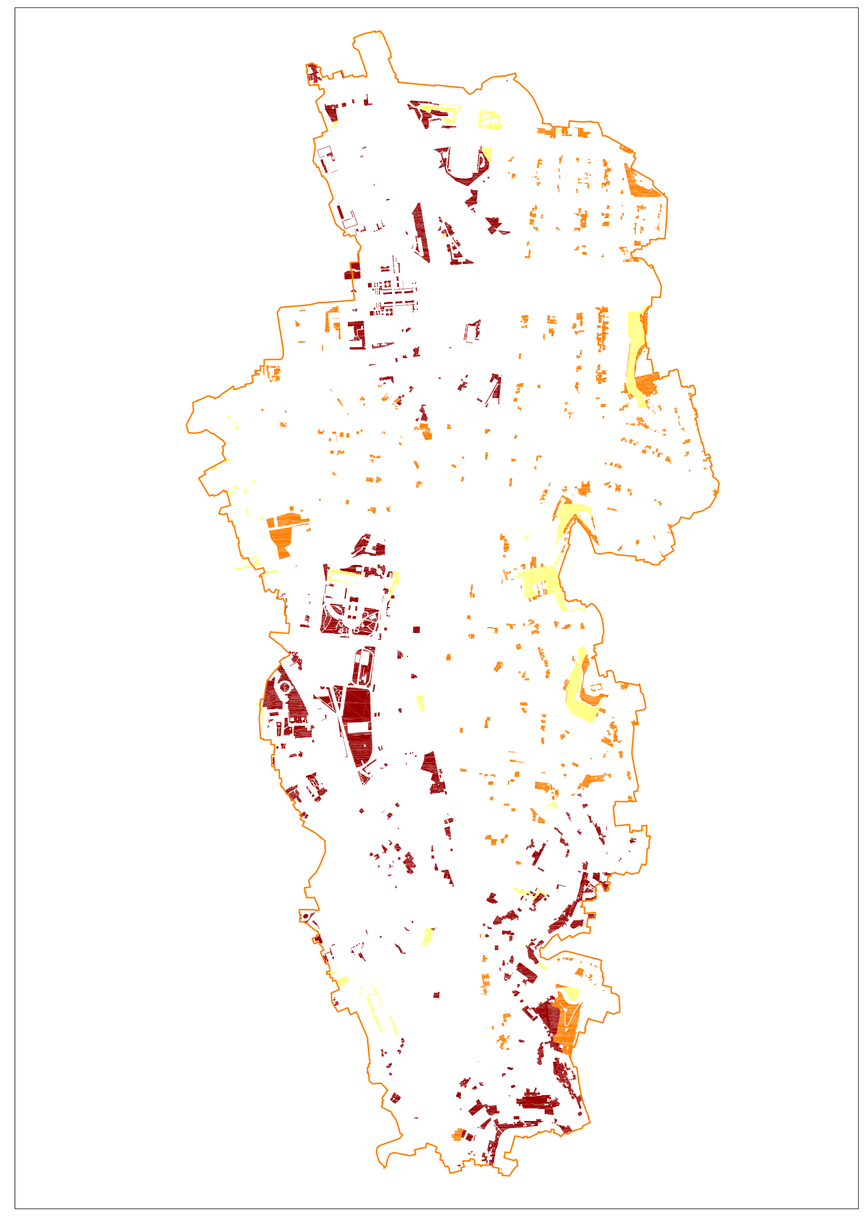
ÁREA DE ESTUDO:
Vale da Avenida Almirante Reis - Lisboa

DATA:
SET. 2011

ESCALA:
1/3250

PEÇA nº:
24





Logradouros com Maior Potencial para a Recarga do Aquífero

Logradouros com Maior Potencial para a Retenção de Água

Logradouros com Maior Potencial para a Captação de Água

Limite da Área de Estudo

Estrutura Urbana

PROGRAMA DE INTERVENÇÃO

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

AUTORA:
Inês Vasques da Silva Plácido

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

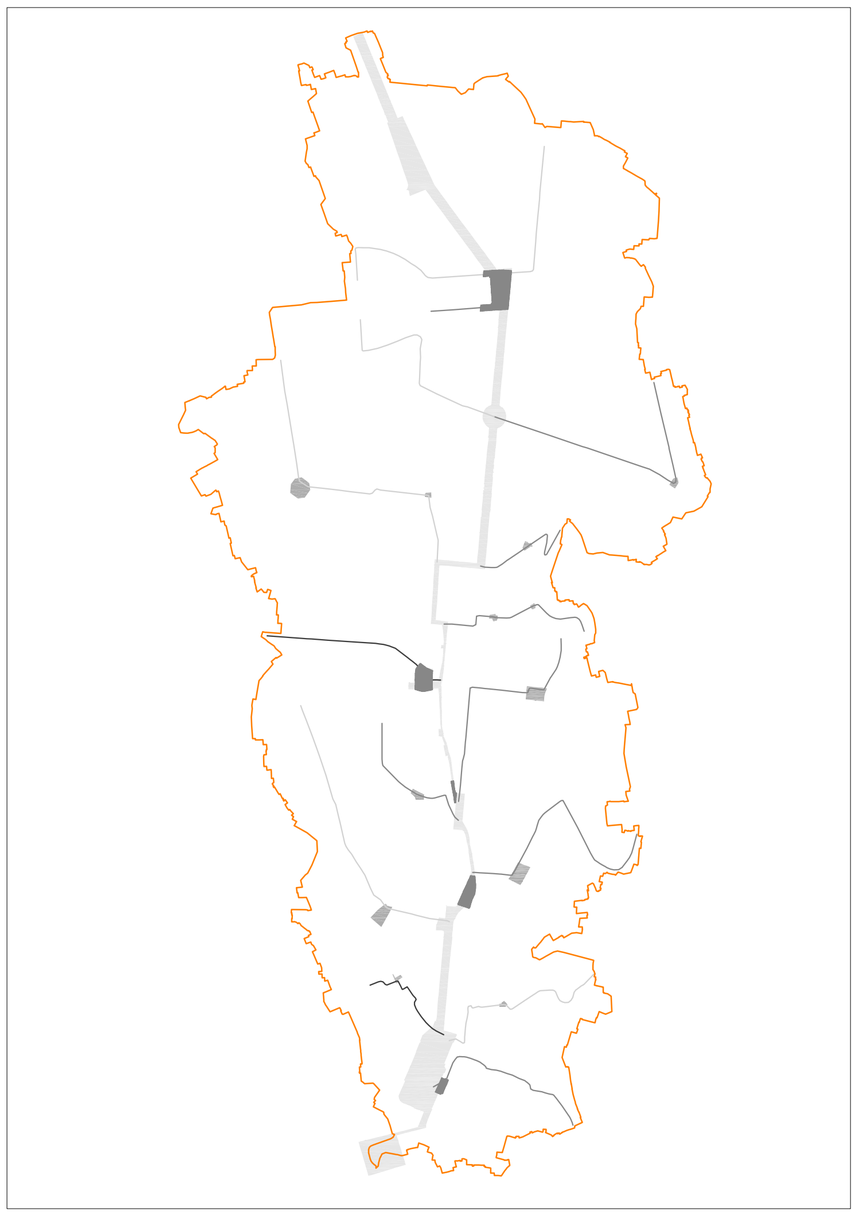
DESIGNAÇÃO DA PEÇA:
Classificação dos Logradouros Segundo o Programa de Intervenção

ÁREA DE ESTUDO:
Vale da Avenida Almirante Reis - Lisboa

DATA:
SET. 2011

ESCALA:
1/5000

PEÇA nº:
25



Área de Intervenção

Pontos Estratégicos ao nível dos Adutores

Pontos Estratégicos na Linha de Escoamento Preferencial

Adutores com Maior Problemática

Adutores com Moderada Problemática

Adutores com Menor Problemática

Limite da Área de Estudo

Estrutura Urbana

DESENHO DA ÁGUA - ESTRATÉGIA

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

AUTORA:
Inês Vasques da Silva Plácido

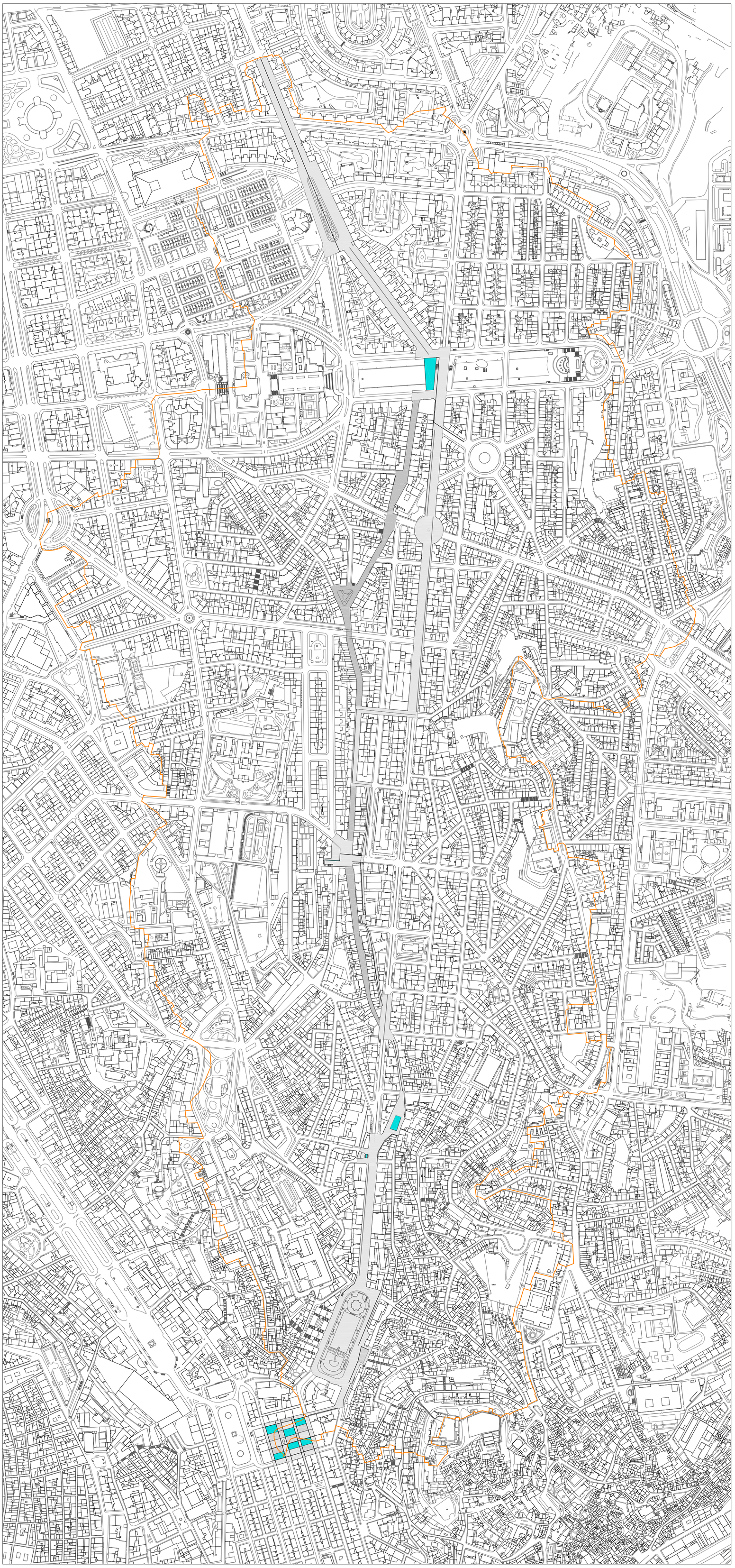
DESIGNAÇÃO DA PEÇA:
Desenho da Água - Estratégia de Intervenção

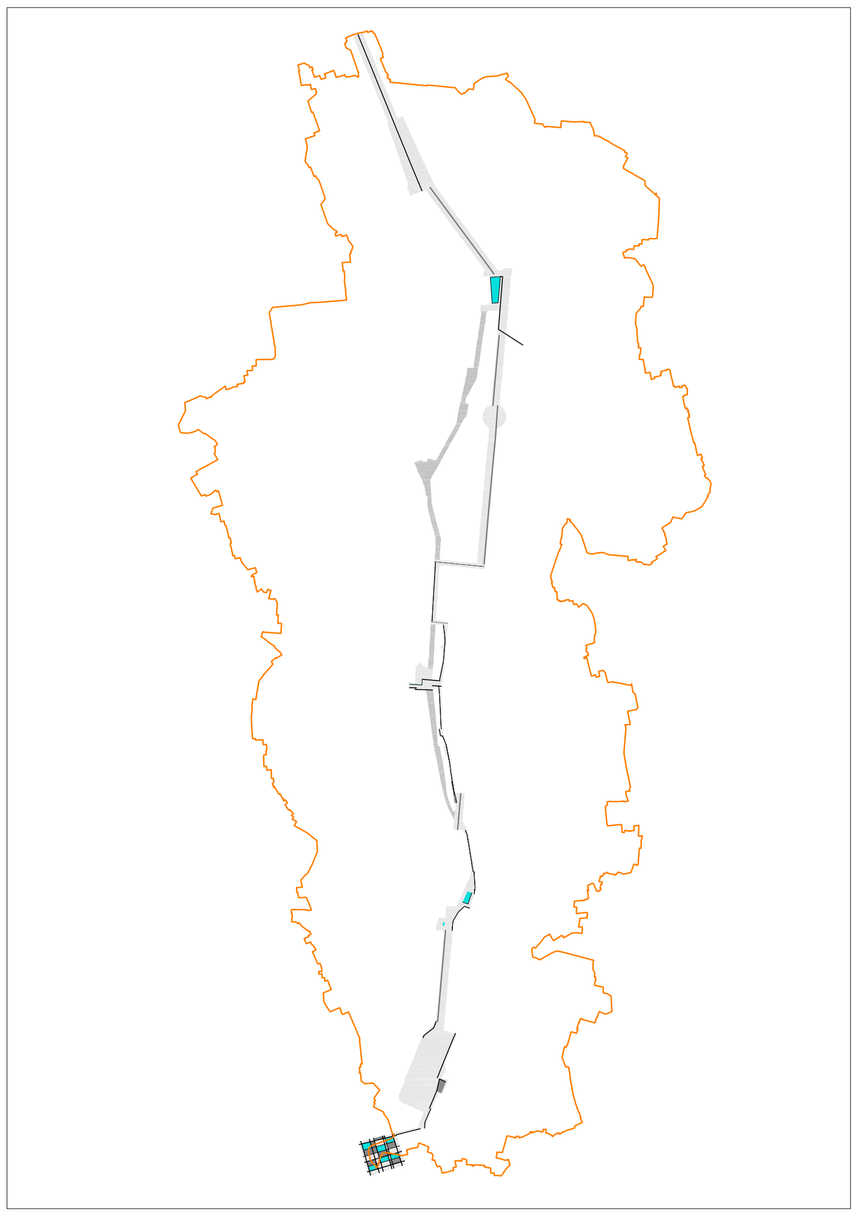
ÁREA DE ESTUDO:
Vale da Avenida Almirante Reis - Lisboa

DATA:
SET. 2011

ESCALA:
1/5000

PEÇA nº:
26





Pavimento de calçada

Elementos de Água

Pavimentos perfurados

Pavimento diferenciado

Sistema de Caleiras ao Longo da Linha de Escoamento Preferencial

Caleiras sobre a Linha Ancestral

Caleiras sobre a Linha Contemporânea

Caleiras na Sobreposição da Linha Ancestral com a Contemporânea

Caleiras de Excepção

Limite da Área de Estudo

Estrutura Urbana

DESENHO DA ÁGUA - PROPOSTA

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

A ÁGUA COMO MOTIVO E MOTOR DO DESENHO URBANO

AUTORA:
Inês Vasques da Silva Plácido

DESIGNAÇÃO DA PEÇA:
Desenho da Água - Proposta de Intervenção

ÁREA DE ESTUDO:
Vale da Avenida Almirante Reis - Lisboa

DATA:
SET. 2011

ESCALA:
1/5000

PEÇA nº:
27